

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 183**

51 Int. Cl.:

F01D 13/00 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

F02C 6/00 (2006.01)

F02C 6/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2016 PCT/FI2016/050182**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16151198**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2016 E 16718383 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 3274562**

54 Título: **Disposición de turbina de gas multicuerpo**

30 Prioridad:

23.03.2015 GB 201504839

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

29.07.2019

73 Titular/es:

**AURELIA TURBINES OY (100.0%)
Niemenkatu 73
15140 Lahti, FI**

72 Inventor/es:

**MALKAMÄKI, MATTI;
BACKMAN, JARI;
HONKATUKIA, JUHA y
JAATINEN-VÄRRI, AHTI**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 721 183 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 multicuerpo

5 **Campo técnico**

La invención se refiere en general al campo técnico de la generación de energía eléctrica utilizando plantas de turbina de gas. Especialmente, la invención se refiere a plantas de turbina de gas fijas basadas en tierra o plantas de turbina de gas de base marina con una disposición de turbina de gas multicuerpo para generar energía eléctrica para suministro a una carga.

Antecedentes

La producción de energía eléctrica está en estos momentos pasando por grandes cambios. La contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético han obtenido una creciente 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, grandes centrales eléctricas a base de carbón, etc. Esta generación centralizada de energía eléctrica, por supuesto, causa pérdidas en la red eléctrica porque la energía debe transferirse a través de 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 en las que se transfiere la energía en comparación con el caso de la generación de energía centralizada. A diferencia de las plantas de generación de energía centralizada que normalmente funcionan a su potencia nominal, las plantas de generación de energía distribuida tienen que poder ajustar constantemente su operación y potencia de salida según la demanda de carga. Esto es especialmente importante si la red eléctrica se ocupa de suministrar o recibir energía, como en el caso de condiciones en isla, en las que la generación de energía y el consumo de energía deben ser iguales en un área más bien pequeña en la que la red eléctrica es débil. En estos casos, la operación depende completamente del control y operación de una sola unidad de generación de energía o pocas unidades de generación de energía. Por lo tanto, es de suma importancia tener plantas de energía que puedan funcionar con alta eficiencia también en condiciones de carga parcial y que puedan ajustar su producción rápidamente.

Una razón importante por la cual 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 o turbinas de gas, que se utilizan cada vez más en la producción de energía eléctrica, son buenos ejemplos de plantas de energía que pueden utilizarse en la generación de energía distribuida.

Las plantas de turbinas de gas están diseñadas típicamente para operar al 100 por ciento de la carga nominal, es decir, en el punto de diseño. Hoy en día, las eficiencias de producción eléctrica de las turbinas de gas comerciales en sus puntos de diseño son como máximo alrededor del 40 por ciento, especialmente en las plantas con una potencia eléctrica de menos de 20 megavatios. La eficiencia eléctrica, que en sí misma no es muy alta, disminuye rápidamente si la turbina de gas está funcionando 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 árbol y forman un solo cuerpo. El generador también está montado en el árbol. Sin embargo, parte de la técnica anterior describe soluciones con turbinas de gas que tienen dos cuerpos. La disposición de dos cuerpos ofrece una eficiencia potencialmente mejor que un sistema de cuerpo único porque se puede producir más potencia con la misma temperatura de entrada de la turbina en comparación con la disposición de un solo cuerpo.

Algunas técnicas anteriores también describen turbinas de gas con una disposición multicuerpo. La mayoría de estos se encuentran en las aplicaciones relacionadas con la aviación en las que el peso y la compacidad son muy importantes en el diseño de estos sistemas. En aplicaciones terrestres y marinas, el tamaño y la estructura son menos importantes pero, por otro lado, la eficiencia y la capacidad de control son cada vez más importantes. Además, especialmente, en la generación de energía distribuida, la capacidad de control y la operación a carga parcial son esenciales al diseñar la planta de turbina de gas.

Más comúnmente, las turbinas de gas multicuerpo en aplicaciones terrestres tienen dos cuerpos. Los dos cuerpos de las turbinas de gas son diferentes de manera que hay un cuerpo de alta presión y un cuerpo de baja presión. El cuerpo de baja presión generalmente está conectado al generador eléctrico principal, mientras que el cuerpo de alta presión funciona como un cuerpo de compresión de gas. La magnitud del aumento de presión que un compresor en un sistema de un solo cuerpo o los dos compresores en el sistema de dos cuerpos debe ser capaz de producir generalmente afecta a la eficiencia de los compresores y al sistema de tal manera que cuanto mayor sea el aumento de la presión

total, menor será la eficiencia del compresor.

En algunos intentos de soluciones de las plantas de turbinas de gas, se han utilizado dos o más cuerpos en los que ambos o todos los cuerpos tienen generadores eléctricos acoplados a los cuerpos. En estas soluciones, la energía extraída de la planta de turbina de gas se ha tomado principalmente de un solo generador eléctrico, que es un generador principal, y los otros generadores han estado funcionando como motores / generadores auxiliares, teniendo típicamente potencias nominales más bajas que la del generador principal y velocidades de rotación en intervalos de velocidad diferentes que el generador principal. También hay soluciones en las que ambos o todos los generadores eléctricos se han utilizado principalmente para controlar el funcionamiento de la planta de turbinas de gas, por lo que ambos o todos los generadores son motores / generadores auxiliares, mientras que la potencia extraída de la planta de turbinas de gas se toma principalmente de un cuerpo de turbina libre adicional al que está conectado un generador adicional, que funciona en estos casos como el generador principal.

Sumario

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

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona una disposición de turbina de gas multicuerpo terrestre fija o marítima para generar energía eléctrica para suministro a una carga, en donde dicha carga es externa con respecto a la disposición. La disposición se define en la reivindicación 1 y, entre otras cosas, comprende al menos tres cuerpos, incluyendo cada uno de los al menos tres cuerpos un árbol, un compresor y una turbina montada en el árbol. La disposición también comprende un compresor de la presión más alta que es el compresor montado en el árbol del cuerpo cuya turbina que se dispone para tener la presión más alta entre las turbinas, es decir una turbina de la presión más alta, también se montan en él. La disposición también comprende una primera cámara de combustión operativa para quemar o hacer reaccionar una mezcla de combustible, de modo que el gas comprimido del compresor de la presión más alta pasa a un gas con una temperatura elevada que se expande en la turbina de la presión más alta para producir energía mecánica para impulsar el compresor de la presión más alta en donde la turbina de la presión más alta es la primera turbina dispuesta para recibir dicho gas con temperatura elevada desde la primera cámara de combustión. Los al menos tres cuerpos están en comunicación de fluidos entre sí, en donde cada una de las turbinas corriente abajo está dispuesta para recibir gas a una presión más alta desde una turbina inmediatamente dispuesta corriente arriba para operar a una presión más alta que la de las turbinas corriente abajo que reciben gas a presión más alta, y disponiéndose para funcionar, cada uno de los compresores para recibir gas a una presión más baja desde un compresor inmediatamente anterior, a una presión más baja que la del compresor que recibe gas a una presión más baja. La disposición también comprende al menos tres generadores, estando acoplado mecánicamente cada uno de los ellos directamente a uno de los árboles predefinidos para ser accionado de manera giratoria, de modo que cada uno de los árboles tiene así un generador acoplado mecánicamente y siendo igual un número de los al menos tres generadores a un número de los árboles. Cada uno de los al menos tres generadores gira a la misma velocidad que el árbol al que está acoplado el generador. Los al menos tres generadores están funcionando para generar una corriente eléctrica alterna dispuesta para ser suministrada a dicha carga y las salidas de potencia eléctrica de los al menos tres generadores pueden controlarse independientemente entre sí. Al menos el 60 por ciento de la potencia de salida total suministrada a dicha carga en forma de energía eléctrica y de rotación es generada por los al menos tres generadores en forma de energía eléctrica, en el que la potencia de salida total es una suma de la potencia eléctrica y de rotación suministrada a dicha carga por la disposición.

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

Especialmente la invención se refiere a la disposición mencionada anteriormente en combinación con una planta de turbina de gas terrestre fija o una planta de turbina de gas marina. Es decir, específicamente la invención se refiere a plantas de turbina de gas terrestre o marina con una disposición de turbina de gas multicuerpo. Para generar energía eléctrica para el suministro a una carga externa.

Las plantas de turbinas de gas con base marina 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 marina de un barco.

La disposición puede comprender además un primer intercambiador de calor dispuesto para recibir dicho gas comprimido desde el compresor de la presión más alta y gas de la última turbina corriente abajo dispuesta para tener la presión más baja de las turbinas, es decir, la turbina de la presión más baja, produciendo una transferencia de calor desde dicho gas desde la última turbina corriente abajo a dicho gas comprimido para precalentar dicho gas comprimido antes de la combustión en la primera cámara de combustión.

- 5 La disposición puede comprender además al menos un segundo intercambiador de calor dispuesto para fluidos entre dos compresores para recibir gas de uno con una presión más baja de los dos compresores para ser transferido al otro con la presión más alta de los dos compresores y un medio de refrigeración desde una fuente externa de modo que se disminuya la temperatura de dicho gas desde el uno con menor presión de los dos compresores, dispuesto cada uno de el al menos un segundo intercambiador de calor para transferir dicho gas desde el uno con la menor presión de los dos compresores hacia el otro con una presión más alta de los dos compresores.
- 10 La disposición puede comprender además al menos una segunda cámara de combustión dispuesta para fluidos entre dos turbinas y operativa para quemar o hacer reaccionar una mezcla de combustible, de modo que aumente la temperatura del gas de una de las dos turbinas con la mayor presión, dispuesta la al menos una segunda cámara de combustión para recalentar dicho gas desde la que tiene una mayor presión de las dos turbinas y transferir dicho gas desde la que tiene una mayor presión de las dos turbinas a otra con la menor presión de las dos turbinas.
- 15 La disposición puede comprender además un compresor y una turbina montados en el mismo árbol estando conectados entre sí a través de un elemento plano colocado entre el compresor y la turbina en el que un plano definido por el elemento plano es perpendicular a un eje longitudinal del árbol en al menos uno de los al menos tres cuerpos.
- 20 La disposición puede comprender un elemento plano que es un elemento plano parcialmente hueco dispuesto de modo que el aire pueda fluir dentro del elemento plano parcialmente hueco proporcionando refrigeración para el elemento plano parcialmente hueco.
- 25 La disposición puede comprender además un sistema auxiliar que comprende una fuente de energía para hacer funcionar la disposición de la turbina de gas durante la interrupción de la red eléctrica o una parada de mantenimiento planificada.
- 30 La disposición puede comprender la primera cámara de combustión que comprende un sistema de encendido y un sistema de inyección de combustible.
- 35 La disposición puede comprender al menos uno de los compresores que es un compresor centrífugo.
- 40 La disposición puede comprender al menos una de las turbinas que es una turbina radial.
- 45 La disposición puede comprender además un sistema de control para controlar el funcionamiento de la disposición de la turbina de gas.
- 50 La disposición puede comprender además un quemador dispuesto en comunicación de fluidos con la turbina de gas en el que se está utilizando en el quemador el gas desde la turbina de presión más baja o desde el primer intercambiador de calor.
- 55 La disposición puede comprender además un proceso de utilización del calor dispuesto en comunicación para fluidos con la disposición de la turbina de gas en la que el medio de refrigeración desde al menos uno de los segundos intercambiadores de calor, si es agua, se inyecta al proceso de utilización de calor y se utiliza para calentamiento.
- 60 De acuerdo con la reivindicación 1, la disposición comprende además los al menos tres generadores teniendo teóricamente potencias nominales sustancialmente iguales y teniendo las partes giratorias de los al menos tres generadores teóricamente velocidades de rotación nominales sustancialmente iguales.
- 65 La disposición puede comprender al menos disponer parte de la corriente eléctrica alterna para ser utilizada en autoconsumo de la disposición tal como la potencia necesaria para el sistema de control o los cojinetes magnéticos activos.
- La disposición puede comprender al menos un cojinete magnético activo acoplado a cada uno de los árboles.
- Un tipo de disposición similar a la mencionada anteriormente se puede usar para generar energía para un motor eléctrico de un tren o maquinaria pesada. Sin embargo, puede haber ventajas diferentes debido a la diferencia en la demanda de potencia de las turbinas de gas.
- Una ventaja de la disposición de acuerdo con la presente invención es que el control de la disposición multicuerpo proporciona un control de los cuerpos en alguna forma independiente y la salida eléctrica de los generadores y, por lo tanto, el sistema se puede utilizar más eficientemente que un sistema de cuerpo simple o de dos cuerpos. La presión total sobre todos los compresores se divide entre más de dos compresores, lo que produce una mejor eficiencia en comparación con los sistemas de uno o dos cuerpos.
- Las realizaciones ejemplares de la invención presentadas en la presente solicitud de patente no deben interpretarse como que presentan 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

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

5 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 por su construcción como por su método de operación, junto con sus objetivos adicionales y sus ventajas, se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción de realizaciones específicas cuando se lea en relación con los dibujos adjuntos.

10 Los términos "primero", "segundo" y "tercero" se usan en el presente documento para distinguir elementos entre sí y no para priorizarlos u ordenarlos especialmente, si no se establece explícitamente de otra manera.

Breve descripción de las figuras

15 Las 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 de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 La figura 2 ilustra esquemáticamente una disposición de turbina de gas de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

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

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

Descripción detallada

30 La presente invención se refiere preferiblemente a una disposición para producir energía eléctrica para suministro a una carga utilizando una turbina de gas terrestre fija. Las turbinas de gas terrestres se refieren a cualquier aplicación fija que utilice turbinas de gas en tierra, tal como las centrales eléctricas conectadas a la red eléctrica o a una carga local, como el suministro eléctrico de un hospital o una planta industrial. La presente descripción se refiere también a turbinas de gas con base marina que se refieren a la producción de energía eléctrica con relación a turbinas de gas que se utilizan en aplicaciones marinas para producir energía eléctrica, por ejemplo, en una planta de turbina de gas con base marina.

40 Los compresores utilizados en las realizaciones de acuerdo con la presente invención pueden, preferiblemente, ser del tipo centrífugo pero también pueden ser del tipo axial o cualquier otro tipo capaz de aumentar la presión del fluido que fluye a través del compresor. Los materiales utilizados en los compresores y, especialmente, en sus álabes pueden ser, por ejemplo, pero no limitados a, 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 para permitir que se utilice una temperatura más alta.

45 Las turbinas utilizadas en las realizaciones de acuerdo con la presente invención pueden, preferiblemente, ser del tipo radial pero también pueden ser del tipo axial o cualquier otro tipo capaz de dejar que el fluido fluya a través de las turbinas y, por lo tanto, que produzca potencia mecánica. Los materiales utilizados en las turbinas y, especialmente, en sus álabes pueden ser, por ejemplo, pero no limitados a, aleaciones a base de hierro o níquel producidas mediante la metalurgia de lingotes convencional o pulvimetalurgia. También se pueden utilizar materiales cerámicos en las turbinas. También puede haber recubrimientos específicos para mejorar la resistencia a la erosión de los álabes y para permitir que se utilice una temperatura más alta.

50 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 operativo para transferir el calor desde una fuente de calor con una temperatura más alta al aire que entra en el intercambiador de calor. La fuente de calor con temperatura más alta puede ser, por ejemplo, gas caliente que sale de algunas 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 algo del calor en el aire que fluye en la turbina de gas. El medio de enfriamiento usado puede ser, por ejemplo, un líquido tal como agua o cualquier otro fluido. Los materiales utilizados en la producción de intercambiadores de calor pueden ser cualquier material que soporte las elevadas temperaturas y presiones y que tengan típicamente elevadas conductividades térmicas. Estas pueden ser, por ejemplo, pero no limitadas a, aleaciones basadas en acero inoxidable o basadas en níquel-cromo.

Las cámaras de combustión usadas en las realizaciones de acuerdo con 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 una cámara de combustión tubular simple o una cámara de combustión con una estructura más complicada. Puede ser de cámara de combustión tubular, anular o doble anular. Las cámaras de combustión, preferiblemente, comprenden una inyección de combustible y un sistema de encendido operativo para quemar la mezcla de aire y combustible. Preferiblemente, la cantidad de combustible inyectado por el sistema de inyección de combustible puede ser controlada por 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 con presión. Si el combustible utilizado en la cámara de combustión requiere la utilización del aire de atomización u otros mecanismos de soporte para lograr una combustión controlable y eficiente, también se pueden incluir 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 ella se transfiere al aire presurizado desde el primer compresor utilizando 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 es inadecuado para su uso en turbinas de gas, se puede preferir una cámara de combustión externa para evitar que partículas dañinas entren al proceso de la turbina de gas.

El combustible inyectado puede controlarse en función de la cantidad deseada de energía inyectada a la red eléctrica o a cualquier carga en conexión eléctrica con la turbina de gas. La inyección de combustible puede controlarse en función de otros parámetros, como por ejemplo, tensión, corriente, temperatura, presión o flujo másico. La cámara de combustión también puede ser del tipo de geometría variable. El tipo de geometría variable de la cámara de combustión puede incluir un actuador con el que puede alterarse la geometría de la cámara de combustión. La cámara de combustión puede construirse utilizando una variedad de materiales que puedan soportar las elevadas temperaturas y presiones que se producen en el proceso de la turbina de gas. Estos materiales pueden ser, por ejemplo, pero no limitados a, aleaciones basadas en níquel o cobalto. También se pueden usar materiales cerámicos en las cámaras de combustión. También puede haber varios materiales de recubrimiento de barrera térmica que sirven como capa aislante para reducir las temperaturas de la base metálica subyacente.

El sistema de control, preferiblemente, incluye dispositivos electrónicos y dispositivos electrónicos de potencia capaces de controlar el par y la velocidad de rotación de todos los generadores eléctricos. El sistema de control puede incluir convertidores de frecuencia para los generadores eléctricos o puede incluir rectificadores para que los generadores conviertan la corriente alterna (CA) generada por los generadores, en el caso de 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, la red eléctrica o en una carga de CA. La CA generada por los generadores eléctricos puede, por lo tanto, suministrarse a la carga 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 inyectadas a la carga. El sistema de control puede recibir información de los sensores dispuestos para medir parámetros termodinámicos del sistema, tales como temperaturas y presiones y/o parámetros eléctricos tales como las corrientes y tensiones de los generadores, circuitos electrónicos de potencia, parámetros en los sistemas auxiliares o tensiones y corrientes en la red eléctrica o carga en la que se inyecta la energía eléctrica de la turbina de gas. El sistema de control puede incluir bucles de realimentación, recorridos de anticipación y puede basarse en algunos de los diversos métodos de control como, por ejemplo, el control de voltios-hercios escalares, el control vectorial también conocido como control orientado al campo o control directo del par.

El sistema de control puede incluir, por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU), un elemento de memoria tal como, por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM) y una unidad de comunicación. El software de control, como los algoritmos de control, se almacena en la memoria y lo ejecuta 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 la red de área local inalámbrica (WLAN), Sistema global para comunicaciones móviles (GSM), Tercera generación (3G), Evolución a largo plazo (LTE), Cuarta generación (4G).

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, al menos algunos de los generadores eléctricos pueden ser idénticos o, como alternativa, al menos algunos de ellos pueden ser diferentes tipos de generadores eléctricos. Los generadores eléctricos utilizados en la disposición de turbina de gas de acuerdo con las realizaciones de la presente invención pueden ser de tipo síncrono o asíncrono. Los generadores pueden ser generadores de CC, generadores de imán permanente, generadores de inducción, generadores de inducción de doble alimentación o cualquier otro tipo de generadores operativos 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 los generadores de CC o, por ejemplo, seis. Además, los generadores pueden tener conexión en estrella o triángulo y estar conectados a tierra o sin conexión a tierra.

La disposición de la turbina de gas con tres cuerpos de acuerdo con una realización de la presente invención se muestra esquemáticamente en la figura 1, incluyendo algunos elementos opcionales marcados con líneas discontinuas. Los elementos opcionales en la figura 1 son los mismos en las realizaciones con más de tres cuerpos.

5 Los elementos de la turbina de gas en la figura 1 y sus propósitos principales pueden describirse, en términos generales, a continuación. El tercer compresor C3, el segundo compresor C2 y el primer compresor C1 aumentan la presión del gas, típicamente aire, que fluye a través de ellos. Los segundos intercambiadores de calor 15 se pueden usar para eliminar algo del calor del aire a un medio de enfriamiento. En los segundos intercambiadores de calor, el medio de refrigeración que elimina parte del calor del aire se suministra desde una fuente externa (no se muestra en la figura 1). El primer intercambiador de calor 14 se utiliza para precalentar el aire utilizando gases de escape provenientes de la tercera turbina T3. En una primera cámara de combustión Comb1, el aire presurizado se mezcla con el combustible y el calor se libera en el proceso de combustión, en el caso de una cámara de combustión típica, calentando así la mezcla de aire y combustible que genera el gas caliente. En las cámaras de combustión secundarias Comb2, si hay alguna, el gas de la primera turbina T1 o de una turbina corriente arriba 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 gas desde la primera turbina T1 o desde una turbina corriente arriba para calentar aún más el gas y el combustible. En la primera turbina T1, en la segunda turbina T2 y en la tercera turbina T3, los gases de escape calientes se expanden y producen energía mecánica para hacer girar los generadores eléctricos, es decir, el primer generador G1, el segundo generador G2 y el tercer generador G3 y el primer compresor C1, el segundo compresor C2 y el tercer compresor C3. El primer cuerpo 10a incluye el primer árbol 11a, el primer compresor C1 y la primera turbina T1. El segundo cuerpo 10b incluye el segundo árbol 11b, el segundo compresor C2 y la segunda turbina T2. El tercer cuerpo 10c incluye el tercer árbol 11c, el tercer compresor C3 y la tercera turbina T3.

En la figura 2, se muestra una realización preferible de la presente invención con tres cuerpos, en donde el aire que entra al sistema está siendo presurizado por el tercer compresor C3. Luego el aire presurizado se suministra al segundo intercambiador de calor 15 conectado entre el tercer compresor C3 y el segundo compresor C2. El segundo intercambiador de calor 15 disminuye la temperatura del aire utilizando un medio de refrigeración tal como, por ejemplo, agua para eliminar algo del calor del aire. Luego el aire se suministra al segundo compresor C2 lo que aumenta aún más la presión del aire. Luego el aire presurizado se alimenta a otro segundo intercambiador de calor 15 conectado entre el segundo compresor C2 y el primer compresor C1. A continuación, el aire que ha sido comprimido por y que proviene del primer compresor C1 se suministra al primer intercambiador de calor 14 en el que el aire se precalienta utilizando los gases de escape calientes provenientes de la tercera turbina T3. Después del primer intercambiador de calor 14, el aire se suministra a la primera cámara de combustión Comb1 en la que el aire se mezcla con el combustible y se quema para calentar la mezcla del aire y del combustible para producir gases de escape calientes. Los gases de escape se suministran luego a la primera turbina T1 en la que los gases de escape se expanden y producen energía mecánica para hacer girar el primer compresor C1 y el primer generador G1. Luego, los gases de escape se suministran además a la segunda turbina T2, en la que los gases de escape se expanden aún más y producen energía mecánica para hacer girar el segundo compresor C2 y el segundo generador G2. Luego, los gases de escape se suministran además en la tercera turbina T3, en la que los gases de escape se expanden aún más y producen energía mecánica para hacer girar el tercer compresor C3 y el tercer generador G3. Después de eso, los gases de escape se suministran al primer intercambiador de calor 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 mediciones que pueden incluirse en la disposición de acuerdo con una realización preferible o en cualquier realización de la presente invención. También puede haber otras mediciones asimismo en el sistema. Los ejemplos de las medidas se muestran con líneas discontinuas. Como puede verse en la figura 2, puede haber mediciones de las tensiones de salida 22 y las corrientes 24 de los generadores G1, G2 y G3, así como mediciones desde el lado de la carga 200 como, por ejemplo, tensiones de la red eléctrica 23 y corrientes 25. También puede haber mediciones adicionales de los parámetros eléctricos dentro del sistema de control Ctrl, como las tensiones de entrada y salida y/o las corrientes de los convertidores e inversores, si se utilizan en la realización. Los parámetros termodinámicos tales como, por ejemplo, la temperatura de entrada de la primera turbina 26 y la temperatura de salida de la tercera turbina 28, es decir, la temperatura de entrada del primer intercambiador de calor pueden medirse en realizaciones de la presente invención que incluyen el primer intercambiador de calor. También puede haber otras mediciones como, por ejemplo, las temperaturas de entrada de cada turbina. Todas las mediciones se pueden enviar al sistema de control Ctrl para supervisar y/o controlar el funcionamiento de la planta de turbina de gas.

El primer compresor C1 y la primera turbina T1 pueden, preferiblemente, montarse en el primer árbol 11a de tal manera que estén cerca uno del otro. El primer generador G1 puede entonces montarse en cualquier lado de este par compresor-turbina en el primer árbol 11a. Además, el segundo compresor C2 y la segunda turbina T2 pueden, preferiblemente, montarse en el segundo árbol 11b de tal manera que estén próximos entre sí. El segundo generador G2 puede entonces montarse en cualquier lado de este par compresor-turbina en el segundo árbol 11b. Además, el tercer compresor C3 y la tercera turbina T3 pueden, preferiblemente, montarse en el tercer árbol 11c de tal manera que estén próximos entre sí. El tercer generador G3 puede entonces montarse en cualquier lado de este par compresor-turbina en el tercer árbol 11c. Cuando los elementos están cerca, la presión y las pérdidas de calor pueden minimizarse y la estructura se puede hacer compacta. El primer generador G1 también se puede montar entre el primer

compresor C1 y la primera turbina T1. Este puede ser el caso para los generadores segundo y tercero, G2 y G3, los compresores segundo y tercero, C2 y C3 y las turbinas segunda y tercera, T2 y T3, montadas en los árboles segundo y tercero, 11b y 11c, respectivamente, también.

5 En la figura 3a, en el caso en el que los compresores y las turbinas se montan muy próximos entre sí, se muestra un elemento plano 34 que puede estar dispuesto entre un compresor 30 y una turbina 32 de acuerdo con realizaciones de la presente invención. En circunstancias prácticas, la proximidad puede realizarse colocando el compresor 30 y la turbina 32 adyacentes entre sí, sustancialmente separados solo por el elemento plano 34. En estos casos, un generador eléctrico no puede disponerse entre el compresor y la turbina. El plano definido por el elemento plano puede
10 disponerse para ser perpendicular al eje longitudinal del árbol del cuerpo correspondiente. El elemento plano puede tener, por ejemplo, un ancho 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 razones de claridad. La estructura permite la minimización de la trayectoria del aire 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.

15 En un lado del elemento plano 34, hay aire que sale del compresor 30 y en el otro lado el gas caliente que sale de la cámara de combustión 36 a la que viene el aire y a la que se inyecta el combustible, por ejemplo, desde una boquilla de inyección de combustible 38. Esto provoca un alto gradiente de temperatura sobre el elemento plano 34. En el caso de un cuerpo en el que los gases de escape provienen de una turbina de otro cuerpo, hay aire que viene del compresor
20 30 por un lado y el gas caliente que sale de una turbina de otro cuerpo en el otro lado. También en este caso, el gradiente de temperatura es alto. El material del elemento plano puede ser cualquier material que soporte el alto gradiente de temperatura presente en las turbinas de gas, como por ejemplo, una 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.

25 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 está utilizando el elemento plano 35 parcialmente hueco, se puede utilizar en uno, varios o todos los cuerpos.

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

De acuerdo con una realización de la presente invención, el segundo intercambiador de calor 15, el primer intercambiador de calor 14 y las segundas cámaras de combustión Comb2, también mostradas en la figura 1, todos los cuales pueden considerarse elementos opcionales, se omiten. En esta realización, el aire que entra en el sistema
40 está siendo presurizado primero por el tercer compresor C3, luego se suministra al segundo compresor C2 para ser presurizado adicionalmente. Luego, el aire se suministra al primer compresor C1 para ser presurizado aún más. Luego, el aire presurizado se suministra a la primera cámara de combustión Comb1 en la que el aire presurizado se mezcla con el combustible para producir calor mediante la combustión de la mezcla de aire y combustible. Después de la primera cámara de combustión Comb1, los gases de escape se suministran a la primera turbina T1 en la que los gases de escape se expanden y se produce energía mecánica y el primer compresor C1 y el primer generador G1 se hacen girar para producir energía eléctrica. Luego, los gases de escape se suministran a la segunda turbina T2 en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y para hacer girar el segundo compresor C2 y el segundo generador G2 para producir energía eléctrica. Luego, los gases de escape se suministran además a la
45 tercera turbina T3, en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y hacer girar el tercer compresor C3 y el tercer generador G3 para producir energía eléctrica. Después de eso, los gases de escape son emitidos desde la turbina de gas.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el primer intercambiador de calor 14 y las segundas cámaras de combustión Comb2, también mostrados en la figura 1, todos los cuales pueden considerarse elementos opcionales,
55 se omiten. En esta realización, el aire que entra en el sistema está siendo presurizado primero por el tercer compresor C3. Luego, el aire se suministra a un segundo intercambiador de calor 15 conectado entre el tercer compresor C3 y el segundo compresor C2, con lo que el intercambiador de calor 15 elimina parte del calor del aire disminuyendo, por lo tanto, la temperatura del aire. Luego, el aire se suministra al segundo compresor C2. Luego, el aire se suministra a un segundo intercambiador de calor 15 conectado entre el segundo compresor C2 y el primer compresor C1, con lo que el intercambiador de calor 15 elimina parte del calor del aire disminuyendo, por lo tanto, la temperatura del aire. Luego,
60 el aire presurizado se suministra a la primera cámara de combustión Comb1 en la que el aire presurizado se mezcla con el combustible para producir calor mediante la combustión de la mezcla de aire y combustible. Después de la primera cámara de combustión Comb1, los gases de escape se suministran a la primera turbina T1 en la que los gases de escape se expanden y se produce energía mecánica y el primer compresor C1 y el primer generador G1 se hacen girar para producir energía eléctrica. Luego, los gases de escape se suministran además a la segunda turbina T2 en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y para hacer girar el segundo
65

compresor C2 y el segundo generador G2 para producir energía eléctrica. Luego, los gases de escape se suministran además a la tercera turbina T3, en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y hacer girar el tercer compresor C3 y el tercer generador G3 para producir energía eléctrica. Después de eso, los gases de escape son emitidos desde la turbina de gas.

5 De acuerdo con una realización de la presente invención, los segundos intercambiadores de calor 15 y las segundas cámaras de combustión Comb2, también mostrados en la figura 1, todos los cuales pueden considerarse elementos opcionales, se omiten. En esta realización, el aire que entra en el sistema está siendo presurizado primero por el tercer compresor C3. Luego, el aire se suministra al segundo compresor C2 después de lo que el aire entra en el primer compresor C1. Después de eso, el aire se suministra al primer intercambiador de calor 14. El primer intercambiador de calor 14 transfiere parte del calor de los gases de escape que provienen de la tercera turbina T3 al aire, precalentando así el aire antes de que el aire entre en la primera cámara de combustión Comb1 en la que se mezcla el aire precalentado con combustible para producir calor por combustión de la mezcla de aire y combustible. Después de la primera cámara de combustión Comb1 los gases de escape se suministran a la primera turbina T1 en la que los gases de escape se expanden y se produce energía mecánica y el primer compresor C1 y el primer generador G1 se hacen girar para producir energía eléctrica. Luego, los gases de escape se suministran además a la segunda turbina T2 en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y para hacer girar el segundo compresor C2 y el segundo generador G2 para producir energía eléctrica. Luego, los gases de escape se suministran además a la tercera turbina T3, en la que los gases de escape se expanden aún más para producir energía mecánica y hacer girar el tercer compresor C3 y el tercer generador G3 para producir energía eléctrica. Después de eso, los gases de escape se suministran al primer intercambiador de calor 14, después de lo cual los gases de escape se emiten desde la turbina de gas.

25 Las realizaciones ejemplares de la presente invención presentadas anteriormente con referencia a la figura 1 son solo algunas de las posibles realizaciones. En la figura 1, solo se muestran tres cuerpos. Tres cuerpos es solo un ejemplo y no debe considerarse como una limitación. Cualquier combinación de los elementos marcados con líneas discontinuas con los elementos marcados con líneas continuas puede considerarse como una realización de la presente invención, independientemente de que el número de cuerpos sea de tres o más.

30 De acuerdo con una realización de la presente invención, la disposición incluye un sistema auxiliar que comprende una fuente de energía que puede utilizarse en condiciones de funcionamiento anormales predefinidas (pre-diseñadas) tales como, por ejemplo, en el caso de que haya una interrupción repentina e inesperada en la red eléctrica como en el caso de pérdida de la red eléctrica o en caso de una parada de mantenimiento planificada, con el fin de aumentar o disminuir de forma 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 turbina de gas puede operarse utilizando la energía de la fuente de energía del sistema auxiliar. Esta fuente de energía puede ser, por ejemplo, pero no limitada a, una batería o un banco de baterías, un supercondensador o un sistema de celda de combustible. Al utilizar el sistema auxiliar, el control de la turbina de gas permanece operativo y puede, por ejemplo, detener el sistema de forma segura o puede hacer que el sistema funcione en una condición de isla.

40 De acuerdo con varias realizaciones, se pueden usar cojinetes magnéticos activos en cada uno de los árboles 11a-11c de los cuerpos 10a-10c. Puede haber uno o más de un cojinete magnético activo acoplado a cada uno de los árboles. Los cojinetes magnéticos activos pueden usarse para determinar la velocidad de rotación de al menos uno de los árboles. La velocidad determinada se puede utilizar en el sistema de control para controlar las velocidades de rotación de los árboles mediante los generadores eléctricos G1-G3.

50 De acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, la mayor parte de la potencia de salida total suministrada a la carga 200 en forma de energía eléctrica y de rotación es generada por los generadores eléctricos G1-G3 en forma de energía eléctrica. La potencia de salida total como se define aquí no incluye la potencia de salida térmica tal como la energía expulsada de la disposición a través de un tubo de escape o las pérdidas térmicas de la disposición. De acuerdo con una realización, al menos el 60 por ciento o, ventajosamente, al menos 80 de la potencia de salida total suministrada a la carga 200 en forma de potencia eléctrica o rotatoria es producida por los generadores eléctricos G1-G3 en forma de energía eléctrica.

55 La carga 200 en este documento se refiere a una carga 200 que es externa a la disposición tal como una red eléctrica o una carga eléctrica independiente tal como un sistema de suministro eléctrico de, por ejemplo, un hospital o una planta industrial o una carga residencial.

60 Por lo tanto, los generadores eléctricos G1-G3 están dispuestos para producir la potencia de salida primaria de la disposición suministrada de manera continua o en promedio a la carga 200, que es externa con respecto a la disposición, por la disposición en la forma de energía eléctrica y no para actuar solo como una fuente de energía auxiliar o solo para controlar el funcionamiento de la disposición. De manera continua o en promedio, la potencia suministrada a dicha carga 200 externa con respecto a la disposición en este documento se refiere a las condiciones de operación típicas, como en condiciones de operación nominales o en condiciones de carga parcial, excluyendo la energía producida de manera intermitente, momentánea o por cortos períodos de tiempo, por ejemplo, para un breve refuerzo de la potencia. Sin embargo, los generadores eléctricos G1-G3 también se pueden usar para controlar el

funcionamiento de la disposición de la turbina de gas junto con la cantidad de calor generado en la primera cámara de combustión Comb1, así como en las segundas cámaras de combustión Comb2, si corresponde.

5 De acuerdo con una realización, una parte de la potencia de salida eléctrica de los generadores eléctricos G1-G3 puede usarse, sin embargo, para operar la disposición de la turbina de gas, es decir, para el autoconsumo. El autoconsumo puede ser, por ejemplo, la potencia necesaria para el sistema de control o para los cojinetes magnéticos activos. Sin embargo, la mayor parte de la potencia de salida total de la disposición suministrada a la carga externa 200, es decir, al menos el 60 por ciento o, preferiblemente, al menos el 80 por ciento es producida por los generadores eléctricos G1-G3 en forma de energía eléctrica. Menos del 40 por ciento o, preferiblemente, menos del 20 por ciento 10 de la potencia de salida total en forma de potencia eléctrica o de rotación, esto es, por ejemplo, la energía de rotación de un árbol 11a-11c puede provenir de otras fuentes, como por ejemplo de una turbina adicional que hace rotar un generador eléctrico o un dispositivo giratorio, como un ventilador o una bomba.

15 Según una realización, la potencia nominal de un generador eléctrico G1-G3 puede ser de 30-1500 kilovatios. De acuerdo con otra realización, la velocidad de rotación nominal de un generador eléctrico G1-G3 puede ser de 10000-120000 revoluciones por minuto. Según diversas realizaciones, el valor máximo de la temperatura de entrada de la turbina para la turbina de presión más alta T1 puede ser 600-1500 grados Celsius, preferiblemente 750-1250 grados Celsius.

20 De acuerdo con la presente invención, las capacidades de potencia nominal y las velocidades de rotación nominales de los generadores eléctricos son sustancialmente iguales. De acuerdo con varios ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada, las capacidades nominales pueden diferir en el 10 o el 15 por ciento a lo sumo entre ellos en relación con la potencia nominal de un generador con la potencia nominal más alta y aún estar bajo el concepto de capacidad nominal sustancialmente igual descrita en el presente documento. En ciertos ejemplos que no forman parte 25 de la invención reivindicada, el proceso de la turbina de gas puede 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. El límite para la diferencia en las capacidades nominales puede ser también, según el caso, del 15 por ciento en relación con la potencia nominal de un generador con la potencia nominal más alta.

30 De acuerdo con diversas realizaciones, las velocidades de rotación de las partes giratorias de los generadores eléctricos G1-G3, es decir sus rotores, pueden diferir entre sí o ser sustancialmente iguales.

35 Según diversas realizaciones, en particular, pero no necesariamente o limitadas a, las realizaciones con igual potencia nominal y velocidades de rotación nominales de los generadores eléctricos, las velocidades de rotación de las partes giratorias de los generadores eléctricos G1-G3, es decir sus rotores, pueden no diferir en más del 30 por ciento en relación con la velocidad de rotación del generador acoplado al cuerpo giratorio más rápido.

40 De acuerdo con varias realizaciones, las potencias eléctricas producidas por los generadores eléctricos G1-G3 pueden diferir entre sí o ser sustancialmente iguales.

45 De acuerdo con varias realizaciones, particularmente, pero no necesariamente o limitadas a, las realizaciones con iguales potencias nominales y velocidades de rotación nominales de los generadores eléctricos, las potencias eléctricas producidas por los generadores eléctricos G1-G3 pueden ser, preferiblemente, tales que la diferencia entre las potencias eléctricas de los generadores G1-G3 en relación con el valor de la potencia nominal de uno de los generadores eléctricos no superan el 60 por ciento. En ejemplos con diferentes capacidades de potencia nominal, las potencias eléctricas producidas por los generadores eléctricos G1-G3 no difieren más del 60 por ciento entre sí con respecto a la capacidad de potencia nominal del generador eléctrico con la capacidad de potencia nominal más alta.

50 Las características descritas en la descripción anterior se pueden usar en combinaciones que no sean las combinaciones explícitamente descritas. Aunque las funciones se han descrito con referencia a ciertas características, esas funciones pueden ser realizables por otras características ya estén descritas o no. Aunque las características se han descrito con referencia a ciertas realizaciones, esas características también pueden estar presentes en otras realizaciones, ya estén descritas o no.

REIVINDICACIONES

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

al menos tres cuerpos (10a, 10b, 10c), incluyendo cada uno de los al menos tres cuerpos (10a, 10b, 10c) un árbol (11a, 11b, 11c), un compresor (C1, C2, C3) y una turbina (T1, T2, T3) montados en el árbol (11a, 11b, 11c); un compresor de la presión máxima (C1) que es el compresor montado en el árbol (11a) del cuerpo (10a) cuya turbina se dispone para tener la presión más alta entre las turbinas (T1), es decir, una turbina de la presión más alta (T1), también se montan en él;

una primera cámara de combustión (Comb1) operativa para quemar o hacer reaccionar una mezcla de combustible de modo que el gas comprimido del compresor de la presión más alta (C1) pasa a un gas con una temperatura elevada que se expande en la turbina de la presión más alta (T1) para producir energía mecánica para impulsar el compresor de la presión más alta (C1) en donde la turbina de la presión más alta (T1) es la primera turbina dispuesta para recibir dicho gas con temperatura elevada desde la primera cámara de combustión (Comb1);

los al menos tres cuerpos (10a, 10b, 10c) están en comunicación de fluidos entre sí, en donde cada una de las turbinas corriente abajo está dispuesta para recibir gas a una presión más alta desde una turbina inmediatamente dispuesta corriente arriba para operar a una presión más alta que la de las turbinas corriente abajo que reciben gas a presión más alta, y disponiéndose para funcionar, cada uno de los compresores para recibir gas a una presión más baja desde un compresor inmediatamente anterior, a una presión más baja que la del compresor que recibe gas a una presión más baja; y

al menos tres generadores (G1, G2, G3), estando acoplado directamente mecánicamente cada uno de ellos a uno de los árboles predefinidos para ser impulsado de manera giratoria, teniendo así cada uno de los árboles (11a, 11b, 11c) un generador acoplado mecánicamente y un número de los al menos tres generadores (G1, G2, G3) que es igual a un número de los árboles (11a, 11b, 11c), rotando cada uno de los al menos tres generadores (G1, G2, G3) a la misma velocidad que el árbol al que se acopla el generador, siendo operativos los al menos tres generadores (G1, G2, G3) para generar una corriente eléctrica alterna dispuesta para ser suministrada a dicha carga (200) y siendo las salidas de energía eléctrica de los al menos tres generadores (G1, G2, G3) independientemente controlables entre sí, y los al menos tres generadores (G1, G2, G3) tienen niveles de potencia nominal sustancialmente iguales, y las partes giratorias de los al menos tres generadores (G1, G2, G3) tienen velocidades de rotación nominal sustancialmente iguales, y estando configurada la disposición de modo que durante el uso, al menos el 60 por ciento de la potencia de salida total suministrada a dicha carga (200) se dispone para ser generada por los al menos tres generadores (G1, G2, G3) en forma de energía eléctrica, en el que la potencia de salida total es una suma de la potencia eléctrica y de rotación suministrada a dicha carga (200) por la disposición.

2. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 1 en combinación con una planta de turbina de gas terrestre fija o una planta de turbina de gas de base marina.

3. Una disposición de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que dicha carga (200) externa con respecto a la disposición y a la que debe suministrarse dicha carga de energía eléctrica es 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 o un sistema de suministro eléctrico de un barco y/o una parte de motor eléctrico de un sistema de propulsión marina de un barco.

4. Una disposición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende además:

un primer intercambiador de calor (14) dispuesto para recibir dicho gas comprimido desde el compresor de la presión más alta (C1) y el gas de la última turbina corriente abajo dispuesta para tener la presión más baja de las turbinas, es decir, la turbina de la presión más baja (T3), produciendo una transferencia de calor desde dicho gas desde la última turbina corriente abajo a dicho gas comprimido para precalentar dicho gas comprimido antes de la combustión en la primera cámara de combustión (Comb1).

5. Una disposición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende además:

al menos un segundo intercambiador de calor (15) dispuesto en la corriente de fluido entre dos compresores para recibir gas de uno con una presión más baja de los dos compresores a ser transferido a otro con la presión más alta de los dos compresores, y un medio de refrigeración desde una fuente externa de modo que se disminuya la temperatura de dicho gas desde el uno con menor presión de los dos compresores, dispuesto cada uno de el al menos un segundo intercambiador de calor (15) para transferir dicho gas desde el uno con la menor presión de los dos compresores hacia el otro con una presión más alta de los dos compresores.

6. Una disposición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende además:
- 5 al menos una segunda cámara de combustión (Comb2) dispuesta en la corriente de fluido entre dos turbinas y operativa para quemar o hacer reaccionar una mezcla de combustible, dispuesta la al menos una segunda cámara de combustión (Comb2) para recalentar dicho gas de la turbina que tiene mayor presión de las dos turbinas y para transferir dicho gas desde aquella con mayor presión de las dos turbinas a la otra con menor presión de las dos turbinas.
- 10 7. Una disposición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende además:
- 15 compresor y turbina montados en el mismo árbol y separados solo por un elemento plano (34) dispuesto entre el compresor y la turbina en el que un plano definido por el elemento plano (34) es perpendicular a un eje longitudinal del árbol (11A, 11B, 11C) en al menos uno de los al menos tres cuerpos.
8. Una disposición según la reivindicación 7, en la que la disposición comprende:
- 20 el elemento plano (34) siendo 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).
9. Una disposición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende además:
- 25 un sistema auxiliar que comprende una fuente de energía para operar la disposición de la turbina de gas durante una interrupción de la red eléctrica o una parada de mantenimiento planificada.
- 30 10. Una disposición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende:
- la primera cámara de combustión (Comb1) que comprende un sistema de encendido y un sistema de inyección de combustible.
- 35 11. Una disposición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende:
- al menos uno de los compresores es un compresor centrífugo.
- 40 12. Una disposición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende además:
- un sistema de control (Ctrl) para controlar el funcionamiento de la disposición de la turbina de gas.
- 45 13. Una disposición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende además:
- un quemador dispuesto en comunicación de fluidos con la turbina de gas en la que el gas desde la turbina de presión más baja o desde el primer intercambiador de calor son utilizados en el quemador.
- 50 14. Una disposición según una cualquiera de las reivindicaciones 5-13, en la que la disposición comprende además:
- un proceso de utilización del calor (40) dispuesto en comunicación de fluidos con la disposición de la turbina de gas en la que el medio de refrigeración desde al menos uno de los segundos intercambiadores de calor, si es agua, se inyecta al proceso de utilización de calor (40) y se utiliza para calentamiento.
- 55 15. Una disposición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la disposición comprende:
- al menos un cojinete magnético activo acoplado a cada uno de los árboles (11a-11 c).

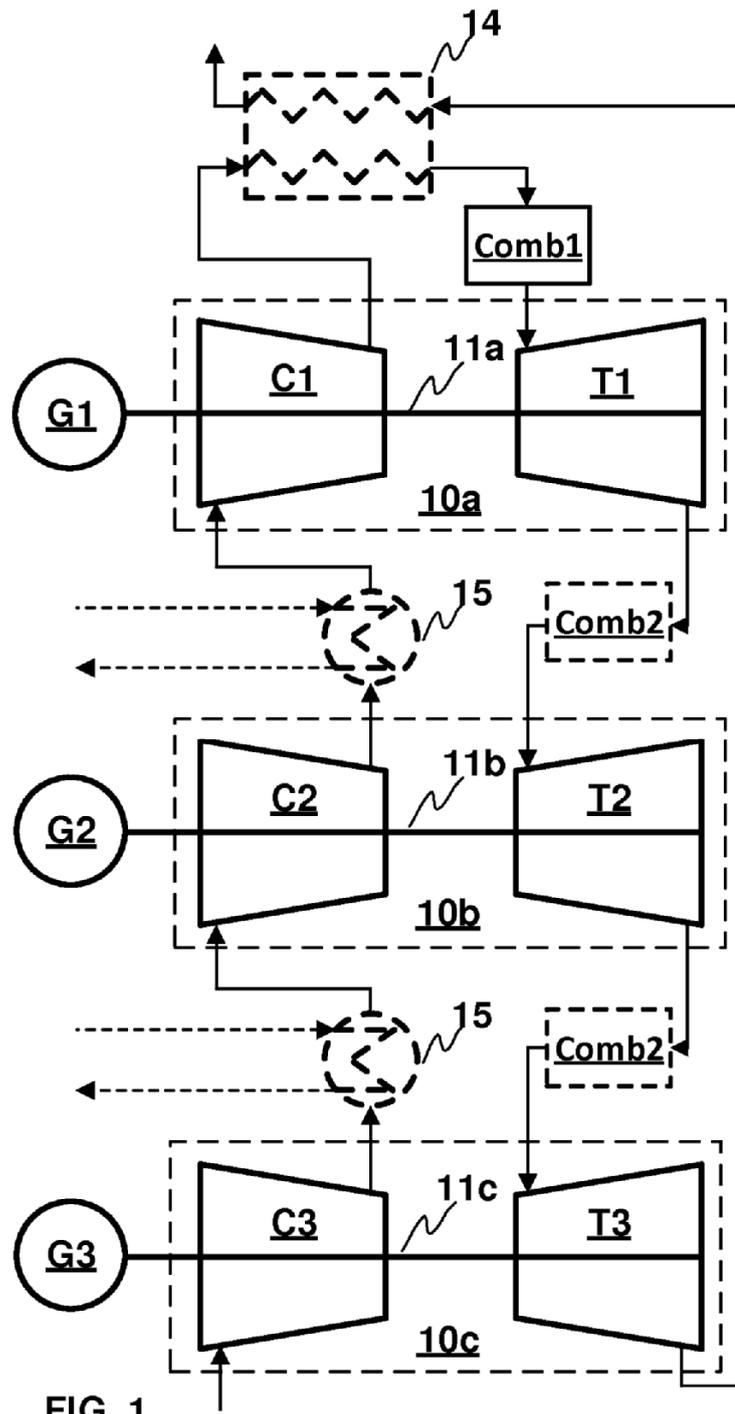


FIG. 1

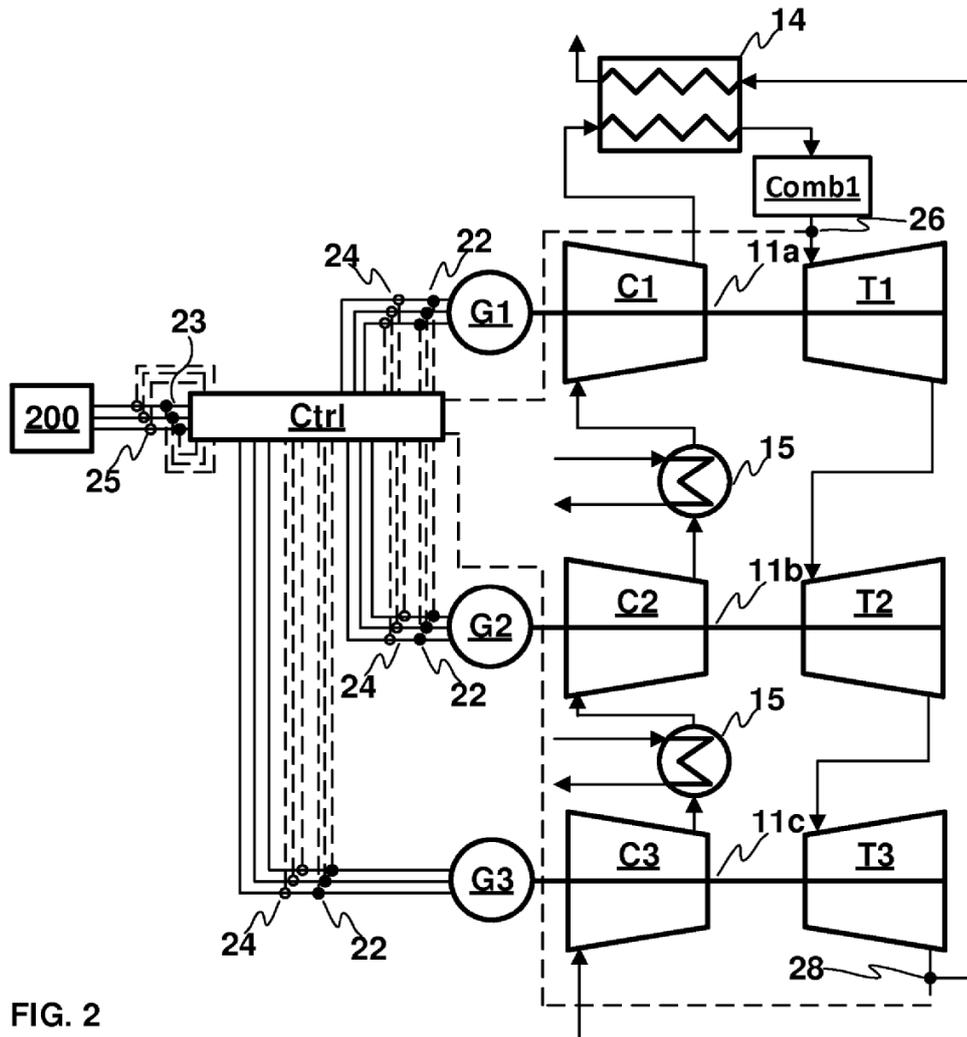


FIG. 2

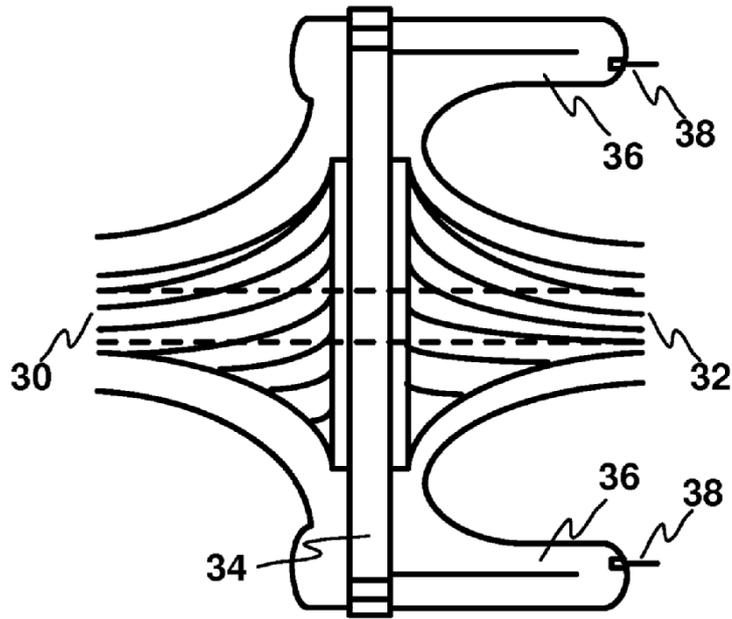


FIG. 3a

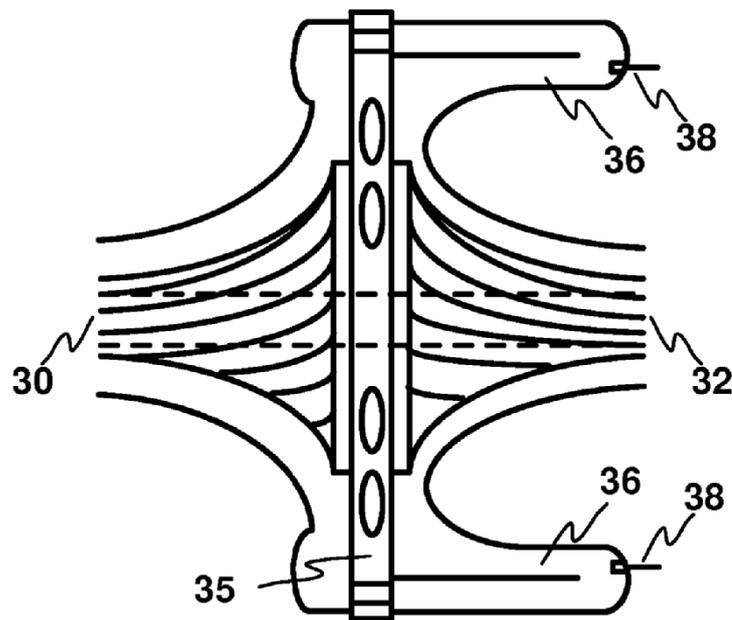


FIG. 3b

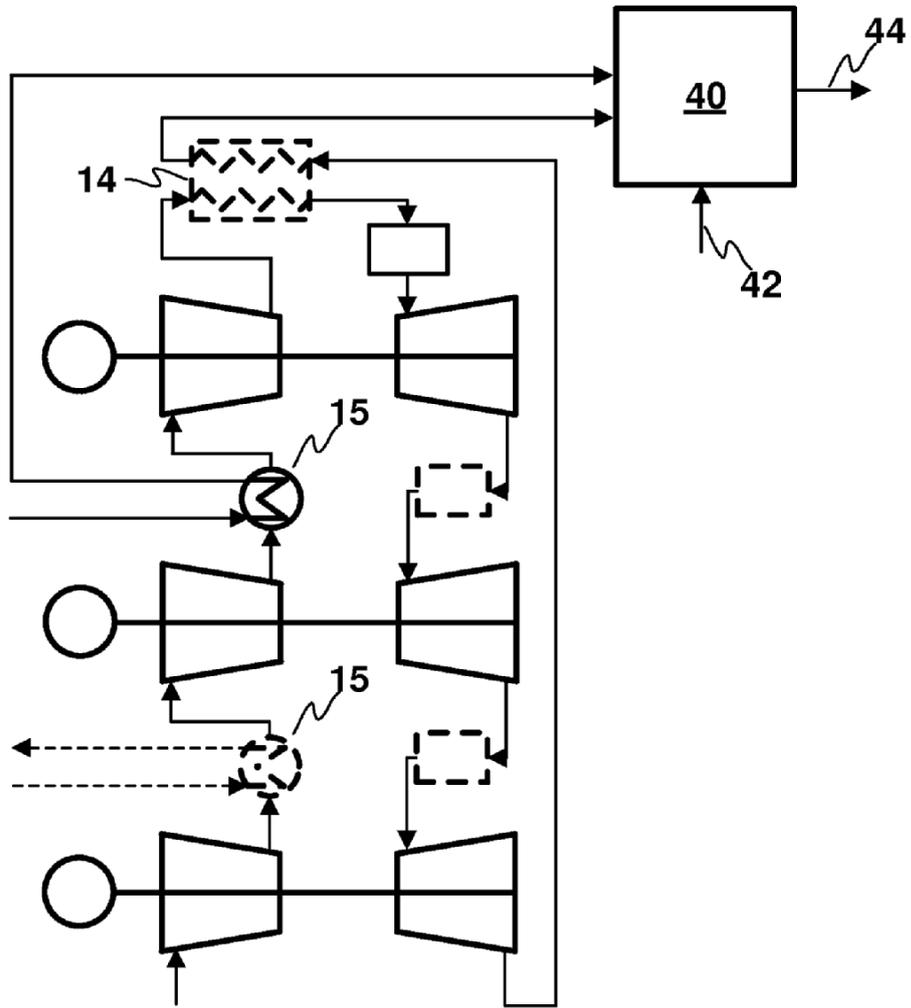


FIG. 4