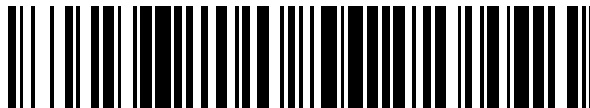


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 825**

51 Int. Cl.:

F01D 15/08 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

F02C 7/22 (2006.01)

F02C 7/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2012 E 12806589 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2785981**

54 Título: **Turbo-máquina que comprende una bomba de alimentación de combustible de activación eléctrica y procedimiento de alimentación de combustible de una turbo-máquina**

30 Prioridad:

29.11.2011 FR 1160887

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

20.01.2016

73 Titular/es:

TURBOMECA (100.0%)

B.P. 2

64510 Bordes, FR

72 Inventor/es:

LINDEMAN, JEAN;

BENEZECH, PHILIPPE JEAN RENÉ MARIE;

FREALLE, JEAN-LUC CHARLES GILBERT y

MOINE, BERTRAND

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 556 825 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

Turbo-máquina que comprende una bomba de alimentación de combustible de activación eléctrica y procedimiento de alimentación de combustible de una turbo-máquina

5 La presente invención se refiere al campo de la alimentación de combustible a las turbo-máquinas de aeronaves, en particular a turbo-motores de helicóptero.

Los documentos WO 00/46488 y EP 2239440 A1 presentan turbo-máquinas de aeronave de la técnica anterior.

10 En referencia a la figura 1, un turbo-motor de helicóptero comprende, de manera clásica, una bomba principal de alta presión PHP que extrae combustible de un depósito 2 de elevada capacidad de helicóptero para suministrar a dosificadores 4 del turbo-motor. La bomba de alta presión PHP es del tipo volumétrico y está montada en un árbol del turbo-motor 1 para suministrar un caudal de combustible que es función de la velocidad a la cual es accionado el árbol del turbo-motor 1. De manera usual, el árbol de turbo-motor 1 es accionado por una caja de engranajes 10 de la turbo-máquina, conocida por el experto en la técnica bajo su designación inglesa "gear box". De manera conocida, el turbo-motor comprende además una bomba auxiliar de baja presión PBP que está montada con la bomba de alta presión PHP en el árbol del turbo-motor 1, como se representa en la figura 1.

15 Siempre en referencia a la figura 1, el turbo-motor comprende usualmente un bloque de filtro 2' que comprende de manera clásica un filtro de combustible, un cartucho filtrante, una campana y un bypass (conmutador). Un bloque de filtro 2' de esta clase permite purificar el combustible antes de que sea inyectado en la cámara de combustión de turbo-motor.

20 Cuando el filtro de combustible o el cartucho filtrante del bloque de filtro 2' deben ser sustituidos, el combustible es drenado del bloque de filtro 2' y penetra aire en el bloque de filtro 2'. Para encender el turbo-motor, es necesario es necesario llenar de nuevo el bloque de filtro 2' con combustible. Las bombas de combustible PBP, PHP no son de ayuda alguna, dado que son solidarias del árbol del turbo-motor 1. Durante la sustitución del filtro, penetra aire en el circuito de combustible, lo que puede conducir al vaciado completo, por gravedad, de la conducción de alimentación situada entre el depósito de combustible y el turbo-motor. Cuando se detiene el turbo-motor, las bombas de combustible PBP, PHP permanecen inactivas. De manera conocida, para eliminar este inconveniente, un helicóptero lleva una bomba de cebado, llamada igualmente "bomba de cebadura", independiente del turbo-motor, que permite hacer subir el combustible desde el depósito de combustible 2, situado en la parte inferior del helicóptero, hacia el turbo-motor, situado en la parte superior del helicóptero. La bomba de cebado permite llenar de combustible el bloque de filtro 2' y la conducción de alimentación para permitir el arranque o puesta en marcha del turbo-motor.

30 Con el fin de aligerar la masa de un helicóptero y de disminuir su complejidad, se ha propuesto suprimir la bomba de cebado del helicóptero. Para llenar el bloque de filtro 2' de combustible, es entonces necesario poner en práctica una etapa de mantenimiento, por ejemplo por medio de una bomba de mano, que necesita una inmovilización del helicóptero, la que presenta un inconveniente.

35 Con el fin de disminuir al menos algunos de estos inconvenientes, la invención se dirige a proponer un módulo de bombeo de combustible para un turbo-motor y, más generalmente, para una turbo-máquina, que permita un arranque rápido del turbo-motor con independencia de la cantidad de combustible presente en el bloque de filtro y en el conducto de alimentación.

A este fin, la invención se dirige a una turbo-máquina para aeronave de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un árbol de turbo-máquina y un módulo de bombeo que comprende:

- 40 - un árbol de bombeo, unido al árbol de la turbo-máquina,
- una bomba de alimentación de combustible de la turbo-máquina, montada en el citado árbol de bombeo, adaptada para suministrar un caudal de combustible en función de la velocidad de rotación del árbol de la turbo-máquina, y
- 45 - un dispositivo eléctrico, montado en dicho árbol de bombeo, adaptado, según un primer modo de funcionamiento, para accionar el citado árbol de bombeo en rotación para accionar la bomba de alimentación y, de acuerdo con un segundo modo de funcionamiento, para ser accionado en rotación por el citado árbol de bombeo para alimentar eléctricamente un equipo de la turbo-máquina.

50 El dispositivo eléctrico permite, de manera ventajosa, poner en marcha la turbo-máquina sin tener en cuenta el nivel de llenado de combustible del conducto de alimentación y del bloque de filtro en el momento precedente al arranque, pudiendo ser alimentada previamente la bomba de alimentación, cuando está parada la turbo-máquina. Se puede reducir de ese modo la duración de mantenimiento para cambiar un filtro de combustible del bloque de filtro, no debiendo ser realizado llenado manual alguno. Además, gracias a la invención, se puede cebar el arranque de la turbo-máquina de manera rápida y fiable, estando el cebado desacoplado del arranque y de la fase de encendido. La invención se aplica más particularmente a un helicóptero que no incluye bomba de alimentación de combustible, es decir de bomba de cebadura.

55

El módulo de bombeo comprende medios de acoplamiento/desacoplamiento adaptados para desacoplar el árbol de la turbo-máquina y el árbol de bombeo según el primer modo de funcionamiento y para acoplarlos de acuerdo con el segundo modo de funcionamiento.

5 De ese modo, los medios de acoplamiento/desacoplamiento permiten, ventajosamente, hacer independiente la activación de la bomba con respecto a la rotación del árbol de la turbo-máquina. La bomba puede, ventajosamente, ser activada sin accionar el árbol de la turbo-máquina.

10 De preferencia, los medios de acoplamiento/desacoplamiento están configurados para acoplar el árbol de la turbo-máquina y el árbol de bombeo cuando la velocidad de rotación del árbol de la turbo-máquina es superior o igual a la velocidad de rotación del árbol de bombeo. De ese modo se garantiza un accionamiento fiable, en particular en vuelo, de la bomba de alimentación de combustible, al tiempo que se protege el árbol de la turbo-máquina.

De preferencia. Los medios de acoplamiento/desacoplamiento son pasivos, lo que limita su coste y aumenta su fiabilidad. De manera preferida, los medios de acoplamiento/desacoplamiento se presentan bajo la forma de una rueda libre.

15 De manera preferida, la turbo-máquina comprende un regulador numérico de la turbo-máquina que está adaptado para gobernar el modo de funcionamiento del dispositivo eléctrico. De preferencia, la turbo-máquina comprende un equipo eléctrico unido al dispositivo eléctrico para ser alimentado por este último cuando el árbol de la turbo-máquina y el árbol de bombeo están acoplados. De ese modo, un regulador numérico, por ejemplo, del tipo FADEC, puede gobernar y ser alimentado por el dispositivo eléctrico.

De preferencia, la invención se refiere a un turbo-motor para helicóptero como tipo particular de turbo-máquina.

20 La invención se refiere igualmente a un procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 11, de alimentación de combustible a una turbo-máquina para aeronave que comprende un árbol de turbo-máquina y un módulo de bombeo que comprende un árbol de bombeo, unido al árbol de la turbo-máquina, una bomba de alimentación de combustible a la turbo-máquina, montada en el citado árbol de bombeo, adaptada para suministrar un caudal de combustible en función de la velocidad de rotación del árbol de la turbo-máquina y un dispositivo eléctrico, montado en el citado
25 árbol de bombeo, en cuyo procedimiento:

- previa o simultáneamente a una fase de arranque de la turbo-máquina, el dispositivo eléctrico acciona en rotación el árbol de bombeo para accionar la bomba de alimentación durante una fase de cebado:
- después del arranque de la turbo-máquina, el dispositivo eléctrico es accionado en rotación por el árbol de bombeo para alimentar eléctricamente un equipo de la turbo-máquina.

30 Gracias al procedimiento de acuerdo con la invención, se utiliza energía eléctrica para alimentar la bomba de alimentación durante la fase de cebado y ello se genera cuando se arranca la turbo-máquina. De ese modo el dispositivo eléctrico según la invención cumple una doble función.

35 De preferencia, el árbol de la turbo-máquina y el árbol de bombeo están desacoplados durante el arranque de la turbo-máquina y acoplados después del arranque de la turbo-máquina. De ese modo, la turbo-máquina está protegida cuando está parada, dado que el árbol de la turbo-máquina es desolidarizado del árbol de bombeo, no siendo recibido ningún par de torsión por el árbol de la turbo-máquina.

De preferencia, el árbol de la turbo-máquina y el árbol de bombeo son acoplados cuando el árbol de la turbo-máquina alcanza una velocidad de rotación superior a la velocidad de rotación del árbol de bombeo. De ese modo, cuando es efectivo el arranque de la turbo-máquina, la bomba es accionada por el árbol de la turbo-máquina.

40 Todavía de preferencia, siendo la aeronave apta para volar a partir de una velocidad de umbral del árbol de la turbo-máquina, el árbol de la turbo-máquina y el árbol de bombeo se acoplan a una velocidad de acoplamiento inferior a la citada velocidad de umbral. De ese modo se limitan los riesgos de accidentes en caso de mal funcionamiento durante el acoplamiento, no pudiendo sobrevenir un tal mal funcionamiento más que en el suelo.

45 De manera preferida, la fase de cebado y la fase de arranque están separadas por una temporización o regulación de tiempo, pudiendo ser así activada la bomba de alimentación de manera independiente para cebar el circuito de alimentación previamente al arranque de la turbo-máquina. A modo de ejemplo, se puede así llenar un bloque de filtro de la turbo-máquina de manera independiente y poner en marcha la turbo-máquina posteriormente.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a modo de ejemplo y en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 50
- la figura 1 es una representación esquemática de una turbo-máquina de acuerdo con la técnica anterior (ya comentada);
 - la figura 2A es una representación de una primera forma de realización de un módulo de bombeo según la invención;

- la figura 2B es una representación de una segunda forma de realización de un módulo de bombeo según la invención,
- la figura 2C es una representación de una tercera forma de realización de un módulo de bombeo de la invención,
- 5 - la figura 3A es una representación esquemática de una primera forma de realización de una turbo-máquina con un módulo de bombeo según la invención;
- la figura 3B es una representación esquemática de una segunda forma de realización de una turbo-máquina con un módulo de bombeo según la invención;
- la figura 3C es una representación esquemática de una tercera forma de realización de una turbo-máquina con un módulo de bombeo según la invención;
- 10 - la figura 4A es una representación esquemática del funcionamiento en modo motor del módulo de bombeo de la figura 2A;
- la figura 4B es una representación esquemática del funcionamiento en modo generador del módulo de bombeo de la figura 2A;
- 15 - la figura 5 es una representación esquemática de una primera forma de realización concreta de un módulo de bombeo según la invención;
- la figura 6 es una representación esquemática de una segunda forma de realización concreta de un módulo de bombeo según la invención; y
- las figuras 7 a 10 representan la velocidad de rotación del árbol de accionamiento de la turbo-máquina (trazo lleno) y la velocidad de rotación del árbol de bombeo (trazo discontinuo) en función del mando del dispositivo eléctrico y del mando del arranque de la turbo-máquina.

Es preciso observar que las figuras exponen la invención de manera detallada para poner en práctica la invención, pudiendo las citadas figuras, por supuesto, servir para definir mejor la invención dado el caso.

25 Una primera forma de realización de una turbo-máquina según la invención está representada en referencia a la figura 3A, comprendiendo la turbo-máquina un árbol rotativo 1 que es accionado en rotación, en este ejemplo, por una caja de engranajes 10 de la turbo-máquina, más conocida por el experto en la materia bajo la designación inglesa «gear box». Se da por supuesto que la invención se puede aplicar a cualquier árbol rotativo de la turbo-máquina. Cuando se pone en marcha la turbo-máquina, la caja de engranajes 10 acciona en rotación el árbol 1 de la turbo-máquina, como se representa por la flecha de la figura 3A.

30 De manera usual, la turbo-máquina de la figura 3A comprende un depósito 2 de combustible de gran capacidad y un bloque de filtro 2' tal como se ha presentado anteriormente, que comprende, a título de ejemplo, un filtro de combustible, un cartucho filtrante, una campana y un by-pass (conmutador). La turbo-máquina comprende de manera usual dosificadores 4 adaptados a distribuir el combustible que sale del depósito 2 en la turbo-máquina. En este ejemplo, los dosificadores 4 están unidos al depósito por un conducto de alimentación.

35 Para permitir el encaminamiento del combustible desde el depósito 2 hasta los dosificadores 4, la turbo-máquina comprende además una o varias bombas de alimentación. A título de ejemplo, en referencia a la figura 3A, la turbo-máquina comprende una bomba de alta presión PHP, tal como se ha presentado anteriormente, adaptada para impulsar combustible desde el bloque de filtro 2' hacia los dosificadores 4, pero igualmente un módulo de bombeo 100 adaptado a impulsar combustible desde el depósito 2 hacia el bloque de filtro 2'.

40 Dicho de otro modo, en esta primera forma de realización, ilustrada en la figura 3A, la bomba de baja presión PBP de la turbo-máquina de la figura 1 según la técnica anterior es sustituida por un módulo de bombeo 100 según la invención.

45 Se da por supuesto que el módulo de bombeo 100 se puede sustituir por cualquier bomba de alimentación de combustible, ya sea de alta presión (PHP) o de baja presión (PBP), y ello en cualquier tipo de configuración de la turbo-máquina. A modo de ejemplo, la figura 3B representa una segunda configuración de una turbo-máquina en la cual el módulo de bombeo 100 sustituye a una bomba de alimentación de baja presión para una turbo-máquina que comprende dos bombas accionadas por árboles distintos de la turbo-máquina. Por supuesto que el módulo de bombeo 100 según la invención podría igualmente sustituir la bomba de alta presión PHP.

De manera similar, el módulo de bombeo 100 según la invención puede sustituir a una bomba de alimentación de una turbo-máquina que comprenda una única bomba de alimentación como se representa en la figura 3C.

50 **Módulo de bombeo 100**

Una primera forma de realización de un módulo de bombeo 100 está representada en referencia a la figura 2A. El

módulo de bombeo 100 comprende un árbol de bombeo 11 en el cual están montados una bomba de alimentación 3 y un dispositivo eléctrico 5 como se representa en la figura 2A, estando el árbol de bombeo 11 unido al árbol 1 de la turbo-máquina por medios de acoplamiento/desacoplamiento 7.

Bomba de alimentación 3

5 La bomba de alimentación 3 es activada durante la rotación del árbol de bombeo 11 sobre el cual está montada. De manera preferida, la bomba de alimentación 3 es una bomba volumétrica que suministra, por un conducto de alimentación 20, un caudal de combustible que es función de la velocidad de rotación del árbol de bombeo 11. De preferencia, el conducto de alimentación 20 une para paso de fluido un depósito de alta capacidad 2 a un bloque de filtro 2' de la turbo-máquina.

10 Dispositivo eléctrico 5

El dispositivo eléctrico 5 está adaptado, según un primer modo de funcionamiento, para accionar el árbol de bombeo 11 en rotación. En lo que sigue, este primer modo de funcionamiento del dispositivo eléctrico 5 es designado «modo de funcionamiento motor». El dispositivo eléctrico 5 está, por otra parte, adaptado, según una segunda forma de funcionamiento, para extraer la energía mecánica sobre el árbol de bombeo 11 con el fin de alimentar al menos un equipo eléctrico 8 de la turbo-máquina. En lo que sigue este segundo modo de funcionamiento del dispositivo eléctrico 5 es designado «modo de funcionamiento generador».

A título de ejemplo, el dispositivo eléctrico 5 está unido a la red eléctrica de arranque de la aeronave en la cual está montada la turbo-máquina, en particular la de un helicóptero. De manera preferida, el dispositivo eléctrico 5 está adaptado para conectarse a una red eléctrica alimentada a una tensión de la red de a bordo.

20 Así, de manera ventajosa, el dispositivo eléctrico 5 permite activar la bomba de alimentación 3 cuando el árbol 1 de la turbo-máquina no es accionado en rotación, es decir, cuando la turbo-máquina está parada. Una vez que la turbo-máquina se ha puesto en marcha, el dispositivo eléctrico 5 puede extraer la potencia mecánica sobre el árbol de bombeo 11 para convertirla en energía eléctrica y alimentar un equipo eléctrico 8 de la turbo-máquina.

25 A título de ejemplo, el dispositivo eléctrico 5 está unido eléctricamente a un regulador numérico 6 de la turbo-máquina, más conocido bajo su acrónimo inglés FADEC, que permite gobernar el modo de funcionamiento de la turbo-máquina. De preferencia, el regulador numérico 6 está unido al dispositivo eléctrico 5 por medio de una interfaz de potencia eléctrica. El regulador numérico 6 puede así gobernar el modo de funcionamiento del dispositivo eléctrico 5 y ser alimentado por el mismo.

Módulo de acoplamiento/desacoplamiento 7

30 El módulo de bombeo 100 comprende medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 adaptados para acoplar el árbol 1 de la turbo-máquina con el árbol de bombeo 11 cuando el dispositivo eléctrico 5 funciona según el modo generador y para desacoplarlos cuando el dispositivo eléctrico 5 funciona según el modo motor. De ese modo, de manera ventajosa, cuando el dispositivo eléctrico 5 acciona el árbol de bombeo 11, el árbol 1 de la turbo-máquina no es accionado, lo que protege al árbol 1 de la turbo-máquina y a los elementos mecánicos de accionamiento del árbol 1 de la turbo-máquina, por ejemplo una caja de engranajes 10.

35 De manera preferida, los medios de acoplamiento/ desacoplamiento 7 se presentan bajo la forma de una rueda libre 7 que está, de preferencia, lubricada con combustible para facilitar su mantenimiento. Según una forma de realización preferida, los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 están configurados para acoplar el árbol 1 de la turbo-máquina y el árbol de bombeo 11 cuando la velocidad de rotación del árbol 1 de la turbo-máquina es superior o igual a la velocidad de rotación del árbol de bombeo 11 con el fin de permitir el accionamiento continuo del árbol de bombeo 11.

40 Según un aspecto preferido, los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 son pasivos, de manera que se permite un acoplamiento/desacoplamiento automatizado en función de las velocidades de rotación del árbol 1 de la turbo-máquina y del árbol de bombeo 11. A modo de ejemplo, los medios de desacoplamiento 7 se presentan bajo la forma de una rueda libre, un embrague de rebasamiento o un dispositivo centrífugo, por ejemplo hidráulico.

45 Se da por supuesto que los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 podrían ser igualmente medios activos. A modo de ejemplo, los medios de acoplamiento/desacoplamiento activos se presentan bajo la forma de una caja de velocidades, un tren epicicloidal o una garra.

50 En referencia al módulo de bombeo 100 de la figura 2A, el dispositivo eléctrico 5 está montado entre los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 y la bomba de alimentación 3. Por supuesto que son igualmente posibles otras configuraciones del módulo de bombeo 100. A título de ejemplo, la bomba de alimentación 3 puede estar montada entre los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 y el dispositivo eléctrico 5, como se representa en la figura 2B.

La bomba de alimentación 3, los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 y el dispositivo eléctrico 5 han sido presentados anteriormente bajo la forma de elementos separados, pero es evidente que pueden estar reagrupados

todos juntos o por módulos. A modo de ejemplo, la bomba de alimentación 3 integra el dispositivo eléctrico 5 en el módulo de bombeo 100 representado en la figura 2C.

A título de ejemplo, están representadas en las figuras 5 y 6 dos formas de realización concretas de un módulo de bombeo 100 según la invención, que integran una bomba de alimentación 3, un dispositivo eléctrico 5 y medios de acoplamiento/desacoplamiento 7.

Módulo de bombeo de la figura 5

Como se representa en la figura 5, el módulo de bombeo 100 comprende una caja estructural 9 en la cual están dispuestas una brida de aspiración 81, para aspirar combustible desde el depósito 2, y una brida de expulsión 82, para alimentar por ejemplo un bloque de filtro 2' de la turbo-máquina como se ilustra en la figura 2. El módulo de bombeo 100 comprende una bomba 3 de alimentación de combustible montada en el interior de la caja estructural 9. En referencia a la figura 5, la bomba 3 comprende una primera parte central fija 31, solidaria de la caja estructural 9, que comprende un árbol hueco de expulsión unido a la brida de expulsión 82 y una parte móvil 32 montada exteriormente a su parte central fija 31. La parte móvil 32 de la bomba 3 está montada interiormente a una corona exterior fija 83 de la caja estructural 9. Dicho de otro modo, el módulo de bombeo 100 comprende, desde el interior al exterior desde su eje central, la parte fija 31 de la bomba 3, después una parte móvil 32 de la bomba 3 y finalmente una corona exterior 83 solidaria de la caja estructural 9.

El módulo de bombeo 100 comprende un órgano de toma de movimiento 84 que está unido a la parte móvil 32 de la bomba 3 a través de una rueda libre 7 que asegura el acoplamiento/desacoplamiento como se representa en la figura 5. En este ejemplo, el árbol 1 de la turbo-máquina de la caja de engranajes 10 está adaptado para conectarse al órgano de toma de movimiento 84 para accionar la parte móvil 32. Dicho de otro modo, la parte móvil 32 corresponde al árbol de bombeo 11 tal como se ha presentado anteriormente, estando la rueda libre 7 adaptada para acoplar/desacoplar el árbol 1 de la turbo-máquina, unido al órgano de toma de movimiento 84 y al árbol de bombeo 11, solidario de la bomba 3.

La rotación de la parte móvil 32 de la bomba 3 permite, ventajosamente, aspirar combustible desde la brida de aspiración 81 hacia la brida de expulsión 82. La bomba de alimentación 3 puede ser del tipo Gerotor, de engranajes, anillo líquido/canales laterales, lóbulos, de tornillo u otros. En este ejemplo, la rueda libre 7 es una rueda libre de rodillos.

La parte móvil 32 de la bomba 3 comprende en su periferia exterior elementos de rotor 51, mientras que la periferia interior de la corona exterior fija 83 de la caja estructural 9 comprende elementos de estator 52, de manera que se forma un dispositivo eléctrico 5 que permite el accionamiento de la parte móvil 32 de la bomba 3 (funcionamiento motor) o la recuperación de energía de la rotación de la parte móvil 32 de la bomba 3 (funcionamiento generador).

La integración del dispositivo eléctrico 5 en la bomba 3 permite disminuir el volumen y la masa del módulo de bombeo 100.

Módulo de bombeo de la figura 6

La figura 6 ilustra una forma de realización preferida del módulo de bombeo 100 de la figura 5. En este ejemplo, la bomba de alimentación 3 es una bomba de tornillos, con tres tornillos sincronizados. Como se ilustra en la figura 6, la bomba de alimentación es una bomba de tornillos 3' que comprende una parte central fija 31' y una parte exterior móvil 32'. La bomba de alimentación 3' comprende, ventajosamente, dos grupos de tornillos de pasos invertidos de manera que se compensan los esfuerzos radiales del combustible sobre los tornillos.

De manera más precisa, en referencia a la figura 6, la bomba de alimentación de tornillos 3' comprende un tornillo central 33' montado interiormente a un árbol satélite 34' montado en el árbol hueco de expulsión unido a la brida de expulsión 82 a través de un piñón de sincronización central 35'. La bomba de alimentación de tornillos 3' comprende además tornillos satélites 36' montados en el árbol satélite 34' a través de piñones de sincronización satélites 37', como se representa en la figura 6.

En este ejemplo, la parte móvil 32' de la bomba de tornillos 3' comprende canales de alimentación radiales 38' y los tornillos 33', 36' comprenden canales de expulsión 39'. Cuando la bomba de tornillos 3' está activada, circula combustible desde la brida de alimentación 81 hacia los canales de alimentación radiales 38' de la parte móvil 32' de la bomba de tornillos 3', hacia los canales de expulsión 39' de los tornillos 33', 36' para ser conducido finalmente en el árbol hueco de expulsión unido a la brida de expulsión 82.

De manera usual, el módulo de bombeo 100 de combustible comprende igualmente medios de fijación a la turbo-máquina para permitir la integración del dispositivo a la turbo-máquina.

Puesta en práctica

La puesta en práctica el módulo de bombeo 100 de la figura 3A se va a describir ahora para una turbo-máquina tal como está configurada en la figura 2A, pero ni qué decir tiene que esta descripción se aplica de manera similar a

cualquier forma de realización de módulo de bombeo y para cualquier configuración de turbo-máquina.

El funcionamiento del módulo de bombeo 100 se va a presentar cuando el dispositivo eléctrico 5 funcione según el modo motor (figura 4A) y cuando el dispositivo eléctrico 5 funcione según el modo generador (figura 4B).

5 En referencia a la figura 4A, para poner en marcha la turbo-máquina apagada, el dispositivo eléctrico 5 recibe una orden de mando C del regulador numérico 6 con el fin de que este último funcione en modo motor M. El dispositivo eléctrico 5 acciona en rotación del árbol de bombeo 11 (Etapa M1), lo que acciona la bomba de alimentación 3, que puede extraer el combustible del depósito 2 para alimentar de combustible el bloque de filtro 2' (Etapa M2). En este estado, los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 desacoplan el árbol de bombeo 11 del árbol 1 de la turbo-máquina, dado que la velocidad de rotación del árbol de bombeo 11 es más elevada que la del árbol 1 de la turbo-máquina.

10 De ese modo, el árbol 1 de la turbo-máquina no es accionado en rotación, lo que protege la caja de engranajes 10 de la turbo-máquina parada.

15 Así, durante el arranque, es el dispositivo eléctrico 5 el que acciona la bomba de alimentación 3 y no la caja de engranajes 10 de la turbo-máquina parada. Un tal dispositivo eléctrico 5 es ventajoso, ya que presenta un pequeño volumen y permite poner en marcha la turbo-máquina sin tener en cuenta el nivel de combustible en el bloque de filtro 2'. La bomba de alimentación 3 puede ser accionada bajo demanda, independientemente del estado de marcha de la turbo-máquina, lo que permite alimentar de combustible la turbo-máquina en cualquier momento. Ello es particularmente ventajoso para sustituir filtros de combustible de la turbo-máquina, como se detallará en lo que sigue durante la presentación de los perfiles de mando de la activación del dispositivo eléctrico 5 y de la puesta en marcha de la turbo-máquina.

20 En referencia a la figura 4B, una vez puesta en marcha la turbo-máquina, la caja de engranajes 10 de la turbo-máquina acciona en rotación el árbol 1 de la turbo-máquina (Etapa G1). En este estado, los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 acoplan el árbol de bombeo 11 al árbol 1 de la turbo-máquina, dado que la velocidad de rotación del árbol de bombeo 11 es menos elevada que la del árbol 1 de la turbo-máquina. De ese modo, la rotación del árbol 1 de la turbo-máquina acciona la del árbol de bombeo 11 (Etapa G2), lo que acciona la bomba de alimentación 3, que puede extraer combustible del depósito 2 para alimentar de combustible el bloque el filtro 2' (Etapa 3G). Todavía de preferencia, el dispositivo eléctrico 5 recibe una orden de mando del regulador numérico 6 con el fin de que este último funcione en modo generador G. El dispositivo eléctrico 5 obtiene la potencia en el árbol de bombeo 11 y la convierte en energía eléctrica para alimentar un equipo eléctrico 8 de la turbo-máquina.

Perfiles de mando

35 Las figuras 7 a 10 presentan diferentes perfiles de mando de la activación del dispositivo eléctrico 5 del módulo de bombeo 100 (CE) y de la puesta en marcha de la turbo-máquina (CT). Por mando CE del dispositivo eléctrico 5 se entenderá un accionamiento de la bomba de alimentación 3 por el dispositivo eléctrico 5 funcionando en modo motor. En estas figuras, las velocidades de rotación V del árbol de turbo-máquina V1 (trazo continuo) y del árbol de bombeo V11 (trazo discontinuo) están representadas en función de los perfiles de mando del dispositivo eléctrico 5 de la turbo-máquina.

40 La figura 7 representa una activación del dispositivo eléctrico 5 (CE=1) cuando la turbo-máquina está parada (CT=0). Durante este mando sólo es accionado el árbol de bombeo 11, lo que permite alimentar la bomba 3 para, por ejemplo, llenar de combustible el bloque de filtro 2' después de la sustitución del cartucho filtrante. El llenado con combustible del bloque de filtro 2' es automático y no precisa etapa de mantenimiento que imponga una inmovilización de la aeronave sobre la que está montada la turbo-máquina. En lo que sigue, el perfil del mando de la figura 7 se designa fase de cebado PA.

45 La figura 8 representa la fase de cebado PA de la figura 7 seguida de una fase de arranque PD en la cual se enciende la turbo-máquina (CT=1). En referencia a la figura 8, el dispositivo eléctrico 5 no está activado (CE=0) durante la fase de arranque PD y los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 acoplan el árbol 1 de la turbo-máquina al árbol de bombeo 11, dado que la velocidad del árbol 1 de la turbo-máquina es superior a la del árbol de bombeo V11. De ese modo, las curvas de velocidad V1, V11 de los árboles 1, 11 se confunden en el curso de la fase de arranque, como se representa en la figura 8. En este ejemplo, siempre en referencia a la figura 8, la fase de cebado PA va seguida de una regulación de tiempo TE, después de la fase de arranque PD. De ese modo, la fase de cebado PA es una fase preliminar a la puesta en marcha y se propone garantizar que el bloque de filtro 2' sea alimentado con combustible antes de mandar un arranque efectivo de la turbo-máquina. Es evidente que la fase de cebado PA podría ser seguida directamente de la fase de arranque PD.

55 La figura 9 representa una fase de cebado PA y una fase de arranque PD concomitantes. En este ejemplo, la turbo-máquina es encendida (CT=1) al mismo tiempo que el dispositivo eléctrico 5 (CE=1). En el curso de esta fase, la velocidad V11 del árbol de bombeo 11 aumenta rápidamente de manera que se permite una activación de la bomba de alimentación 3. Por el contrario, la velocidad V1 del árbol 1 de la turbo-máquina aumenta lentamente, de manera

que se permite un aumento de la velocidad de la turbo-máquina de manera escalonada (puesta en marcha, aceleración, ralentí en tierra, etc.).

- 5 Al principio del perfil de mando, la velocidad V1 del árbol 1 de la turbo-máquina es inferior a la del árbol de bombeo 11. Los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 desacoplan el árbol 1 de la turbo-máquina del árbol de bombeo 11. Cuando la velocidad V1 del árbol 1 de la turbo-máquina igual a, o supera, la velocidad V11 del árbol de bombeo 11, los medios de acoplamiento/desacoplamiento 7 acoplan el árbol 1 de la turbo-máquina y el árbol de bombeo 11 en un punto de acoplamiento de referencia A en la figura 9.

De manera ventajosa, el tiempo de arranque de la turbo-máquina se reduce cuando son concomitantes las fases de cebado PA y de arranque PD.

- 10 De manera preferida, la velocidad de rotación V11 del árbol de bombeo 11 está adaptada para corresponder a una velocidad de rotación de la turbo-máquina inferior a su régimen de vuelo. De ese modo, el punto de acoplamiento A interviene necesariamente cuando la aeronave está todavía en tierra. Ello permite limitar los riesgos en caso de fallo del acoplamiento y aumenta así la seguridad.

- 15 A título de variante, en referencia a la figura 10, las fases de cebado PA y de arranque PD concomitantes pueden ser precedidas de una fase de cebado preliminar PA' en la cual la bomba de activación 3 es accionada en rotación por el dispositivo eléctrico 5 a una velocidad de rotación V11' reducida. Una tal fase de cebado preliminar PA' permite una puesta en rotación de manera escalonada de la velocidad del árbol de bombeo 11, lo que favorece un acoplamiento sin choques del árbol 1 de la turbo-máquina y del árbol de bombeo 11. Es evidente que la fase de cebado preliminar PA' podría ir seguida igualmente de una temporización o regulación de tiempo TE.

20

REIVINDICACIONES

1. Turbo-máquina para aeronave, que comprende un árbol (1) de turbo-máquina y un módulo de bombeo (100), que comprende:
 - 5 - una caja estructural (9) en la cual están dispuestas una brida de aspiración (81), para aspirar combustible desde un depósito (2), y una brida de expulsión (82),
 - un árbol de bombeo (11), unido al árbol (1) de la turbo-máquina,
 - una bomba (3) de alimentación de combustible a la turbo-máquina, montado sobre el citado árbol de bombeo (11) y montado interiormente a la caja estructural (9), adaptado para suministrar un caudal de combustible en función de la velocidad de rotación del árbol (1) de la turbo-máquina, comprendiendo la
 - 10 bomba de alimentación (3) una primera parte central fija (31), solidaria de la caja estructural (9), que comprende un árbol hueco de expulsión unido a la brida de expulsión (82) y una parte móvil (32) montada exteriormente a la parte central fija (31),
 - un dispositivo eléctrico (5), montado sobre el citado árbol de bombeo (11), adaptado, según un primer modo
 - 15 de funcionamiento, para accionar al citado árbol de bombeo (11) en rotación para accionar la bomba de alimentación (3) y, según un segundo modo de funcionamiento, para ser accionado en rotación por dicho árbol de bombeo (11) para alimentar eléctricamente un equipo (8) de la turbo-máquina, comprendiendo el dispositivo eléctrico elementos de rotor (51) montados en la periferia exterior de la parte móvil (32) de la bomba de alimentación (3) y elementos de estator (52) montados en la periferia interior de una corona exterior fija (83) de la caja estructural (9), y
 - medios de acoplamiento/desacoplamiento (7) adaptados para desacoplar el árbol (1) de la turbo-máquina y
 - 20 el árbol de bombeo (11) según el primer modo de funcionamiento y para acoplarlos según un segundo modo de funcionamiento.
2. Turbo-máquina según la reivindicación 1, en la cual los medios de acoplamiento/desacoplamiento (7) están
 - 25 configurados para acoplar el árbol (1) de la turbo-máquina y el árbol de bombeo (11) cuando la velocidad de rotación (V1) del árbol (1) de la turbo-máquina es superior o igual a la velocidad de rotación (V11) del árbol de bombeo (11).
3. Turbo-máquina según una de la reivindicaciones 1 a 2, en la cual los medios de acoplamiento/desacoplamiento (7) son pasivos.
4. Turbo-máquina según la reivindicación 3, en la cual los medios de acoplamiento/desacoplamiento (7) se
 - 30 presentan bajo la forma de una rueda libre.
5. Turbo-máquina según una de las reivindicaciones 1 a 4, en la cual la turbo-máquina comprende un regulador numérico (6) adaptado para mandar el modo de funcionamiento del dispositivo eléctrico (5).
6. Turbo-máquina según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la cual la turbo-máquina comprende un equipo
 - 35 eléctrico (8) unido al dispositivo eléctrico (5) para ser alimentado por este último cuando están acoplados el árbol (1) de la turbo-máquina y el árbol de bombeo (11).
7. Turbo-máquina según una de las reivindicaciones 1 a 6, en la cual el módulo de bombeo (100) comprende un órgano de toma de movimiento (84) unido a la parte móvil (32) de la bomba de alimentación (3).
8. Turbo-máquina según la reivindicación 7, en la cual la turbo-máquina comprende una caja de engranajes
 - 40 (10) con un árbol, estando el árbol de la caja de engranajes (10) conectado al órgano de la toma de movimiento (84).
9. Turbo-máquina según una de las reivindicaciones 1 a 8, en la cual la bomba de alimentación (3) está adaptada para aspirar combustible desde la brida de aspiración (81) hacia la brida de expulsión (82).
10. Turbo-motor para helicóptero según una de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Procedimiento de alimentación con combustible una turbo-máquina según una de las reivindicaciones 1 a
 - 45 10, procedimiento en el cual:
 - previa o simultáneamente a una fase de arranque o puesta en marcha de la turbo-máquina (PD), el dispositivo eléctrico (5) acciona en rotación el árbol de bombeo (11) para accionar la bomba de alimentación (3) durante una fase de cebado (PA);
 - después del arranque de la turbo-máquina, el dispositivo eléctrico (5) es accionado en rotación por el árbol
 - 50 de bombeo (11) para alimentar eléctricamente un equipo (8) de la turbo-máquina.

12. Procedimiento según la reivindicación precedente, en el cual el árbol (1) de la turbo-máquina y el árbol de bombeo (11) son desacoplados durante el arranque de la turbo-máquina y acoplados después del arranque de la turbo-máquina.
- 5 13. Procedimiento según la reivindicación precedente, en el cual el árbol (1) de la turbo-máquina y el árbol de bombeo (11) son acoplados cuando el árbol (1) de la turbo-máquina alcanza una velocidad de rotación (V1) superior a la velocidad de rotación (V11) del árbol de bombeo (11).
14. Procedimiento según la reivindicación precedente, en el cual, siendo apta la aeronave para volar a partir de una velocidad de umbral del árbol (1) de la turbo-máquina, el árbol (1) de la turbo-máquina y el árbol de bombeo (11) son acoplados a una velocidad de acoplamiento inferior a la citada velocidad de umbral.
- 10 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 14, en el cual la fase de cebado (PA) y la fase de arranque (PD) son separadas por una regulación de tiempo (TE).

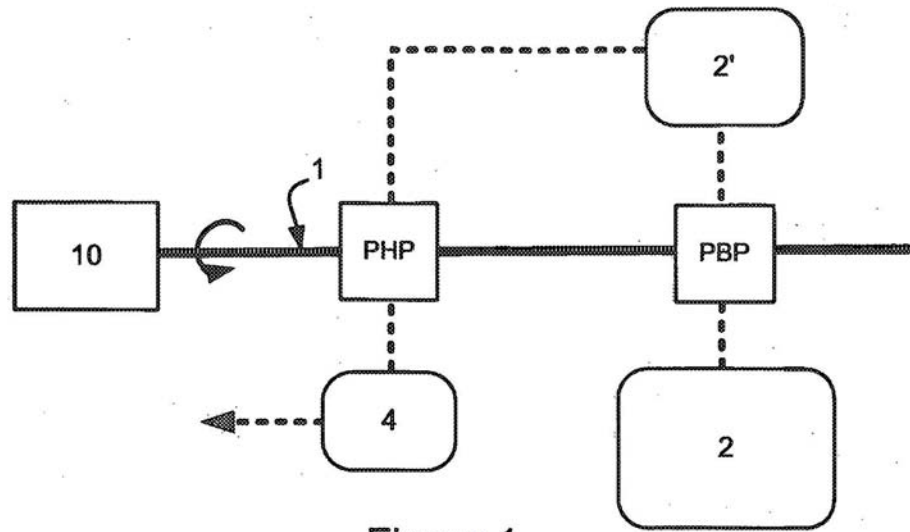


Figura 1

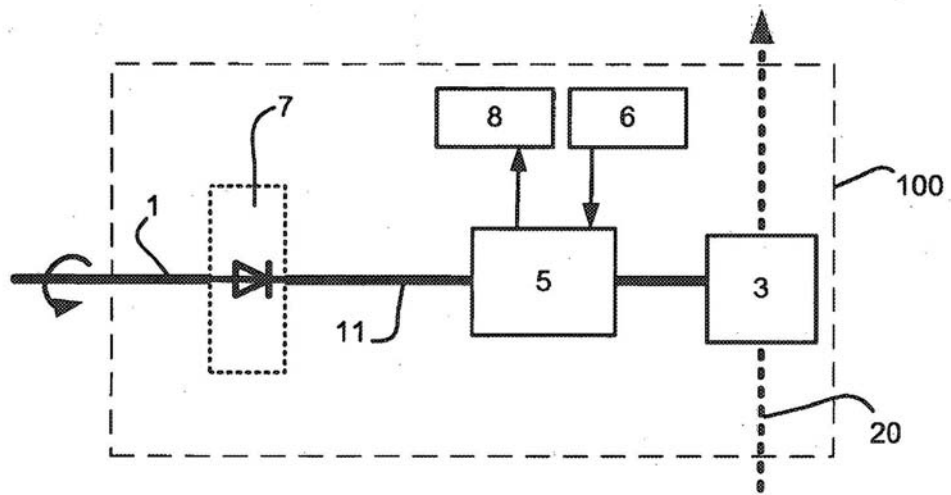


Figura 2A

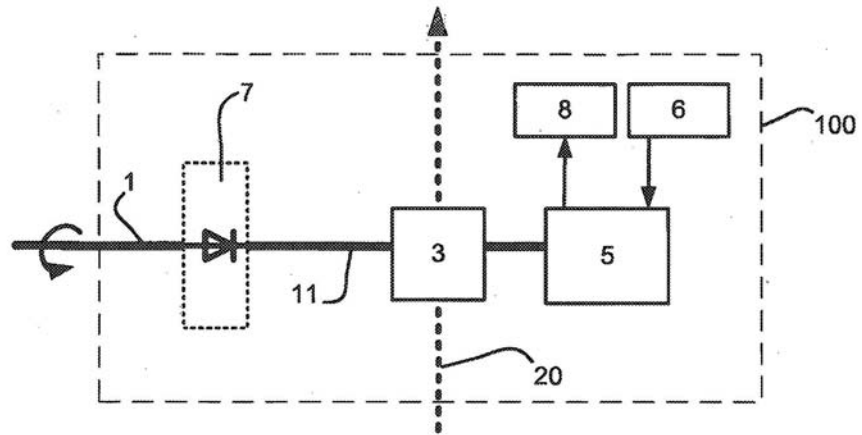


Figura 2B

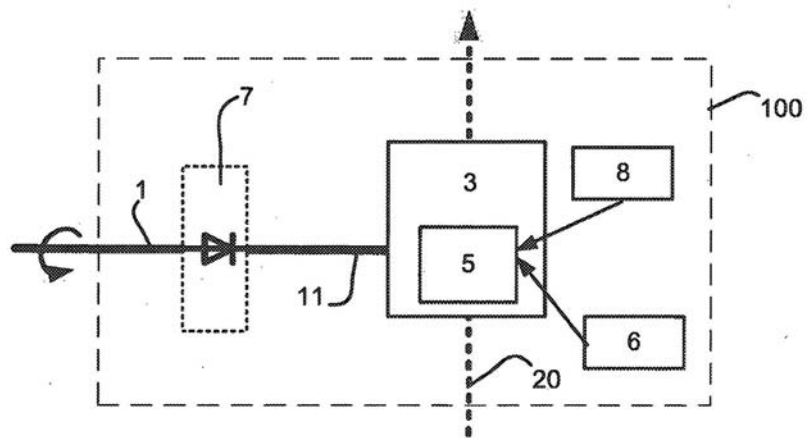
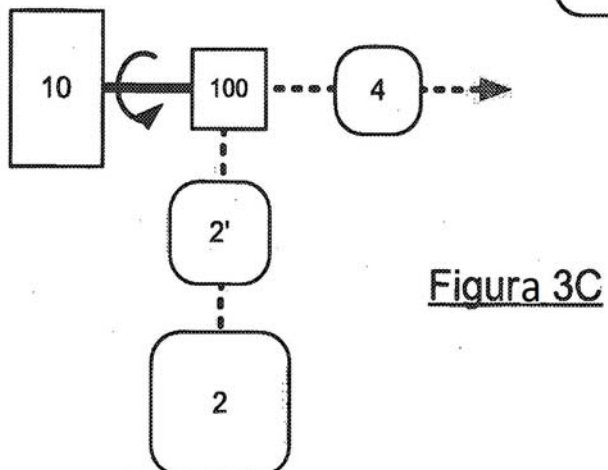
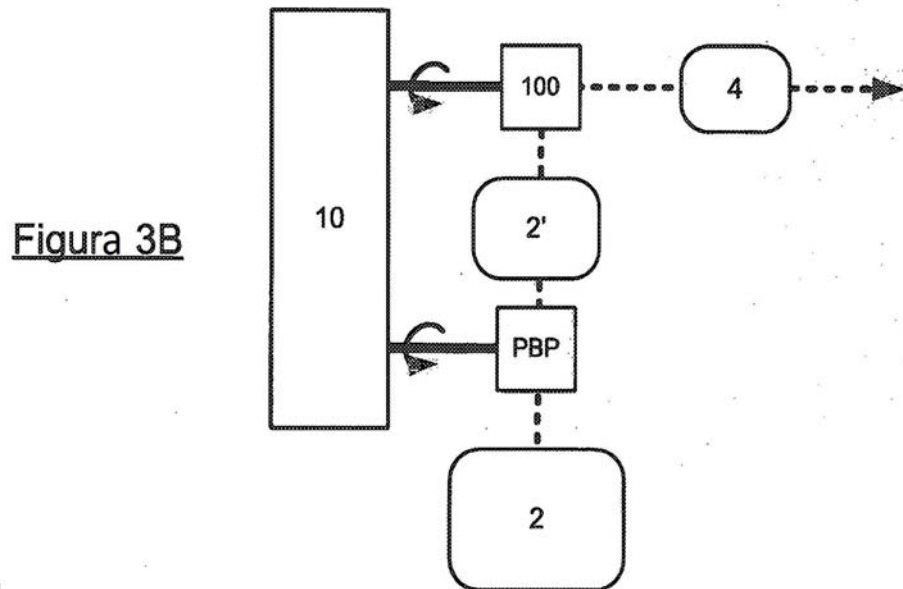
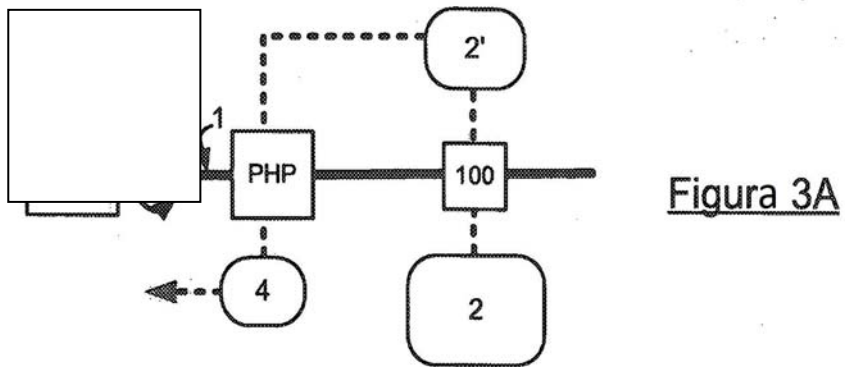
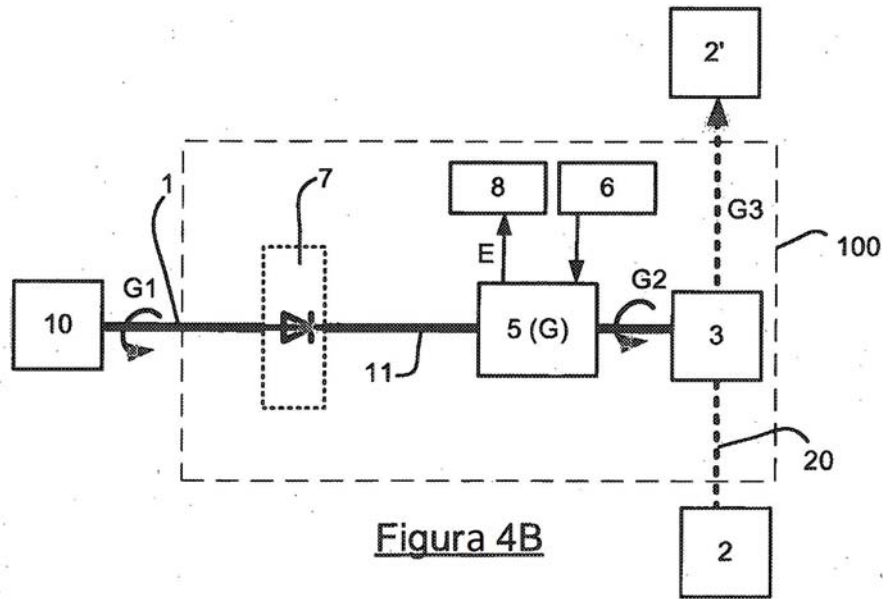
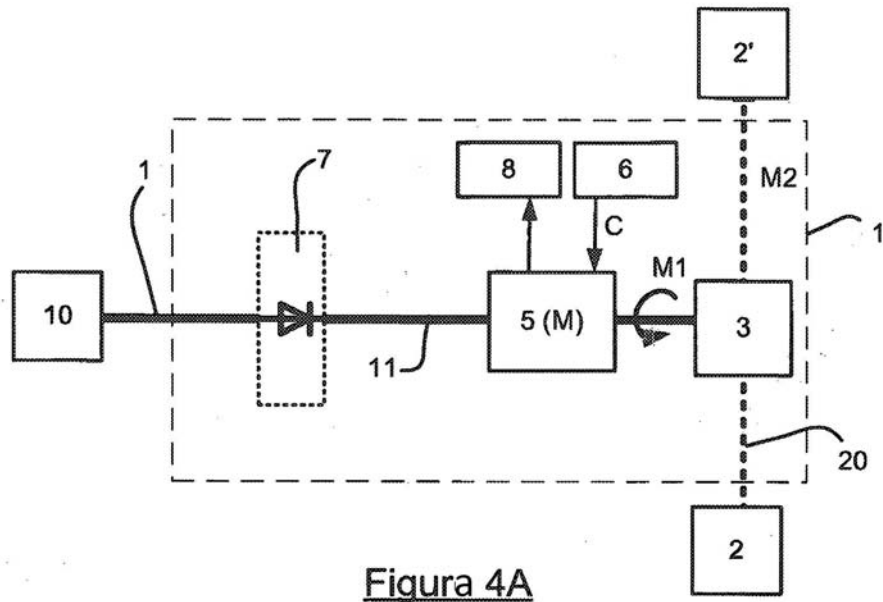


Figura 2C





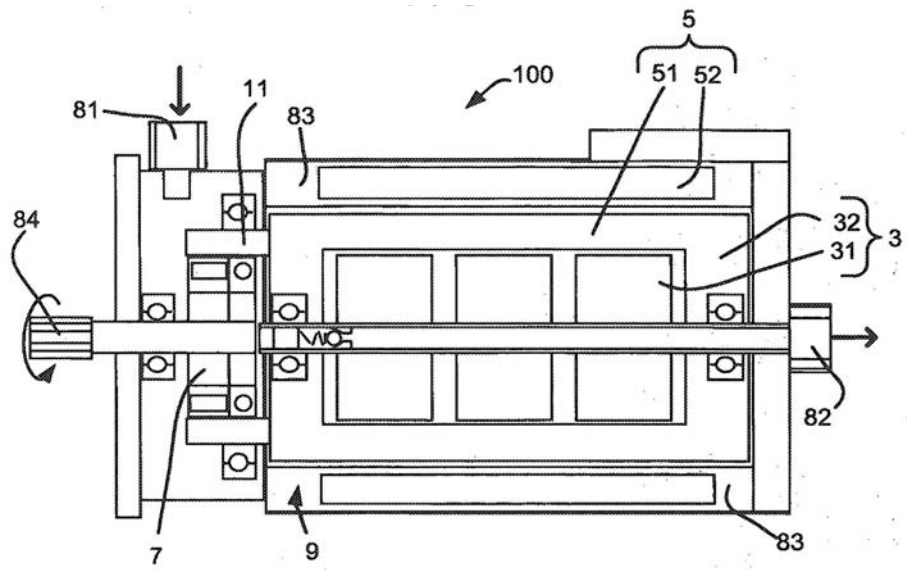


Figura 5

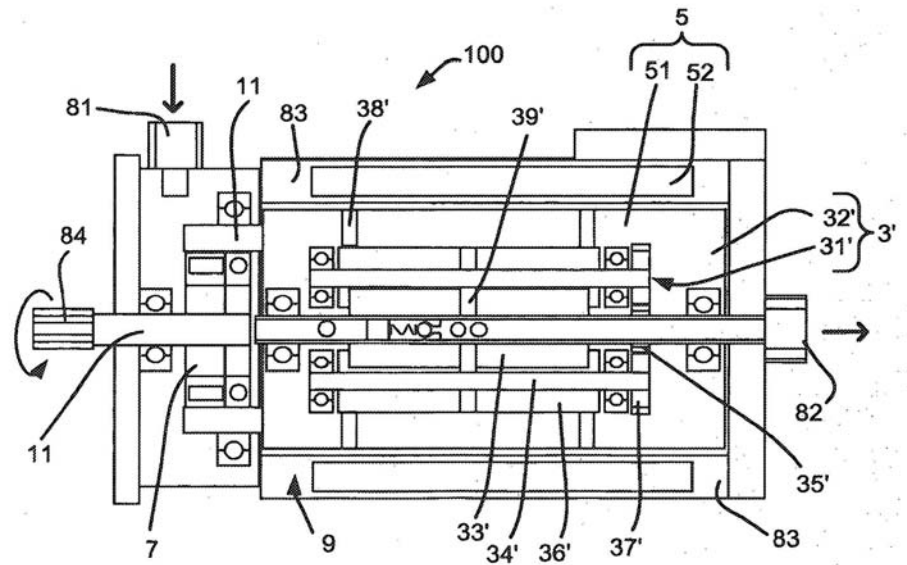


Figura 6

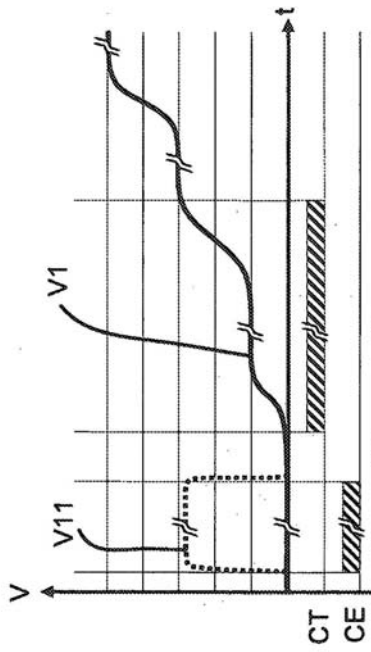


Figure 8

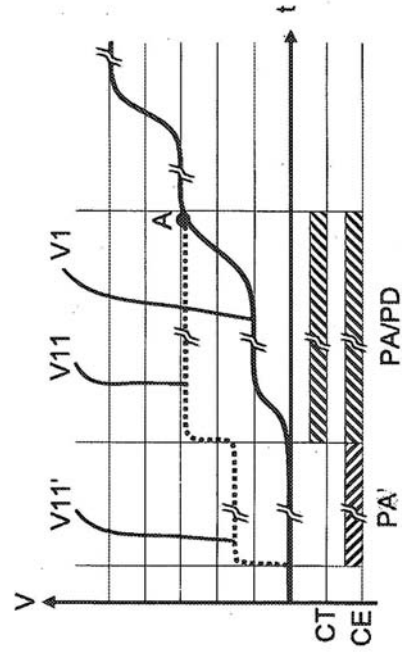


Figure 10

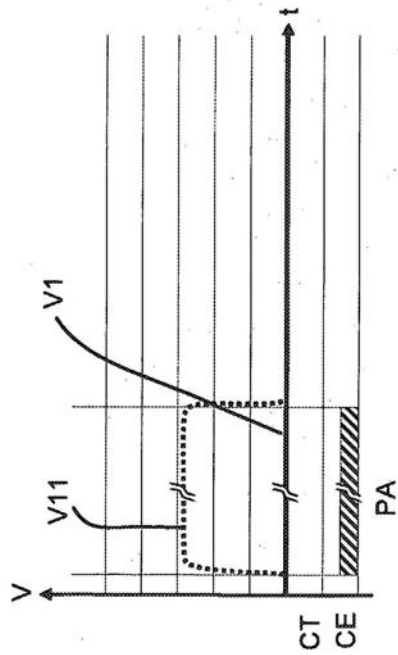


Figure 7

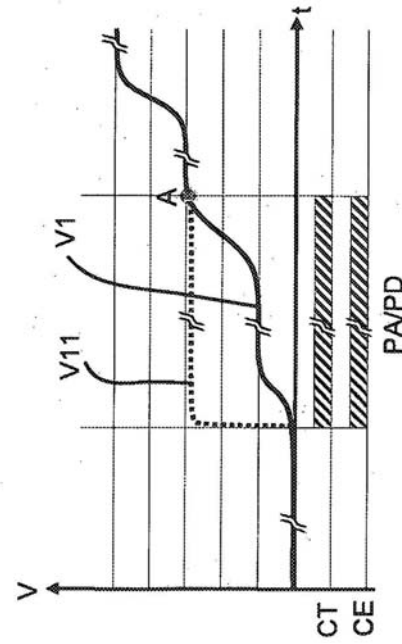


Figure 9