

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 013 789**

51 Int. Cl.:

**B64D 27/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2019 PCT/FR2019/052456**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2020 WO20079369**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2019 E 19808629 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024 EP 3867152**

54 Título: **Motor que comprende un grupo motopropulsor híbrido y método de control correspondiente**

30 Prioridad:

**17.10.2018 FR 1801092**

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

**15.04.2025**

73 Titular/es:

**VOLTAERO (100.00%)  
Aéroport de Rochefort Charente-Maritime La  
Sauzaie  
17620 Saint-Agnant, FR**

72 Inventor/es:

**BOTTI, JEAN y  
ESTEYNE, DIDIER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 3 013 789 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**

Motor que comprende un grupo motopropulsor híbrido y método de control correspondiente

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere en general a una máquina, tal como una aeronave, equipada con un grupo motopropulsor que comprende un motor eléctrico y un motor térmico.

10 TÉCNICA ANTERIOR

Es conocido en la técnica anterior que máquinas tales como aeronaves comprenden un grupo motopropulsor con la siguiente configuración. El grupo motopropulsor comprende una hélice, un motor eléctrico para accionar la hélice, una batería que permite alimentar el motor eléctrico y un motor térmico asociado a un alternador para recargar la batería.

15 Sin embargo, en caso de fallo en la cadena de control eléctrico que comprende la batería y el motor eléctrico, la hélice ya no puede accionarse.

20 Esta configuración del grupo motopropulsor plantea así problemas de seguridad importantes, en particular en el momento del despegue.

Se conoce también a partir de los documentos DE102012021340, EP2964524 y US2010/219779 grupos motopropulsores cuyas configuraciones, sin embargo, plantean problemas de espacio y/o de peso.

25 El objetivo de la presente invención es proponer una nueva máquina que permita paliar todos o algunos de los problemas mencionados.

SUMARIO DE LA INVENCION

30 Se propone una máquina, tal como una aeronave, provista de un grupo motopropulsor de conformidad con la reivindicación 1.

35 Dicho diseño de la máquina con el rotor montado coaxialmente y giratorio alrededor del eje del árbol intermedio, que forma parte de la cadena de transmisión del movimiento, permite ganar en compacidad y peso (limitando el número de piezas), lo que permite aumentar la relación potencia suministrada (KW)/peso (Kg). El eje intermedio se extiende en el interior del rotor y dicho eje intermedio, que forma parte de la cadena de transmisión mecánica, es coaxial con el eje de rotación del rotor. Según una forma de realización, dicho eje intermedio es también coaxial con el eje de hélice y un sistema de embrague permite acoplar/desacoplar el eje intermedio y el eje de hélice.

40 Según una forma de realización, cada eje que forma parte de la cadena de transmisión de movimiento a la hélice es coaxial con el eje de hélice.

45 Según una forma de realización, el estator tiene la forma de un cuerpo hueco provisto de un bobinado, y el rotor está provisto de imanes.

Según una forma de realización, el grupo motopropulsor comprende también un sistema de transmisión mecánica del tipo de tren epicicloidal, que comprende:

- 50 - un eje interior, denominado sol, que corresponde a una parte del eje intermedio y una corona dentada transportada por el interior del cuerpo hueco del rotor;
- un satélite interpuesto entre el sol y la corona dentada, y un portasatélite, cuyo extremo opuesto al satélite está fijado en rotación a una parte del segundo embrague, comprendiendo el segundo embrague otra parte solidaria en rotación del eje de hélice.

55 Según una forma de realización, el sistema de embrague comprende un cuarto embrague configurado para, en estado cerrado, transmitir la rotación del motor térmico al motor eléctrico para hacerlo funcionar como generador.

60 Los diferentes ejes que forman parte de la cadena de transmisión del movimiento entre, por una parte, el motor térmico y/o el motor eléctrico y, por otra parte, el eje de hélice, son coaxiales. Dicho de otro modo, cada eje que forma parte de la cadena de transmisión de movimiento al eje de hélice es coaxial con el eje de hélice.

65 Según una forma de realización, el estator tiene la forma de un cuerpo hueco provisto de un bobinado y/o imanes, preferentemente en su cara interna, y el rotor está provisto de imanes y/o un bobinado preferentemente en su cara periférica externa.

Según un ejemplo, se propone una máquina tal como una aeronave, equipada con un grupo motopropulsor que comprende:

- 5 - una motorización térmica que comprende un motor térmico y un árbol, denominado árbol de salida del motor térmico, que puede ser accionado en rotación por el motor térmico;
- una motorización eléctrica que comprende un motor eléctrico;
- 10 - un sistema de alimentación eléctrica que comprende una batería que permite alimentar el motor eléctrico;
- un sistema de propulsión por hélice que comprende una hélice y un eje, denominado eje de hélice, al que está acoplada la hélice;

en donde

15 el grupo motopropulsor comprende también un sistema de embrague configurado para, de manera selectiva:

- accionar la hélice mediante el motor térmico sin transmisión de rotación del motor eléctrico a la hélice;
- 20 - accionar la hélice mediante el motor eléctrico sin transmisión de rotación del motor térmico a la hélice;
- accionar la hélice mediante la transmisión combinada del movimiento de rotación del motor térmico a la hélice y del movimiento de rotación del motor eléctrico a la hélice.

25 De este modo, el sistema de propulsión de la hélice de la máquina puede ser accionado independiente o de manera simultánea por la motorización eléctrica y/o por la motorización térmica. La seguridad, en particular en el despegue cuando la máquina es una aeronave, se mejora así puesto que, en caso de problema con la cadena de transmisión eléctrica, la motorización térmica puede tomar el relevo para accionar la hélice.

30 Asimismo, la posibilidad de utilizar solamente un modo de propulsión eléctrico permite a una aeronave despegar y aterrizar en terrenos urbanos o suburbanos con una producción de ruido reducida.

El grupo motopropulsor comprende un eje, denominado eje intermedio, integrado en el eje de hélice o acoplable de forma giratoria a este último, comprendiendo el sistema de embrague:

- 35 - un primer embrague configurado para, en estado cerrado, transmitir la rotación del motor térmico al eje intermedio, y
- un segundo embrague y/o un tercer embrague configurados para, en estado cerrado, transmitir la rotación del motor eléctrico al eje de hélice.
- 40

Cuando está cerrado, el segundo embrague transmite la rotación del eje intermedio al eje de hélice.

45 Según una forma de realización, el sistema de embrague comprende un cuarto embrague configurado para, en estado cerrado, transmitir la rotación del motor térmico al motor eléctrico para hacer que funcione como generador.

Según una forma de realización, el motor eléctrico comprende:

- 50 - un estator en forma de cuerpo hueco y provisto de un bobinado en su cara interior;
- un rotor en forma de cuerpo que gira alrededor del eje intermedio y dentro del estator, estando el rotor provisto de imanes en su cara periférica exterior.

55 El grupo motopropulsor comprende un sistema de transmisión, que incluye, por ejemplo, un embrague, para transmitir el movimiento de rotación entre el rotor y el eje intermedio.

El grupo motopropulsor comprende un sistema de transmisión mecánica para transmitir la rotación del eje intermedio al eje de hélice en el estado cerrado del segundo embrague. Según una forma de realización, el sistema de transmisión mecánica es un sistema de reducción.

60 De manera ventajosa, el sistema de transmisión mecánica está alojado en el rotor.

El sistema de transmisión mecánica comprende, por ejemplo, un tren epicicloidal con una parte acoplada al eje intermedio y una parte acoplada a una parte del segundo embrague, estando la otra parte del segundo embrague acoplada al eje de hélice.

65

Según una forma de realización, el segundo embrague comprende una parte acoplada en rotación con el eje intermedio, por ejemplo, a través del sistema de transmisión mecánica, y una parte acoplada, preferiblemente de forma solidaria, en rotación con el eje de hélice.

5 Según una forma de realización, el cuarto embrague comprende una parte que, en el estado cerrado del primer embrague, está solidaria en rotación al eje de salida del motor térmico, y otra parte que está montada solidaria en rotación al rotor del motor eléctrico.

10 Según una forma de realización, el tercer embrague comprende una parte solidaria en rotación del rotor del motor eléctrico mediante un sistema de transmisión mecánica, y una parte solidaria en rotación de la hélice.

Según una forma de realización, el sistema de alimentación eléctrica comprende asimismo un sistema de gestión eléctrica que comprende:

- 15
- una unidad de alta tensión para abrir o cerrar el circuito de alimentación entre la batería y el motor eléctrico;
  - un controlador para procesar la corriente suministrada por la batería o producida por el motor eléctrico cuando funciona como generador.

20 Según una forma de realización, se propone un método de control de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la siguiente descripción, que es puramente ilustrativa y no limitativa y debe leerse junto con los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 es una vista esquemática de una aeronave según una forma de realización de la invención;
- 30 - la Figura 1A es una vista esquemática de un grupo motopropulsor de una aeronave según una forma de realización de la invención;
- la Figura 2 es una vista esquemática de una aeronave según una forma de realización de la invención, durante el despegue y/o el ascenso;
- 35 - la Figura 2A es una vista esquemática de un grupo motopropulsor de una aeronave según una forma de realización de la invención, en modo de propulsión eléctrica;
- la Figura 2B es una vista esquemática de un grupo motopropulsor de una aeronave según una forma de realización de la invención, en modo de propulsión térmica;
- 40 - la Figura 2C es una vista esquemática de un grupo motopropulsor de una aeronave según una forma de realización de la invención, en modo de propulsión térmica y eléctrica;
- 45 - la Figura 3 es una vista esquemática de una aeronave de conformidad con una forma de realización de la invención, en tierra, por ejemplo, en vuelo nivelado;
- la Figura 3A es una vista esquemática de un sistema de propulsión de una aeronave de conformidad con una forma de realización de la invención, en modo de recarga en vuelo;
- 50 - la Figura 4 es una vista esquemática de una aeronave de conformidad con una forma de realización de la invención, durante el descenso de la aeronave;
- la Figura 4A es una vista esquemática de un grupo motopropulsor de una aeronave de conformidad con una forma de realización de la invención, en modo de recuperación de energía eléctrica;
- 55 - la Figura 5 es una vista esquemática de una aeronave de conformidad con una forma de realización de la invención, estando la aeronave en tierra;
- 60 - la Figura 5A es una vista esquemática de un grupo motopropulsor de una aeronave de conformidad con una forma de realización de la invención, en modo de recarga a través de su motor térmico mientras la aeronave está en tierra;
- 65 - la Figura 6 es una vista esquemática de una variante no reivindicada del grupo motopropulsor.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

El concepto de la invención se describe más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran formas de realización del concepto de la invención. En los dibujos, la magnitud y las magnitudes relativas de los elementos pueden estar exagerados para mayor claridad. Referencias numéricas similares se refieren a elementos similares en todos los dibujos. Sin embargo, este concepto de la invención puede ponerse en práctica de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitado a las formas de realización aquí expuestas, sino por las reivindicaciones. En su lugar, estas formas de realización se ofrecen para que esta descripción sea completa y comunique la amplitud del concepto de la invención a los expertos en esta técnica. Las siguientes formas de realización se describen, para simplificar, en relación con la terminología y la estructura de una aeronave. Tal como se explica a continuación, la máquina también puede ser una embarcación náutica.

Una referencia a lo largo de la especificación a "una forma de realización" significa que una funcionalidad, estructura o característica particular descrita en relación con una forma de realización está incluida en al menos una forma de realización de la presente invención. Por lo tanto, la aparición de la frase "en una forma de realización" en varios lugares a lo largo de la especificación no se refiere necesariamente a la misma forma de realización. Asimismo, funcionalidades, estructuras o características particulares pueden combinarse en una o más formas de realización.

En la Figura 1, se ilustra una máquina que es una aeronave 100 propulsada por hélice. La aeronave es, por ejemplo, un avión, un dron o un helicóptero.

La aeronave 100 comprende un grupo motopropulsor, también conocido como módulo de potencia, que comprende una carcasa 190 y un sistema de propulsión de hélice, una motorización térmica y una motorización eléctrica. Tal como puede observarse en las Figuras 1 a 5 y tal como se explicará a continuación, la carcasa 190 aloja la motorización térmica, el rotor 202 del motor eléctrico 2 y el estator 201, que está formado por una parte de la carcasa 190.

El grupo motopropulsor también puede aplicarse a una propulsión náutica, de modo que la máquina pueda ser una máquina náutica. El sistema de propulsión a hélice comprende una hélice 3 y un eje de hélice A3 al que se fija la hélice 3.

A modo de ejemplo, el motor térmico y/o el motor eléctrico pueden permitir accionar uno o varios sistemas de propulsión de hélice 3' adicionales, tal como se esquematiza en la Figura 1. Este tipo de configuración puede denominarse "propulsión distribuida".

La motorización térmica que comprende un motor térmico 1 que tiene un eje de salida A1 que puede ser girado por el motor térmico. El motor térmico puede, por ejemplo, girar a una velocidad del orden de magnitud de 6000 rpm.

Según una forma de realización, el grupo motopropulsor comprende un amortiguador de par AM1 para corregir/alisar los ciclos anómalos del motor térmico.

La motorización eléctrica comprende un motor eléctrico 2. El motor eléctrico 2 puede girar, por ejemplo, a una velocidad del orden de magnitud de 6000 rpm. La motorización eléctrica comprende también un sistema de alimentación eléctrica 4 que incluye una batería 40 que permite alimentar el motor eléctrico 2.

Un sistema de reducción, por ejemplo, con un tren epicicloidal tal como el que se presenta a continuación, permite accionar la hélice a una velocidad inferior, por ejemplo, del orden de magnitud de 2000 rpm.

El sistema de alimentación eléctrica 4 también incluye un sistema de gestión eléctrica 41, 42 que comprende una unidad de alta tensión 41 que permite abrir o cerrar el circuito de alimentación eléctrica entre la batería 40 y el motor eléctrico 2. El sistema de alimentación eléctrica 4 también incluye un controlador 42 para procesar la corriente suministrada por la batería 40 o producida por el motor eléctrico 2 cuando funciona como generador.

A modo de ejemplo, el controlador 42 puede de este modo transformar la corriente continua procedente de la batería 40 en corriente alterna, por ejemplo, mediante su corte para alimentar el motor eléctrico 2, y a la inversa, transformar la corriente alterna producida por el motor eléctrico 2 en corriente continua para permitir la recarga de la batería 40, cuando el motor eléctrico 2 funciona como generador, en particular cuando, tal como se explica a continuación, el rotor del motor eléctrico 2 es accionado por el motor térmico 1 o la hélice 3.

El grupo motopropulsor comprende también un sistema de embrague configurado para poder tener varias configuraciones, como se detalla a continuación. Tal como se describe a continuación, la disposición de la motorización eléctrica, de la motorización térmica y del sistema de propulsión de la hélice permite, en combinación con el sistema de embrague, de manera selectiva:

- accionar el sistema de propulsión de la hélice 3 para propulsar la aeronave utilizando solamente el motor térmico 1;
- accionar el sistema de propulsión de la hélice 3 en el sentido de la propulsión de la aeronave solamente mediante

## ES 3 013 789 T3

el motor térmico 1 y accionar el motor eléctrico 2 para recargar la batería y, eventualmente, otra u otras baterías, mediante el motor térmico 1;

- 5
- accionar el sistema de propulsión de la hélice 3 para propulsar la aeronave utilizando solamente la motorización eléctrica 2;
  - accionar el sistema de propulsión de la hélice 3 mediante el movimiento de rotación del eje de salida del motor térmico 1 transmitido al eje de hélice y el movimiento de rotación del motor eléctrico 2 transmitido también al eje de hélice (o hélice 3). Dicho de otro modo, en este caso, la rotación de la hélice resulta de la transmisión al eje de hélice A3 (o hélice 3) del movimiento de rotación combinado del motor térmico y el motor eléctrico.
- 10

Según una forma de realización particular, el sistema de embragues del grupo motopropulsor tiene una configuración que permite accionar el motor eléctrico 2 para recargar la batería 40, cuando la hélice 3 es accionada por el efecto del viento (o de las olas).

15 El sistema de embrague puede comprender embragues de fricción o de garra.

El grupo motopropulsor comprende un eje intermedio A2. Tal como puede observarse en las figuras, el eje intermedio A2 se interpone entre el eje de salida 1 y el eje de hélice A3. El eje intermedio A2 también está alojado en el rotor 202.

20 Sistema de embrague según la forma de realización de las Figuras 1 a 5

En la forma de realización mostrada en las Figuras 1 a 5, el eje A2 puede hacerse solidario (en acoplamiento) en rotación del eje de hélice A3 por intermedio del embrague E23. En el ejemplo alternativo mostrado en la Figura 6 y presentado a continuación, el eje A2 corresponde a una parte de dicho eje de hélice A3.

25 El sistema de embrague comprende un embrague E123 que, en estado cerrado, transmite la rotación del motor térmico 1 al eje intermedio A2. En el estado abierto del embrague E123, la rotación de la motorización térmica 1 ya no se transmite al eje intermedio A2. El embrague E123 está situado entre el eje de salida A1 del motor térmico y el eje intermedio A2.

30 El sistema de embrague comprende también un embrague E324 que, en estado cerrado, transmite la rotación del motor eléctrico 2, en particular del rotor 202, a la hélice 3. En el estado abierto del embrague E324, el rotor 202 ya no está acoplado en rotación a la hélice 3, o al eje de hélice A3 (en particular cuando el embrague E14 y/o E23 está abierto).

35 El sistema de embrague comprende el embrague E23 que, en estado cerrado, permite transmitir la rotación del eje intermedio A2 al eje de hélice A3, preferentemente con un sistema de reducción.

40 El embrague E23 permite transmitir al árbol de hélice A3 la rotación del árbol intermedio A2 que proviene de la rotación del árbol de salida A1, en el estado cerrado del embrague E123, y/o que proviene de la rotación del rotor 202 en el estado cerrado del embrague E14.

45 La apertura de los embragues permite interrumpir la transmisión de movimiento correspondiente.

En el ejemplo ilustrado en las Figuras 1 a 5, el sistema de embrague comprende un embrague E14, una primera parte del cual, en el estado cerrado del primer embrague E123, está solidaria en rotación al árbol de salida A1 del motor térmico 1. Dicha primera parte del embrague E14 está montada para girar con parte del eje intermedio A2. Una segunda parte del embrague E14 está montada para girar con el rotor 202 del motor eléctrico 2.

50 En el ejemplo ilustrado en las Figuras 1 a 5, el embrague E324 tiene una parte que está acoplada (en rotación) al rotor 202 del motor eléctrico 2 por intermedio de un sistema de transmisión mecánica de engranajes S3, S223, C213, y cuya otra parte está solidaria en rotación a la hélice 3 (o eje de hélice). En particular, dicha otra parte está montada integralmente con la base del saliente de la hélice 3, también conocida como la placa de la hélice. De este modo, el embrague E324 permite transmitir la rotación del rotor 202 del motor eléctrico 2 a la hélice 3 (o al eje de hélice A3 que forma parte integrante de la hélice).

55 En posición cerrada, el embrague E324 permite que el motor eléctrico 2 sea accionado por la hélice 3 cuando esta última es accionada por el flujo exterior al que está sometida (efecto turbina de viento o de agua).

60 El sistema de transmisión mecánica S3, S223, C213 es un sistema de transmisión por engranajes. El sistema de transmisión es preferiblemente del tipo de tren epicicloidal. El tren epicicloidal comprende un eje interior S3, denominado sol, que corresponde a una parte del rotor 202 del motor eléctrico 2, y una corona dentada C213 transportada por el interior del cuerpo hueco del estator 201 (mostrado a continuación) y un engranaje satélite S223 interpuesto entre el sol S3 y la corona dentada C213. El satélite S223 está integrado en un portasatélites que es coaxial con el eje de hélice A3. El extremo del soporte del satélite opuesto al satélite S223 está montado para girar en

65

una parte del embrague E324.

El embrague E23 comprende una parte acoplada (en rotación) al eje intermedio A2 por el sistema de transmisión mecánica por engranajes S2, S23, C223 y otra parte solidaria en rotación al eje de hélice A3.

En el ejemplo ilustrado en las Figuras 1 a 5, el sistema de transmisión mecánica S2, S23, C223 es un sistema de transmisión por engranajes. El sistema de transmisión es preferiblemente del tipo de tren epicicloidal. El tren epicicloidal comprende un eje interno S2, denominado sol, que corresponde a una parte del eje intermedio 2, y una corona dentada C223 transportada por el interior del cuerpo hueco del rotor. Entre el sol S2 y la corona dentada C223 se interpone un engranaje satélite S23. El satélite S23 está integrado en un portasatélite que es coaxial con el eje intermedio A2 y el eje de hélice A3. El extremo del portasatélite opuesto al satélite S23 está fijado en rotación a una parte del embrague E23.

#### Motorización eléctrica tal como se muestra en las Figuras 1 a 5

Tal y como se ilustra en las Figuras 1 a 5, el motor eléctrico 2 comprende un estator 201 y un rotor 202. El estator 201 tiene un cuerpo hueco provisto de un bobinado 21 en su cara interior. En el ejemplo de las Figuras 1 a 5, el estator 201 forma parte de la carcasa 190.

El rotor 202 tiene un cuerpo que gira alrededor del eje (longitudinal) del eje intermedio A2 y dentro del estator 201. Dependiendo del estado de configuración del estator 201, el rotor 202 puede girar alrededor del eje intermedio A2. Dependiendo del estado de configuración del sistema de embrague, el rotor puede girar alrededor del eje intermedio A2, en relación con dicho eje intermedio, o girar con dicho eje intermedio A2 alrededor de dicho eje (longitudinal) del eje intermedio A2. De manera ventajosa, el rotor 202 está provisto de imanes 22 en su cara periférica exterior.

La rotación del árbol intermedio A2 por el árbol de salida A1 del motor 1 o por la rotación del rotor 202 del motor eléctrico 2, hace girar el satélite S23 y, por lo tanto, el portasatélite acoplado al embrague E23. El cierre del embrague E23 permite transmitir esta rotación al eje de hélice A3 para accionar la hélice 3 en rotación.

De este modo, la rotación del árbol intermedio A2 puede transmitirse al árbol de hélice A3, y por lo tanto a la hélice 3, cerrando el embrague E23.

El cierre del embrague E324 también permite transmitir el movimiento de rotación entre el rotor 202 del motor eléctrico 2 y la hélice 3.

Según una forma de realización, el sistema de embrague E123, E14, E23, E324 también está configurado para presentar una configuración según la cual la hélice 3, puesta en rotación por el efecto del viento o de las olas, transmite su movimiento de rotación al motor eléctrico 2 para generar una corriente eléctrica que permite recargar la batería 40.

Según una forma de realización, uno de los embragues E14, E324 está abierto, mientras que el otro embrague E324, E14 está cerrado.

Se puede prever que una o cada una de las partes de un embrague montado para girar con un eje esté montada para deslizarse, por ejemplo, mediante estrías, sobre dicho eje para pasar desde una posición cerrada a una posición abierta y viceversa.

#### Método de control

El grupo motopropulsor presentado con anterioridad permite poner en práctica varios métodos de control de la aeronave adaptando la configuración de los embragues.

En el ejemplo de las Figuras 2A, 2B, 2C, 3A, 4A y 5A, los embragues se muestran en posición abierta para simplificar. Sin embargo, en la descripción que sigue se especifica la configuración real, abierta o cerrada, de cada uno de dichos embragues en función del método de control utilizado. Asimismo, se han añadido flechas (distintas de las flechas de referencia) para simbolizar la cadena de transmisión de movimiento que está activa y, en su caso, la corriente eléctrica entregada o recibida por el sistema de alimentación eléctrica.

Para una utilización óptima de la aeronave durante una fase de despegue y/o de ascenso, el grupo motopropulsor permite una propulsión eléctrica de la aeronave.

En el ejemplo mostrado en las Figuras 2 y 2A, los embragues se ponen en la configuración siguiente. El embrague E123 se abre para liberar el motor térmico 1 de la hélice 3. El embrague E14 y el embrague E23 están preferentemente abiertos. El embrague E324 se cierra para transmitir el movimiento del motor eléctrico 2 a la hélice 3. La flecha muestra que el movimiento de rotación del rotor 202, del motor eléctrico 2, alimentado eléctricamente por la batería 40, se transmite a la hélice 3 mediante el embrague E324.

## ES 3 013 789 T3

En caso de que se produzca un fallo en la cadena de transmisión eléctrica, el grupo motopropulsor permite utilizar la propulsión térmica sin utilizar la motorización eléctrica.

De este modo, en el ejemplo mostrado en la Figura 2B, los embragues pueden ponerse en una configuración en donde el embrague E123 y el embrague E23 están cerrados para transmitir el movimiento del motor térmico 1 a la hélice 3. El movimiento del motor térmico 1 se transmite a la hélice 3 mediante los ejes A1, A2 y A3. Según un aspecto particular ilustrado para la forma de realización de la Figura 2B, el embrague E14 y el embrague E324 están abiertos para impedir que el rotor 202 del motor eléctrico 2 gire. La flecha muestra que el motor térmico 1 transmite su movimiento de rotación a la hélice 3 a través de los embragues E123 y E23.

Un fallo puede deberse, por ejemplo, al sobrecalentamiento de la batería o al mal funcionamiento de un componente de la cadena de transmisión eléctrica. El resultado es que el rotor del motor eléctrico deja de girar.

Tal como se ha descrito con anterioridad, en caso de fallo en la cadena de transmisión eléctrica, como medida de seguridad, E324 y preferiblemente E14 pueden abrirse para reducir el riesgo de que se produzcan más problemas eléctricos como resultado de la rotación del rotor 202 en cualquier dirección.

El fallo puede detectarse según los siguientes criterios, que pueden tomarse, o no, en cualquier combinación técnicamente posible:

- disminución de la potencia eléctrica con respecto a un valor umbral,
- disminución de la velocidad de rotación,
- disminución de la pendiente de la trayectoria,
- disminución de la velocidad de avance de la aeronave,
- aumento inusual del amperaje.

Cuando se detecta un fallo eléctrico cuando solamente se estaba utilizando la propulsión eléctrica, es posible cambiar al modo de propulsión térmica para compensar el fallo en la cadena de transmisión eléctrica.

Esta configuración de los embragues, que permite que la hélice sea accionada solamente por el motor térmico, es decir, sin aporte del motor eléctrico, también puede utilizarse durante un despegue normal para conservar la carga de la batería eléctrica o cuando la batería está descargada.

Esta configuración de los embragues también puede utilizarse durante el vuelo nivelado de la aeronave cuando se considera que la batería está suficientemente cargada y se desea conservar su carga.

El grupo motopropulsor también permite combinar el movimiento de rotación proporcionado por el motor térmico y el movimiento de rotación proporcionado por el motor eléctrico para accionar la hélice.

De este modo, por ejemplo, cuando la pista de despegue es corta, con el fin de beneficiarse de un modo denominado de superpotencia, es decir, para la propulsión mediante el uso combinado del motor térmico 1 y del motor eléctrico 2, los embragues pueden ponerse en la configuración siguiente ilustrada en la Figura 2C. El embrague E123 está cerrado, el embrague E14 está abierto, el embrague E23 está cerrado para transmitir el movimiento del motor térmico 1 a la hélice 3 y el embrague E324 está cerrado para transmitir el movimiento del motor eléctrico 2 a la hélice 3. Las flechas muestran que el motor térmico transmite su movimiento de rotación a la hélice a través de los embragues E123 y E23, mientras que el movimiento de rotación del rotor 202 del motor eléctrico 2 alimentado por la batería 40 se transmite a la hélice a través del embrague E324.

El grupo motopropulsor también permite recargar la batería 40 mediante el motor térmico 1, manteniendo al mismo tiempo un accionamiento giratorio para la hélice 3. De este modo, por ejemplo, para una recarga en vuelo de la aeronave tal como se ilustra en las Figuras 3 y 3A, los embragues pueden ponerse en la siguiente configuración. El embrague E324 está abierto. El embrague E123, el embrague E14 y el embrague E23 están cerrados. De este modo, tal como ilustra la flecha, el motor térmico 1 acciona el eje intermedio A2, que hace girar el rotor 202 provisto de imanes 22 frente al bobinado 21 del estator 201 y genera de este modo una corriente en el bobinado 21, al tiempo que acciona el eje de hélice A3. El sistema de gestión eléctrica 41, 42 controla la corriente producida por la rotación del rotor 202 con el fin de recargar la batería 40.

Este modo de funcionamiento del grupo motopropulsor permite utilizar el excedente de potencia del motor térmico 1 para recargar la batería 40 en vuelo, en particular cuando la batería se ha utilizado para la propulsión eléctrica durante la fase de rodaje, despegue y/o ascenso.

El grupo motopropulsor permite recuperar energía por el efecto del viento o de las olas. De este modo, en particular cuando la aeronave desciende y la hélice 3 se deja girar bajo el efecto del flujo de aire en donde se encuentra, tal como se ilustra en las Figuras 4 y 4A, los embragues pueden adoptar la configuración siguiente. El embrague E123 y el embrague E14 se abren para desacoplar la hélice 3 del motor térmico 1 y desacoplar el rotor 202 del motor térmico 1. Preferiblemente, el embrague E23 está abierto. El embrague E324 está cerrado. La flecha muestra de este modo

que el movimiento de la hélice 3 se transmite al rotor 202 del motor eléctrico 2 a través del satélite S223 y del sol S3 y que la corriente así generada se utiliza para recargar la batería 40.

5 El grupo motopropulsor permite recargar la batería 40 utilizando el motor térmico 1 sin accionar la hélice 3. De este modo, por ejemplo, para la recarga en tierra de la aeronave y tal como se ilustra en las Figuras 5 y 5A, los embragues pueden adoptar la siguiente configuración. El embrague E324 y el embrague E23 están abiertos. El embrague E123 y el embrague E14 están cerrados. De este modo, tal como muestra la flecha de la Figura 5A, el motor térmico 1 acciona el eje intermedio A2 para hacer girar el rotor 202 provisto de imanes 22 opuestos al bobinado 21 del estator 201 con el fin de generar una corriente que el sistema de gestión eléctrica 41, 42 controla para recargar la batería 40.

10 Según una forma de realización particular, la aeronave comprende ruedas provistas de una motorización eléctrica conectada a la batería de alimentación de la aeronave 40 a través de un sistema de gestión eléctrica 41, 42. En este caso, el grupo motopropulsor permite alimentar la motorización eléctrica de las ruedas a través de la batería eléctrica 40.

15 El sistema de gestión de la motorización eléctrica de las ruedas puede ser el que se utiliza también para gestionar la alimentación del motor eléctrico de la aeronave o puede ser un sistema de gestión distinto, interpuesto entre la batería y la motorización eléctrica de las ruedas.

20 El motor térmico 1 puede estar apagado o en ralentí a la espera de ser utilizado. En particular, cuando el motor térmico está encendido, cada uno de los embragues E23 y E324 está desembragado para no accionar la hélice.

25 El hecho de que la hélice no sea accionada aumenta la seguridad de los equipos y de las personas alrededor de la aeronave durante el rodaje, evitando al mismo tiempo el consumo innecesario de energía de la batería por la rotación de la hélice.

#### Variante de forma de realización no reivindicada ilustrada en la Figura 6

30 En el ejemplo ilustrado en la Figura 6, el grupo motopropulsor comprende un embrague E123, por ejemplo, un embrague de fricción, entre dicho motor térmico 1 y el eje intermedio A2.

En este ejemplo de la Figura 6, el eje de hélice A3 es integral con el eje intermedio A2.

35 Una parte del embrague E123 está acoplada en rotación al eje de salida A1 del motor térmico 1 y la otra parte del embrague E123 está acoplada en rotación a una parte del eje intermedio A2.

El eje intermedio A2 está dividido en dos partes axialmente desplazadas entre sí. Las dos partes del eje intermedio A2 están conectadas entre sí por un dispositivo de transmisión de polea y correa T12.

40 La motorización eléctrica puede comprender uno o más motores eléctricos 2 desplazados axialmente con respecto al eje de hélice A3. También podría proporcionarse un desplazamiento "radial" con un sistema de engranaje angular y un sistema de embrague o embrague de dientes en cada eje de salida del motor eléctrico.

45 Cada motor eléctrico 2 está conectado al sistema de alimentación eléctrica 4. En particular, se proporciona un controlador 42 por cada motor eléctrico 2.

50 El eje de salida de cada motor eléctrico 2 se fija en rotación a una parte de un embrague E324', preferiblemente del tipo de embrague de dientes. La otra parte del embrague E324' está solidaria en rotación a un sistema de transmisión T23, por ejemplo, con poleas y una correa, dispuesto para transmitir el movimiento de rotación de la motorización eléctrica al eje de hélice A3.

Cada embrague E324' permite desacoplar el motor eléctrico 2 asociado del sistema de transmisión T23, en particular en caso de avería del o de cada uno de dichos motores eléctricos.

55 De este modo, en este ejemplo ilustrado en la Figura 6, cada motor eléctrico 2 está provisto de un sistema de embrague independiente E324' del tipo embrague de fricción o embrague de dientes, que puede asimilarse funcionalmente al embrague E324 de la forma de realización de las Figuras 1 a 5.

60 En la Figura 6 solamente se muestran dos motores eléctricos, pero sin embargo está presente un tercer motor eléctrico conectado al sistema de transmisión T23, de forma similar a los otros motores eléctricos, mediante un embrague de fricción o de dientes, por ejemplo, del tipo de embrague E324'. La motorización eléctrica dispone preferentemente de tres o más motores eléctricos.

65 En la forma de realización ilustrada en las Figuras 1 a 5, los ejes del grupo motopropulsor son coaxiales y la transmisión del movimiento de un eje se efectúa por medio de embragues también coaxiales. Según la variante no reivindicada de la Figura 6, los ejes A1 y A3 están desplazados axialmente.

Por lo tanto, se entiende que el eje de hélice A3 puede ser accionado por la motorización eléctrica en el estado cerrado del o de cada "embrague E324", y/o por el motor térmico en el estado cerrado del embrague E123.

5 Formas de realización especiales

10 Puede preverse que el sistema de embrague sea controlado para pasar desde una configuración a otra por un dispositivo de control manual o automático. En particular, puede utilizarse una unidad de control, tal como un ordenador, para controlar un sistema accionador de embrague con el fin de pasar desde una configuración a otra. La unidad de control puede tener la forma de un procesador y de una memoria de datos en donde se almacenan instrucciones informáticas ejecutables por dicho procesador, o también bajo la forma de un microcontrolador.

15 Dicho de otro modo, las funciones y etapas descritos pueden ponerse en práctica mediante programas informáticos o mediante componentes de hardware (por ejemplo, matrices de puertas programables). En particular, las funciones y etapas utilizadas por la unidad de control pueden realizarse mediante conjuntos de instrucciones o módulos informáticos puestos en práctica en un procesador o controlador o realizarse mediante componentes electrónicos dedicados o componentes de tipo FPGA o ASIC. También es posible combinar componentes informáticos y electrónicos.

20 En el caso de que la aeronave tenga ruedas, también es posible prever que una o más ruedas estén equipadas con un motor eléctrico, por ejemplo, incorporado en el cubo. El motor eléctrico de cada rueda puede conectarse al sistema de gestión eléctrica de la aeronave. De este modo, para la fase de rodaje, el o los motores eléctricos de las ruedas pueden ser alimentados por la batería 40 mediante el sistema de alimentación eléctrica 4.

25 La aeronave puede comprender varios sistemas auxiliares de propulsión de las hélices que pueden controlarse independientemente unos de otros.

30 Según un ejemplo, la aeronave puede comprender dos motores de hélice auxiliares (preferentemente laterales) y, entre los dos motores de hélice, el sistema de propulsión de hélice del grupo motopropulsor según la invención. Estas motorizaciones auxiliares y el grupo motopropulsor pueden ser indistintamente de tipo de tracción o de propulsión.

Se puede prever que la, o cada, hélice tenga una etapa variable y que se pueda poner en una configuración denominada de bandera para reducir la resistencia cuando no se utiliza.

35 La invención no se limita a las formas de realización ilustradas en los dibujos.

Asimismo, el término "que comprende" no excluye otros elementos o etapas. Además, las características o etapas que se han descrito con referencia a cualquiera de las formas de realización expuestas con anterioridad también se pueden utilizar en combinación con otras características o etapas de otras formas de realización expuestas con anterioridad.

40

**REIVINDICACIONES**

1. Una máquina (100), tal como una aeronave, provista de un grupo motopropulsor que comprende:

- 5 - una motorización térmica que comprende un motor térmico (1) y un eje (A1), denominado eje de salida del motor térmico, que puede ser accionado en rotación por el motor térmico;
- una motorización eléctrica que comprende un motor eléctrico (2);
- 10 - un sistema de alimentación eléctrica (4) que comprende una batería (40) que permite alimentar el motor eléctrico (2);
- un sistema de propulsión por hélice que comprende una hélice (3) y un eje (A3), denominado eje de hélice, al que está acoplado la hélice (3);

15 comprendiendo también el grupo motopropulsor, un sistema de embrague (E123, E14, E23, E324) configurado para permitir, de manera selectiva:

- 20 - accionar la hélice (3) mediante el motor térmico (1) sin transmisión de rotación del motor eléctrico (2) a la hélice (3);
- accionar la hélice (3) mediante el motor eléctrico (2) sin transmisión de rotación del motor térmico (1) a la hélice (3);
- 25 - accionar la hélice (3) mediante la transmisión combinada del movimiento de rotación del motor térmico (1) a la hélice (3), y del movimiento de rotación del motor eléctrico (2) a la hélice (3);

comprendiendo el grupo motopropulsor un eje (A2), denominado eje intermedio, solidario de, o acoplable en rotación, al eje de hélice (A3),

30 comprendiendo el sistema de embragues:

- 35 - un primer embrague (E123) configurado para, en estado cerrado, transmitir la rotación del motor térmico (1) al eje intermedio (A2), y
- un segundo embrague (E23) configurado para, en estado cerrado, transmitir la rotación del eje intermedio (A2) al eje de hélice (A3) y un tercer embrague (E324) configurado para, en estado cerrado, transmitir la rotación del motor eléctrico (2) al eje de hélice (A3);

40 comprendiendo el motor eléctrico (2) un estator (201) y un rotor (202), teniendo el rotor un cuerpo hueco y estando montado de forma giratoria alrededor del eje intermedio (A2) y dentro del estator (201), siendo el rotor (202) y el eje intermedio (A2) coaxiales.

45 2. Una máquina (100) según la reivindicación 1, en donde cada eje (A1, A2) que forma parte de la cadena de transmisión de movimiento a la hélice (3) es coaxial con el eje de hélice (A3).

3. Máquina (100) según la reivindicación 1 o 2, en donde el estator (201) tiene forma de cuerpo hueco y está provisto de un bobinado (21), y estando el rotor (202) provisto de imanes (22).

50 4. Máquina (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el grupo motopropulsor comprende, además, un sistema de transmisión mecánica (S2, S23, C223) de tipo de tren epicicloidal, que comprende:

- 55 - un eje interior (S2), denominado sol, correspondiente a una parte del eje intermedio (2) y una corona dentada (C223) transportada por el interior del cuerpo hueco del rotor;
- un satélite (S23) interpuesto entre el sol (S2) y la corona dentada (C223), y un portasatélites, cuyo extremo opuesto al satélite (S23) está fijado en rotación a una parte del segundo embrague (E23), comprendiendo el segundo embrague (E23) otra parte solidaria en rotación al eje de hélice (A3).

60 5. Máquina (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el sistema de embrague comprende un cuarto embrague (E14) configurado para, en estado cerrado, transmitir la rotación del motor térmico (1) al motor eléctrico (2) para hacer que funcione como un generador.

65 6. Máquina (100) según la reivindicación 5, en donde el cuarto embrague (E14) comprende una parte que, en el estado cerrado del primer embrague (E123), está solidaria en rotación del eje de salida (A1) del motor térmico (1), y otra parte que está montada solidaria en rotación del rotor (202) del motor eléctrico (2).

7. Máquina (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el tercer embrague (E324) comprende una parte solidaria en rotación del rotor (202) del motor eléctrico (2) por intermedio de un sistema de transmisión mecánica (S3, S223, C213), y una parte solidaria en rotación de la hélice (3).

8. Máquina (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el sistema de alimentación eléctrica (4) comprende, además, un sistema de gestión eléctrica (41, 42) que comprende:

- una unidad de alta tensión (41) que permite abrir o cerrar el circuito de alimentación entre la batería (40) y el motor eléctrico (2);
- un controlador (42) para el tratamiento de la corriente suministrada por la batería (40) o producida por el motor eléctrico (2) cuando funciona como generador.

9. Un método de control de una máquina (100) de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, caracterizándose dicho método de control en que dicho método de control incluye una etapa de propulsión eléctrica, en particular durante una fase de despegue y/o de ascenso, en donde los embragues se ponen en la siguiente configuración:

- el primer embrague (E123) se abre para liberar el motor térmico (1) con respecto a la hélice (3);
- el cuarto embrague (E14) y el segundo embrague (E23) están preferentemente abiertos;
- el tercer embrague (E324) está cerrado para transmitir el movimiento del motor eléctrico (2) a la hélice (3).

10. Método de control de una máquina (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde dicho método de control comprende una etapa de propulsión térmica sin utilización de la motorización eléctrica, por ejemplo, cuando se produce un fallo en la cadena de transmisión eléctrica, según la cual los embragues se ponen en la configuración siguiente:

- el primer embrague (E123) está cerrado;
- el segundo embrague (E23) está cerrado para transmitir el movimiento del motor térmico (1) a la hélice (3).

11. Método de control de una máquina (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, en donde dicho método de control comprende una etapa de propulsión por utilización acumulada del motor térmico (1) y del motor eléctrico (2), según la cual los embragues se ponen en la configuración siguiente:

- el primer embrague (E123) está cerrado;
- el segundo embrague (E23) está cerrado para transmitir el movimiento del motor térmico (1) a la hélice (3);
- el tercer embrague (E324) está cerrado para transmitir el movimiento del motor eléctrico (2) a la hélice (3);
- el cuarto embrague (E14) está abierto.

12. Método de control de una máquina (100) según la reivindicación 5 o 6, en donde dicho método de control comprende una etapa de recarga de la batería (40) mediante el motor térmico (1) manteniendo el accionamiento rotacional de la hélice (3), por ejemplo, para la recarga en vuelo de la máquina, según la cual los embragues se ponen en la configuración siguiente:

el primer embrague (E123), el cuarto embrague (E14) y el segundo embrague (E23) están cerrados, de manera que el motor térmico (1) acciona el eje intermedio (A2) para hacer girar el rotor (202) opuesto al estator (201) con el fin de generar una corriente, al tiempo que acciona el eje de hélice (A3);

y en donde el sistema de gestión eléctrica (41, 42) controla la corriente producida por el motor eléctrico (2) que funciona como generador para recargar la batería (40).

13. Método de control de una máquina (100) según la reivindicación 5 o 6, en donde dicho método de control comprende una etapa de recuperación de energía por efecto del viento o del agua, según la cual los embragues se ponen en la siguiente configuración:

- al menos uno de entre los embragues primero (E123) y cuarto (E14) está abierto para desacoplar la hélice (3) del motor térmico (1) o para desacoplar el rotor (202) del motor térmico (1);
- preferentemente, el segundo embrague (E23) está abierto;

- estando el tercer embrague (E324) cerrado para transmitir el movimiento de la hélice (3) al rotor (202) del motor eléctrico (2).

5 14. Método de control de una máquina (100) según la reivindicación 5 o 6, en donde dicho método de control comprende una etapa de recarga de la batería (40) mediante el motor térmico (1) sin accionamiento de la hélice (3), según la cual los embragues se ponen en la configuración siguiente:

- apertura del tercer embrague (E324) y del segundo embrague (E23),
- 10 - cierre del primer embrague (E123) y del cuarto embrague (E14), de manera que el motor térmico (1) accione el eje intermedio (A2) para hacer girar el rotor (202) con el fin de generar una corriente,

15 y en donde el sistema de gestión eléctrica (41, 42) controla la corriente producida por el motor eléctrico (2) que funciona como generador para recargar la batería (40).

20 15. Método de control, según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, de una máquina (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde, puesto que la máquina comprende ruedas provistas de una motorización eléctrica conectada a la batería (40) que alimenta la máquina mediante un sistema de gestión eléctrica (41, 42), el método comprende la alimentación de la motorización eléctrica de las ruedas a partir de la batería eléctrica (40).

25

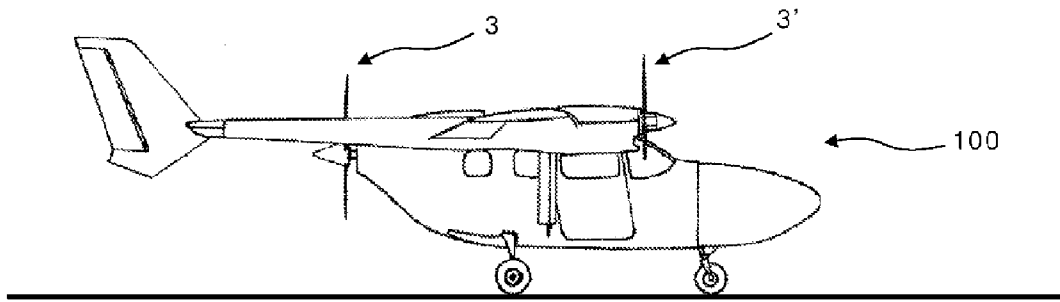


FIG. 1

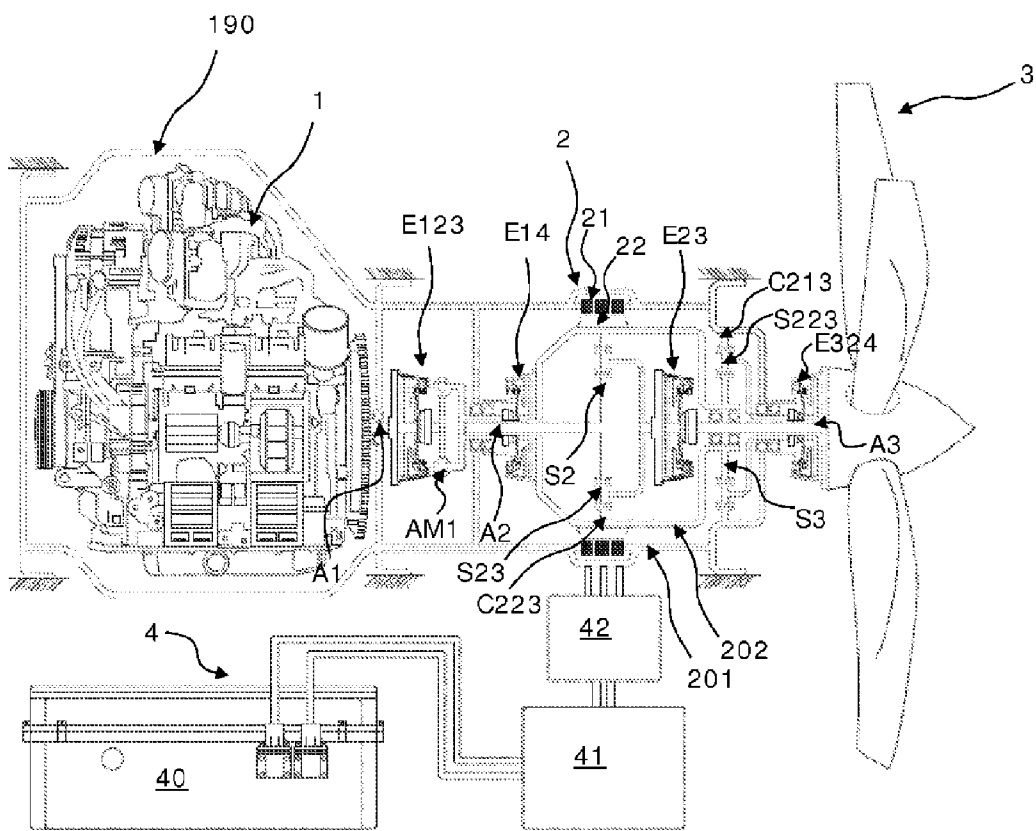


FIG. 1A



FIG. 2

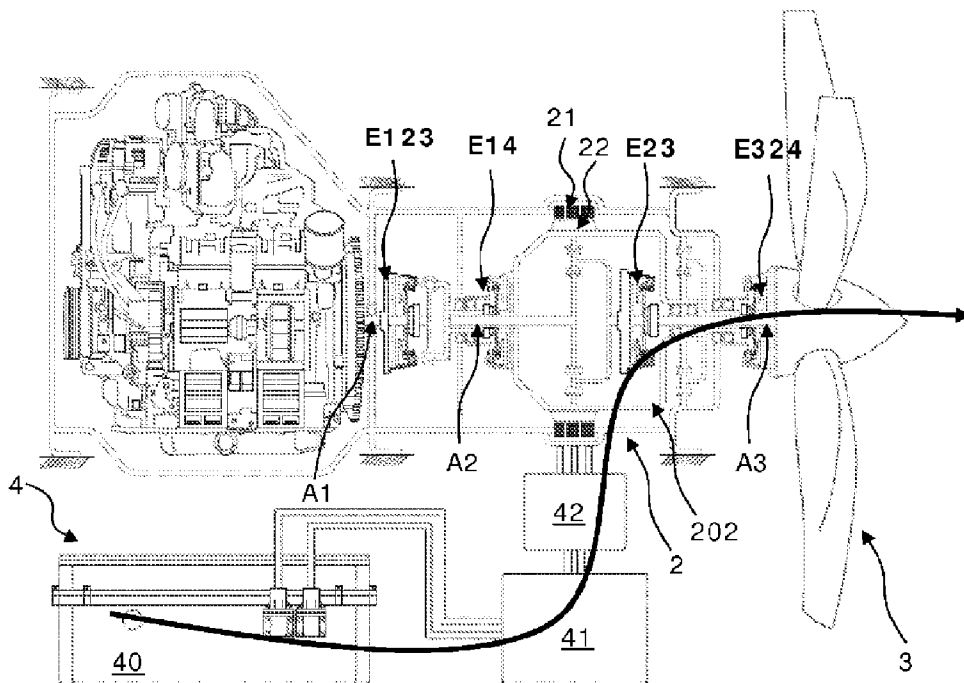


FIG. 2A

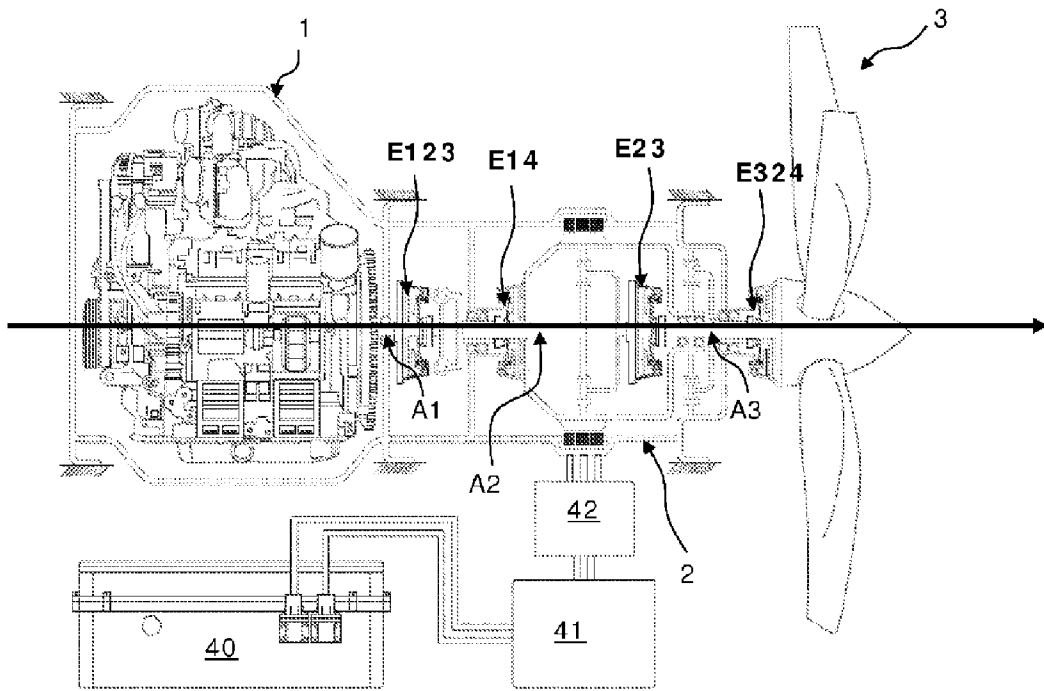


FIG. 2B

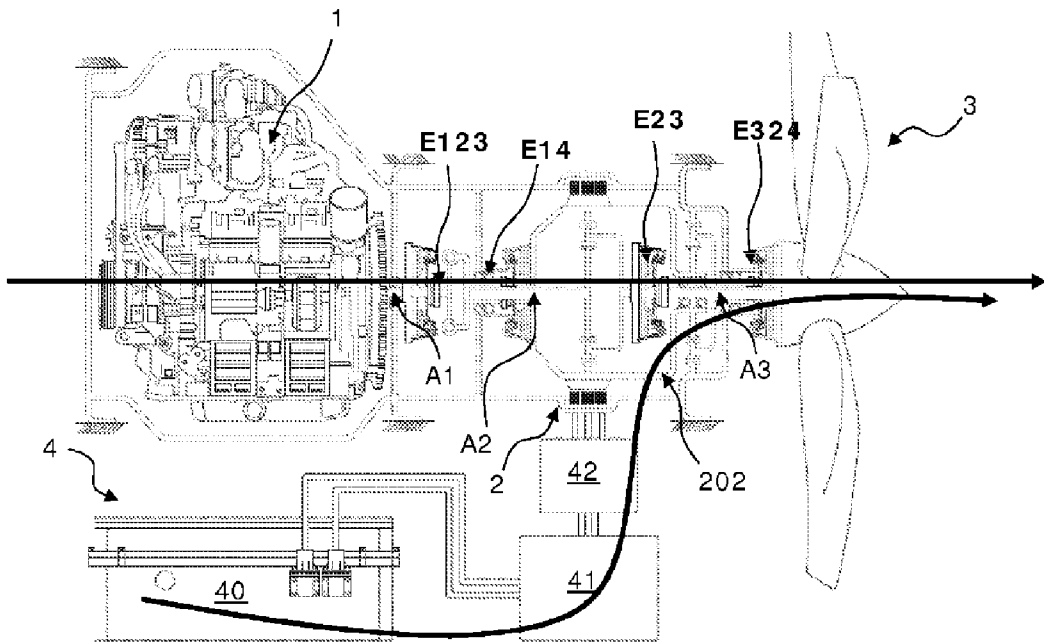


FIG. 2C





FIG. 4

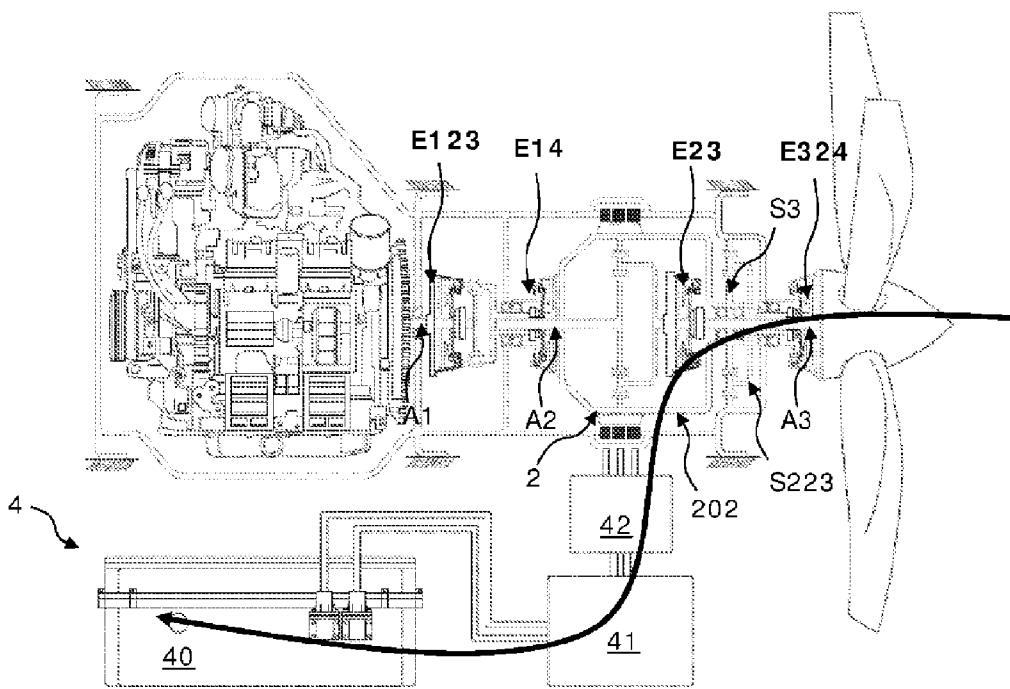
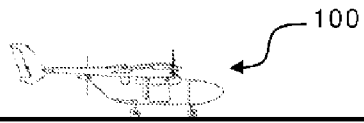
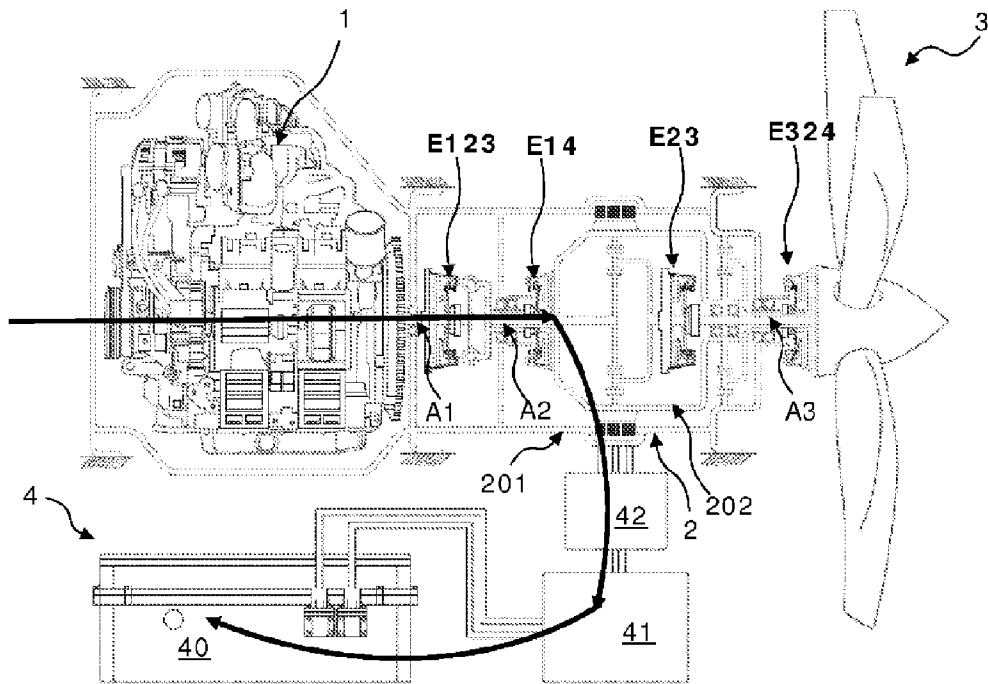


FIG. 4A



**FIG. 5**



**FIG. 5A**

