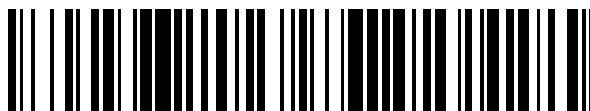


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 395**

51 Int. Cl.:

**F02B 37/10** (2006.01)

**F02B 39/04** (2006.01)

**F02B 39/10** (2006.01)

**B60K 6/48** (2007.01)

**F02C 6/12** (2006.01)

**H02K 7/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2014** **E 14191249 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018** **EP 3015676**

54 Título: **Vehículo provisto de un turbocompresor y método para controlar el turbocompresor y el motor de combustión interna de tal vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.07.2018**

73 Titular/es:

**IVECO FRANCE S.A.S. (100.0%)**  
**1 Rue Combats du 24 Août 1944 Porte E**  
**69200 Vénissieux, FR**

72 Inventor/es:

**GENDRE, GUY PIERRE y**  
**TOGNACCA, SEBASTIAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 675 395 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

Vehículo provisto de un turbocompresor y método para controlar el turbocompresor y el motor de combustión interna de tal vehículo.

### Campo técnico de la invención

- 5 Esta invención se refiere a un vehículo que incluye, entre otros, un motor de combustión interna, una rueda de turbina y una rueda de compresor montada en un árbol giratorio y que forman conjuntamente un turbocompresor. Tal vehículo, por ejemplo, puede ser un autobús o cualquier otro vehículo para transportar pasajeros o mercancías. Esta invención también se refiere a un método para controlar el turbocompresor y el motor de combustión interna de tal vehículo.
- 10 El documento US2011036089 divulga un vehículo que comprende un turbocompresor según el preámbulo de la reivindicación 1.

### Antecedentes de la invención

- 15 En el campo de los vehículos para el transporte de pasajeros, tales como los autobuses, es conocido el uso de un motor de combustión interna y un compresor que proporciona aire a presión al motor de combustión interna. Tal compresor puede accionarse a través de una turbina que tiene una rueda instalada en un conducto de escape del motor de combustión interna. Se dice que tal compresor es un turbocompresor.

Tal turbocompresor es eficiente para proporcionar aire a presión al motor de combustión interna en condiciones estables o casi estables. Sin embargo, en caso de que el autobús tenga que detenerse y acelerar a menudo debido a las condiciones del tráfico, por ejemplo en un centro de la ciudad, la energía disponible en el lado de la turbina del turbocompresor se desplaza temporalmente desde la energía necesaria en el lado del compresor. Por ejemplo, cuando el autobús necesita acelerar, la rueda de compresor del turbocompresor debe accionarse a la velocidad de rotación más alta posible, para proporcionar un flujo máximo de aire comprimido al motor de combustión interna. Si, en ese momento, la velocidad de rotación del motor de combustión interna es baja, los gases de escape tienen un caudal bajo, que no transfiere una alta energía cinética a la rueda de la turbina. Por el contrario, cuando el vehículo está desacelerando, el conductor no solicita que se aplique un par a la línea de accionamiento del vehículo. Por lo tanto, no es necesario proporcionar un alto caudal de aire comprimido al motor de combustión interna, mientras que los gases de escape pueden salir del motor de combustión interna con un caudal alto. En tal caso, una porción de estos gases de flujo debe dirigirse a una derivación y se pierde su energía cinética. En otras palabras, la dinámica de un turbocompresor no siempre está en fase con la solicitud de par del conductor y/o la dinámica del vehículo.

- 30 Esta situación es tanto más crítica que, en los autobuses modernos, la velocidad de rotación del motor de combustión interna se mantiene la mayor parte del tiempo a baja velocidad de ralentí, por ejemplo, debajo de 800 rpm. Bajo tales circunstancias, el intervalo de utilización de la turbina de un turbocompresor se reduce y el desplazamiento mencionado aquí arriba entre el lado de la turbina y el lado del compresor es más crítico.

35 Tales problemas también ocurren con otros tipos de vehículos automotores, en particular camiones y automóviles de pasajeros.

Para resolver este problema, se podría tener en cuenta montar un motor eléctrico en un árbol que conecta la rueda de la turbina y la rueda de compresor del turbocompresor. Tal motor debería girar, como las ruedas, a velocidades muy altas, en el intervalo de 100 000 rpm o más, lo que, en la práctica, requiere motores altamente sofisticados. Tales motores son caros y relativamente voluminosos. Además, en caso de que un motor de este tipo se montara en un árbol que conectara la rueda de la turbina y la rueda de compresor, estaría sujeto, por un lado, a la baja temperatura del aire entrante y, por otro lado, a la alta temperatura de los gases de escape. Esto induciría altas tensiones térmicas en el motor y su flujo magnético interno se vería alterado, lo que impediría que alcanzara altas velocidades de rotación.

### Sumario de la invención

- 45 Esta invención tiene como objetivo mejorar la sincronización entre el lado de la turbina y el lado del compresor de un dispositivo de tipo turbocompresor, de modo que la energía esté disponible en el lado del compresor cuando sea necesaria, sin tener que usar un motor eléctrico complicado y caro y hacerlo funcionar a velocidad severa y condiciones térmicas.

50 A tal efecto, la invención se refiere a un vehículo que incluye un motor de combustión interna, una rueda de turbina instalada en un conducto de escape del motor de combustión interna y una rueda de compresor instalada en un conducto de alimentación de aire del motor de combustión interna. Según la invención, la rueda de turbina está

montada en un primer árbol giratorio y la rueda de compresor está montada en un segundo árbol giratorio, considerando que este vehículo también incluye un motor-generador eléctrico acoplado al primer árbol giratorio a través de un primer tren de engranajes epicicloidales y al segundo árbol giratorio a través de un segundo tren de engranajes epicicloidales.

- 5 Gracias a la invención, el motor-generador eléctrico se puede usar para recuperar energía eléctrica de la rotación resultante de la transferencia de energía cinética entre los gases de escape y la rueda de la turbina. Este motor-generador también se puede usar para acelerar la rueda de compresor cuando sea necesario. Debido al uso de dos trenes de engranajes epicicloidales, la velocidad de rotación del motor-generador puede ser mucho menor que la velocidad de rotación de la rueda de la turbina, por una parte, y de la rueda de compresor, por otra parte.
- 10 Según la invención, la carcasa que aloja dicho primer y segundo árboles giratorios y el motor-generador están divididos por varias paredes en varios espacios que incluyen al menos un primer compartimento para el primer tren de engranajes epicicloidales, un segundo compartimento para el segundo tren de engranajes epicicloidales y un tercer compartimento para el motor-generador.
- 15 Según otros aspectos ventajosos pero no obligatorios de la invención, tal vehículo podría incorporar una o varias de las siguientes características, tomadas en cualquier combinación admisible:
- el motor-generador eléctrico está acoplado al portador de satélite de cada tren de engranajes epicicloidales
  - el primer árbol giratorio está acoplado al engranaje solar del primer tren de engranajes epicicloidales y el segundo árbol giratorio está acoplado al engranaje solar del segundo tren de engranajes epicicloidales
  - el primer y segundo árboles giratorios y el motor-generador están situados en una carcasa común
- 20 - la carcasa define la corona de cada tren de engranajes epicicloidales
- el tercer compartimento está situado, a lo largo de un eje paralelo al primer árbol giratorio, entre el primero y el segundo compartimento
  - la carcasa define un primer volumen abierto hacia la rueda de la turbina y un segundo volumen abierto hacia la rueda de compresor, mientras que el primer volumen está separado del primer compartimento por una pared y el segundo volumen está separado del segundo compartimento por otra pared
- 25 - los tres compartimentos están situados, a lo largo de un eje paralelo al primer árbol giratorio, entre el primer y el segundo volumen
- el primer y segundo árboles giratorios están centrados respectivamente y girando alrededor de un primer eje central y un segundo eje central, mientras que el primer y segundo ejes centrales están superpuestos y el primer y segundo árboles giratorios se extienden a ambos lados del motor-generador
- 30 - el vehículo incluye medios de almacenamiento de energía eléctrica y medios para transferir energía eléctrica desde estos medios de almacenamiento al motor-generador cuando funciona como un motor y medios para transferir energía eléctrica desde el motor-generador a los medios de almacenamiento cuando el motor-generador funciona como generador
- 35 Además, esta invención se refiere a un método para controlar un turbocompresor y el motor de combustión interna de un vehículo como se ha mencionado anteriormente en este documento, incluyendo este método al menos tres modos de funcionamiento en los que:
- en un primer modo de funcionamiento, el primer y el segundo árbol giratorio giran solo bajo la acción de los gases de escape del motor de combustión interna y el motor-generador no se utiliza, ni como motor, ni como generador,
- 40
- en un segundo modo de funcionamiento, el motor-generador funciona como un motor y se aplica, a los árboles giratorios y a través de los trenes de engranajes epicicloidales, un par de aceleración y un motor de combustión interna, una rueda de turbina instalada en un conducto de escape del motor de combustión interna y una rueda de compresor instalada en un conducto de alimentación de aire del motor de combustión interna. Según la invención, la
- 45 rueda de turbina está montada en un primer árbol giratorio y la rueda de compresor está montada en un segundo árbol giratorio, mientras que este vehículo también incluye un motor-generador eléctrico acoplado al primer árbol giratorio mediante un primer tren de engranajes epicicloidales y al segundo árbol giratorio a través de un segundo tren de engranajes epicicloidales.

Gracias a la invención, el motor-generador eléctrico se puede usar para recuperar energía eléctrica de la rotación resultante de la transferencia de energía cinética entre los gases de escape y la rueda de la turbina. Este motor-generador también se puede usar para acelerar la rueda de compresor cuando sea necesario. Debido al uso de dos trenes de engranajes epicicloidales, la velocidad de rotación del motor-generador puede ser mucho menor que la velocidad de rotación de la rueda de la turbina, por una parte, y de la rueda de compresor, por otra parte.

Según otros aspectos ventajosos pero no obligatorios de la invención, tal vehículo podría incorporar una o varias de las siguientes características, tomadas en cualquier combinación admisible:

- el motor-generador eléctrico está acoplado al portador de satélite de cada tren de engranajes epicicloidales
  - el primer árbol giratorio está acoplado al engranaje solar del primer tren de engranajes epicicloidales y el segundo árbol giratorio está acoplado al engranaje solar del segundo tren de engranajes epicicloidales
  - el primer y segundo árboles giratorios y el motor-generador están situados en una carcasa común
  - la carcasa define la corona de cada tren de engranajes epicicloidales
  - la carcasa está dividida por varias paredes en varios espacios que incluyen al menos un primer compartimiento para el primer tren de engranajes epicicloidales, un segundo compartimiento para el segundo tren de engranajes epicicloidales y un tercer compartimiento para el motor-generador
  - el tercer compartimiento está situado, a lo largo de un eje paralelo al primer árbol giratorio, entre el primero y el segundo compartimiento
  - la carcasa define un primer volumen abierto hacia la rueda de la turbina y un segundo volumen abierto hacia la rueda de compresor, mientras que el primer volumen está separado del primer compartimiento por una pared y el segundo volumen está separado del segundo compartimiento por otra pared
  - los tres compartimientos están situados, a lo largo de un eje paralelo al primer árbol giratorio, entre el primer y el segundo volumen
  - el primer y segundo árboles giratorios están centrados respectivamente y están girando alrededor de un primer eje central y un segundo eje central, mientras que el primer y segundo ejes centrales están superpuestos y el primer y segundo árboles giratorios se extienden a ambos lados del motor-generador
  - el vehículo incluye medios de almacenamiento de energía eléctrica y medios para transferir energía eléctrica desde estos medios de almacenamiento al motor-generador cuando funciona como motor y medios para transferir energía eléctrica desde el motor-generador a los medios de almacenamiento cuando el motor-generador funciona como generador
- Además, esta invención se refiere a un método para controlar un turbocompresor y el motor de incluyendo este método al menos tres modos de funcionamiento en los que:
- en un primer modo de funcionamiento, el primer y segundo árbol giratorio giran solo bajo la acción de los gases de escape del motor de combustión interna y el motor-generador no se utiliza, ni como motor, ni como generador,
  - en un segundo modo de funcionamiento, el motor-generador funciona como un motor y se aplica, a los árboles giratorios y a través de los trenes de engranajes epicicloidales, un par de aceleración y
  - en un tercer modo de funcionamiento, el motor-generador funciona como un generador y se aplica, a los árboles giratorios y a través de los trenes de engranajes epicicloidales, un par de frenado.

Según otros aspectos de este método, que también son ventajosos pero no obligatorios, este método podría incorporar una o varias de las siguientes características tomadas en cualquier combinación admisible:

- en el segundo modo de funcionamiento, la energía eléctrica se suministra al motor-generador desde los medios de almacenamiento de energía eléctrica, mientras que en el tercer modo de funcionamiento, el motor-generador suministra energía eléctrica a los medios de almacenamiento de energía eléctrica,
- el método incluye al menos un cuarto modo de funcionamiento donde no se inyecta combustible en el motor de combustión interna, funcionando el motor-generador como un motor para accionar el segundo árbol giratorio en rotación, de modo que el compresor proporcione aire a presión al motor de combustión interna y el aire a presión

proporcionado por la rueda de compresor se inyecte en los cilindros del motor de combustión interna para mover en traslación sus pistones respectivos,

- una selección entre el primer, segundo y tercer modos de funcionamiento del método se realiza automáticamente, en función de la velocidad del motor de combustión interna y el par solicitado por el conductor.

## 5 Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor basándose en la siguiente descripción, que se proporciona en correspondencia con las figuras adjuntas y como un ejemplo ilustrativo, sin restringir el objetivo de la invención. La figura adjunta 1 es una representación esquemática de algunas partes de un vehículo a motor que incorpora la invención.

### Descripción detallada de algunas realizaciones

- 10 El autobús 2 representado, parcialmente, en la figura 1 tiene un compartimiento de motor 4 donde está instalado un motor de combustión 6 interna.

15 El motor de combustión 6 interna incluye seis cilindros 62 que están provistos de combustible a alta presión, en el intervalo de 1 000 bares o más, y con aire a presión, en el intervalo de 1,2 a varias barras, como se muestra mediante las flechas A1. El motor de combustión 6 interna está provisto de un colector de entrada de aire 64 y un colector de salida de gases de escape 66. Un conducto de alimentación de aire 8 está conectado al colector de entrada 64, en su lado aguas arriba y transporta aire desde una abertura de entrada 82 a este colector 64. El conducto de escape 10 está conectado aguas abajo del colector de salida 66 y transporta gases de escape a una abertura de salida no representativa.

Alternativamente, el motor 6 puede tener una cantidad de cilindros 62 diferente de 6.

- 20 Un turbocompresor 12 está montado también en el compartimiento del motor 4 e incluye una rueda de turbina 122 instalada dentro del conducto de escape 10 y una rueda de compresor 124 instalada dentro del conducto de alimentación de aire 8.

25 La rueda de turbina 122 está montada en un primer árbol 126 giratorio que está centrado y gira alrededor de un primer eje X126. La rueda de compresor 124 está montada en un segundo árbol 128 giratorio que está centrado y gira alrededor de un segundo eje X128. De hecho, los ejes X126 y X128 están superpuestos y las ruedas 122 y 124 están situadas en ambos lados de una carcasa 130 que también pertenece al turbocompresor 12.

Un motor-generador 132 eléctrico está montado dentro de la carcasa 130, de hecho entre las ruedas 122 y 124 a lo largo de los ejes X126 y X128. 134 indica un árbol central del motor-generador 132 que es su árbol de salida cuando este motor-generador funciona como un motor y su árbol de entrada cuando funciona como un generador.

- 30 Un primer tren de engranajes 136 epicicloidales se usa para acoplar el primer árbol 126 al árbol 134. El tren de engranajes 136 epicicloidales incluye un engranaje solar 1362 que está acoplado, que es rápido en rotación con, el primer árbol 126. El tren de engranajes 136 epicicloidales también incluye varios satélites 1364, cada uno provisto de un diente 1364A que se engrana con un diente 1362A externo de engranaje solar 1362. Un portador de satélite 1366 soporta todos los satélites 1364 y está acoplado al árbol 134 y que gira rápidamente con el mismo. Una corona 1368 del tren de engranajes 136 epicicloidales es formada por una porción dentada de la carcasa 130 que está alineada con el engranaje solar 1362 y los satélites 1364 a lo largo del eje X126. Un diente 1368A de corona 1368 se engrana con los dientes de los satélites 1364.

40 Por otro lado, se usa un segundo tren de engranajes 138 epicicloidales para acoplar conjuntamente los árboles 128 y 134. Más precisamente, el tren de engranajes 138 epicicloidales incluye un engranaje solar 1382, varios satélites 1384, un portador de satélite 1386 y una corona 1388 similar a las del primer tren de engranajes 136 epicicloidal. El engranaje solar 1382 está acoplado al segundo árbol 128, mientras que el portador de satélite 1386 está acoplado al árbol 134.

De hecho, el primer y segundo trenes de engranajes 136 y 138 epicicloidales pueden ser idénticos, en particular con la misma relación de reducción. Sin embargo, esto no es obligatorio.

- 45 El hecho de que los árboles giratorios 126 y 128 estén acoplados a los engranajes solares 1362 y 1382, mientras que el árbol 134 del motor generador esté acoplado a los portadores de satélite 1366 y 1386 es, particularmente, ventajoso en términos de repartición de velocidades rotacionales ya que permite que el árbol 134 gire a una velocidad menor que la de los árboles 126 y 128. Sin embargo, se pueden considerar otros modos de conexión de trenes de engranajes 136 y 138 epicicloidales a su entorno.

- 5 La carcasa 130 tiene un taladro 140 central con una sección transversal circular centrada en los ejes X126 y X128. Este taladro 140 central se extiende desde la proximidad de la rueda de turbina 122 hasta la proximidad de la rueda de compresor 124. Este taladro central está dividido por cuatro paredes 142, 144, 146 y 148 en cinco volúmenes que pueden estar a diferentes temperaturas, en particular dado que la pared 142 puede estar hecha de un material térmicamente aislante, tales como compuestos cerámicos u otros.
- Se define un primer compartimento C1 entre las paredes 142 y 144 y aloja el primer tren de engranajes 136 epicicloidales. Las paredes 142 y 144 están provistas, respectivamente, de una abertura central para el paso de los árboles 126 y 134.
- 10 Se define un segundo compartimento C2 entre las paredes 146 y 148 y aloja el segundo tren de engranajes 138 epicicloidales. Las paredes 146 y 148 están provistas, respectivamente, de una abertura central para el paso de los árboles 134 y 128.
- Se define un tercer compartimento C3 entre las paredes 144 y 146 y aloja el motor-generator 132.
- Se extiende radialmente un primer volumen V1 dentro de la carcasa 130, en un lado de la pared 142 opuesto al compartimento C1. Este primer volumen se abre en la dirección de la rueda de la turbina 122.
- 15 Se extiende radialmente un segundo volumen V2 dentro de la carcasa 130, en un lado de la pared 148 que está opuesto al compartimento C2. Este segundo volumen V2 se abre en la dirección de la rueda de compresor 124.
- Por lo tanto, a lo largo del eje X126 o X128, los compartimentos C1 a C3 y los volúmenes V1 y V2 se yuxtaponen en el siguiente orden: volumen V1, compartimento C1, compartimento C3, compartimento C2, volumen V2.
- 20 Debido a las propiedades aislantes de la pared 142, los volúmenes V1 y V2 y los compartimentos C1 a C3 pueden estar a diferentes temperaturas. En particular, el aire en el volumen V1 puede estar relativamente caliente, en función de la temperatura de los gases de escape, mientras que el aire en el volumen V2 puede estar aproximadamente a la temperatura ambiente. Gracias a las paredes 142 y 144, el motor-generator 132 está protegido de las altas temperaturas en el volumen V1, lo que permite que el motor-generator 132 funcione en condiciones en las que el flujo magnético dentro de este dispositivo eléctrico no se ve alterado.
- 25 El motor-generator 132 está conectado a un inversor/controlador 16 a través de un conducto eléctrico 18 hecho de tres conductores eléctricos. De hecho, el motor-generator 132 es un dispositivo eléctrico trifásico y otro conductor, que conecta el motor-generator a la masa eléctrica del autobús 2, no está representado en la figura 1. Alternativamente, el motor-generator 132 puede ser un dispositivo eléctrico monofásico.
- 30 El inversor/controlador 16 está conectado a una batería de almacenamiento de energía eléctrica 20 y a un convertidor de CC/CC 22 a través de un conducto eléctrico 24 hecho de dos conductores eléctricos. La corriente eléctrica del conducto 24 es directa, mientras que la corriente eléctrica del conducto 18 es alterna. El convertidor 22 es alimentado con corriente eléctrica procedente de la red eléctrica general del autobús 2, bajo una tensión de 24 V o 48 V. De hecho, el convertidor 22 es opcional y puede omitirse en función de la tensión en el conducto eléctrico 24.
- Las paredes 144 a 148 son térmicamente aislantes.
- 35 Según una realización no representada de la invención, se puede usar un baño de aceite para enfriar el motor-generator 132 y/o los trenes de engranajes epicicloidales 136 y 138.
- Gracias a la estructura representada en la figura 1, se pueden considerar varios modos de funcionamiento del motor de combustión 6 interna y del turbocompresor 12.
- 40 En un primer modo de funcionamiento, las ruedas 122 y 124 giran bajo la acción única de los gases de escape en el conducto de escape 10 y el motor-generator 132 no se utiliza, ni como motor, ni como generador. Dado que el árbol 134 está acoplado a los portadores de satélite 1366 y 1386, la velocidad de rotación del árbol 134 es menor que la velocidad de rotación de los árboles 126 y 128, correspondiendo a la diferencia en estas velocidades de rotación a la relación de reducción de cada tren de engranajes epicicloidales. En este modo de funcionamiento, el turbocompresor 12 funciona como si no se incluyera un motor-generator.
- 45 Se usa un segundo modo de funcionamiento del turbogenerador 12 cuando se necesita aumentar la velocidad de la rueda de compresor 124. En este segundo modo de funcionamiento, el motor-generator 132 es alimentado con corriente eléctrica desde la batería 20, mediante el convertidor 16 y los conductos eléctricos 18 y 24, de modo que funciona como motor y su árbol de salida 134 aplica un par de aceleración al portador de satélite 1386. Este par se transfiere al engranaje solar 1382, por lo tanto al árbol 128 giratorio y la rueda de compresor 124. Esto permite
- 50 alcanzar una alta velocidad de rotación de la rueda de compresor 124 en un corto período de tiempo, incluso si la

energía disponible proviene de la energía cinética transferida a la rueda de turbina 122 no es muy alta, lo que puede ocurrir cuando el motor 6 está funcionando a baja velocidad, como se ha mencionado aquí arriba. En otras palabras, en el segundo modo de funcionamiento, la aceleración angular que puede expresarse mediante  $dV/dt$ , donde V es la velocidad angular de la rueda de compresor 124, es positiva, de modo que se pueda alcanzar rápidamente una velocidad o rapidez de rotación máxima  $V_{max}$ . Por lo tanto, el tiempo de respuesta del turbocompresor 12 se mejora en comparación con un dispositivo estándar. En este segundo modo de funcionamiento, el par de aceleración entregado por el motor-generador 132 también se aplica al árbol giratorio 126 y a la rueda de turbina 122 a través del tren de engranajes 136 epicicloidial.

Se usa un tercer modo de funcionamiento del turbocompresor 12 donde el motor-generador 132 se conmuta a un modo generador, de modo que la velocidad de rotación de la rueda de turbina 122, que se transfiere al portador de satélite 1366 a través del árbol 126, el engranaje solar 1362 y los satélites 1364, se utiliza para generar una corriente eléctrica que se envía, a través de los conductos eléctricos 18 y 24 y el inversor 16, hacia la batería 20. En otras palabras, en este tercer modo de funcionamiento, se frena el movimiento de rotación de las ruedas de turbina 122 y esto induce que parte de la energía eléctrica se recupera y almacena en la batería 20. Este tercer modo de funcionamiento es útil cuando la rueda de compresor 124 no tiene que girar a alta velocidad, ya que no se debe alimentar una gran cantidad de aire a presión al colector 64 recolector. En el tercer modo de funcionamiento, el par de frenado entregado por el motor-generador 132 también se aplica al árbol 128 giratorio y a la rueda de compresor 124, a través del tren 138 epicicloidial.

Gracias a este tercer modo de funcionamiento, es posible no desviar una porción de los gases de escape que circulan en el conducto de escape 10 como se muestra por las flechas A2 cuando se necesita una baja velocidad de rotación para la rueda de compresor 124. En otras palabras, este tercer modo de funcionamiento evita el uso de una derivación y permite dirigir siempre todos los gases de escape hacia la rueda de la turbina 122, de modo que se recupere una energía máxima a través del motor-generador 132 que funciona como generador, sin acelerar excesivamente la rueda de compresor 124.

Otro cuarto modo de funcionamiento del motor 6 y del turbocompresor 12 está disponible cuando el autobús 2 llega a un punto en el que el motor 6 debe apagarse para ahorrar combustible. En este otro modo de funcionamiento, no se inyecta combustible en los cilindros 62, por lo que el consumo de combustible es nulo. En este cuarto modo de funcionamiento, se proporciona energía eléctrica al motor-generador 132, desde la batería 20 y mediante el inversor 16 y los conductos eléctricos 18 y 24, de modo que la rueda del compresor 124 gira, hasta el punto en que genera un flujo de aire a presión en conducto de alimentación de aire 8, como se muestra por las flechas A1. Este aire se inyecta en los cilindros 62, que mueven sus pistones respectivos en un movimiento de traslación hacia adelante y hacia atrás. En otras palabras, se usa aire a presión para mantener en marcha el motor de combustión 6 interna, incluso si no se inyecta combustible en los cilindros 62. Esto permite mantener el motor de combustión interna en movimiento durante una breve parada del autobús 2, por ejemplo frente a un semáforo en rojo o en un atasco de tráfico. Bajo tales circunstancias, el motor 6 todavía está en marcha cuando es necesario volverlo a arrancar y es suficiente inyectar algo de combustible en el cilindro 62 para hacer que el motor 6 se ejecute de la manera normal, sin tener que usar un dispositivo de arranque dedicado. Este modo de funcionamiento del turbocompresor 12 evita que la inercia del motor 6 forme una limitación al tiempo de respuesta del autobús 2 cuando es necesario arrancar su motor.

Con respecto a esto, también es posible utilizar el turbocompresor 12 en el cuarto modo de funcionamiento mencionado anteriormente en el presente documento con el fin de arrancar el motor 6 inyectando aire en los cilindros 62. La diferencia con respecto al caso mencionado anteriormente está en comenzar desde una configuración donde el motor 6 está en reposo en este caso y comenzar desde una configuración cuando el motor 6 todavía está en marcha en el caso anterior.

La selección del modo de funcionamiento del turbocompresor 12 entre su primer, segundo y tercer modos de funcionamiento se realiza automáticamente mediante una unidad de control electrónica o ECU 26 que pilota el inversor/controlador 16 basándose en la velocidad de rotación de las ruedas 122 y 124 de motor 6 y basándose en el par solicitado por el conductor como salida del motor 6, por ejemplo a través del pedal del acelerador. La ECU 26 también se puede usar para implementar automáticamente la cuarta etapa de funcionamiento cuando se detecta que el autobús 2 está parado o cuando el motor 6 necesita arrancarse.

La invención se representa en la figura 1 en caso de que se use a bordo de un autobús 2. También se puede usar en otro tipo de vehículo, por ejemplo un automóvil o un camión.

La invención se representa en la figura 1 en caso de que el autobús 2 incluya solo un motor de combustión interna. Sin embargo, también es posible usar la invención con un vehículo híbrido, en particular un vehículo denominado microhíbrido.

Las relaciones de reducción de los trenes 136 y 138 epicicloidiales pueden ser diferentes, lo que permite que las ruedas 122 y 124 giren a diferentes velocidades, incluso si permanecen proporcionales entre sí.

La invención puede implementarse en un vehículo nuevo y también en vehículos existentes, siempre que estén adaptados en consecuencia.

Las realizaciones y las realizaciones alternativas consideradas aquí anteriormente pueden combinarse para generar nuevas realizaciones de la invención.

- 5 Esta invención se puede implementar ventajosamente en un programa informático que comprende un medio de código de programa para realizar una o más etapas de tal método, cuando tal programa se ejecuta en un ordenador. Por esta razón, la patente también cubrirá tal programa informático y el medio legible por ordenador que comprende un mensaje grabado, comprendiendo tal medio legible por ordenador los medios de código de programa para realizar una o más etapas de tal método, cuando tal programa se ejecuta en un ordenador.

10



**REIVINDICACIONES**

1. Un vehículo (2) que incluye:
- un motor de combustión (6) interna;
  - una rueda de turbina (122) instalada en un conducto de escape (10) del motor de combustión interna; y
- 5 - una rueda de compresor (124) instalada en un conducto de alimentación de aire (8) del motor de combustión interna,
- en el que la rueda de turbina está montada en un primer árbol (126) giratorio y la rueda de compresor está montada en un segundo árbol (128) giratorio incluyendo el vehículo también un motor-generador (132) eléctrico acoplado al primer árbol (126) giratorio a través un primer tren de engranajes (136) epicicloidales y al segundo árbol (128) giratorio a través de un segundo tren (138) epicicloidal;
- 10 en el que el primer y el segundo árbol (126, 128) giratorio y el motor-generador (132) están situados en una carcasa (130) común y
- caracterizado por** estar dividido por varias paredes (142-148) aislantes térmicamente en varios espacios que incluyen al menos:
- 15 - un primer compartimiento (C1) que aloja el primer tren de engranajes (136) epicicloidal,
  - un segundo compartimiento (C2) que aloja el segundo tren de engranajes (138) epicicloidal,
  - un tercer compartimiento (C3) que aloja el motor-generador (132).
2. Un vehículo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el motor-generador (132) eléctrico está acoplado al portador de satélite (1366, 1386) de cada tren de engranajes (136, 138) epicicloidal.
- 20 3. Un vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el primer árbol (126) giratorio está acoplado al engranaje solar (1362) del primer tren de engranajes (136) epicicloidales y el segundo árbol (128) giratorio está acoplado al engranaje solar (1382) del segundo tren de engranajes (138) epicicloidal.
4. Un vehículo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la carcasa (130) define la corona (1368, 1388) de cada tren de engranajes (136, 138) epicicloidal.
- 25 5. Un vehículo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el tercer compartimiento (C3) está situado, a lo largo de un eje (X126) paralelo al primer árbol (126) giratorio, entre el primer y el segundo compartimentos (C1, C2).
6. Un vehículo según una de las reivindicaciones 1 y 5, **caracterizado por que** la carcasa (130) define:
- un primer volumen (V1) abierto hacia la rueda de turbina (126),
  - un segundo volumen (V2) abierto hacia la rueda de compresor (124)
- 30 **por que** el primer volumen (V1) está separado del primer compartimiento (C1) por una pared (142) y **por que** el segundo volumen (V2) está separado del segundo compartimiento (C2) por otra pared (148).
7. Un vehículo según la reivindicación 6, **caracterizado por que** los tres compartimentos (C1, C2, C3) están situados, a lo largo de un eje (X126) paralelo al primer árbol (126) giratorio, entre el primer y segundo volúmenes (V1, V2).
- 35 8. Un vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el primer y segundo árboles (126, 128) giratorios están centrados y girando alrededor de un primer eje (X126) central y un segundo eje (X128) central respectivamente, **por que** el primer y el segundo ejes centrales están superpuestos y **por que** el primer y segundo ejes giratorios se extienden a ambos lados del motor-generador (132).
- 40 9. Un vehículo según la reivindicación 8, **caracterizado por que** incluye medios de almacenamiento de energía eléctrica (20) y medios (16, 18, 24) para transferir energía eléctrica desde estos medios de almacenamiento al motor-generador (132) cuando funciona como un motor y medios para transferir energía eléctrica desde el motor-

generador a los medios de almacenamiento cuando el motor-generador funciona como un generador.

10. Un método para controlar un turbocompresor (12) y el motor de combustión (6) interna de un vehículo (2) según la reivindicación anterior 8 o 9, **caracterizado por que** este método incluye al menos tres modos de funcionamiento donde:

- 5 - en un primer modo de funcionamiento, el primer y segundo árboles (126, 128) giratorios giran solo bajo la acción de los gases de escape del motor de combustión interna y el motor-generador (132) no se utiliza, ni como motor, ni como generador,
- en un segundo modo de funcionamiento, el motor-generador funciona como motor y se aplica, a los árboles (126, 128) giratorios y a través de los trenes de engranajes (136, 138) epicicloidales, un par de aceleración, y
- 10 - en un tercer modo de funcionamiento, el motor-generador funciona como un generador y se aplica, a los árboles (126, 128) giratorios y a través de los trenes de engranajes (136, 138) epicicloidales, un par de frenado.

11. Un método según la reivindicación 10 implementado en un vehículo según la reivindicación 9, **caracterizado por que:**

- 15 - en el segundo modo de funcionamiento, se suministra energía eléctrica al motor-generador (132) desde los medios de almacenamiento de energía eléctrica (20),
- en el tercer modo de funcionamiento, el motor-generador suministra energía eléctrica a los medios de almacenamiento de energía eléctrica.

- 20 12. Un método según una de las reivindicaciones 10 y 11, **caracterizado por que** incluye al menos un cuarto modo de funcionamiento en el que no se inyecta combustible en el motor de combustión (6) interna, funcionando el motor-generador (132) como un motor que acciona el segundo árbol (128) giratorio en rotación para que la rueda de compresor (124) proporcione aire a presión al motor de combustión interna y para que el aire a presión proporcionado por la rueda de compresor se inyecte en los cilindros (62) del motor de combustión interna para mover en traslación sus pistones respectivos.

- 25 13. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** una selección entre el primer, segundo y tercer modos de funcionamiento se realiza automáticamente (26), en función de la velocidad del motor de combustión (6) interna y del par solicitado por el conductor.

