

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 925 952**

51 Int. Cl.:

**F02C 3/00** (2006.01)  
**F02B 37/10** (2006.01)  
**F02C 6/12** (2006.01)  
**F02C 3/055** (2006.01)  
**F02C 3/107** (2006.01)  
**B64D 27/04** (2006.01)  
**F02B 41/10** (2006.01)  
**F02C 7/26** (2006.01)  
**F02C 7/32** (2006.01)  
**F02C 7/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2018** **E 18194629 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2022** **EP 3456939**

54 Título: **Método de funcionamiento de un conjunto de motor**

30 Prioridad:

**19.09.2017 US 201715708919**

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

**20.10.2022**

73 Titular/es:

**PRATT & WHITNEY CANADA CORP. (100.0%)**  
**1000 Marie-Victorin (01BE5)**  
**Longueuil, Québec J4G 1A1, CA**

72 Inventor/es:

**THOMASSIN, JEAN;**  
**VILLENEUVE, BRUNO y**  
**FONTAINE, MIKE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 925 952 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

Método de funcionamiento de un conjunto de motor

### 5 CAMPO TÉCNICO

La solicitud se refiere en general a motores de combustión interna y, más particularmente, a sistemas utilizados para acoplar tales motores a accesorios y a una carga giratoria.

### 10 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

Los accesorios de aeronave (generador(es), bomba(s) de combustible, bomba(s) de aceite, etc.) pueden ser accionados por una unidad de potencia auxiliar (APU) para permitir el accionamiento de los accesorios independientemente de la carga giratoria (rotor del helicóptero, hélice, etc.) accionada por el(los) motor(es) principal(es) de la aeronave. También suele ser necesario un motor de arranque/generador para encender el(los) motor(es) principal(es) debido a la alta inercia de la carga giratoria. En algunas configuraciones, los accesorios están en acoplamiento de accionamiento selectivo con un motor y con el motor de arranque/generador, de forma que los accesorios puedan accionarse en y/o antes del arranque del motor.

20 El documento US 2755618 A divulga un método de la técnica anterior de funcionamiento de un conjunto de motor.

### COMPENDIO

25 En un aspecto, se proporciona un método de funcionamiento de un conjunto de motor que incluye una turbina que tiene un eje de turbina y un motor de combustión interna intermitente que tiene un eje de motor, comprendiendo el método: hacer girar el eje del motor a una primera velocidad de giro; accionar una turbina con gases de escape del motor de combustión interna intermitente para hacer girar el eje de la turbina y para  
30 accionar una carga giratoria con el eje de la turbina, estando el eje del motor desacoplado mecánicamente del eje de la turbina de manera que el eje del motor gira independientemente del eje de la turbina; aumentar la velocidad de giro del eje del motor desde la primera velocidad de giro hasta que el eje de la turbina alcance una segunda velocidad de giro; después de que el eje de la turbina haya alcanzado la segunda velocidad de giro, ajustar la velocidad de giro del eje del motor hasta que el eje de la turbina y el eje del motor puedan  
35 acoplarse entre sí de forma accionable; y acoplar de forma accionable el eje de la turbina con el eje del motor de manera que tanto el eje de la turbina como el eje del motor estén en acoplamiento de accionamiento con la carga giratoria.

### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 Ahora se hace referencia a las figuras adjuntas en las que:

La figura 1 es una vista lateral esquemática parcialmente en sección transversal de un conjunto de motor en una configuración desacoplada;

45 La figura 2 es una vista lateral esquemática parcialmente en sección transversal de un conjunto de motor de la figura 1 en una configuración desacoplada; y

La figura 3 es un gráfico que ilustra una variación de las velocidades de giro de un eje de motor de combustión interna y de un eje de salida del conjunto de motor de la figura 1.

50

### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra generalmente un motor compuesto, o conjunto de motor, 10 e incluye un motor de combustión interna 12 que, en la realización mostrada, es un motor de combustión interna intermitente. En una realización particular, el motor de combustión interna 12 es un motor giratorio que comprende tres unidades rotativas configuradas cada una como un motor Wankel, con una cavidad de rotor que tiene un perfil que define dos lóbulos, preferentemente epitrocoide, en el que se recibe un rotor con el eje geométrico del rotor estando desplazado de y paralelo al eje de la cavidad del rotor, y teniendo el rotor tres porciones de vértice separadas circunferencialmente y un perfil generalmente triangular con lados arqueados hacia fuera, para definir tres cámaras de combustión giratorias con volumen variable. Se entiende que el motor  
60 de combustión interna 12 puede tener cualquier otra configuración adecuada, que incluye, pero no se limita a, un motor que incluye una o más unidades rotativas, cada una configurada como un motor Wankel o como cualquier otro tipo adecuado de motor giratorio, o un motor incluyendo cualquier número de pistones alternativos. Los pistones o rotores del motor de combustión interna 12 accionan un eje del motor 14 que acciona una carga giratoria L.

65

En una realización particular, el conjunto de motor 10 es un sistema de motor de ciclo compuesto o un motor de ciclo compuesto tal como se describe en la patente de EE. No. 7,753,036 concedida el 13 de julio de 2010 de Lents et al., o como se describe en la patente de EE.UU. No. 7,775,044 concedida el 17 de agosto de 2010 de Julien et al., o como se describe en la publicación de patente de EE.UU. No. 2015/0275749 publicada el 1 de octubre de 2015 de Thomassin et al., o como se describe en la publicación de patente de EE. UU. 2015/0275756 de Bolduc et al., publicada el 1 de octubre de 2015. El conjunto de motor 10 se puede usar como motor primario, como, por ejemplo, en una aeronave u otro vehículo, o en cualquier otra aplicación adecuada.

10 En la realización que se muestra, el conjunto de motor 10 está configurado para accionar la carga giratoria L, como el rotor de un helicóptero, a través de un eje de salida 16. Se entiende que el conjunto de motor 10 puede estar configurado alternativamente para accionar cualquier otro tipo apropiado de carga, incluyendo, pero no limitada a uno o más generadores, hélice(s), mástil(es) de rotor, ventilador(es), compresor(es) o cualquier otro tipo apropiado de carga o combinación de los mismos. El conjunto de motor 10 también está configurado para accionar uno o más accesorios giratorios 18 a través de un engranaje 36. El(los) accesorio(s) giratorio(s) 18 pueden incluir, por ejemplo, una bomba de combustible, una bomba de aceite (por ejemplo, aceite de motor, aceite hidráulico), una bomba de refrigerante, un generador (por ejemplo, motor de arranque/generador), un alternador, o cualquier otro tipo de accesorio adecuado.

20 En algunas situaciones, es necesario accionar el(los) accesorio(s) 18 sin accionar la carga giratoria L. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando el vehículo permanece en el suelo y se requiere el funcionamiento del(de los) accesorio(s) 18 para la comodidad del pasajero, preparación de vuelo, deshielo, etc. En tales situaciones, el conjunto de motor 10 se hace funcionar en un modo de hotel. Por lo tanto, el conjunto de motor 10 se puede configurar en el modo de hotel o en una configuración donde el(los) accesorio(s) 18 es/son accionado(s) sin accionar la carga L, y en un modo o configuración normal donde el(los) accesorio(s) 18 y la carga giratoria L son accionados simultáneamente.

Todavía con referencia a la figura 1, el conjunto de motor 10 incluye además una sección de turbina 22 conectada de forma fluida al motor 10 y configurada para ser accionada por los gases de escape generados por el motor de combustión interna 12. En la realización mostrada, la sección de turbina 22 comprende dos turbinas 22a y 22b montadas en el mismo eje 26. Un primer conducto 58 conecta de forma fluida un escape 60 del motor de combustión interna 12 a una entrada 62 de la primera turbina 22a de la sección de turbina 22, y un conducto 64 conecta de forma fluida un escape de la primera turbina 22a a una entrada de la segunda turbina 22b. Las dos turbinas 22a y 22b pueden tener relaciones de reacción diferentes entre sí; en una realización particular, la primera turbina 22a tiene una relación de reacción menor que la segunda turbina 22b, y la primera turbina 22a está configurada como una turbina de "impulso", es decir, configurada para ser accionada por pulsos de escape proporcionados por el escape del motor. Son posibles otras configuraciones. Se entiende que el conjunto de motor 10 puede comprender alternativamente más de dos turbinas o una sola turbina.

40 En la realización que se muestra, el conjunto de motor 10 incluye además un compresor 52 para comprimir el aire antes de alimentarlo a una entrada de aire 54 del motor de combustión interna 12. Un conducto 66 conecta de forma fluida una salida 68 del compresor 52 a una entrada de aire 54 del motor de combustión interna 12.

45 En la realización mostrada, los rotores de la sección de turbina 22 y del compresor 52 están montados en el mismo eje de turbina 26. La sección de turbina 22 y el compresor 52 pueden montarse alternativamente en ejes separados. En la realización mostrada, el eje del motor 14 y el eje de la turbina 26 son paralelos y están desplazados radialmente entre sí. Se contemplan otras configuraciones.

50 Con referencia ahora a las figuras 1 y 2, el conjunto del motor 10 incluye además una caja de cambios 24 que se puede configurar entre una configuración desacoplada como se ilustra en la figura 1 y una configuración acoplada como se ilustra en la figura 2. La caja de cambios 24 está en acoplamiento de accionamiento tanto con el eje de la turbina 26 y el eje del motor 14. La sección de turbina 22 está configurada para combinar potencia con el motor de combustión interna 12 a través de la caja de cambios 24 en la configuración acoplada. 55 La potencia del motor de combustión interna 12 y de la sección de turbina 22 puede de ese modo combinarse para accionar la carga giratoria L, el compresor 52 y el accesorio giratorio 18 mediante la caja de cambios 24.

En la realización que se muestra y como se ilustra en la figura 1, la caja de engranajes 24 define una primera ruta de carga 28 y una segunda ruta de carga 30, cada una conectada con una respectiva del eje de salida 16 y accesorio 18. El eje del motor 14 está acoplado en accionamiento con el accesorio 18 a través de la primera ruta de carga 28. El eje de la turbina 26 está acoplado en accionamiento con el eje de salida 16 a través de la segunda ruta de carga 30. La caja de cambios 24 tiene una primera parte 32 que define la primera ruta de carga 28 y una segunda parte 34 que define la segunda ruta de carga 30. La primera parte 32 se acopla en accionamiento al eje del motor 14 con el accesorio giratorio 18, mientras que la segunda parte 34 se acopla en accionamiento al eje de la turbina 26 con el eje de salida 16. Cada una de las partes 32, 34 incluye uno o más engranajes que están configurados para definir una relación predeterminada entre las velocidades de giro del

eje de salida 16 y del eje de la turbina 26, y una relación predeterminada entre las velocidades de giro del accesorio 18 y del eje del motor 14.

5 En la realización mostrada, la primera parte 32 incluye un engranaje de piñón accesorio 36 configurado para acoplar un engranaje conectado a un eje 20 del accesorio 18; en una realización alternativa, la primera parte 32 puede estar definida por un juego de engranajes que incluye una pluralidad de engranajes engranados.

10 En la realización mostrada, la segunda parte 34 incluye un conjunto 38 de engranajes engranados 38a, 38b, 38c, 38d, 38e. Un primer engranaje 38a está montado en el eje de la turbina 26 para girar integralmente con el mismo. El primer engranaje 38a está engranado con un primer engranaje loco 38b, que se define como un engranaje doble con dos partes de engranaje que tienen el mismo diámetro; el primer engranaje 38a está engranado con una de las dos partes de engranaje. Un segundo engranaje loco 38c también se define como un engranaje doble, con dos partes de engranaje que tienen diferentes diámetros. La parte del segundo engranaje loco 38c que tiene el mayor diámetro engrana con la otra parte del primer engranaje loco 38b. La parte del segundo engranaje loco 38c que tiene el diámetro más pequeño engrana con un engranaje principal 38d. El engranaje principal 38d también engrana con un tercer engranaje loco 38e montado en el eje de salida 16 para girar integralmente con él.

20 En la realización que se muestra, el juego de engranajes 38 define una relación de velocidad de giro tal que la velocidad de giro del eje de salida 16 y de la carga giratoria L es menor que la del eje de la turbina 26.

25 Volviendo a las figuras 1 y 2, la caja de cambios 24 incluye además un embrague 40 para cambiar entre las configuraciones acoplada y desacoplada. En la realización que se muestra, el embrague 40 tiene un componente 42 que forma parte de la primera parte 32 y otro componente 44 que forma parte de la segunda parte 34, y se puede hacer funcionar para acoplar o desacoplar la primera y la segunda partes 32 y 34 del caja de cambios 24 entre sí. En una realización particular, el embrague 40 está dimensionado para transportar aproximadamente dos tercios de la potencia total del motor de combustión interna 12; otras configuraciones son posibles.

30 Haciendo referencia más particularmente a la figura 1, en la configuración desacoplada, la primera y la segunda partes 32 y 34 y, por lo tanto, la primera y la segunda rutas de carga 28 y 30 de la caja de cambios 24, están desacopladas entre sí de manera que el eje del motor 14 y el eje de la turbina 26 giran independientemente uno del otro. Haciendo referencia más particularmente a la figura 2, en la configuración acoplada, la primera y la segunda partes 32 y 34, y por lo tanto la primera y la segunda rutas de carga 28 y 30, están acopladas de tal manera que el eje del motor 14 y el eje de la turbina 26 están ambos en acoplamiento de accionamiento con el eje de salida 16 a través de la caja de cambios 24. En otras palabras, en la configuración acoplada, el eje del motor 14 y el eje de la turbina 26 se acoplan de forma accionable mediante la caja de cambios 24, y la potencia de la sección de turbina 22 y el motor de combustión interna 12 se combinan para accionar la carga giratoria L a través de la caja de cambios 24.

40 Tanto en la configuración acoplada como desacoplada, el accesorio giratorio 18 permanece acoplado de forma accionable con el motor de combustión interna 12 a través de la primera parte 32 de la caja de cambios 24. Se entiende que, en la configuración acoplada, una parte de la potencia generada por la sección de turbina 22 contribuye a accionar el accesorio giratorio 18 a través de la caja de cambios 24. En otras palabras, la potencia del motor de combustión interna 12 y la sección de turbina 22 se combinan para accionar el accesorio giratorio 18 a través de la caja de cambios 24.

50 En la realización mostrada, el embrague 40 es un embrague sincronizado. Sin embargo, se entiende que se puede usar cualquier otro embrague adecuado, tal como, pero sin limitación, un embrague magnético, un embrague de fricción o un embrague de garras. En la realización representada, los componentes del embrague 40 son una rueda ranurada 42 y una rueda dentada 44, que incluyen conos de fricción de sincronización 43 macho y hembra complementarios para facilitar el acoplamiento cuando hay una diferencia de velocidad entre los dos componentes; en una realización alternativa, se omiten los conos de fricción de sincronización 43 y el embrague 40 está configurado como un embrague de garras. La rueda dentada 44 está configurada para acoplarse con la rueda ranurada 42 para girar junto con ella. Las ruedas ranuradas y dentadas 42 y 44 se pueden mover axialmente entre sí entre una primera posición (figura 1) correspondiente a la configuración desacoplada en la que las ruedas ranuradas y dentadas 42 y 44 están separadas entre sí y giran independientemente entre sí y una segunda posición (figura 2) correspondiente a la configuración acoplada en la que las ruedas ranuradas y dentadas están acopladas entre sí para un giro síncrono. La rueda ranurada 42 está en acoplamiento de accionamiento con las ruedas dentadas 44 cuando los elementos macho, o dientes, 44a de la rueda dentada 44 se acoplan con los elementos hembra, o ranuras, 42a de la rueda ranurada 42. Se contemplan otras configuraciones. Se entiende que los dos componentes del embrague 40 pueden ser cualquier otro componente adecuado capaz de transferir un par una vez acoplados entre sí.

65 En la realización ilustrada, el engranaje principal 38d de la segunda ruta de carga 30 está dispuesto alrededor del eje del motor 14. Más específicamente, el engranaje principal 38d tiene un centro hueco que permite que

el eje del motor 14 se extienda a través del engranaje principal 38d sin estar conectado al mismo, y el piñón accesorio 36 está ubicado en el otro lado del engranaje principal 38d, es decir, el engranaje principal 38d está ubicado entre el piñón accesorio 36 y el motor de combustión interna 12. El engranaje principal 38d se usa para acoplar la segunda parte 34 de la caja de cambios 24 que define la segunda ruta de carga 30 al eje del motor 14. El engranaje principal 38d está configurado para girar independientemente con respecto al eje del motor 14 cuando la caja de cambios 24 está en la configuración de desacoplamiento, y el embrague 40, que está localizado entre el engranaje principal 38d y el motor de combustión interna 12, crea un engranaje de accionamiento entre el engranaje principal 38d de la segunda ruta de carga 30 y el eje del motor 14 cuando la caja de cambios 24 está en la configuración acoplada. Por lo tanto, una de las ruedas ranuradas y dentadas 42 y 44 gira sincrónicamente con el engranaje principal 38d mientras que la otra de las ruedas ranuradas y dentadas 42 y 44 gira sincrónicamente con el eje del motor 14.

En la realización ilustrada, la rueda dentada 44 está unida a o puede ser una parte integral del engranaje principal 38d, y la rueda ranurada 42 y el eje del motor 14 están en acoplamiento accionable entre sí de manera que giran integralmente, para ejemplo, teniendo la rueda ranurada 42 directamente conectada a y extendiéndose alrededor del eje del motor 14. Se entiende que las ruedas ranuradas y dentadas 42, 44 pueden invertirse de modo que la rueda dentada 44 se fije al eje del motor 14 y la rueda ranurada 42 se fije al engranaje principal 38d.

Son posibles otras configuraciones. Como ejemplo no limitativo, tanto el piñón accesorio 36 como los elementos del embrague 40 pueden estar situados entre el engranaje principal 38d y el motor de combustión interna 12. En esta realización, no es necesario que el engranaje principal 38d sea hueco, y el eje del motor 14 no necesita pasar a través del mismo. En otra realización alternativa, el piñón accesorio 36 puede estar ubicado entre el engranaje principal 38d y el motor de combustión interna 12, mientras que los elementos del embrague 40 pueden estar localizados en el lado opuesto del engranaje principal 38d, es decir, de forma tal que el engranaje principal 38d esté localizado entre los elementos del embrague 40 y el motor de combustión interna 12. El engranaje principal 38d es hueco y el eje del motor 14 se extiende a través de él para recibir el embrague 40. En ambas realizaciones, uno de la rueda ranurada 42 y la rueda dentada 44 puede estar fijado a o puede ser parte integral del engranaje principal 38d, y el otro de la rueda ranurada 42 y la rueda dentada 44 puede estar fijado a, o puede ser una parte integral del eje del motor 14, de modo que el embrague 40 permite el acoplamiento y desacoplamiento selectivo del engranaje principal 38d y el eje del motor 14.

Como se ilustra en la figura 1, en la configuración desacoplada, la rueda ranurada 42 está separada de la rueda dentada 44. El eje de salida 16 y la carga giratoria L son accionados únicamente por el eje de la turbina 26 a través de la segunda ruta de carga 30 definida por la segunda parte 34 de la caja de engranajes 24. El accesorio 18 es accionado únicamente por el eje del motor 14 a través de la primera ruta de carga 28 definida por la primera parte 32 de la caja de cambios 24.

Como se ilustra en la figura 2, en la configuración acoplada, la rueda ranurada 42 se mueve axialmente para estar en un acoplamiento de engrane con la rueda dentada 44 de modo que los dientes enganchen las ranuras. Hay un acoplamiento de accionamiento entre el eje del motor 14 y el engranaje principal 38d de la segunda parte 34 de la caja de cambios 24 a través del acoplamiento entre las ruedas ranuradas y dentadas 42 y 44 del embrague 40, de modo que las dos rutas de carga 28, 30 (figura 1) están acopladas entre sí. La potencia del motor de combustión interna 12 y de la sección de turbina 22 se combina para accionar el eje de salida 16 y la carga giratoria L acoplada al eje de salida 16.

En la realización ilustrada, se utiliza un accionador 50 para posicionar selectivamente la caja de cambios en una u otra de las configuraciones acoplada y desacoplada. En la realización mostrada, el actuador 50 mueve la rueda ranurada 42 entre las dos posiciones. El actuador 50 puede ser, por ejemplo, un actuador eléctrico, hidráulico o neumático. Puede usarse cualquier actuador adecuado. En la realización que se muestra, el actuador 50 está desviado de manera que su posición predeterminada y desactivada corresponde a la configuración acoplada de la caja de cambios 24. En otras palabras, se debe proporcionar energía al actuador 50 para mover la rueda ranurada 42 desde una posición donde se acopla con la rueda dentada 44 hasta una posición en la que se desacopla de la rueda dentada 44. En la realización mostrada, el actuador 50 ejerce una fuerza sobre la rueda ranurada 42 para separarla de la rueda dentada 44. En una realización particular, tal configuración asegura que el acoplamiento entre las ruedas 42 y 44 se mantenga en caso de fallo del actuador 50 para mantener la combinación de potencia del motor 12 y la sección de turbina 22 para accionar la carga L.

En la realización que se muestra, cuando la caja de engranajes 24 está en la configuración desacoplada, el compresor 52 es accionado únicamente por la sección de turbina 22 a través del eje de turbina 26. En la configuración acoplada, el compresor 52 es accionado tanto por la sección de turbina 22 como por el motor de combustión interna 12 a través de la primera y la segunda parte de la caja de cambios 32 y 34 y las rutas de carga correspondientes 28 y 30 de la caja de cambios 24.

En algunos casos, puede ser necesario limitar el giro de la carga giratoria L. Por ejemplo, cuando el helicóptero está en tierra, puede ser deseable evitar el giro de la hélice del helicóptero. En la realización mostrada, se usa

un freno 70 para limitar o evitar el giro de la carga giratoria L cuando la caja de cambios 24 está en la configuración desacoplada. En la realización ilustrada, el freno 70 está configurado para acoplarse al eje de salida 16, pero se contemplan otras configuraciones. El freno 70 puede acoplarse a cualquier componente que forme parte de la segunda ruta de carga 30.

5

Haciendo referencia a las figuras 1-2, de funcionamiento del conjunto de motor 10, se genera una primera entrada giratoria con el motor de combustión interna 12 y se genera una segunda entrada giratoria con la sección de turbina 22. La caja de cambios 24 está configurada entre las configuraciones acoplada y desacoplada. En la configuración desacoplada, la primera entrada giratoria se transmite al accesorio giratorio 18 independientemente de la segunda entrada giratoria y la segunda entrada giratoria se transmite al eje de salida 16 independientemente de la primera entrada giratoria. En la configuración acoplada, las entradas giratorias primera y segunda se combinan en una entrada giratoria combinada. La entrada giratoria combinada después se transmite al eje de salida 16 y al accesorio giratorio 18.

10

En la realización ilustrada, la segunda entrada giratoria o una parte de la entrada giratoria combinada se transmite al compresor 52. En la realización mostrada, el acoplamiento de las entradas giratorias primera y segunda comprende accionar el embrague 40 entre la primera posición y la segunda posición. Las entradas giratorias primera y segunda están aisladas entre sí en la primera posición y combinadas entre sí en la segunda posición. En la realización mostrada, para configurar la caja de cambios 24 entre las configuraciones acoplada y desacoplada, se ejerce una fuerza sobre un componente 42 de la caja de cambios 24 para configurar la caja de cambios 24 en la configuración desacoplada.

20

En una realización particular, la caja de cambios 24 configurable selectivamente permite que el mismo conjunto de motor 10 desempeñe las funciones de motor principal y de APU, accionando la carga giratoria de la aeronave y también accionando los accesorios incluso cuando la carga giratoria no está girada.

25

Con referencia ahora a las figuras 1-3, como se mencionó anteriormente, la caja de cambios 24 permite que el motor de combustión interna 12 accione el accesorio 18 sin accionar el eje de salida 16 y la carga giratoria L unida al mismo. Para iniciar el giro de la carga giratoria L, los dos componentes 42 y 44 del embrague 40 se acoplan en accionamiento entre sí acoplando así la primera y la segunda ruta de carga 28 y 30. Sin embargo, puede haber una discrepancia en la velocidad de giro entre los dos componentes 42, 44 del embrague 40 cuando los componentes 42 y 44 son el eje del motor 14 que ya está girando independientemente del eje de la turbina 26. Por lo tanto, acoplar directamente los componentes 42 y 44 entre sí cuando el eje del motor 14 ya está girando podría desgastar y/o dañar el embrague 40, y/o producir cargas de choque, vibraciones y/o sonido no deseados. En algunas realizaciones, la sincronización antes del acoplamiento puede ser particularmente importante cuando el embrague 40 no tiene características de sincronización, por ejemplo, cuando el embrague 40 está configurado como un embrague de garras. Los embragues sin características de sincronización pueden proporcionar un acoplamiento más robusto y, en consecuencia, pueden ser deseables a pesar de la necesidad de realizar una igualación de velocidad antes del acoplamiento.

30

35

40

En una realización particular y en referencia más particularmente a la figura 3, el conjunto de motor 10 se hace funcionar en el modo de hotel 100, durante el cual el motor de combustión interna 12 se usa para accionar el(los) accesorio(s) 18 a través de la primera ruta de carga 28 del caja de cambios 24, con la caja de cambios 24 en la configuración desacoplada. Durante el período de modo hotel 100, el motor de combustión interna 12 puede hacerse funcionar, por ejemplo, al ralentí, y el freno 70 puede activarse para evitar el giro de la carga L de modo que la velocidad de giro NR del eje de salida 16 y de la carga giratoria L es 0. Dado que el motor de combustión interna 12 no está conectado a la carga giratoria L, la inercia que impide su giro es relativamente pequeña, lo que facilita el arranque del motor de combustión interna 12.

45

Cuando se requiere el giro de la carga L, el freno 70, si se usa, se libera, lo que permite que los gases de escape del motor de combustión interna 12 accionen la giro de la sección de turbina 22. El conjunto de motor 10 comienza un período de arranque de aire de carga 102 durante el cual el nivel de potencia del motor de combustión interna 12 aumenta de manera que aumenta la velocidad de giro N1 del eje del motor 14. Al hacerlo así, aumenta la cantidad de gases de escape generados por el motor de combustión interna 12 y la fuerza de presión proporcionada por los gases de escape. Por lo tanto, la velocidad de giro del eje de la turbina 26 y, en consecuencia, la velocidad de giro NR del eje de salida 16 y de la carga giratoria L acoplada al mismo aumentan a medida que la sección de la turbina 22 es accionada por los gases de escape del motor de combustión interna 12. Durante el período de inicio de aire de carga 102, la caja de engranajes 24 todavía está en la configuración desacoplada y, en consecuencia, el eje de la turbina 26 y el eje del motor 14 giran independientemente entre sí, es decir, las turbinas de la sección de turbina 22 son "turbinas libres". Dicho de otro modo, durante el período de arranque del aire de carga 102, el motor de combustión interna 12 induce la giro del eje de salida 16 sin el acoplamiento de accionamiento entre los dos ejes 14 y 16. La velocidad de giro de la carga giratoria L aumenta a una velocidad de giro predeterminada por la potencia del eje de la sección de la turbina 22 y sin la potencia del eje del motor de combustión interna 12 porque el eje del motor 14 está desacoplado de forma accionable del eje de la turbina 26.

50

55

60

65

En la realización ilustrada, durante el período de inicio de aire de carga 102, el nivel de potencia del motor de combustión interna 12 aumenta desde un nivel de potencia en vacío, donde la velocidad de giro del eje del motor es de aproximadamente 2000 rotaciones por minuto, a un nivel de potencia para ejemplo correspondiente a una velocidad de giro nominal máxima del eje del motor 14. A continuación, el nivel de potencia del motor de combustión interna 12 y la velocidad de giro del eje del motor 14 se mantienen (por ejemplo, permanecen constantes) durante el resto del período de arranque de aire de carga 102 que abarca un período de tiempo dado que es suficiente para hacer funcionar el eje de la turbina 26 y el eje de salida 16 a la velocidad giratoria predeterminada. Otras configuraciones también son posibles.

Una vez que la velocidad de giro del eje de salida 16 alcanza la velocidad de giro predeterminada, finaliza el período de inicio de aire de carga 102 y comienza un período de igualación de velocidad 104, durante el cual la caja de cambios 24 todavía está en la configuración desacoplada. Durante el período de igualación de velocidad 104, el nivel de potencia del motor de combustión interna 12 y, en consecuencia, la velocidad de giro del eje del motor 14, se ajustan hasta que el eje del motor 14 y el eje de la turbina 26 se vuelven acoplables de forma accionable entre sí. En la realización mostrada, el nivel de potencia del motor de combustión interna 12 se reduce relativamente rápido para minimizar el impacto de esta reducción en la velocidad de giro de la sección de turbina 22 y, en consecuencia, la velocidad de giro del eje del motor 14 disminuye rápidamente. Durante ese período, el eje de salida 16 aún puede acelerar, pero a una velocidad inferior a la del período de inicio de aire de carga 102, debido a la inercia de la carga giratoria L; alternativamente, el eje de salida 16 puede desacelerar a una velocidad inferior a la del eje del motor 14, nuevamente debido a la inercia de la carga giratoria L. También son posibles otras variaciones; por ejemplo, el eje de salida 16 puede primero acelerar y después desacelerar. El período de igualación de velocidad termina cuando el eje del motor 14 y el eje de la turbina 26 se vuelven acoplables de forma accionable entre sí. En la realización que se muestra, el período de igualación de velocidad 104 finaliza cuando la velocidad de giro de los dos componentes 42 y 44 del embrague 40 coinciden lo suficiente como para acoplarse entre sí.

El eje de la turbina 26 a continuación se acopla de forma accionable con el eje del motor 14 cambiando la configuración de la caja de cambios 24 a la configuración acoplada, lo que marca el final del período de igualación de velocidad 104 y el comienzo de un período normal (compuesto) 106. Durante el período normal 106, tanto la sección de turbina 22 como el motor de combustión interna 12, y sus respectivos ejes 14 y 26, están en acoplamiento de accionamiento con la carga giratoria L de modo que su potencia se combina para accionar la carga giratoria L.

En la realización que se muestra, acoplar de forma accionable la sección de turbina 22 con el motor de combustión interna 12 comprende acoplar de forma accionable los dos componentes 42 y 44 del embrague 40. En la realización ilustrada, acoplar la sección de turbina 22 con el motor de combustión interna 12 comprende accionar el embrague 40 de la caja de cambios 24. En la realización que se muestra, accionar el embrague 40 comprende desactivar el actuador 50.

En una realización particular, igualar las velocidades de giro de los dos componentes 42 y 44 antes de cambiar la configuración de la caja de cambios 24 asegura una buena durabilidad del embrague 40. En una realización particular, la igualación de las velocidades de giro permite el uso de un embrague de interferencia, como un embrague de garras, que proporciona un acoplamiento sólido del eje antideslizante durante el período normal 106. En una realización particular, el uso de un embrague de interferencia permite reducir las pérdidas en el conjunto motor 10, y/o aumentar la eficiencia del conjunto de motor 10 en comparación con las pérdidas y la eficiencia obtenida con un embrague de fricción, por ejemplo porque un embrague de interferencia podría ser menos propenso a la pérdida por fricción que un embrague de fricción. Sin embargo, en una realización particular, igualar las velocidades de giro de los dos componentes 42 y 44 antes de cambiar la configuración de la caja de cambios 24 también puede ser beneficioso cuando se usa un embrague de fricción; la durabilidad de un embrague de fricción podría incrementarse al disminuir una diferencia de velocidad de giro entre sus componentes antes de que se acoplen entre sí.

Sin embargo, se entiende que, en una realización que no cae bajo la invención reivindicada, el período de igualación de velocidad 104 se puede omitir cuando la configuración acoplada de la caja de cambios 24 se define por un tipo de embrague que se puede acoplar sin igualación de velocidad. En este caso, el conjunto del motor pasa del período de inicio de aire de carga 102 al período normal 106 al acoplarse las dos rutas de carga 28, 30 de la caja de cambios 24.

En la realización ilustrada, el accesorio giratorio 18 es accionado continuamente por el motor de combustión interna 12 durante el período de modo de hotel 100, el período de inicio de aire de carga 102 y el período de ajuste de velocidad 104. Durante el período normal 106, el accesorio giratorio 18 es accionado tanto por la sección de turbina 22 como por el motor de combustión interna 12.

En la realización que se muestra, el funcionamiento del conjunto del motor 10 comprende el accionamiento del compresor 52 que está conectado de forma fluida al motor de combustión interna 12. El compresor 52 es accionado por al menos la sección de turbina 22 para suministrar aire comprimido al motor de combustión

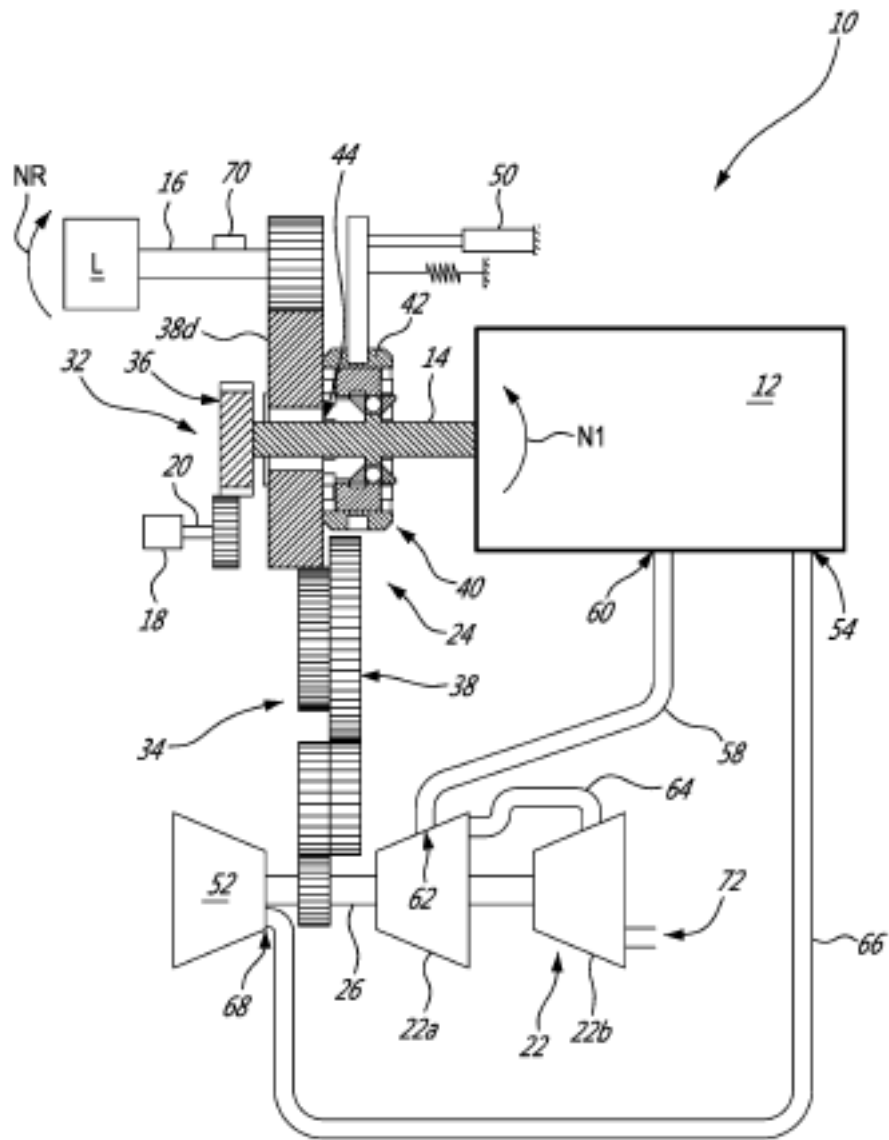
interna 12. El compresor 52 es accionado tanto por el motor de combustión interna 12 como por la sección de turbina 22 durante el período normal 106.

5 La descripción anterior pretende ser solo ilustrativa, y un experto en la técnica reconocerá que se pueden realizar cambios en las realizaciones descritas sin desviarse del alcance de la invención descrita. Las modificaciones que caen dentro del alcance de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica, a la luz de una revisión de esta divulgación, y se pretende que tales modificaciones entren dentro de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de funcionamiento de un conjunto de motor (10) que incluye una turbina (22) que tiene un eje de turbina (26) y un motor de combustión interna intermitente (12) que tiene un eje de motor (14), comprendiendo el método:
- 5 hacer girar el eje del motor (14) a una primera velocidad de giro;
- 10 accionar la turbina (22) con los gases de escape del motor de combustión interna intermitente (12) para girar el eje de la turbina (26) y para accionar una carga giratoria (L) con el eje de la turbina (26), siendo el eje del motor (14) desacoplado mecánicamente del eje de la turbina (26) de manera que el eje del motor (14) gire independientemente del eje de la turbina (26);
- 15 aumentar la velocidad de giro del eje del motor (14) desde la primera velocidad de giro hasta que el eje de la turbina (26) alcance una segunda velocidad de giro; caracterizado por comprender además:
- 20 después de que el eje de la turbina (26) haya alcanzado la segunda velocidad de giro, ajustar la velocidad de giro del eje del motor (14) hasta que el eje de la turbina (26) y el eje del motor (14) sean acoplables de forma accionable entre sí; y
- 20 acoplar de forma accionable el eje de la turbina (26) con el eje del motor (14) de manera que tanto el eje de la turbina (26) como el eje del motor (14) estén en acoplamiento de accionamiento con la carga giratoria (L).
- 25 2. El método de la reivindicación 1, que comprende además mantener la velocidad de giro del eje del motor (14) a una velocidad de giro nominal constante durante un período de tiempo determinado antes de ajustar la velocidad de giro del eje del motor (14).
- 30 3. El método de la reivindicación 1 o 2, que comprende además liberar un freno (70) para permitir el giro de la carga giratoria (L) antes de impulsar la turbina (22) con los gases de escape del motor de combustión interna intermitente (12).
- 35 4. El método de la reivindicación 1, 2 ó 3, en donde ajustar la velocidad de giro del eje del motor (14) incluye disminuir la velocidad de giro del eje del motor (14).
- 40 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que acoplar de forma accionable el eje de la turbina (26) con el eje del motor (14) comprende accionar un embrague (40) de una caja de cambios (24), estando el eje de la turbina (26) y el eje del motor (14) en acoplamiento accionable con la carga giratoria (L) a través de la caja de cambios (24).
- 45 6. El método de la reivindicación 5, en el que accionar el embrague (40) comprende desactivar un actuador (50) acoplado operativamente al embrague (40).
- 50 7. El método de la reivindicación 5, en el que accionar el embrague (40) comprende acoplar de forma accionable dos componentes (42, 44) del embrague (40) entre sí, estando los dos componentes (42, 44) acoplados respectivamente con el eje del motor (14) y el eje de la turbina (26).
- 55 8. El método de la reivindicación 7, que comprende además igualar las velocidades de giro de los dos componentes (42, 44) entre sí antes de acoplar de forma accionable los dos componentes (42, 44) entre sí.
9. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además accionar un accesorio giratorio (18) con el motor de combustión interna intermitente (12).
10. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además accionar un compresor (52) con la turbina (22), estando el compresor (52) conectado de forma fluida a una entrada (54) del motor de combustión interna intermitente (12).





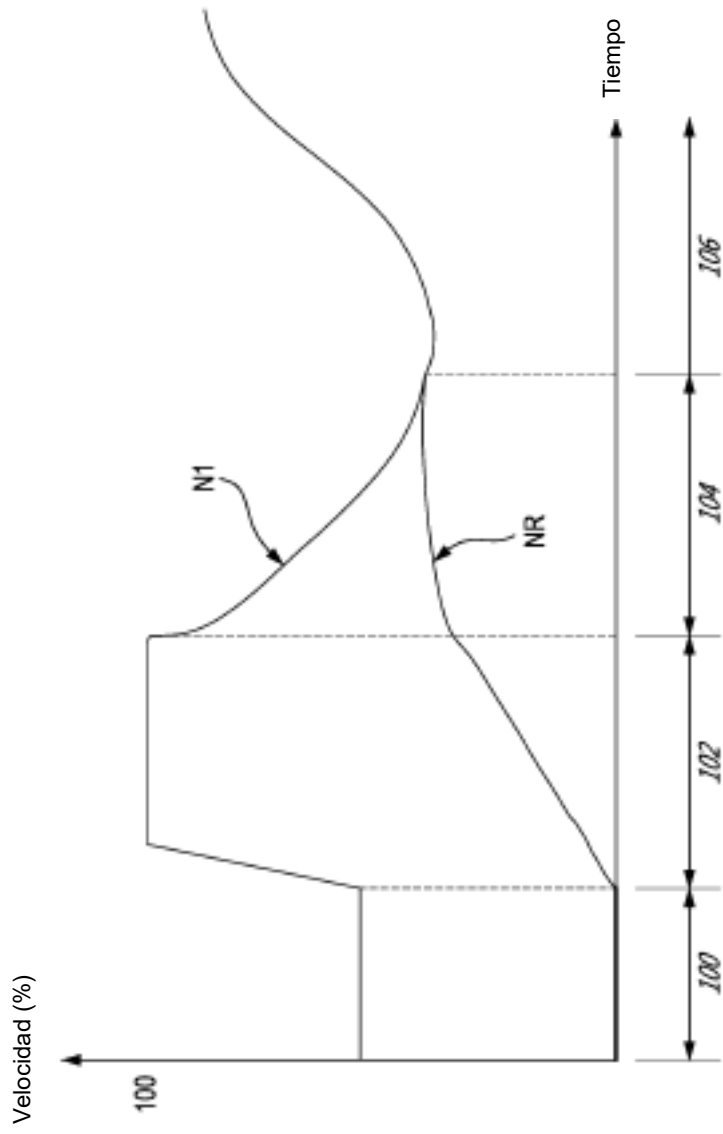


FIG. 3