

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 881 644**

51 Int. Cl.:

**F16H 61/28** (2006.01)

**B64C 25/40** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2019** **E 19195739 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.05.2021** **EP 3620687**

54 Título: **Procedimiento de acoplamiento de dos elementos de engranaje y dispositivo de accionamiento que implementa dicho procedimiento**

30 Prioridad:

**05.09.2018 FR 1857978**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.11.2021**

73 Titular/es:

**SAFRAN LANDING SYSTEMS (100.0%)**  
**7, rue Général Valérie André, Inovel Parc Sud**  
**78140 Vélizy-Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

**FRAIM, JULIEN;**  
**GIRAUD, FRÉDÉRIK;**  
**MARTIN, FRÉDÉRIC y**  
**VEILLON, ALEXANDRE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 881 644 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).

## DESCRIPCION

Procedimiento de acoplamiento de dos elementos de engranaje y dispositivo de accionamiento que implementa dicho procedimiento

5 La presente invención concierne al ámbito de la transmisión motorizada de desplazamientos y, más particularmente, a un procedimiento de acoplamiento de dos elementos de engranaje. La invención concierne igualmente a un dispositivo de accionamiento, en particular, aunque no exclusivamente, de una rueda de aeronave que implementa tal procedimiento.

### Antecedentes tecnológicos de la invención

10 En el ámbito de la aviación, está previsto ahora equipar a las aeronaves con elementos de accionamiento en rotación de las ruedas para permitir el desplazamiento en tierra de la aeronave sin utilizar sus grupos moto propulsores. Órganos de accionamiento montados en un tren de aterrizaje se describen en los documentos WO 2011/023505 y WO 2015/033160. Estos órganos de accionamiento comprenden un motor eléctrico conectado a un engranaje reductor cuya salida está equipada con un piñón de rodillos. El piñón coopera con una corona dentada solidaria de la rueda de la aeronave. De esta forma, el motor eléctrico acciona el piñón en rotación, el cual a su vez acciona la corona dentada y por tanto a la rueda para desplazar la aeronave.

15 Otros órganos de accionamiento con ruedas dentadas se describen en los documentos GB-A-2524763 y US-A1-2012/312112. Estos documentos no divulgan la detección de una posición angular relativa entre dos ruedas dentadas.

20 Por razones de seguridad, se prevé, en particular en el despegue y en el aterrizaje de la aeronave, separar el piñón y la corona dentada. Para ello, medios de accionamiento aseguran el desplazamiento del piñón entre una posición desacoplada en la que el piñón está alejado de la corona dentada y una posición de engrane en la que el piñón acciona en rotación a la citada corona.

25 Sin embargo, durante el acoplamiento del piñón en rotación sobre la corona, una porción periférica de al menos uno de los rodillos de dicho piñón corre el riesgo de golpear a porciones superiores de dientes de la corona, lo que genera importantes fuerzas puntuales transmitidas a los órganos de accionamiento pero también a la estructura del tren de aterrizaje de la aeronave. Para evitar cualquier degradación de estos órganos de accionamiento (tales como por ejemplo la rotura de un diente de la corona o incluso el mal funcionamiento de un rodillo de piñón), los citados órganos son generalmente de gran tamaño, lo que conduce a un aumento de masa y del coste de los citados órganos.

### Objeto de la invención

30 La invención tiene por tanto por objeto proponer un medio para limitar las fuerzas que ascienden a través de dos engranajes durante su acoplamiento y evitar, al menos en parte, los inconvenientes antes mencionados.

### Presentación de la invención

Con este fin, la invención propone un procedimiento de acoplamiento de un primer elemento de engranaje con un segundo elemento de engranaje, estando montado al menos el segundo elemento de engranaje móvil entre una posición de engrane y una posición de desacoplamiento con la ayuda de un actuador.

35 Según la invención, el procedimiento de acoplamiento comprende la etapa de accionar al menos uno de los elementos de engranaje en rotación para proporcionar una diferencia de velocidad de rotación no nula entre dichos elementos de engranaje. El procedimiento comprende igualmente la etapa de controlar el actuador para sucesivamente:

- desplazar al menos el segundo elemento de engranaje a la posición de engrane,
- 40 - cuando se detecte una posición intermedia del segundo elemento de engranaje en la proximidad del primer elemento de engranaje, en la cual el citado segundo elemento engranaje permanece suficientemente alejado del primer elemento de engranaje para impedir cualquier contacto entre ellos, detener el desplazamiento del segundo elemento de engranaje,
- cuando se detecte una posición angular del acoplamiento mutuo de dichos elementos de engranaje en la cual el segundo elemento de engranaje esté sensiblemente en fase con el primer elemento de engranaje para engranar con el mismo, desplazar el citado segundo elemento de engranaje a la posición de engrane.

45 Así, el desplazamiento del segundo engranaje se detiene desde su detección en la proximidad del primer elemento de engranaje, lo que permite acercar al máximo los elementos de engranaje sin riesgo de contacto entre ellos y esperar a que dichos elementos de engranaje estén en fase antes de llevar el segundo elemento de engranaje a la posición de engrane. Se reducen así el recorrido de acoplamiento y por tanto el tiempo de engrane y el riesgo de choque se limita o incluso se elimina.

Según un modo de realización preferido de la invención, el actuador comprende un gato que tiene un vástago accionado por una servoválvula y conectada al segundo elemento de engranaje. Así:

- un aumento del caudal en la servoválvula permite alcanzar una presión predeterminada y desplazar el vástago del gato hacia la posición de engrane,
  - un sensor de posición permite la detección de la posición intermedia del segundo elemento de engranaje con respecto al primer elemento de engranaje, permitiendo una modificación del caudal de la servoválvula detener entonces el desplazamiento del vástago del gato,
  - un primer sensor de posición angular del primer elemento de engranaje y un segundo sensor de posición angular del segundo elemento de engranaje permiten detectar la posición angular ideal de acoplamiento de dichos elementos de engranaje, permitiendo entonces un aumento del caudal en la servoválvula hasta un caudal máximo llevar el vástago del gato hasta la posición de engrane.
- 5
- 10 La invención concierne igualmente a un dispositivo de accionamiento que comprende:
- un primer elemento de engranaje,
  - un segundo elemento de engranaje móvil entre una posición de engrane con el primer elemento de engranaje y una posición de desacoplamiento con la ayuda de un actuador,
  - un motor que acciona en rotación uno de los elementos de engranaje,
- 15
- primeros medios de detección de una posición intermedia del segundo elemento de engranaje con respecto al primer elemento de engranaje,
  - segundos medios de detección de una desviación en la posición angular entre el primer elemento de engranaje y el segundo elemento de engranaje,
  - una unidad electrónica de control conectada al actuador, al motor, a los primeros medios de detección y a los segundos medios de detección.
- 20

Según la invención, la unidad de control está dispuesta para implementar el procedimiento precedente.

- De acuerdo con un modo de realización preferido de la invención, el actuador comprende un gato que tiene un vástago conectado al segundo elemento de engranaje, una servoválvula controla al gato, los primeros medios de detección comprenden un sensor de posición del vástago y los segundos medios de detección comprenden un sensor de posición angular del primer elemento de engranaje y un sensor de posición angular del segundo elemento de engranaje.
- 25

De manera particular, el sensor de posición angular del primer elemento de engranaje y el sensor de posición angular del segundo elemento de engranaje son sensores de efecto Hall.

Según una característica particular, el gato es un gato hidráulico.

- 30 Según otra característica particular, el motor es un motor eléctrico.

Según un modo de realización preferido de la invención, el primer elemento de engranaje es una corona dentada y el segundo elemento de engranaje es un piñón de rodillos.

De manera particular, la corona dentada es solidaria de una rueda.

La invención concierne también a un tren de aterrizaje equipado con tal dispositivo.

### 35 Descripción de figuras

La invención se entenderá mejor a la luz de la descripción que sigue, la cual es puramente ilustrativa y no limitativa, y debe leerse junto con las figuras adjuntas, entre las cuales:

- la figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo de accionamiento según un modo de realización particular de la invención, estando el segundo elemento de engranaje en la posición de desacoplamiento.
  - la figura 2a es una vista parcial del dispositivo ilustrado en la figura 1 en la cual el segundo elemento de engranaje se encuentra en la posición avanzada.
  - la figura 2b es una vista parcial del dispositivo ilustrado en la figura 1 en la cual el segundo elemento de engranaje se encuentra en la posición de engrane.
  - la figura 3 representa esquemáticamente el procedimiento de la invención.
- 40

- la figura 4 representa en el transcurso del tiempo el desplazamiento del vástago del gato y la presión que prevalece en el interior del gato durante la implementación del procedimiento de la invención ilustrado en la figura 3.

#### Descripción detallada de un modo de realización particular de la invención

- 5 Con referencia a la figura 1, un tren de aterrizaje de una aeronave está equipado con un dispositivo de accionamiento D según un modo de realización particular de la invención. El tren de aterrizaje comprende un puntal que comprende una caja provista de medios para su conexión a la estructura de la aeronave y un vástago deslizante en el interior de la caja y que tiene un extremo libre provisto de un cubo de una rueda R.
- 10 El dispositivo de accionamiento D comprende una corona dentada 1 que comprende una fila de dientes 1a. La corona 1 forma un primer elemento de engranaje solidario de la rueda R de la aeronave, teniendo la corona 1 y la rueda R el mismo eje de rotación X1.
- 15 El dispositivo de accionamiento D comprende igualmente un piñón 2 que comprende una pluralidad de rodillos 2a distribuidos uniformemente alrededor de un eje de rotación X2 que es paralelo al eje de rotación X1. El piñón 2 de rodillos 2a forma un segundo elemento de engranaje solidario de un árbol de salida de un reductor asociado a un motor eléctrico.
- 20 El piñón 2 está conectado a nivel del eje de rotación X2 a un extremo libre de un vástago de un gato hidráulico V. El gato V comprende un cuerpo C solidario del tren de aterrizaje y dentro del cual el vástago T puede desplazarse a lo largo de un eje Xv ortogonal a los ejes de rotación X1, X2. Un extremo del vástago T que forma un pistón delimita con el cuerpo C del gato una cámara Ch. La cámara Ch está conectada mediante una servoválvula Sv a un depósito Rv que contiene un fluido F a presión. La servoválvula Sv permite regular una presión P dentro de la cámara Ch del gato V, es decir, un desplazamiento Dp del vástago T.
- 25 El piñón 2 está así montado móvil entre una posición de desacoplamiento ilustrada en la figura 1 en la cual el piñón 2 está alejado de la corona 1, y una posición de engrane ilustrada en la figura 2b en la cual el piñón 2 está en fase con la corona 1 para engranar con la misma.
- 30 El gato V está equipado con un sensor electromagnético Cp que se extiende a lo largo del cuerpo C del gato para detectar el campo magnético de un imán permanente integrado en el extremo del vástago T que forma el pistón. A tal efecto, el sensor Cp permite determinar la posición del vástago T según el eje Xv.
- 35 El dispositivo de accionamiento D comprende un sensor C1 de efecto Hall solidario de la estructura del motor eléctrico y por delante del cual pasan los dientes de la corona 1. La detección de la presencia de dientes 1a por el sensor C1 permite determinar una posición angular de la corona 1 con respecto al eje de rotación X1.
- El dispositivo de accionamiento D comprende igualmente un sensor C2 de efecto Hall solidario del vástago T del gato V y por delante del cual pasan los rodillos 2a del piñón 2 en rotación. La detección de la presencia de rodillos 2a por el sensor C2 permite determinar una posición angular del piñón 2 con respecto al eje de rotación X2.
- 40 Por la comparación de su cambio de estado, los sensores C1, C2 forman medios de detección de una diferencia en la posición angular entre la corona 1 y el piñón 2.
- Una unidad electrónica de control UC está conectada a la servoválvula Sv, al motor eléctrico que acciona en rotación al piñón 2, al sensor Cp de posición del vástago y a los sensores C1, C2 de posición angular de los elementos de engranaje 1, 2.
- Se detallará ahora el procedimiento de acoplamiento del piñón 2 con la corona 1.
- 45 Como se ilustra en la figura 3, una primera etapa 10 consiste en que la unidad de control UC controla el motor eléctrico para accionar el piñón 2 en rotación a fin de que se establezca una diferencia de velocidad no nula entre dicho piñón 2 y la corona 1. La diferencia de velocidad es preferiblemente superior a 3 rpm (rotación por minuto) para evitar que un rodillo 2a del piñón 2 esté permanentemente enfrente de un diente 1a de la corona 1. Este estado corresponde sensiblemente a la suma del valor absoluto de las imprecisiones en las mediciones y los controles de velocidades de rotación del piñón 2 y de la corona 1. Puede ser preferible también limitar esta diferencia de velocidad o incluso el par suministrado por el motor eléctrico para minimizar las fuerzas en el momento del contacto entre la corona 1 y el piñón 2. Esta limitación puede determinarse en particular en función de la arquitectura del piñón 2 y de la corona 1 o incluso del rendimiento deseado del dispositivo de accionamiento D. Sin embargo, cuanto mayor sea la diferencia de velocidad entre la corona 1 y el piñón 2, más corta será la duración durante la cual puede preverse un acoplamiento sin choque entre la citada corona 1 y el citado piñón 2. Por tanto, se prefiere una diferencia de velocidad sensiblemente igual a 4 rpm y un par máximo de 1800 newton-metro.
- 50 Durante una segunda etapa 20, la unidad de control UC aumenta el caudal de la servoválvula Sv para alcanzar, en la cámara Ch del gato V, una presión P suficiente para desplazar el vástago T del gato V. El piñón 2 se desplaza entonces a una velocidad sensiblemente constante hacia la posición de engrane hasta que la unidad de control UC detecte a

través del sensor de posición de Cp una posición intermedia del vástago T. El sensor Cp puede ser un sensor de posición o un sensor de distancia que permita detectar la llegada de piñón 2 a la posición intermedia del vástago T.

En consecuencia, la unidad de control UC modifica, durante una tercera etapa 30, el caudal de la servoválvula Sv para detener el avance del vástago T hacia la posición de engrane. La tercera etapa 30 tiene como objetivo acercar el piñón 2 lo máximo posible a la corona 1 manteniendo un espacio suficientemente grande entre ellos para evitar cualquier contacto mientras se espera que dicho piñón 2 y dicha corona 1 estén en fase para llevar el piñón 2 a la posición de engrane. La distancia restante que debe recorrer el vástago T para llevar el piñón 2 a la posición de engrane se reduce entonces al mínimo. La posición intermedia del vástago T se define teniendo en cuenta las características de los distintos elementos que componen el dispositivo de accionamiento D para evitar el contacto fortuito del piñón 2 y la corona 1, por ejemplo debido a las vibraciones y/o a choques sufridos por el tren de aterrizaje y más particularmente por los citados componentes. Las características que se tienen en cuenta comprenden:

- la deformabilidad de los elementos que componen el dispositivo de accionamiento D;
- las holguras de montaje y de funcionamiento de los mismos y más particularmente del vástago T, de la corona 1 y del piñón 2;
- la precisión del sensor Cp de posición;
- la precisión de la cadena de control, de la cual la unidad de control UC y la servoválvula Sv; y
- la precisión del gato V en posición.

A continuación, la unidad de control UC compara los cambios de estado de los sensores de posición angular C1, C2 de la corona 1 y del piñón 2. En cuanto la unidad de control UC observe una sincronización adecuada de las posiciones angulares de la corona 1 y del piñón 2, el caudal de la servoválvula es entonces, durante una cuarta etapa 40, se aumenta entonces hasta un caudal máximo de manera que el vástago T se desplace lo más rápidamente posible hacia la posición de engrane con el fin de que dicho vástago T recorra la distancia restante para llevar el piñón 2 a la posición de engrane antes del final de la duración durante la cual es posible un acoplamiento sin choque. Se prefiere un caudal máximo sensiblemente igual a 10 litros por minuto. La sincronización apropiada de las posiciones angulares de la corona 1 y del piñón 2 corresponde por ejemplo a un momento en que un diente 1a de la corona 1 esté sensiblemente enfrente de un hueco formado entre dos rodillos 2a del piñón 2, o incluso a un momento en que un rodillo 2a del piñón 2 esté sensiblemente enfrente de un hueco formado entre dos dientes 1a de la corona 1.

Entonces, estando el piñón 2 sensiblemente en fase con la corona 1, el rápido desplazamiento Dp del vástago T del gato V permite que el piñón 2 alcance la posición de engrane. En consecuencia, la presión P en el interior de la cámara Ch del gato V aumenta hasta que alcance sensiblemente la presión del fluido F contenido en el depósito Rv.

La figura 4 ilustra el desplazamiento Dp del vástago T del gato de V entre la posición de desacoplamiento y la posición de engrane así como la evolución de la presión P en el interior de la cámara de Ch del gato V durante las etapas 10, 20, 30, 40.

Por supuesto, la invención no se limita al modo de realización descrito, sino que abarca cualquier variante que entre en el campo de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

En particular, la posición del piñón 2 y la corona 1 en el dispositivo de accionamiento D puede estar invertida.

Aunque aquí el segundo elemento de engranaje sea un piñón de rodillos, se puede considerar otro tipo de piñón como por ejemplo un piñón equipado con dientes.

Aunque aquí el movimiento para acoplar el piñón con la corona sea un movimiento de traslación, también se puede considerar un movimiento de rotación.

El eje Xv según el cual se desplaza el vástago T del gato V puede no ser ortogonal al eje de rotación X1 de la corona dentada.

Asimismo, si el acoplamiento entre el piñón y la corona es aquí radial, el mismo puede muy bien ser axial o tangencial (en particular en el caso de engranajes cónicos).

Aunque el gato V sea aquí hidráulico, la utilización de un gato neumático asociado con una electroválvula es también posible para un funcionamiento similar al modo de realización descrito.

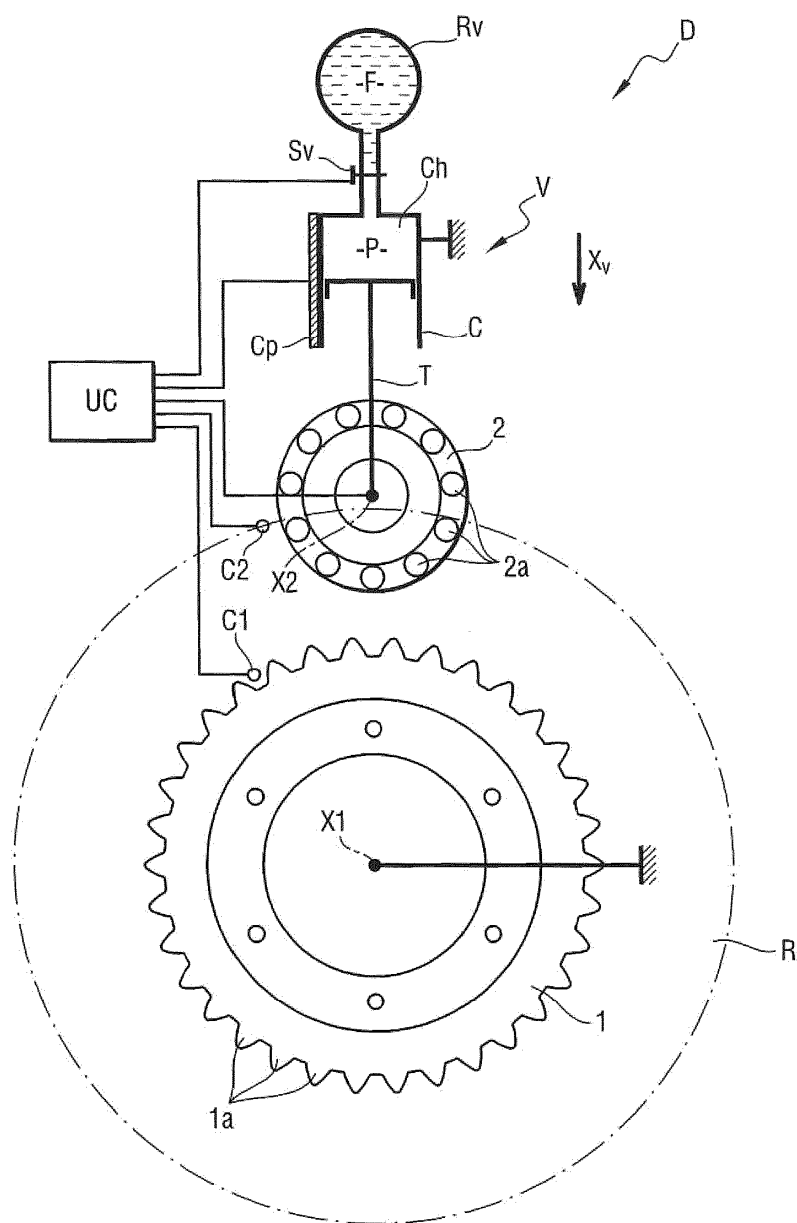
Es igualmente posible sustituir el gato V y la servoválvula Sv por un actuador electromecánico, como por ejemplo un motor eléctrico asociado a una cadena mecánica conectada al piñón. El bloqueo del motor en posición o en velocidad nula permite entonces detener el desplazamiento del piñón.

La determinación de la posición angular de la corona 1 y/o del piñón 2 también se puede realizar mediante codificadores rotatorios incrementales.

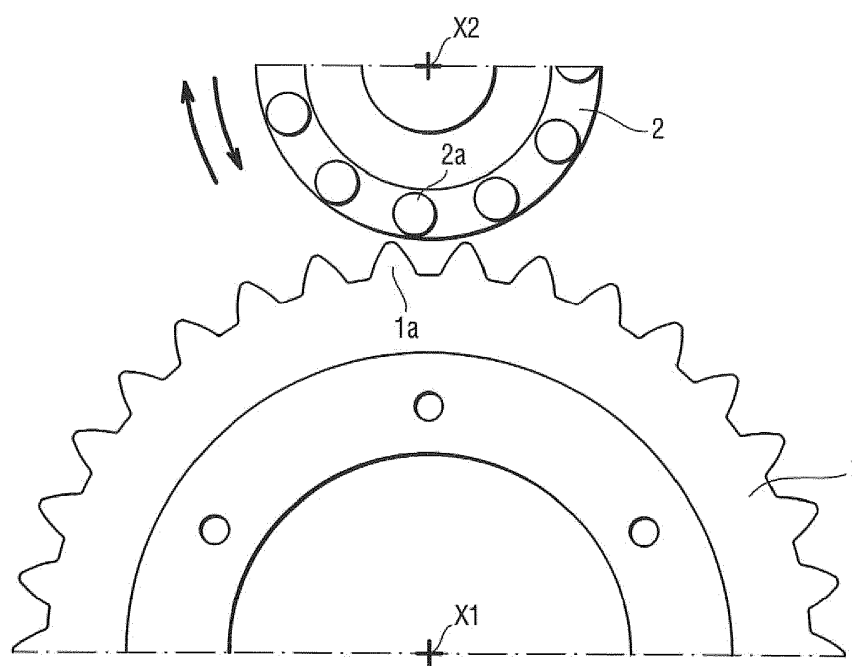
Aunque aquí el sensor Cp de posición del vástago T es electromagnético, otros tipos de sensores pueden ser elegidos en función de la arquitectura del dispositivo de accionamiento y las limitaciones asociadas (hidráulico, neumático, electromecánico, eléctrico, óptico u optrónico...). Es igualmente posible efectuar una medición de distancia, en particular entre el diámetro exterior de la corona y el del piñón.

## REIVINDICACIONES

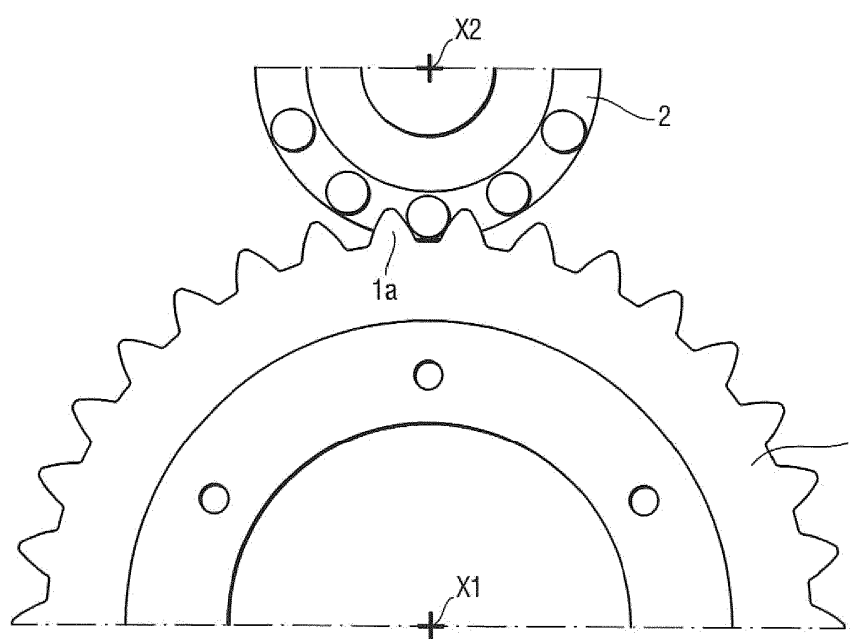
1. Procedimiento de acoplamiento de un primer elemento de engranaje (1) con un segundo elemento de engranaje (2), estando montado al menos el segundo elemento de engranaje (2) móvil entre una posición de engrane y una posición de desacoplamiento con la ayuda de un actuador (V), comprendiendo el procedimiento de acoplamiento la etapa de accionar al menos uno de los elementos de engranaje en rotación para establecer una diferencia de velocidad de rotación no nula entre los citados elementos de engranaje y la etapa de controlar el actuador (V) para sucesivamente:
  - desplazar al menos el segundo elemento de engranaje a la posición de engrane,
  - cuando se detecte una posición intermedia del segundo elemento de engranaje en la proximidad del primer elemento de engranaje, en la cual el segundo elemento de engranaje permanece lo suficientemente alejado del primer elemento de engranaje para impedir cualquier contacto entre ellos, detener el desplazamiento del citado segundo elemento de engranaje,
  - cuando se detecte una posición angular de acoplamiento mutuo de los citados elementos de engranaje en la cual el segundo elemento de engranaje esté sensiblemente en fase con el primer elemento de engranaje para engranar en el mismo, desplazar el citado segundo elemento de engranaje a la posición de engrane.
2. Procedimiento de acoplamiento según la reivindicación 1, en el cual el actuador comprende un gato (V) que tiene un vástago (T) controlado por una servoválvula (Sv) y unido al segundo elemento de engranaje, y en el cual:
  - un aumento del caudal en la servoválvula (Sv) permite alcanzar una presión predeterminada y desplazar el vástago (T) del gato (V) a la posición de engrane,
  - un sensor de posición (Cp) permite la detección de la posición intermedia del segundo elemento de engranaje con respecto al primer elemento de engranaje, permitiendo entonces una modificación del caudal de la servoválvula (Sv) detener el desplazamiento (Dp) del vástago (T) del gato (V),
  - un primer sensor (C1) de posición angular del primer elemento de engranaje (1) y un segundo sensor (C2) de posición angular del segundo elemento de engranaje (2) permiten detectar la posición angular de acoplamiento de dichos elementos de engranaje, permitiendo entonces un aumento del caudal en la servoválvula hasta un caudal máximo llevar el vástago (T) del gato (V) a la posición de engrane.
3. Dispositivo de accionamiento, que comprende un primer elemento de engranaje (1), un segundo elemento de engranaje (2) móvil entre una posición de engrane con el primer elemento de engranaje y una posición de desacoplamiento con la ayuda de un actuador (V), un motor que acciona en rotación uno de los elementos de engranaje, primeros medios de detección (Cp) de una posición intermedia del segundo elemento de engranaje (2) con respecto al primer elemento de engranaje, segundos medios de detección (C1, C2) de una diferencia de posición angular entre el primer elemento de engranaje y el segundo elemento de engranaje, una unidad electrónica de control (UC) vinculada al actuador (V), al motor, a los primeros medios de detección (Cp) y a los segundos medios de detección, caracterizado por que la unidad de control (UC) está dispuesta para implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.
4. Dispositivo de accionamiento según la reivindicación 3, en el cual el actuador (V) comprende un gato (V) que tiene un vástago (T) unido al segundo elemento de engranaje (2), una servoválvula (Sv) controla el gato (V), los primeros medios de detección comprenden un sensor de posición (Cp) del vástago (T) y los segundos medios de detección comprenden un sensor (C1) de posición angular del primer elemento de engranaje (1) y un sensor (C2) de posición angular del segundo elemento de engranaje (2).
5. Dispositivo de accionamiento según la reivindicación 4, en el cual el sensor (C1) de posición angular del primer engranaje (1) y el sensor (C2) de posición angular del segundo engranaje (2) son sensores de efecto Hall.
6. Dispositivo de accionamiento según una de las reivindicaciones 4 y 5, en el que el gato (V) es un gato hidráulico.
7. Dispositivo de accionamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el cual el motor es un motor eléctrico.
8. Dispositivo de accionamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en el cual el primer elemento de engranaje (1) es una corona dentada y el segundo elemento de engranaje (2) es un piñón de rodillos.
9. Dispositivo de accionamiento según la reivindicación 8, en el cual la corona dentada (1) es solidaria de una rueda (R).
10. Tren de aterrizaje equipado con un dispositivo de accionamiento según una de las reivindicaciones 3 a 9.



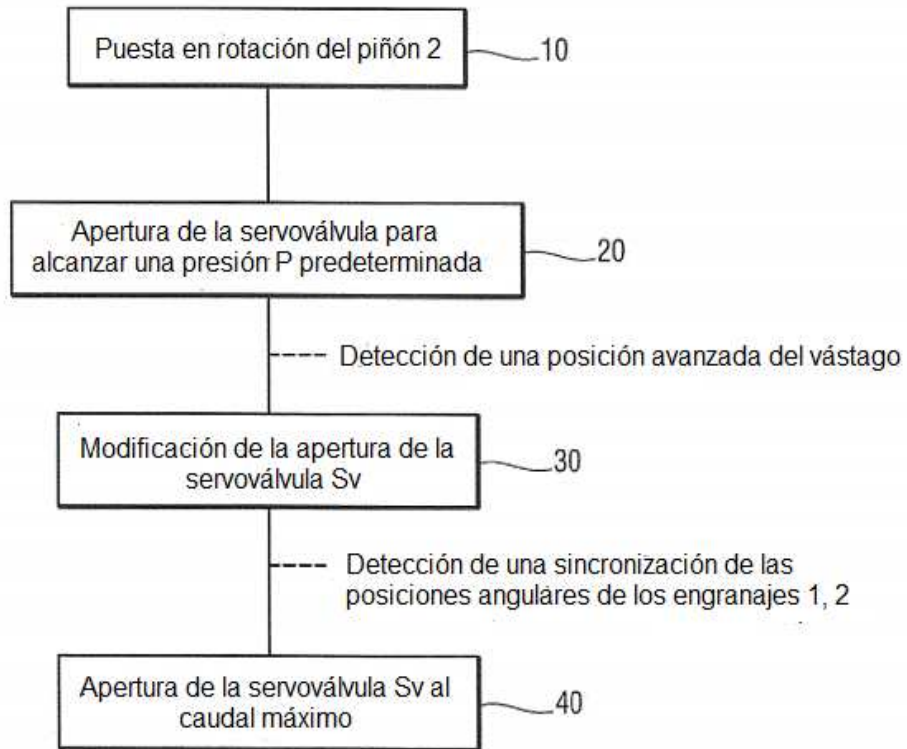
**Fig. 1**



**Fig. 2a**



**Fig. 2b**



**Fig. 3**

