(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 698 118**

(51) Int. Cl.:

F02C 3/10 (2006.01)

F02C 3/113 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2015** **PCT/FR2015/050699**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015** **WO15145043**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2015** **E 15717552 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018** **EP 3123007**

(54) Título: **Motor de turboeje, helicóptero bimotor equipado con dicho motor de turboeje y método para optimizar el régimen al súper-ralentí con potencia nula de dicho helicóptero bimotor**

(30) Prioridad:

27.03.2014 FR 1452645

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.01.2019

(73) Titular/es:

SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)
64510 Bordes, FR

(72) Inventor/es:

MARCONI, PATRICK;
THIRIET, ROMAIN y
BEDRINE, OLIVIER

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 698 118 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 de turboeje, helicóptero bimotor equipado con dicho motor de turboeje y método para optimizar el régimen al súper-ralentí con potencia nula de dicho helicóptero bimotor

1. Campo técnico de la invención

La invención se refiere a un motor de turboeje o turbomotor para equipar un helicóptero bimotor. La invención se refiere también a un método para optimizar el régimen de súper-ralentí a potencia nula de dicho helicóptero bimotor.

2. Antecedentes de la técnica

Un helicóptero suele estar equipado con dos motores de turboeje al menos que operan a velocidades que dependen de las condiciones de vuelo del helicóptero. En toda la memoria siguiente, se dice que un helicóptero se encuentra en una situación de vuelo de crucero cuando opera en condiciones normales, durante todas las fases del vuelo, excluyendo las fases transitorias del despegue, aterrizaje o vuelo estacionario. En toda la memoria siguiente, se dice que un helicóptero se encuentra en una situación crítica de vuelo cuando es necesario que haga uso de la potencia total instalada, es decir, en las fases transitorias del despegue, ascenso, aterrizaje y en el caso en el que uno de los motores de turboeje ha fallado, designado por el acrónimo inglés OEI (One Engine Inoperative).

Es conocido que cuando el helicóptero está en vuelo de crucero, los motores de turboeje operan a niveles de baja potencia, por debajo de su potencia continua máxima (en adelante, PMC). En ciertas configuraciones (velocidades de avance por debajo de la velocidad máxima, helicóptero que no vuela con la masa máxima, etc.), la potencia suministrada por los motores de turboeje durante un vuelo de crucero puede ser inferior al 50% de la potencia máxima del despegue (en adelante, PMD). Estos bajos niveles de potencia dan lugar a un consumo específico (en adelante Cs) superior que está definido como la relación entre el consumo de combustible por hora de la cámara de combustión del motor de turboeje y la potencia mecánica suministrada por este turboeje, del orden aproximadamente de un 30% más alto que los Cs a la PMD, y por tanto un consumo de combustible excesivo en vuelo de crucero.

Finalmente, durante las fases de espera en el suelo, los pilotos prefieren generalmente poner los distintos motores de turboeje al ralentí del suelo para asegurar que pueden volverlos a arrancar. Los motores de turboeje continúan así consumiendo combustible aunque no suministran potencia.

Por otra parte, los motores de turboeje también están sobredimensionados para garantizar el vuelo en todo el entorno de vuelo especificado por el fabricante de la aeronave y, en particular, en el vuelo a grandes altitudes y en climas cálidos. Estos momentos del vuelo, muy restrictivos, especialmente cuando el helicóptero tiene una masa cercana a su masa máxima de despegue, sólo se dan en ciertos casos de uso de algunos helicópteros. En consecuencia, algunos motores de turboeje, aunque están dimensionados para proporcionar dichas potencias, nunca vuelan en tales condiciones.

Estos motores de turboeje sobredimensionados penalizan la masa y el consumo de combustible. Para reducir este consumo en vuelo de crucero o de espera en tierra, es posible parar uno de los motores de turboeje y ponerlo en régimen de espera. El motor o los motores activos operan entonces a niveles de potencia más elevados para proporcionar toda la potencia necesaria y por tanto unos Cs más favorables. Sin embargo, esta práctica es contraria a las normas de certificación actuales, y los motores de turboeje no están concebidos para garantizar un índice de fiabilidad de reinicio compatible con los estándares de seguridad. De manera similar, los pilotos no conocen o no están familiarizados actualmente con la posibilidad de poner un motor de turboeje en régimen de espera durante el vuelo.

Un motor de turboeje de helicóptero comprende de una manera conocida un generador de gas y una turbina libre arrastrada por el generador de gas para suministrar potencia. El generador de gas está compuesto convencionalmente por compresores de aire conectados a una cámara de combustión que recibe el aire comprimido y suministra gas caliente a turbinas de expansión parcial del gas que arrastran los compresores por medio de ejes de giro. Los gases arrastran a continuación la turbina libre de transmisión de potencia. La turbina libre transmite potencia al rotor del helicóptero por medio de una caja de engranajes.

Los solicitantes han propuesto en las solicitudes FR1151717 y FR1359766, métodos para optimizar el consumo específico de los motores de turboeje de un helicóptero mediante la posibilidad de poner al menos un motor de turboeje en un régimen de vuelo estabilizado, o continuo, y al menos un motor de turboeje en un régimen de espera particular del que puede salir con urgencia o normalmente, según se desee. Se dice que una salida del régimen de espera es normal cuando un cambio de situación de vuelo requiere la activación del motor en régimen de espera, por ejemplo, cuando el helicóptero pasa de una situación de vuelo de crucero a una fase de aterrizaje. Tal salida del régimen de espera normal se efectúa durante un período de 10 segundos a 1 minuto. Se dice que una salida del régimen de espera es urgente cuando se produce una avería o una falta de potencia del motor activo o cuando las condiciones de vuelo se vuelven repentinamente difíciles. Dicha salida de emergencia tiene una duración inferior a 10s.

En particular, los solicitantes propusieron los siguientes dos regímenes de espera:

un régimen de espera, o de súper-ralentí normal, en el que la cámara de combustión está encendida y el eje del generador de gas gira a una velocidad comprendida entre el 20 y el 60% de la velocidad nominal,

un régimen de espera, o de súper-ralentí asistido, en el que la cámara de combustión está encendida y el eje del generador de gas gira, asistido mecánicamente, a una velocidad comprendida entre el 20 y el 60% de la velocidad nominal.

El régimen de súper-ralentí normal se ve penalizado por las temperaturas de operación, que son cada vez más altas conforme se pretende conseguir un ralentí cada vez más bajo.

El régimen de súper-ralentí asistido permite superar este problema de la temperatura de operación. Sin embargo, requiere el uso de una máquina de accionamiento, eléctrica o neumática y un acoplamiento correspondiente.

Además, actualmente existe el problema técnico de obtener un régimen de súper-ralentí que no esté asistido mecánicamente pero que no esté limitado por las temperaturas del motor de turboeje. Por tanto, existe el problema técnico de proporcionar un motor de turboeje que proporcione un régimen de súper-ralentí de este tipo.

Son conocidas las patentes de los EE. UU. US 3.660.976 y de la Gran Bretaña GB 1.201.767, que describen otros turbomotores de turbina libre.

3. Objetivos de la invención

El objetivo de la invención es proporcionar un motor de turboeje que pueda funcionar con un régimen de súper-ralentí, en el que la cámara de combustión esté encendida y el eje del generador de gas gire a una velocidad comprendida entre el 20 y el 60% de la velocidad nominal, que no esté penalizado por las temperaturas de funcionamiento del motor de turboeje ni asistido mecánicamente por un dispositivo de accionamiento exterior.

Por tanto, la invención tiene como objetivo proporcionar un motor de turboeje que pueda presentar un nuevo régimen de súper-ralentí.

La invención tiene además como objetivo proporcionar un helicóptero bimotor que comprende al menos un motor de turboeje según la invención.

La invención tiene además como objetivo proporcionar un método para optimizar el régimen de súper-ralentí a potencia nula de un helicóptero bimotor según la invención que comprende al menos un motor de turboeje según la invención.

4. Presentación de la invención

Para conseguir esto, la invención se refiere a un motor de turboeje que comprende un generador de gas adaptado para girar y una turbina libre arrastrada giratoriamente por los gases de dicho generador de gas, caracterizado por que comprende un dispositivo de acoplamiento mecánico espontáneo de dicho generador de gas y dicha turbina libre comprende al menos una rueda libre que conecta un primer eje que tiene una relación de reducción K1 con dicho generador de gas y un segundo eje que tiene una relación de reducción K2 con la turbina libre, dicha rueda libre está dispuesta de manera que dicha turbina libre arrastra espontáneamente dicho generador de gas, por medio de dichos ejes y dicha rueda libre, en cuanto la relación de la velocidad de giro de dicho generador de gas a la velocidad de giro de dicha turbina libre sea inferior a la relación K2/K1.

Un motor de turboeje según la invención permite, por tanto, forzar el arrastre del generador de gas por la turbina libre cuando se dan las condiciones predeterminadas. En otras palabras, un motor de turboeje según la invención equipado con un dispositivo de acoplamiento mecánico espontáneo del generador de gas y la turbina libre permite cambiar automáticamente, sin dispositivo de asistencia y/o de control exterior, al moto turboeje de una configuración llamada de turbinas libres a una configuración llamada de turbinas conectadas.

Por tanto, un motor de turboeje según la invención puede ser puesto a un régimen de súper-ralentí durante el que la turbina libre arrastra al generador de gas, lo que permite reducir las temperaturas de las partes calientes del motor de turboeje y reducir el consumo de combustible.

Además, el funcionamiento de las turbinas conectadas cerca del ralentí mejora el rendimiento transitorio, especialmente en caso de una caída de vueltas del rotor durante una puesta a paso rápido. De hecho, el generador de gas gira entonces a una velocidad superior a la velocidad necesaria a potencia nula en el modo de turbina libre. De esta manera, el motor produce muy rápidamente una potencia significativa en la turbina libre, correspondiente al valor que tendría el motor de turboeje de turbina libre a esta velocidad, aumentando la potencia suplementaria debido al hecho de que se alcanza rápidamente el límite de aceleración, antes de que la turbina de gas haya comenzado a acelerar.

A lo largo de la memoria, la expresión "eje" significa un medio adaptado para ser hecho girar y transmitir un par de torsión. Por tanto, puede ser un eje que se extiende longitudinalmente, pero también un simple piñón de engranaje.

Las relaciones de reducción K1 y K2 son elegidas de tal manera que cuando la relación de la velocidad de giro del generador de gas a la velocidad de giro de la turbina libre es superior a la relación K2/K1, el motor de turboeje se encuentra en la configuración de turbina libre, el generador de gas y la turbina libre no están conectados mecánicamente. En cuanto la relación entre la velocidad de giro del generador de gas y la velocidad de giro de la turbina libre es inferior a la relación K2/K1, la turbina libre hace que gire el generador de gas y el motor de turboeje cambia a una configuración de turbinas conectadas.

Ventajosamente y según la invención, dicho dispositivo de acoplamiento mecánico espontáneo está adaptado para conectar mecánica y espontáneamente dicho generador de gas y dicha turbina libre en cuanto dicha relación de transmisión es inferior a la relación K2/K1 y para separar espontáneamente dicho generador de gas y dicha turbina libre en cuanto dicha relación de velocidades es superior a la relación K2/K1.

Ventajosamente y según la invención, el motor de turboeje comprende un generador-arrancador conectado a un eje intermedio y dicho dispositivo de acoplamiento comprende dos ruedas libres que conectan respectivamente dicho eje intermedio con dicho primer eje que tiene una relación de reducción K1 con dicho generador de gas y dicho segundo eje que tiene una relación de reducción K2 con la turbina libre, dichas ruedas están dispuestas de tal manera que dicha turbina libre arrastra espontáneamente dicho generador de gas, por medio de dichos ejes y dichas ruedas libres, en cuanto dicha relación de velocidades es inferior a la relación K2/K1.

La invención se refiere también a un helicóptero bimotor que comprende al menos un motor de turboeje según la invención.

La invención se refiere también a un método para optimizar el régimen de súper-ralentí a potencia nula de un helicóptero bimotor que comprende al menos un motor de turboeje que comprende un generador de gas adaptado para ser hecho girar y una turbina libre arrastrada giratoriamente por los gases de dicho generador de gas, caracterizado por que comprende una etapa de acoplamiento mecánico espontáneo de dicho generador de gas y de dicha turbina libre conectando por medio de una rueda libre un primer eje que presenta una relación de reducción K1 con dicho generador de gas y un segundo eje presenta una relación de reducción K2 con la turbina libre, dicha rueda libre está dispuesta de manera que dicha turbina libre arrastra espontáneamente dicho generador de gas en cuanto dicha relación de velocidades es inferior a la relación K2/K1.

Ventajosamente y según la invención, el acoplamiento mecánico se obtiene conectando, mediante una rueda libre, un primer eje que tiene una relación de reducción K1 con dicho generador de gas y un segundo eje que tiene una relación de reducción K2 con la turbina libre, dicha rueda libre está dispuesta de manera que dicha turbina libre arrastra espontáneamente dicho generador de gas en cuanto dicha relación de velocidades es inferior a la relación K2/K1.

Ventajosamente y según la invención, el acoplamiento mecánico se obtiene conectando, mediante dos ruedas libres, un eje intermedio conectado a un generador-arrancador respectivamente a dicho primer eje que tiene una relación de reducción K1 con dicho generador de gas y a dicho segundo eje que tiene una relación de reducción K2 con la turbina libre, dichas ruedas están dispuestas de manera que dicha turbina libre arrastra espontáneamente dicho generador de gas en cuanto dicha relación de velocidades es inferior a la relación K2/K1.

La invención se refiere también a un motor de turboeje, un helicóptero y un método para optimizar el régimen de súper-ralentí a potencia nula, caracterizados por la combinación de todas o de parte de las características mencionadas anteriormente o a continuación.

5. Lista de Figuras

Otros objetivos, características y ventajas de la invención resultarán evidentes de la lectura de la siguiente descripción ofrecida únicamente a modo de ejemplo no limitador y que se refiere a las Figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 es una vista esquemática de un motor de turboeje según una primera realización de la invención,

La Figura 2 es una vista esquemática de un motor de turboeje según una segunda realización de la invención.

6. Descripción detallada de una realización de la invención

Un motor de turboeje según la invención comprende, tal como se muestra en las Figuras, un generador de gas 5 y una turbina libre 6 alimentada por el generador de gas 5. Un generador de gas 5 comprende de manera conocida al menos un compresor de aire 7 conectado a una cámara de combustión 8 de un combustible en el seno del aire comprimido que suministra gases calientes y al menos una turbina 9 para la expansión parcial de los gases que hacen que el compresor 7 gire por medio de un eje de accionamiento 10. Los gases arrastran a continuación la turbina libre 6 de transmisión de potencia. Esta turbina libre 6 comprende un eje de transmisión de potencia 11 conectado a una caja de transmisión de potencia, no mostrada en las Figuras, por medio de una rueda libre 12. Esta rueda libre 12 impide que un bloqueo mecánico del motor de turboeje accione un bloqueo mecánico de la caja de transmisión de potencia y por extensión del rotor del helicóptero en el que está montado el motor de turboeje.

Un motor de turboeje según la invención comprende además un dispositivo 20 para el acoplamiento mecánico del generador de gas 5 y la turbina libre 6 adaptado para conectar mecánica y espontáneamente el generador de gas 5 y la turbina libre 6 en cuanto la relación de la velocidad de giro del eje 10 del generador de gas 5 con la velocidad de giro del eje 11 de la turbina libre 6 es inferior a un valor de umbral predeterminado y para separar espontáneamente el generador de gas 5 y la turbina libre 6 en cuanto la relación es superior a este valor de umbral predeterminado.

Según una primera realización y tal como se muestra en la Figura 1, este dispositivo de acoplamiento 20 comprende un eje 22 conectado mecánicamente al eje 10 del generador de gas 5. Estos ejes 22 y 10 tienen entre sí una relación de reducción K1.

El dispositivo de acoplamiento 20 comprende además un eje 23 conectado mecánicamente al eje 11 de la turbina libre 6. Estos ejes 23 y 11 tienen entre sí una relación de reducción K2.

El dispositivo 20 comprende además una rueda libre 21 dispuesta entre los ejes 22 y 23.

Por tanto, la velocidad de giro del eje 22 es igual a K1.NGG, donde NGG es la velocidad de giro del eje 10 del generador de gas 5.

La velocidad de giro del eje 23 es igual a K2.NTL, donde NTL es la velocidad de giro del eje 11 de la turbina libre 6.

La rueda libre 21 está orientada de tal manera que el eje 23 puede arrastrar al eje 22 por medio de esta rueda libre 21.

Si la velocidad de giro del eje 23 es inferior a la velocidad de giro del eje 22, los dos ejes son independientes. De lo contrario, los dos ejes están conectados.

En otras palabras, los ejes son independientes si se cumple la ecuación siguiente: K2.NTL<K1.NGG. Por tanto, los ejes son independientes si se cumple la relación NGG/NTL> K2/K1.

Si la relación de velocidad es inferior o igual a K2/K1, entonces se transmite un par motor desde la turbina libre 6 al generador de gas 5.

En otras palabras, el dispositivo de acoplamiento 20 descrito en relación a la Figura 1 permite unir mecánica y espontáneamente el generador de gas 5 y la turbina libre 6 en cuanto la relación NGG/NTL es inferior o igual a K2/K1, que hace entonces de valor de umbral predeterminado. El dispositivo permite también separar espontáneamente el generador de gas 5 y la turbina libre 6 en cuanto la relación NGG/NTL es superior a K2/K1.

Según una realización, los valores de K1 y K2 son respectivamente 0,2567 y 0,2725.

Según una segunda realización y tal como se representa en la Figura 2, el motor de turboeje comprende además un generador-arrancador 30. En este caso, el dispositivo de acoplamiento comprende además de los ejes 22 y 23 descritos haciendo referencia a la Figura 1, un eje intermedio 25 conectado al generador-arrancador 30.

El dispositivo de acoplamiento 20 comprende además una primera rueda libre 26 que conecta el eje intermedio 25 al eje 23. Comprende además una segunda rueda libre 24 que conecta el eje intermedio 25 al eje 22.

De la misma manera que para la realización de la Figura 1, la velocidad de giro del eje 22 es igual a K1.NGG y la velocidad de giro del eje 23 es igual a K2.NTL.

Las ruedas libres 26, 24 están orientadas de tal manera que el eje intermedio 25 conectado al generador-arrancador 30 está adaptado para arrastrar al eje 22, y el eje 23 está adaptado para arrastrar al eje intermedio 25 conectado al generador-arrancador 30.

Las dos ruedas libres 26, 24 arrastran simultáneamente si la relación NGG/NTL es igual a K2/K1.

Si la relación NGG/NTL es inferior o igual a K2/K1, entonces los ejes 10, 11 están conectados mecánicamente y se transmite un par motor desde la turbina libre 6 al generador de gas 5.

Si la relación NGG/NTL es superior a K2/K1, entonces los ejes son mecánicamente independientes.

El generador-arrancador 30 es arrastrado por la turbina libre (caso de funcionamiento como generador) o arrastra al generador de gas (caso de funcionamiento como arrancador). De esta manera, el dispositivo proporciona también la función de conmutación automática GG - TL (Generador de gas - Turbina libre) de acoplamiento del generador-arrancador 30 al generador de gas durante el arranque y con el eje 11 de la turbina libre durante la operación como generador.

En otras palabras, el dispositivo de acoplamiento 20 descrito respecto a la Figura 2 permite conectar también mecánica y espontáneamente el generador de gas 5 y la turbina libre 6 siempre que la relación NGG/NTL sea inferior o igual a K2/K1. El dispositivo permite también separar espontáneamente el generador de gas 5 y la turbina libre 6 en cuanto

la relación NGG/NTL es superior a K2/K1. Además, en esta realización, es posible realizar la función de generador y/o arrancador.

La invención se refiere también a un método para optimizar el régimen de súper-ralentí a potencia nula de un helicóptero bimotor que comprende al menos un motor de turboeje según una de las realizaciones descritas.

Dicho método comprende, por tanto, una etapa de acoplamiento mecánico espontáneo del generador de gas 5 y la turbina libre 6 en cuanto la relación de la velocidad de giro del generador de gas a la velocidad de giro de la turbina libre alcanza el valor K2/K1.

Un método según la invención es implementado ventajosamente mediante un motor de turboeje según una de las realizaciones descritas. Un motor de turboeje según una de las realizaciones descritas implementa ventajosamente un método según la invención.

REIVINDICACIONES

1. Motor de turboeje comprendiendo un generador de gas (5) adaptado para ser hecho girar y una turbina libre (6) arrastrada giratoriamente por los gases de dicho generador de gas (5), caracterizado por que comprende un dispositivo (20) para el acoplamiento mecánico espontáneo de dicho generador de gas (5) y de dicha turbina libre (6) comprendiendo al menos una rueda libre (21) que conecta un primer eje (22) que tiene una relación de reducción K1 con dicho generador de gas y un segundo eje (23) que tiene una relación de reducción K2 con la turbina libre (6), dicha rueda libre (21) está dispuesta de tal manera que dicha turbina libre (6) arrastra espontáneamente dicho generador de gas (5), por medio de dichos ejes y de dicha rueda libre (21), en cuanto la relación de velocidad de giro (NGG) de dicho generador de gas (5) a la velocidad de giro (NTL) de dicha turbina libre es inferior a la relación K2/K1.

2. Motor de turboeje según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho dispositivo de acoplamiento mecánico espontáneo (20) está adaptado para conectar mecánica y espontáneamente dicho generador de gas (5) y dicha turbina libre (6), en cuanto dicha relación de velocidades es inferior a la relación K2/K1 y para separar espontáneamente dicho generador de gas (5) y dicha turbina libre (6) en cuanto dicha relación de velocidades es superior a la relación K2/K1.

3. Motor de turboeje según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que comprende un generador-arrancador (30) conectado a un eje intermedio (25) y porque dicho dispositivo de acoplamiento (20) comprende dos ruedas libres (24, 26) que conectan respectivamente dicho eje intermedio (25) con dicho primer eje (22) teniendo una relación de reducción K1 con dicho generador de gas (5) y teniendo dicho segundo eje (23) una relación de reducción K2 con la turbina libre (6), estando dichas ruedas (24, 26) dispuestas de tal manera que dicha turbina libre (6) arrastra espontáneamente dicho generador de gas (5), por medio de dichos ejes y dichas ruedas libres, en cuanto dicha relación de velocidades (NGG/NTL) es inferior a la relación K2/K1.

4. Helicóptero bimotor caracterizado por que comprende al menos un motor de turboeje según una de las reivindicaciones 1 a 3.

5. Método para optimizar la velocidad del súper-ralentí a potencia nula de un helicóptero bimotor que comprende al menos un motor de turboeje que comprende un generador de gas (5) adaptado para ser hecho girar y una turbina libre (6) arrastrada giratoriamente por los gases de dicho generador de gas (5), caracterizado por que comprende una etapa de acoplamiento mecánico espontáneo de dicho generador de gas (5) y de dicha turbina libre (6) conectando por medio de una rueda libre (21) un primer eje (22) que tiene una relación de reducción K1 con dicho generador de gas (5) y un segundo eje (23) que tiene una relación de reducción K2 con la turbina libre (6), estando dispuesta dicha rueda libre (21) de tal manera que dicha turbina libre (6) arrastra espontáneamente dicho generador de gas (5) en cuanto dicha relación de velocidades (NGG/NTL) es inferior a la relación K2/K1.

6. Método de optimización según la reivindicación 5, caracterizado por que dicho acoplamiento mecánico se obtiene conectando por medio de dos ruedas libres (23, 24) un eje intermedio (25) conectado a un generador-arrancador (30) respectivamente a dicho primer eje (22) que tiene una relación de reducción K1 con dicho generador de gas (5) y a dicho segundo eje (23) que tiene una relación de reducción K2 con la turbina libre (6), estando dispuestas dichas ruedas (23, 24) de tal manera que dicha turbina libre (6) arrastra espontáneamente dicho generador de gas (5) en cuanto dicha relación de velocidades (NGG/NTL) es inferior a la relación K2/K1.

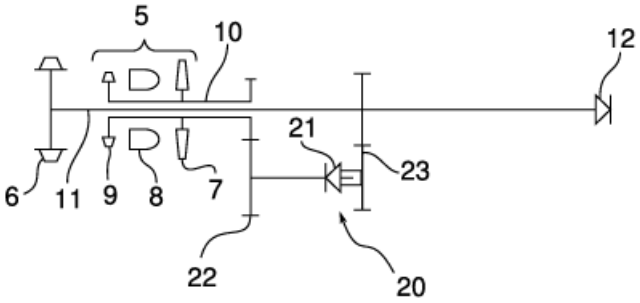

Figura 1

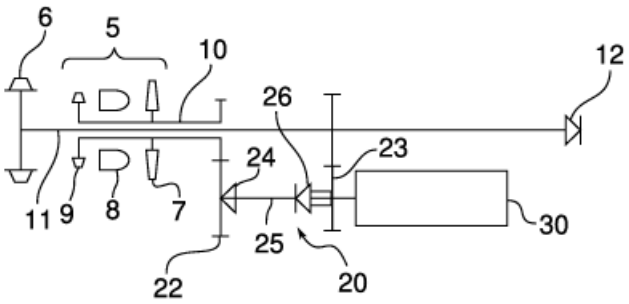

Figura 2