

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 954 938**

51 Int. Cl.:

**F01D 15/10** (2006.01)

**F02C 6/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2016 PCT/FI2016/050183**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16151199**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2016 E 16718384 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2023 EP 3274563**

54 Título: **Disposición de turbina de gas de doble eje**

30 Prioridad:

**23.03.2015 GB 201504837**

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

**27.11.2023**

73 Titular/es:

**AURELIA TURBINES OY (100.0%)**

**Höyläkatu 1**

**53500 Lappeenranta, FI**

72 Inventor/es:

**MALKAMÄKI, MATTI;**

**BACKMAN, JARI;**

**HONKATUKIA, JUHA y**

**JAATINEN-VÄRRI, AHTI**

74 Agente/Representante:

**FERNÁNDEZ POU, Felipe**

ES 2 954 938 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

Disposición de turbina de gas de doble eje

## 5 Campo técnico

La invención se refiere en general al campo técnico de la generación de energía eléctrica mediante la utilización de plantas de turbinas de gas. Especialmente, la invención se refiere a plantas de turbinas de gas estacionarias con base en tierra o plantas de turbinas de gas con base marina con una disposición de turbina de gas de doble eje para generar energía eléctrica para suministrar una carga.

## Antecedentes

La producción de energía eléctrica está pasando en estos momentos por grandes cambios. La contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético han ganado cada vez más atención. Al mismo tiempo que la producción de energía eléctrica avanza hacia la producción de energía basada en energías renovables, la red eléctrica también se enfrenta a nuevos desafíos. Anteriormente, las centrales eléctricas conectadas a la red eléctrica eran muy grandes, como las centrales nucleares, las grandes centrales eléctricas de carbón, etc. Esta generación de energía eléctrica centralizada, por supuesto, provoca pérdidas en la red eléctrica porque la energía debe transferirse a largas distancias.

La generación de energía distribuida está más cerca del consumo y, por lo tanto, se producen pérdidas menores en la red eléctrica debido a las distancias más cortas sobre las que se transfiere la energía en comparación con la generación de energía centralizada. A diferencia de las plantas de generación de energía centralizada que normalmente operan a su potencia nominal, las plantas de generación de energía distribuida deben poder ajustar constantemente su operación y potencia de salida en función de la demanda de carga. Esto es especialmente importante si la red eléctrica se bloquea para alimentar o recibir energía, como en el caso de condiciones de isla durante las cuales la generación de energía y el consumo de energía deben ser iguales típicamente en un área bastante pequeña donde la red eléctrica es típicamente débil. En estos casos, la operación depende completamente del control y la operación de una sola unidad de generación de energía o de unas pocas unidades de generación de energía. Por lo tanto, es de suma importancia contar con plantas de energía que puedan funcionar con alta eficiencia también en condiciones de carga parcial y que puedan ajustar su producción rápidamente.

Una de las principales razones por las que la cantidad de producción de energía distribuida no ha aumentado más es el mayor precio de la energía producida por estos sistemas en comparación con, por ejemplo, el precio de la electricidad de la red. Esto se debe típicamente a una menor eficiencia eléctrica en comparación con las grandes centrales eléctricas. Las plantas de motores de gas y de turbinas de gas, que se utilizan cada vez más en la producción de energía eléctrica, son buenos ejemplos de plantas de energía que se pueden utilizar en la generación de energía distribuida.

Las plantas de turbinas de gas normalmente se diseñan para operar al 100 por ciento de la carga nominal, es decir, el punto de diseño. Hoy en día, las eficiencias de producción eléctrica de las turbinas de gas comerciales en sus puntos de diseño están en torno al 40 por ciento, especialmente, en las plantas con potencia eléctrica inferior a 20 megavatios. La eficiencia eléctrica, que en sí misma no es muy alta, disminuye rápidamente si la turbina de gas funciona en condiciones de carga parcial, es decir, en condiciones de carga inferiores al 100 por ciento de la carga nominal.

Una planta de energía de turbina de gas típica comprende un compresor, una cámara de combustión, una turbina y un generador eléctrico. El compresor y la turbina están montados en el mismo vástago y forman un solo eje. El generador también está montado en el vástago. No obstante, parte de la técnica anterior describe soluciones con turbinas de gas que tienen doble eje. La disposición de doble eje ofrece una eficiencia potencialmente mejor que un sistema de un solo eje porque se puede producir más energía con la misma temperatura de entrada de la turbina en comparación con un sistema de un solo eje.

Normalmente, los dobles ejes de las turbinas de gas son diferentes en el sentido de que hay un eje de alta presión y un eje de baja presión. El eje de baja presión generalmente está conectado al generador eléctrico principal, mientras que el eje de alta presión funciona como un eje de compresión de gas. Estos tipos de diseños de doble eje están disponibles a partir de aproximadamente 15 megavatios y más. En estos diseños de doble eje, el diseño de impulsores de turbina puede volverse más desafiante debido a su tamaño y efecto en la dinámica del rotor. La alta relación a la que cambia la velocidad de los ejes entre sí complica aún más el diseño y el control del sistema.

En algunos intentos de soluciones de las plantas de turbinas de gas, se han utilizado doble eje en los que ambos ejes tienen generadores eléctricos acoplados a sus vástagos. En estas soluciones, la potencia extraída de la planta de turbinas de gas se ha obtenido principalmente de un único generador eléctrico, es decir, un generador principal, y el otro generador ha estado trabajando como motor/generador auxiliar, normalmente con una potencia nominal inferior a la del generador principal y con una velocidad de rotación en un rango de velocidad diferente al del

5 generador principal. También existen soluciones en las que ambos generadores eléctricos se han utilizado principalmente para controlar el funcionamiento de la planta de turbinas de gas, por lo que ambos generadores son motores/generadores auxiliares, mientras que la potencia extraída de la planta de turbinas de gas se obtiene principalmente de un eje de turbina libre adicional al que se conecta un generador adicional, que en estos casos funciona como generador principal.

10 La alta velocidad de los ejes, en general, puede introducir dificultades y desgastar rápidamente los cojinetes y provocar elevadas pérdidas por fricción. Especialmente en la generación de energía distribuida, la potencia de salida de la planta de generación de energía debe poder cambiarse rápidamente. En turbinas de gas típicas, el control puede no ser lo suficientemente rápido para reaccionar ante todos los cambios de carga o cambios en la producción de otras plantas de generación de energía. En las turbinas de gas, las capacidades de control pueden verse afectadas por el diseño, por ejemplo, las propiedades dinámicas relacionadas con los álabes y los impulsores, así como la estructura y el control de los generadores.

15 El documento US 2012/223531 A1 presenta una planta de energía que incluye un motor acoplado a un primer generador y un segundo generador. El primer generador incluye un generador síncrono en donde el primer generador está configurado para proporcionar potencia reactiva al segundo generador. El segundo generador incluye un generador de inducción. Uno o más sensores están configurados para medir una salida de corriente y una salida de voltaje del primer y segundo generador, y un controlador está configurado para determinar un factor de potencia para la planta de energía en base a la salida de corriente y las salidas de voltaje medidas. Basándose en el factor de potencia determinado, el controlador ajusta la potencia reactiva proporcionada desde el primer generador al segundo generador de modo que el factor de potencia se mantenga en un valor predeterminado.

20 El documento US 2002/152754 A1 presenta una turbina de gas que es capaz de operar en más de un modo de presión. La turbina de gas, que puede incluir un solo eje fijo, múltiples ejes fijos o una combinación de eje(s) fijo(s) y una turbina libre, puede operar en un modo de presión positiva, un modo transatmosférico o un modo subatmosférico. Se proporcionan válvulas para controlar el modo de operación de presión particular en respuesta a los requisitos del sistema y para cambiar entre los modos de presión según sea necesario. La turbina de gas es particularmente útil con una cámara de combustión catalítica en la que la turbina de gas se puede arrancar en un modo en donde la cámara de combustión catalítica y su precalentador asociado están a la presión atmosférica o por debajo de ella.

#### Resumen

35 Un objetivo de la invención es presentar una disposición para paliar una o más de las desventajas antes mencionadas relacionadas con la producción de energía eléctrica usando turbinas de gas, en particular, para proporcionar una alta eficiencia también en condiciones de carga parcial. Los objetivos de la invención se alcanzan mediante la disposición definida en la respectiva reivindicación independiente. Las realizaciones preferidas de la invención se revelan en las reivindicaciones dependientes.

40 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona una disposición de turbina de gas estacionaria en tierra o en el mar para generar energía eléctrica para suministrar una carga, en donde dicha carga es externa con respecto a la disposición, se proporciona como se establece en la reivindicación 1. La disposición comprende doble eje: un segundo eje que incluye un segundo vástago, un segundo compresor para comprimir el gas de entrada y una segunda turbina montada en el segundo vástago; y un primer eje que incluye un primer vástago, un primer compresor para comprimir más gas comprimido del segundo compresor y una primera turbina montada en el primer vástago. La disposición comprende además una primera cámara de combustión operable para quemar o hacer reaccionar una mezcla de combustible de modo que el gas comprimido adicionalmente del primer compresor se convierta en gas con temperatura elevada que se expande en la primera turbina para producir energía mecánica. La disposición comprende que la segunda turbina esté dispuesta para recibir gas expandido con temperatura elevada desde la primera turbina y para expandir aún más dicho gas expandido con temperatura elevada para producir energía mecánica, pudiendo girar el segundo eje independientemente del primer eje. El primer compresor está dispuesto para recibir dicho gas comprimido desde el segundo compresor y para comprimir más dicho gas comprimido, pudiendo girar el primer eje independientemente del segundo eje. La disposición también comprende solo dos generadores eléctricos: un primer generador acoplado directamente al primer vástago para ser accionado de manera rotativa, girando el primer generador a la misma velocidad que el primer vástago y operable para generar una corriente eléctrica alterna dispuesta para ser suministrada a dicha carga; y un segundo generador acoplado directamente al segundo vástago para ser accionado de forma giratoria, girando el segundo generador a la misma velocidad que el segundo vástago y operable para generar una corriente eléctrica alterna dispuesta para ser suministrada a dicha carga. La disposición también comprende el primer generador y el segundo generador que tienen valores nominales de potencia sustancialmente iguales y las partes giratorias del primer generador y el segundo generador tienen valores nominales de velocidad de rotación sustancialmente iguales. Además, la disposición comprende al menos el 60 por ciento de una potencia de salida total suministrada a dicha carga en forma de potencia eléctrica y rotacional generada por los dos generadores eléctricos, donde la potencia de salida total es una suma de la potencia eléctrica y rotacional suministrada a dicha carga por la disposición.

5 Especialmente, la invención se refiere a la disposición mencionada anteriormente en combinación con una planta de turbina de gas estacionaria con base en tierra o una planta de turbina de gas con base marina, es decir, específicamente la invención se refiere a plantas estacionarias de turbina de gas con base en tierra o en el mar con una disposición de turbina de gas de múltiples ejes para generar energía eléctrica para el suministro de una carga externa.

10 Dicha carga externa con respecto a la disposición y en la que dicha carga se va a suministrar la energía eléctrica puede ser una red eléctrica o una carga eléctrica independiente tal como un sistema de suministro eléctrico de un hospital o una planta industrial o una carga residencial.

15 Las plantas de turbinas de gas con base marina también pueden usarse en combinación con un sistema de suministro eléctrico de un barco y/o una parte de motor eléctrico de un sistema de propulsión marino de un barco.

20 La disposición puede comprender un primer intercambiador de calor dispuesto para recibir dicho gas comprimido adicionalmente del primer compresor y gas expandido adicionalmente con temperatura elevada de la segunda turbina, el primer intercambiador de calor que provoca la transferencia de calor desde dicho gas expandido adicionalmente con temperatura elevada a dicho gas comprimido adicionalmente para precalentar dicho gas comprimido adicionalmente antes de la combustión en la primera cámara de combustión.

25 La disposición puede comprender un segundo intercambiador de calor dispuesto para recibir dicho gas comprimido a transferir al primer compresor y medio de enfriamiento desde una fuente externa para disminuir la temperatura de dicho gas comprimido.

30 la disposición puede comprender un segundo cámara de combustión operable para quemar o hacer reaccionar una mezcla de combustible, la segunda cámara de combustión dispuesto para recalentar dicho gas expandido con temperatura elevada y, después de recalentar, transferir dicho gas expandido con temperatura elevada a la segunda turbina.

35 La disposición puede comprender el primer compresor y la primera turbina montados en el primer vástago y separados entre sí solo por un elemento plano colocado entre el primer compresor y la primera turbina en donde un plano definido por el elemento plano es perpendicular a un eje longitudinal del primer vástago.

40 La disposición puede comprender que el segundo compresor y la segunda turbina estén montados en el segundo vástago y separados entre sí solo por un elemento plano colocado entre el segundo compresor y la segunda turbina en donde un plano definido por el elemento plano es perpendicular a un eje longitudinal del segundo vástago.

45 La disposición puede comprender un elemento plano que sea un elemento plano parcialmente hueco dispuesto de modo que el aire pueda fluir dentro del elemento plano parcialmente hueco proporcionando enfriamiento para el elemento plano parcialmente hueco.

50 La disposición puede comprender que la primera cámara de combustión y/o la segunda cámara de combustión sean cámaras de combustión alimentadas externamente.

55 La disposición puede comprender además un sistema auxiliar que comprende una fuente de energía para hacer funcionar la disposición de la planta de turbina de gas durante condiciones anormales predefinidas (prepensadas) tales como una interrupción en la red eléctrica o en caso de una interrupción de mantenimiento planificada.

60 La disposición puede comprender la primera cámara de combustión que comprende un sistema de encendido y un sistema de inyección de combustible.

65 La disposición puede comprender un sistema de control para controlar una operación de la disposición de la planta de turbina de gas.

La disposición puede comprender que el primer compresor y/o el segundo compresor sean compresores centrífugos.

La disposición puede comprender que la primera turbina y/o la segunda turbina sean turbinas radiales.

La disposición puede comprender un quemador dispuesto en comunicación de fluidos con la disposición de turbina de gas en donde dicho gas expandido adicionalmente con temperatura elevada procedente de la segunda turbina o dicho gas a temperatura elevada procedente del primer intercambiador de calor se utilizan en el quemador.

La disposición puede comprender un proceso de utilización de calor dispuesto en comunicación de fluidos con la disposición de turbina de gas en la que el medio de enfriamiento del segundo intercambiador de calor, si es agua, se inyecta al proceso de utilización de calor y se utiliza para calentar.

La disposición comprende el primer generador y el segundo generador que tienen potencias nominales

sustancialmente iguales que difieren como máximo diez por ciento entre sí en relación con la potencia nominal del generador con la clasificación de potencia nominal más alta, y las partes giratorias del primer generador y el segundo generador que tienen velocidades de rotación nominales sustancialmente iguales que difieren como máximo diez por ciento entre sí en relación con la velocidad nominal del generador con velocidad nominal más alta.

5 La disposición puede comprender al menos parte de la corriente eléctrica alterna dispuesta para ser utilizada en el autoconsumo de la disposición tal como para operar el sistema de control o los cojinetes magnéticos activos.

10 Una ventaja de la disposición según la presente invención es que la disposición sugerida de dos ejes proporciona un control independiente de la salida eléctrica de los generadores y, por tanto, el sistema se puede utilizar de forma más eficaz que un sistema de un solo eje. Debido a que ambos generadores tienen valores nominales de potencia sustancialmente iguales y la velocidad de rotación de las partes giratorias de los generadores también es sustancialmente igual, los cambios en la velocidad de un generador no provocan grandes cambios en otro. Esto facilitará el diseño de la operación y control del sistema. Además, debido a que los tamaños de los generadores son sustancialmente iguales, la velocidad de rotación de ninguno se vuelve particularmente alta, lo que conduce a menores pérdidas de energía en comparación con una solución con dos generadores de tamaño significativamente diferente. Como ventaja adicional, el tamaño del impulsor de la turbina de baja presión, es decir, la segunda turbina es más pequeño que en el caso de una turbina de gas típica con eje de alta presión de alta velocidad y un eje de baja presión que gira significativamente más lento. Esto facilitará aún más el diseño de las propiedades dinámicas relacionadas con el eje de baja presión.

25 Las realizaciones ejemplares de la invención presentadas en esta solicitud de patente no deben interpretarse como que imponen limitaciones a la aplicabilidad de las reivindicaciones adjuntas. El verbo "comprender" se usa en esta solicitud de patente como una limitación abierta que no excluye la existencia de características también no recitadas.

Las características enumeradas en las reivindicaciones dependientes se pueden combinar libremente entre sí a menos que se indique explícitamente lo contrario.

30 Las características novedosas que se consideran características de la invención se exponen en particular en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, la invención en sí misma, tanto en cuanto a su construcción como a su método de funcionamiento, junto con objetivos y ventajas adicionales de la misma, se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción de realizaciones específicas cuando se lea en relación con los dibujos adjuntos.

35 Los términos "primero" y "segundo" se utilizan aquí para distinguir un elemento de otro elemento, y no para priorizarlos u ordenarlos especialmente, a menos que se indique explícitamente lo contrario.

Un enfoque similar también puede ser proporcionar energía eléctrica a un motor eléctrico de un tren o maquinaria pesada. Sin embargo, puede haber ventajas disímiles debido a la diferencia en la demanda de potencia de las turbinas de gas.

40 Breve descripción de las figuras

45 Algunas realizaciones de la invención se ilustran a modo de ejemplo y no a modo de limitación en las figuras de los dibujos adjuntos.

La Figura 1 ilustra esquemáticamente una disposición de turbina de gas según una realización de la presente invención.

50 La Figura 2 ilustra esquemáticamente una disposición de turbina de gas según una realización preferida de la presente invención.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un elemento plano dispuesto entre un compresor y una turbina utilizado en una realización de la presente invención.

55 La Figura 4 ilustra una planta de turbina de gas dispuesta en comunicación de fluidos con un proceso externo que utiliza el calor de la turbina de gas según una realización de la presente invención.

Descripción detallada

60 La presente invención se refiere preferentemente a una disposición para producir energía eléctrica para suministrar una carga mediante la utilización de turbinas de gas terrestres estacionarias en combinación con una planta de turbinas de gas terrestre estacionaria. La presente divulgación también contiene turbinas de gas marinas para ser utilizadas en plantas de turbinas de gas marinas. Las turbinas de gas terrestres se refieren a cualquier aplicación estacionaria que utilice turbinas de gas en tierra para producir energía eléctrica, como centrales eléctricas conectadas a una red eléctrica o a una carga eléctrica independiente, como un sistema de suministro eléctrico de un hospital, una planta industrial o una carga residencial. Las turbinas de gas con base marina para producir energía

65

eléctrica se refieren a turbinas de gas que se utilizan en aplicaciones marinas para producir energía eléctrica, por ejemplo, en una planta de turbinas de gas con base marina.

Los compresores utilizados en las realizaciones según la presente invención pueden ser preferentemente del tipo centrífugo, pero también del tipo axial o de cualquier otro tipo capaz de aumentar la presión del fluido que circula por el compresor. Los materiales utilizados en los compresores y, especialmente, en sus álabes pueden ser, por ejemplo, pero sin limitarse a ellos, aluminio, aleaciones de titanio o aleaciones de acero martensítico. También puede haber recubrimientos específicos para mejorar la resistencia a la erosión de los álabes y permitir que se utilicen temperaturas más altas.

Las turbinas utilizadas en las realizaciones según la presente invención pueden ser, preferentemente, de tipo radial pero también pueden ser de tipo axial o cualquier otro tipo capaz de dejar fluir el fluido a través de las turbinas y así producir energía mecánica. Los materiales utilizados en las turbinas y, especialmente, en sus álabes pueden ser, por ejemplo, pero sin limitación, aleaciones basadas en hierro o níquel que se producen utilizando metalurgia de lingotes convencional o metalurgia de polvos. También se pueden usar materiales cerámicos en las turbinas. También puede haber recubrimientos específicos para mejorar la resistencia a la erosión de los álabes y permitir que se utilicen temperaturas más altas.

Los intercambiadores de calor usados en las realizaciones de acuerdo con la presente invención pueden, preferiblemente, ser del tipo de flujo a contracorriente, pero también pueden ser cualquier otro tipo de intercambiador de calor operable para transferir el calor desde una fuente de calor con temperatura más alta al aire que ingresa al intercambiador de calor. La fuente de calor con mayor temperatura puede ser, por ejemplo, el gas caliente que sale de algunas de las turbinas. Los intercambiadores de calor también se pueden usar para enfriar el aire en la turbina de gas usando un medio de enfriamiento con una temperatura más baja para eliminar parte del calor en el aire que fluye en la turbina de gas. El medio de enfriamiento utilizado puede ser, por ejemplo, un líquido como agua o cualquier otro fluido. Los materiales usados en la producción de intercambiadores de calor pueden ser cualquier material que resista las temperaturas y presiones elevadas y que tenga conductividades térmicas típicamente altas. Estos pueden ser, por ejemplo, pero sin limitación, aleaciones basadas en acero inoxidable o basadas en níquel-cromo.

Los cámaras de combustión utilizados en las realizaciones según la presente invención pueden ser cualquier tipo de cámara de combustión que funcione para quemar la mezcla de aire y combustible para producir gas caliente. Puede ser un cámara de combustión de tipo lata simple o un cámara de combustión con una estructura más complicada. Puede ser de cámara de combustión canular, anular o de doble anular. Los cámaras de combustión, preferiblemente, comprenden un sistema de inyección de combustible y de encendido operable para quemar la mezcla de aire y combustible. Preferiblemente, la cantidad de combustible inyectado por el sistema de inyección de combustible puede controlarse mediante el sistema de control de la turbina de gas. El sistema de inyección de combustible puede ser, por ejemplo, un sistema de inyección de combustible presurizado que tiene un sistema de pulverización con boquillas de pulverización a través de las cuales se bombea el combustible a presión. Si el combustible usado en la cámara de combustión requiere la utilización del aire de atomización u otros mecanismos de apoyo para lograr una combustión controlable y eficiente, estos también pueden incluirse en la cámara de combustión. El sistema de inyección de combustible puede incluir una o varias válvulas en serie o en paralelo para controlar el flujo del combustible.

Las cámaras de combustión también pueden incluir una cámara de combustión externa, en cuyo caso el calor generado por el mismo se transfiere al aire presurizado desde el primer compresor usando un intercambiador de calor integrado o instalado en conexión con la cámara de combustión externa. En consecuencia, el aire a presión aumenta de temperatura en su camino hacia la primera turbina. Por ejemplo, cuando el combustible utilizado no es adecuado para su uso en turbinas de gas, se puede preferir una cámara de combustión externa para evitar que entren partículas dañinas en el proceso de la turbina de gas.

El combustible inyectado se puede controlar en base a la cantidad deseada de potencia inyectada a la red eléctrica o a cualquier carga en conexión eléctrica con la turbina de gas. La inyección de combustible se puede controlar en base a otros parámetros, como, por ejemplo, voltaje, corriente, temperatura, presión o flujo másico. El cámara de combustión también puede ser del tipo de geometría variable. El tipo de cámara de combustión de geometría variable puede incluir un accionador con el que se puede alterar la geometría de la cámara de combustión. El cámara de combustión puede construirse usando una variedad de materiales que puedan soportar las temperaturas y presiones elevadas que se producen en el proceso de la turbina de gas. Estos materiales pueden ser, por ejemplo, pero sin limitación, aleaciones basadas en níquel o cobalto. También se pueden usar materiales cerámicos en los cámaras de combustión. También puede haber varios materiales de revestimiento de barrera térmica que sirvan como capa aislante para reducir las temperaturas de la base metálica subyacente.

El sistema de control, preferiblemente, incluye dispositivos electrónicos y electrónicos de potencia capaces de controlar el par y la velocidad de rotación de ambos generadores eléctricos. El sistema de control incluye rectificadores para que los generadores conviertan la corriente alterna (CA) generada por los generadores, en el caso de los generadores de CA, en corriente continua (CC) y luego un inversor o inversores para convertir la CC en

CA con la misma frecuencia que, por ejemplo, en la red eléctrica o una carga de CA o una carga eléctrica independiente, como un sistema de suministro eléctrico de un hospital, una planta industrial o una carga residencial. La corriente de CA generada por los generadores eléctricos G1, G2 puede, por tanto, suministrarse a la carga 200 a través de elementos como los descritos anteriormente y no alimentarse directamente a la carga. Las características de la CA también pueden cambiar antes de ser inyectada a la carga. El sistema de control puede ser capaz de recibir información de los sensores dispuestos para medir parámetros termodinámicos del sistema tales como temperaturas y presiones y/o parámetros eléctricos tales como corrientes y voltajes de los generadores, circuitos electrónicos de potencia, parámetros de los sistemas auxiliares o voltajes y corrientes en la red eléctrica o carga eléctrica autónoma en la que se inyecta la energía eléctrica generada por los generadores eléctricos G1, G2 de la turbina de gas. El sistema de control puede incluir bucles de retroalimentación, rutas de avance y puede basarse en una variedad de métodos de control tales como, por ejemplo, control escalar de voltios por hercio, control vectorial también conocido como control orientado al campo o control de par directo.

El sistema de control puede incluir, por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU), un elemento de memoria tal como, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y una unidad de comunicación. El software de control, como los algoritmos de control, se almacenan en la memoria y son ejecutados por la CPU. La unidad de comunicación, que puede utilizarse para enviar y/o recibir datos hacia/desde un sistema externo, puede comprender una antena y/o un puerto de comunicación para tecnología de comunicación por cable, por ejemplo, Ethernet u otra interfaz de red de área local (LAN). En el caso de la comunicación inalámbrica, el receptor puede utilizar, por ejemplo, tecnologías de radiofrecuencia como red de área local inalámbrica (WLAN), sistema global para comunicaciones móviles (GSM), tercera generación (3G), tecnologías de evolución a largo plazo (LTE), cuarta generación (4G).

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, los generadores eléctricos pueden ser idénticos o, alternativamente, pueden ser diferentes tipos de generadores eléctricos. Los generadores eléctricos según las realizaciones de la presente invención pueden ser de tipo síncrono o asíncrono. Los generadores pueden ser generadores de corriente continua, generadores de imanes permanentes, generadores de inducción, generadores de inducción doblemente alimentados o cualquier otro tipo de generadores operables para convertir la energía mecánica del eje giratorio en energía eléctrica. El número de fases de los generadores puede ser preferiblemente tres, pero también puede ser dos en el caso de generadores de corriente continua o, por ejemplo, seis. Además, los generadores pueden tener una conexión en estrella o delta y estar conectados a tierra o sin conexión a tierra.

La disposición de turbina de gas según una realización de la presente invención se muestra esquemáticamente en la Figura 1 que incluye algunos elementos opcionales marcados con líneas discontinuas. Los elementos de la turbina de gas de la Figura 1 y sus propósitos principales pueden, en términos generales, describirse como sigue. El compresor de baja presión, es decir, el segundo compresor C2, y el compresor de alta presión, es decir, el primer compresor C1 aumentan la presión del gas usado, típicamente aire, que fluye a través de ellos. El refrigerador intermedio, es decir, el segundo intercambiador de calor 15, si lo hay, puede usarse para transferir parte del calor del aire a un medio de enfriamiento. En el interenfriador 15, si lo hay, el medio de enfriamiento que transfiere parte del calor del aire se alimenta desde una fuente externa (no mostrada en la Figura 1).

El recuperador, es decir, el primer intercambiador de calor 14, si lo hay, se utiliza para precalentar el aire utilizando gas caliente procedente de la turbina de baja presión, es decir, la segunda turbina T2. En la cámara de combustión principal, es decir, la primera cámara de combustión Comb1, el aire presurizado se mezcla con el combustible y se libera calor en el proceso de combustión, en el caso de una cámara de combustión típica, calentando así la mezcla de aire y combustible generando gas caliente. En la segunda cámara de combustión Comb2, si existe, el gas de la turbina de alta presión, es decir, la primera turbina T1 se mezcla con combustible y se libera calor en el proceso de combustión, en el caso de una cámara de combustión típica, calentando así la mezcla de gas de la primera turbina T1 y combustible. En la turbina de alta presión T1 y en la turbina de baja presión T2, el gas caliente se expande y produce energía mecánica para hacer girar los generadores eléctricos, es decir, el primer generador G1 y el segundo generador G2, respectivamente, y el primer y segundo compresor O1, C2, respectivamente. El eje de alta presión, es decir, el primer eje 10 incluye el vástago de alta presión, es decir, el primer vástago 11, el compresor de alta presión C1 y la turbina de alta presión T1. El eje de baja presión, es decir, el segundo eje 12 incluye el eje de baja presión, es decir, el segundo vástago 13, la turbina de baja presión T2 y el compresor de baja presión C2.

En la Figura 2, se muestra una realización preferida de la presente invención, en donde el aire que ingresa al sistema, es decir, el gas de entrada, está siendo presurizado por el compresor de baja presión C2. Luego, el aire presurizado se alimenta al interenfriador 15. El interenfriador 15 reduce la temperatura del aire utilizando un medio de enfriamiento como, por ejemplo, agua para eliminar parte del calor del aire. Luego, el aire se alimenta al compresor de alta presión C1, lo que aumenta aún más la presión del aire. A continuación, el aire proveniente del compresor de alta presión C1 se alimenta al recuperador 14 en donde el aire se precalienta utilizando los gases de escape calientes, o gas expandido adicionalmente con temperatura elevada, proveniente de la turbina de baja presión T2. Después del recuperador 14, el aire precalentado se alimenta a la cámara de combustión principal Comb1 en la que el aire precalentado se mezcla con combustible y se quema para calentar la mezcla de aire precalentado y combustible para producir gases de escape calientes. Los gases de escape luego se alimentan a la turbina de alta presión T1 en la que los gases de escape se expanden y producen energía mecánica para hacer girar

el compresor de alta presión C1 y el primer generador G1. Luego, los gases de escape se alimentan aún más a la turbina de baja presión T2 en la que los gases de escape se expanden aún más y producen energía mecánica para hacer girar el compresor de baja presión C2 y el segundo generador G2. Después de eso, los gases de escape se alimentan al recuperador 14, después de lo cual los gases de escape se emiten desde la turbina de gas.

Además, en la Figura 2 se muestran algunos ejemplos de las medidas que pueden incluirse en la disposición según una realización preferente o en cualquier realización de la presente invención. También se pueden utilizar otras medidas. Los ejemplos de las medidas se muestran con líneas discontinuas. Como puede verse en la Figura 2, puede haber mediciones de los voltajes de salida 22 y corrientes 24 de los generadores G1 y G2, así como mediciones desde el lado de la carga 200 como, por ejemplo, voltajes de red eléctrica 23 y corrientes 25. También puede haber mediciones adicionales de los parámetros eléctricos dentro del sistema de control Ctrl tales como voltajes de entrada y salida y/o corrientes de los convertidores e inversores, si se utilizan en la realización. Los parámetros termodinámicos como, por ejemplo, la temperatura de entrada de la turbina de alta presión 26 pueden medirse, así como la temperatura de entrada de la turbina de baja presión 27 y la temperatura de salida de la turbina de baja presión 28, es decir, la temperatura de entrada del recuperador en la realización de la Figura 2. Todas las mediciones pueden alimentarse al sistema de control Ctrl para monitorear y/o controlar la operación de la planta de turbina de gas.

El primer compresor C1 y la primera turbina T1 pueden, preferiblemente, estar montados en el primer vástago 11 de tal manera que estén muy cerca uno del otro. El primer generador G1 puede entonces montarse a ambos lados de este par compresor-turbina en el primer vástago 11. Además, el segundo compresor C2 y la segunda turbina T2 pueden, preferiblemente, montarse en el segundo vástago 13 de tal manera que estén muy cerca uno del otro. El segundo generador G2 puede entonces montarse a ambos lados de este par compresor-turbina en el segundo vástago 13. Cuando los elementos están muy cerca, la presión y las pérdidas de calor pueden minimizarse y la estructura puede hacerse compacta. El primer generador G1 también puede montarse entre el primer compresor C1 y la primera turbina T1. Este puede ser el caso para el segundo generador G2, el segundo compresor C2 y la segunda turbina T2 montada sobre el segundo vástago 13 también.

En la Figura 3a, en caso de que los compresores y las turbinas estén montados muy próximos entre sí, se muestra un elemento plano 34 que puede disponerse entre un compresor 30 y una turbina 32 según realizaciones de la presente invención. En circunstancias prácticas, la proximidad se puede realizar disponiendo el compresor 30 y la turbina 32 uno al lado del otro sustancialmente separados solo por el elemento plano 34. En estos casos, no se puede disponer un generador eléctrico entre el compresor y la turbina. El plano definido por el elemento plano puede disponerse perpendicular al eje longitudinal del vástago del eje correspondiente. El elemento plano puede tener, por ejemplo, una anchura de aproximadamente 1 centímetro a aproximadamente 20 centímetros. Esto también se refiere a realizaciones que incluyen el recuperador 14 aunque no se muestra en la Figura 3a por motivos de claridad. La estructura permite la minimización de la ruta del gas desde el compresor 30 a la turbina 32 a través de la cámara de combustión 36. Esto conducirá a una menor presión y pérdidas de calor.

En un lado del elemento plano 34, hay aire proveniente del compresor 30 y en el otro lado el gas calentado que sale de la cámara de combustión 36 a la que llega el aire y a la que se inyecta el combustible, por ejemplo, desde una boquilla de inyección de combustible 38. Esto provoca un gradiente de alta temperatura sobre el elemento plano 34. En el caso de un eje al que los gases de escape provienen de una turbina de otro eje, hay aire proveniente del compresor 30 por un lado y el gas calentado sale de una turbina de otro eje por el otro lado. También en este caso, el gradiente de temperatura es alto. El material del elemento plano puede ser cualquier material que resista el gradiente de alta temperatura presente en las turbinas de gas, como, por ejemplo, aleación de níquel-cromo, para separar los gases de escape calientes en el lado de la turbina 32 del aire más frío en el lado del compresor 30.

El elemento plano 34 también puede ser parcialmente hueco, es decir, un elemento plano parcialmente hueco 35 como se muestra en la Figura 3b, de modo que el aire pueda fluir dentro del elemento plano parcialmente hueco 35 enfriando así el elemento y proporcionando buenas propiedades de aislamiento térmico. Si se utiliza el elemento plano parcialmente hueco 35, puede utilizarse en uno o en ambos ejes.

En la Figura 4, la disposición de turbina de gas se muestra en comunicación de fluidos con un proceso externo 40. El proceso externo puede ser cualquier utilización de calor en general como, por ejemplo, una caldera de vapor, un sistema de calefacción de espacios, un quemador de conducto o cualquier otro quemador que utilice gases precalentados. El proceso externo puede utilizar el medio de enfriamiento proveniente del interenfriador. En el caso de, por ejemplo, un quemador de conductos, también hay combustible 42 procedente de una fuente externa. Como producto del proceso 44, puede haber, por ejemplo, vapor.

De acuerdo con una realización de la presente invención, se omiten el interenfriador 15, el recuperador 14 y el cámara de combustión de recalentamiento Comb2, también mostrados en la Figura 1, todos los cuales pueden considerarse elementos opcionales. En esta realización, el compresor de baja presión C2 presuriza primero el aire que entra en el sistema. Luego, el aire se alimenta al compresor de alta presión C1 para presurizarlo más. Luego, el aire presurizado se alimenta a la cámara de combustión principal Comb1 en la que el aire presurizado se mezcla con combustible para producir calor mediante la combustión de la mezcla de aire y combustible. Después de la cámara

de combustión principal Comb1, los gases de escape se alimentan a la turbina de alta presión T1 en la que los gases de escape se expanden y se produce energía mecánica y el compresor de alta presión C1 y el primer generador G1 giran para comprimir aire y producir energía eléctrica, respectivamente. Luego, los gases de escape se alimentan a la turbina de baja presión T2 en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y hacer girar el compresor de baja presión C2 y el segundo generador G2 para comprimir aire y producir energía eléctrica, respectivamente. Después de eso, los gases de escape se emiten desde la turbina de gas.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el recuperador 14 y el cámara de combustión de recalentamiento Comb2, también mostrados en la Figura 1, los cuales pueden considerarse elementos opcionales, son despreciados. En esta realización, el compresor de baja presión C2 presuriza primero el aire que entra en el sistema. Luego, el aire se alimenta al interenfriador 15 que elimina parte del calor del aire y, por lo tanto, reduce la temperatura del aire. Luego, el aire se alimenta al compresor de alta presión C1. Luego, el aire presurizado se alimenta a la cámara de combustión principal Comb1 en la que el aire presurizado se mezcla con combustible para producir calor mediante la combustión de la mezcla de aire y combustible. Después de la cámara de combustión principal Comb1, los gases de escape se alimentan a la turbina de alta presión T1 en la que los gases de escape se expanden y se produce energía mecánica y el compresor de alta presión C1 y el primer generador G1 giran para comprimir aire y producir energía eléctrica, respectivamente. Luego, los gases de escape se alimentan aún más a la turbina de baja presión T2 en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y hacer girar el compresor de baja presión C2 y el segundo generador G2 para producir energía eléctrica. Después de eso, los gases de escape se emiten desde la turbina de gas.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el interenfriador 15 y el cámara de combustión de recalentamiento Comb2, también mostrados en la Figura 1, los cuales pueden considerarse elementos opcionales, se ignoran. En esta realización, el compresor de baja presión C2 presuriza primero el aire que entra en el sistema. Luego, el aire se alimenta al compresor de alta presión C1, después de lo cual el aire se alimenta al recuperador 14. El recuperador 14 transfiere parte del calor de los gases de escape provenientes de la turbina de baja presión T2 al aire, precalentando así el aire antes de que el aire sea alimentado a la cámara de combustión principal Comb1 en la que el aire precalentado se mezcla con combustible para producir calor por combustión de la mezcla de aire y combustible. Después de la primera cámara de combustión, los gases de escape se alimentan a la primera turbina T1 en la que los gases de escape se expanden y se produce energía mecánica y el compresor de alta presión C1 y el primer generador G1 giran para comprimir aire y producir energía eléctrica, respectivamente. Luego, los gases de escape se alimentan aún más a la turbina de baja presión T2 en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y hacer girar el compresor de baja presión C2 y el segundo generador G2 para producir energía eléctrica. Después de eso, los gases de escape se alimentan al recuperador 14, después de lo cual los gases de escape se emiten desde la turbina de gas.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la disposición incluye un sistema auxiliar que comprende una fuente de energía que se puede utilizar en condiciones de funcionamiento anómalas predefinidas (pensadas previamente), como, por ejemplo, en caso de que haya una interrupción sorpresiva repentina en la red eléctrica, como en caso de pérdida de red o en caso de un corte de mantenimiento planificado, para aumentar o disminuir de manera segura y controlada el sistema o para controlar la potencia inyectada a la carga 200. En estos casos, el sistema de control de la planta de turbinas de gas puede funcionar utilizando la energía de la fuente de energía del sistema auxiliar. Esta fuente de energía puede ser, por ejemplo, pero sin limitación, una batería o un banco de baterías, un supercondensador o un sistema de pila de combustible. Al utilizar el sistema auxiliar, el control de la turbina de gas permanece operativo y es capaz, por ejemplo, de apagar el sistema de forma segura o puede hacer funcionar el sistema en una condición de isla.

De acuerdo con varias realizaciones, se pueden usar cojinetes magnéticos activos en cada uno de los vástagos 11, 13 de los ejes 10, 12. Puede haber uno o más de un cojinete magnético activo acoplado a cada uno de los vástagos. Los cojinetes magnéticos activos pueden usarse para determinar la velocidad de rotación de al menos uno de los vástagos. La velocidad determinada se puede utilizar en el sistema de control para controlar las velocidades de rotación de los vástagos por parte de los generadores eléctricos.

Según diversas realizaciones de la presente invención, la mayor parte de la potencia de salida total suministrada a la carga 200 en forma de potencia eléctrica y rotacional es generada por los generadores eléctricos G1, G2 en forma de energía eléctrica. La potencia de salida total se refiere aquí a la suma de la energía eléctrica y la energía rotacional suministrada a la carga 200, en donde la carga 200 es externa con respecto a la disposición, por la disposición. La potencia de salida total, tal como se define aquí, no incluye la potencia de salida térmica, como la energía que sale de la disposición a través de un tubo de escape, o las pérdidas térmicas de la disposición. De acuerdo con la invención, al menos el 60 por ciento o, ventajosamente, al menos el 80 por ciento de la potencia de salida total suministrada a la carga 200 en forma de potencia eléctrica y rotacional es emitida por los generadores eléctricos G1, G2 en forma de energía eléctrica.

La carga 200 aquí se refiere a una carga 200 que es externa a la disposición, como una red eléctrica o una carga eléctrica independiente, como un sistema de suministro eléctrico de, por ejemplo, un hospital o una planta industrial

o una carga residencial. En plantas de turbinas de gas marinas, la carga 200 puede ser un sistema de suministro eléctrico de un barco y/o un motor eléctrico que forma parte de un sistema de propulsión marino de un barco.

5 Los generadores eléctricos G1, G2 están, por lo tanto, dispuestos para producir la potencia de salida primaria de la  
disposición suministrada de forma continua o en promedio a la carga 200, que es externa a la disposición, por la  
disposición en forma de energía eléctrica, y no para actuar únicamente como fuente de alimentación auxiliar o  
únicamente para controlar el funcionamiento de la disposición. La potencia suministrada de forma continua o en  
10 promedio a dicha carga 200 externa con respecto a la disposición se refiere aquí a condiciones operativas típicas  
tales como en condiciones operativas nominales o en condiciones de carga parcial, excluyendo la potencia  
producida de forma intermitente, momentánea o durante períodos cortos de tiempo, por ejemplo, para un refuerzo de  
potencia breve. Sin embargo, los generadores eléctricos G1, G2 pueden usarse también para controlar el  
funcionamiento de la disposición de turbina de gas junto con el control de la cantidad de calor generado en la  
primera cámara de combustión Comb1, así como en las segundas cámaras de combustión Comb2, si las hay.

15 De acuerdo con una realización, una parte de la potencia de salida eléctrica de los generadores eléctricos G1, G2  
puede usarse para operar la disposición de turbina de gas, es decir, al autoconsumo de la disposición. El  
autoconsumo puede ser, por ejemplo, la potencia necesaria para el sistema de control o los cojinetes magnéticos  
activos. Sin embargo, todavía la mayor parte de la potencia de salida total suministrada a la carga 200, siendo  
externa con respecto a la disposición, por la disposición. Según diversas realizaciones, al menos el 60 por ciento o,  
20 preferiblemente, al menos el 80 por ciento de la potencia de salida suministrada a la carga 200 es producida por los  
generadores eléctricos G1, G2 en forma de energía eléctrica. Menos del 40 por ciento o, preferiblemente, menos del  
20 por ciento de la potencia de salida total suministrada a la carga 200 en forma de potencia eléctrica y rotacional,  
es decir, por ejemplo, la energía rotacional de un vástago 11, 13, puede provenir de otras fuentes, como una turbina  
adicional o un dispositivo giratorio, como un ventilador o una bomba, en comunicación de fluidos con la disposición.

25 De acuerdo con varias realizaciones de la presente invención, las clasificaciones de potencia nominal y/o velocidad  
de rotación de los generadores pueden diferir en un 10 o 15 por ciento entre sí como máximo en relación con la  
potencia nominal del generador con una potencia nominal más alta y aun así caer bajo el concepto de clasificación  
sustancialmente igual divulgada en este documento. En ciertos casos, el proceso de la turbina de gas puede  
30 diseñarse de tal manera que sea beneficioso tener una diferencia ligeramente mayor en las potencias nominales de  
los generadores para optimizar la operación del sistema y, por lo tanto, el límite para la diferencia en las potencias  
nominales puede, según el caso, ser así también del 15 por ciento.

35 Según una realización, la clasificación de potencia nominal de un generador eléctrico G1, G2 puede ser de 30 a  
1500 kilovatios. De acuerdo con una realización, la velocidad de rotación nominal de un generador eléctrico G1, G2  
puede ser de 10 000 a 120 000 revoluciones por minuto. Según diversas realizaciones, el valor máximo de la  
temperatura de entrada a la turbina de la turbina T1 de mayor presión puede ser de 600 a 1500 grados Celsius,  
preferiblemente de 750 a 1250 grados Celsius.

40 Según diversas realizaciones, las velocidades de rotación de las partes giratorias de los generadores eléctricos G1,  
G2, es decir, sus rotores, no pueden diferir en más del 30 por ciento con respecto a la velocidad de rotación del  
generador acoplado al eje que gira más rápido.

45 Según una realización, las energías eléctricas emitidas por los generadores eléctricos G1, G2 pueden,  
preferiblemente, ser tales que la diferencia entre las energías eléctricas de los generadores G1, G2 con respecto a la  
clasificación de potencia nominal de uno de los generadores eléctricos no puede exceder el 60 por ciento. Si las  
clasificaciones de potencia nominal difieren dentro del rango de acuerdo con la presente invención, entonces las  
energías eléctricas producidas por los generadores eléctricos G1, G2 no pueden diferir en más del 60 por ciento en  
50 relación con la clasificación de potencia nominal del generador eléctrico con clasificación de potencia nominal más  
alta.

## REIVINDICACIONES

1. Una disposición de turbina de gas terrestre o marina para generar energía eléctrica y rotacional, si la hay, para suministrar una carga (200), en donde dicha carga (200) es externa con respecto a la disposición, la disposición que comprende:

5           doble eje (10, 12):

10           un segundo eje (12) que incluye un segundo vástago (13), un segundo compresor (C2) para comprimir el gas de entrada y una segunda turbina (T2) montada en el segundo vástago (13), y

            un primer eje (10) que incluye un primer vástago (11), un primer compresor (C1) para comprimir más gas comprimido del segundo compresor (C2) y una primera turbina (T1) montada en el primer vástago (11);

15           la disposición que comprende, además

            una primera cámara de combustión (Comb1) operable para quemar o hacer reaccionar una mezcla de combustible de modo que el gas comprimido adicionalmente del primer compresor (C1) se convierta en gas con temperatura elevada que se expande en la primera turbina (T1) para producir energía mecánica;

20           la segunda turbina (T2) dispuesta para recibir gas expandido con temperatura elevada desde la primera turbina (T1) y para expandir aún más dicho gas expandido con temperatura elevada para producir energía mecánica, siendo el segundo eje (12) giratorio independientemente del primer eje (10);

25           el primer compresor (C1) está dispuesto para recibir dicho gas comprimido desde el segundo compresor (C2) y para comprimir más dicho gas comprimido, pudiendo girar el primer eje (10) independientemente del segundo eje (12); y

30           dos generadores eléctricos (G1, G2):

            un primer generador (G1) acoplado directamente al primer vástago (11) para ser accionado rotativamente por el mismo, girando el primer generador (G1) a la misma velocidad que el primer vástago (11) y operable para generar una corriente eléctrica alterna dispuesta para ser suministrada a dicha carga (200), y

35           un segundo generador (G2) acoplado directamente al segundo vástago (13) para ser accionado de manera rotativa, girando el segundo generador (G2) a la misma velocidad que el segundo vástago (13) y operable para generar una corriente eléctrica alterna dispuesta para ser suministrada a dicha carga (200);

40           en donde la disposición comprende además un sistema de control para controlar el funcionamiento de la disposición de turbina de gas, el sistema de control incluye dos rectificadores y un inversor para controlar el par y la velocidad de rotación de los generadores eléctricos, en donde cada uno de los rectificadores está acoplado eléctricamente entre uno de los generadores (G1, G2) y el inversor, en donde dichos rectificadores están dispuestos para suministrar corriente alterna desde los generadores (G1, G2) al inversor, y en donde el inversor está además acoplado a la carga (200) para suministrar corriente de los rectificadores a la carga (200), y

45           el primer generador (G1) y el segundo generador (G2) tienen clasificaciones de potencia nominal que difieren como máximo un diez por ciento entre sí en relación con la clasificación de potencia nominal del generador con una clasificación de potencia nominal más alta y clasificaciones de velocidad de rotación nominal que difieren como máximo un diez por ciento entre sí en relación con la clasificación de velocidad nominal del generador con una clasificación de velocidad nominal más alta, y

50           la disposición está configurada además para suministrar al menos el 60 por ciento de una potencia de salida total a dicha carga (200) generando la energía mediante los dos generadores eléctricos (G1, G2) en forma de energía eléctrica, en donde la potencia de salida total es una suma de energía eléctrica y rotacional, si la hay, suministrada a dicha carga (200) por la disposición.

2. Una disposición según la reivindicación 1, en donde la disposición comprende, además:

60           un primer intercambiador de calor (14) dispuesto para recibir dicho gas comprimido adicionalmente desde el primer compresor (C1) y gas expandido adicionalmente con temperatura elevada desde la segunda turbina (T2), el primer intercambiador de calor (14) que provoca la transferencia de calor desde dicho gas expandido adicionalmente con temperatura elevada a dicho gas comprimido adicionalmente para precalentar dicho gas comprimido adicionalmente antes de la combustión en la primera cámara de combustión (Comb1).

3. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición comprende,

además:

5 un segundo intercambiador de calor (15) dispuesto para recibir dicho gas comprimido a transferir al primer compresor (C1) y medio de enfriamiento desde una fuente externa para disminuir la temperatura de dicho gas comprimido.

4. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición comprende, además:

10 una segunda cámara de combustión (Comb2) operable para quemar o hacer reaccionar una mezcla de combustible, la segunda cámara de combustión (Comb2) dispuesta para recalentar dicho gas expandido con temperatura elevada y, después de recalentar, transferir dicho gas expandido con temperatura elevada a la segunda turbina (T2).

15 5. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición comprende, además:

20 el primer compresor (C1) y la primera turbina (T1) montados sobre el primer vástago (11) y separados entre sí únicamente por un elemento plano (34) dispuesto entre el primer compresor (C1) y la primera turbina (T1) en donde un plano definido por el elemento plano (34) es perpendicular a un eje longitudinal del primer vástago (11).

25 6. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición comprende, además:

30 el segundo compresor (C2) y la segunda turbina (T2) montados sobre el segundo vástago (13) y separados entre sí únicamente por un elemento plano (34) dispuesto entre el segundo compresor (C2) y la segunda turbina (T2) en donde un plano definido por el elemento plano (34) es perpendicular a un eje longitudinal del segundo vástago (13).

7. Una disposición según la reivindicación 5 o 6, en donde la disposición comprende:

35 un elemento plano (34) que es un elemento plano parcialmente hueco (35) dispuesto de modo que el aire pueda fluir dentro del elemento plano parcialmente hueco (35) proporcionando enfriamiento para el elemento plano parcialmente hueco (35).

8. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 4-7, en donde la disposición comprende:

40 la primera cámara de combustión (Comb1) y/o la segunda cámara de combustión (Comb2) que se alimentan externamente.

9. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición comprende:

45 el primer compresor (C1) y/o el segundo compresor (C2) que son compresores centrífugos.

10. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición comprende:

al menos un cojinete magnético activo acoplado a cada uno de los vástagos (11, 13).

50 11. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición comprende, además:

55 un quemador dispuesto en comunicación de fluidos con la disposición, en donde dicho gas expandido adicionalmente con temperatura elevada procedente de la segunda turbina (T2) o dicho gas a temperatura elevada procedente del primer intercambiador de calor (14) se inyecta y utiliza en el quemador.

12. Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 11, en donde la disposición comprende, además:

60 un proceso de utilización de calor (40) dispuesto en comunicación de fluidos con la disposición de turbina de gas, en donde el medio de enfriamiento del segundo intercambiador de calor (15), si es agua, se inyecta al proceso de utilización de calor y se utiliza para calentar.

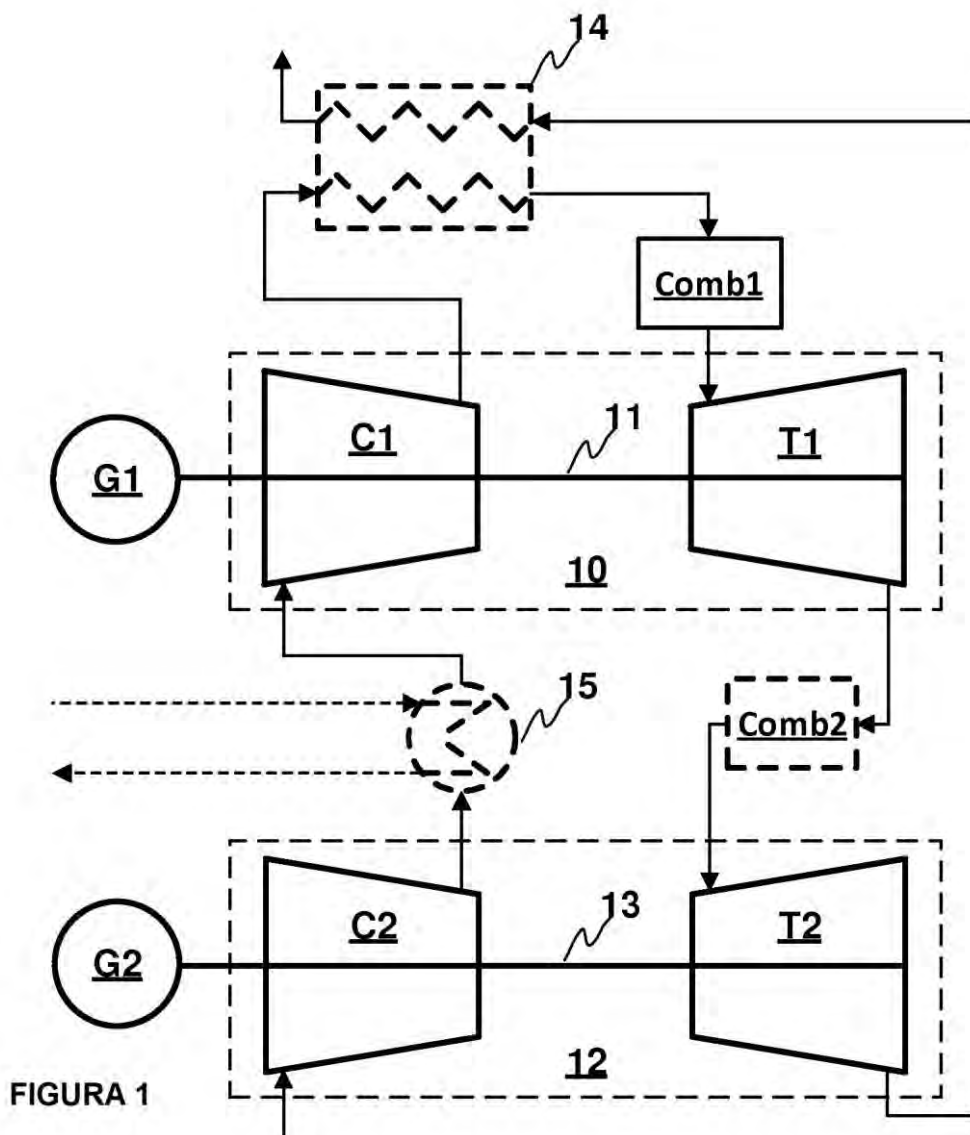


FIGURA 1

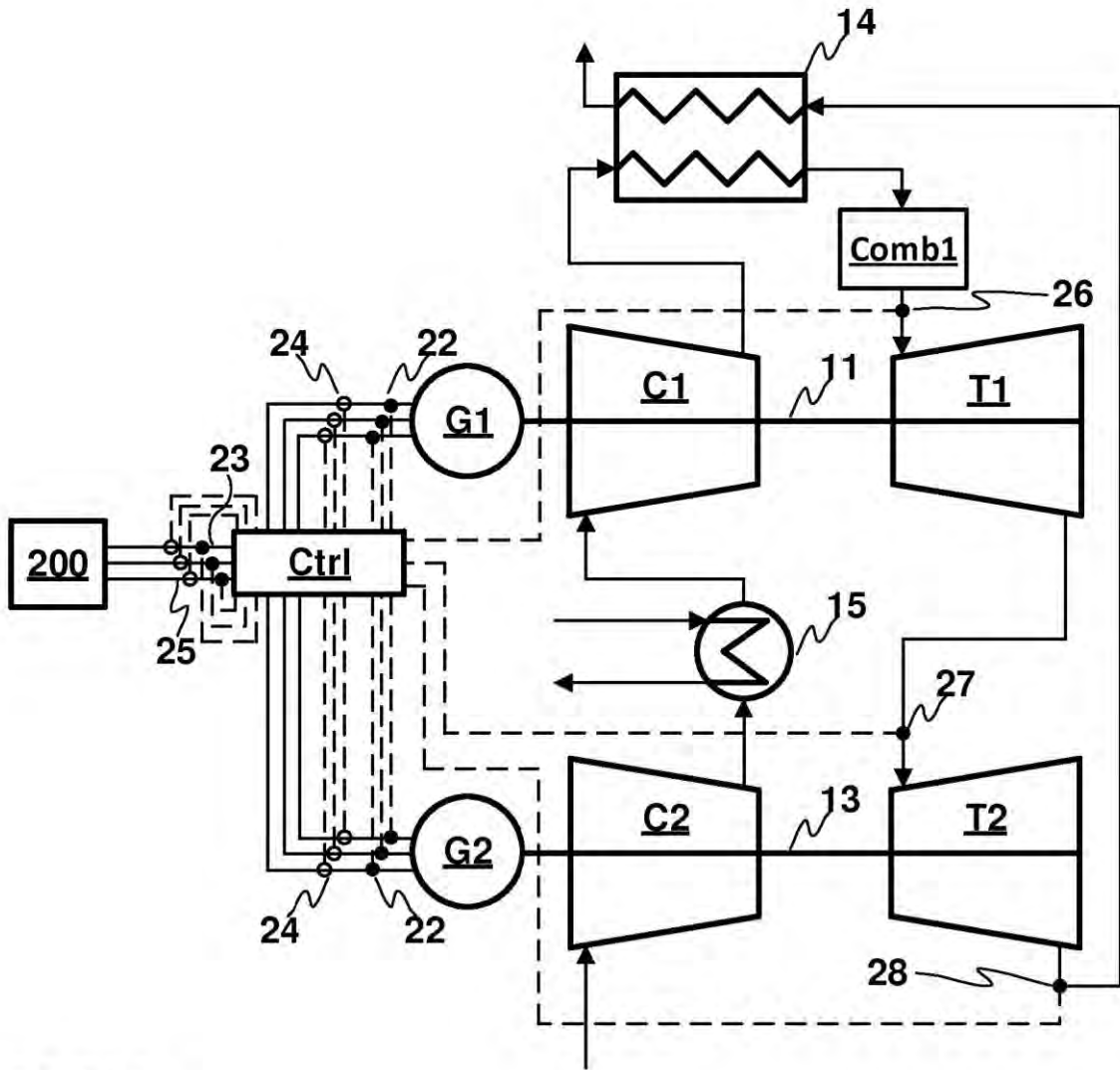


FIGURA 2

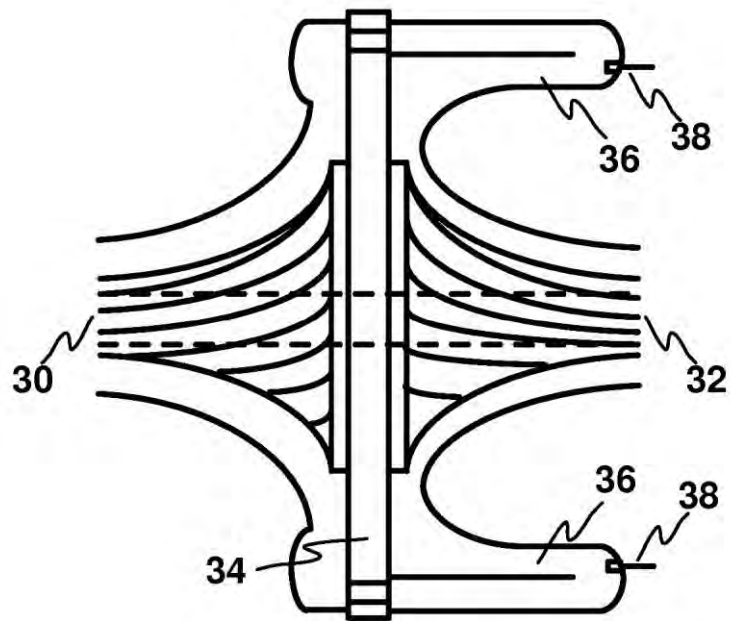


FIGURA 3a

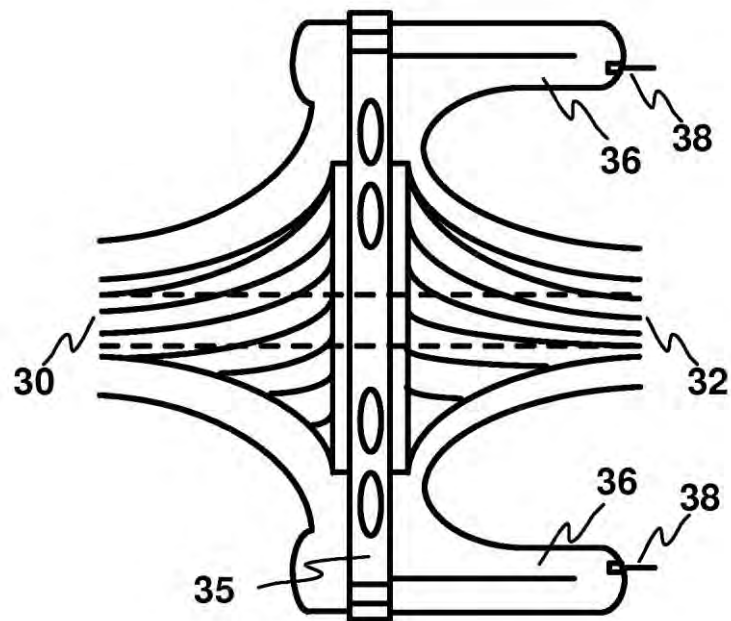


FIGURA 3b

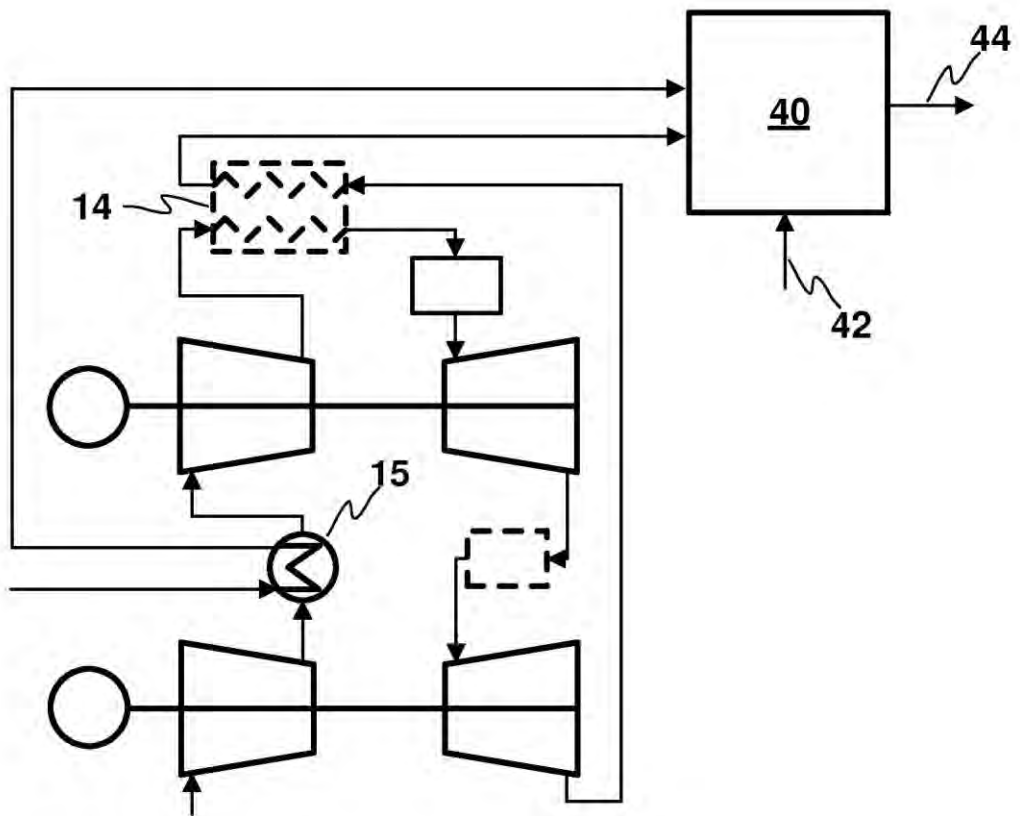


FIGURA 4