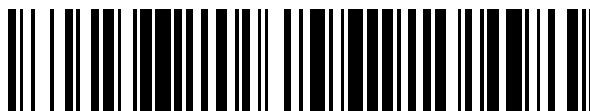


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 848**

51 Int. Cl.:

F01D 1/14 (2006.01)
F01D 1/20 (2006.01)
F01D 1/02 (2006.01)
G21D 3/04 (2006.01)
G21D 3/08 (2006.01)
G21D 1/02 (2006.01)
G21C 15/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2012 E 12191041 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2589758**

54 Título: **Sistema de control de velocidad de turbina tolerante a fallos**

30 Prioridad:

04.11.2011 US 201113289301

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

29.03.2016

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC
(100.0%)
3901 Castle Hayne Road
Wilmington, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**THINGULDSTAD, ARTHUR M. y
BERGMAN, MARK A.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 564 848 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

Sistema de control de velocidad de turbina tolerante a fallos

Antecedentes

5 La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de control de turbina convencional para centrales de energía nuclear comerciales. Como se muestra en la FIG. 1, una turbina 100 recibe un vapor 101 de origen, extrae energía termodinámica del vapor 101 de origen, y emite vapor 102 saturado de baja presión. El vapor 101 de origen puede ser de un reactor nuclear, un intercambiador de calor, un generador de vapor, una turbina a alta presión, etc. La turbina 101 puede ser cualquier turbina de las que se encuentran en las centrales de energía nuclear, incluyendo una turbina con sistema de refrigeración del núcleo aislado (RCIC) o una turbina de alta potencia con refrigeración por inyección de alta presión (HPIC), por ejemplo. La energía 105 extraída se utiliza para energizar componentes deseados; por ejemplo, en el caso de un sistema RCIC y HPIC, la energía 105 extraída proporciona energía a las bombas de refrigeración asociadas del sistema RCIC y HPIC, que mantienen los niveles de flujo y de agua en un reactor.

15 Cuando se utiliza una turbina 100 para ejecutar sistemas de refrigeración para mantener los niveles de refrigerante del reactor y evacuar de la central el calor de desintegración, tal como en un escenario transitorio, la turbina 100 se controla mediante un controlador 60 de velocidad. La turbina 100 genera información de velocidad sobre la base de la carga y la potencia de salida, y transmite la información 61 de velocidad al controlador 60 de velocidad. El controlador de velocidad genera señales 62 de control de velocidad sobre la base de la información 61 de velocidad recibida, para su transmisión de vuelta a la turbina 100. La información 61 de velocidad permite a la turbina 100 operar a velocidades y cargas especificadas, para evitar la desconexión y proporcionar una energía 105 eléctrica adecuado a los destinos deseados. El controlador 60 de velocidad está conectado en red, de manera convencional, con un controlador 55 de flujo situado en la sala de control de la central, que intercambia señales 56 de control de flujo con el controlador 60 de velocidad. De este modo, los operarios de la central pueden monitorizar e introducir comandos de velocidad a través del controlador 55 de flujo de la sala de control, que serán convertidos en señales 62 de control de velocidad por el controlador 60 de velocidad y, en última instancia, controlar la 100 turbina para su rendimiento de acuerdo con los comandos de la sala de control.

El controlador 55 de flujo de la sala de control y el controlador 60 de velocidad, y los datos y señales generados por los mismos, se energizan de manera convencional a través de energía exterior o de la central. (véase, por ejemplo, el documento EP0680139).

30 Como se muestra en la FIG. 1, cuando tal energía no está disponible, por ejemplo, durante un apagón de la estación, una fuente 50 de distribución de energía de emergencia de la central, tal como un generador diésel o una batería local, puede proporcionar energía 51 para controlar el controlador 55 de flujo de la sala y el controlador 60 de velocidad. Al ofrecer una energía local, la fuente 50 de distribución de energía de emergencia puede permitir a los operarios controlar continuamente la velocidad y el uso de la turbina 100, para gestionar el transitorio y/o proporcionar energía a los sistemas de seguridad, incluyendo las bombas de refrigeración del núcleo aislado y de inyección a alta presión.

Sumario

La invención proporciona un sistema de energía de emergencia para una central nuclear, de acuerdo con la reivindicación 1.

40 Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán realizaciones de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de control de flujo para turbina de reactor nuclear, convencional y comercial.

45 La FIG. 2 es un diagrama esquemático de una realización ejemplar de un sistema de control de velocidad de turbina tolerante a fallos.

Descripción detallada

50 El presente documento es un documento de patente, y durante su lectura y comprensión deberán aplicarse reglas generales de construcción. Todo lo descrito y mostrado en el presente documento es un ejemplo del objeto incluido dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Cualquier detalle estructural y funcional específico desvelado en el presente documento tendrá meramente un fin descriptivo de cómo hacer y utilizar realizaciones ejemplares. Varias realizaciones diferentes no desveladas específicamente en el presente documento están incluidas dentro del ámbito de las reivindicaciones; como tal, las reivindicaciones se pueden realizar de muchas formas alternativas y no se deben interpretar como limitadas sólo a las realizaciones ejemplares establecidas en el presente documento.

Debe comprenderse que, aunque en el presente documento pueden utilizarse los términos "primer/o/a", "segundo/a", etc., para describir diversos elementos, estos elementos no estarán limitados por estos términos. Estos términos sólo se utilizan para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podrá denominarse segundo elemento, y, de manera similar, un segundo elemento podrá denominarse primer elemento, sin apartarse del ámbito de las realizaciones ejemplares. Tal como se utiliza en el presente documento, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

Debe comprenderse que, cuando se hace referencia a un elemento como que está "conectado", "acoplado", "engranado", "unido" o "fijo" a otro elemento, puede estar conectado o acoplado directamente al otro elemento o pueden estar presentes elementos intermedios. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento como que está "conectado directamente" o "acoplado directamente" a otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. Otros términos utilizados para describir la relación entre los elementos deberán interpretarse de una manera similar (por ejemplo, "entre" frente a "directamente entre", "adyacente" frente a "directamente adyacente", etc.). Del mismo modo, un término tal como "conectado en comunicación" incluye todas las variantes de rutas de intercambio de información entre dos dispositivos, incluyendo los dispositivos intermediarios, redes, etc., conectados de forma inalámbrica o no.

Tal como se usan en el presente documento, las formas singulares "un/a" y "el/la" pretenden incluir tanto la forma singular como plural, a menos que el lenguaje indique explícitamente lo contrario con palabras como "único/a", "individual" y/o "uno/a." Debe comprenderse adicionalmente que los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "que incluye", cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de características, etapas, operaciones, elementos, ideas, y / o componentes mencionados, pero en sí mismos no excluyen la presencia o adición de una o más de otras características, etapas, operaciones, elementos, componentes, ideas, y/o grupos de los mismos.

También cabe señalar que las estructuras y operaciones que se analizan a continuación pueden producirse en otro orden que el descrito y/o indicado en las figuras. Por ejemplo, dos operaciones y/o figuras que se muestren en sucesión pueden de hecho ejecutarse al mismo tiempo, o en ocasiones pueden ejecutarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad/acciones involucrados. Del mismo modo, las operaciones individuales dentro de los procedimientos ejemplares descritos a continuación se pueden ejecutar de forma repetitiva, individual o secuencial, a fin de proporcionar una iteración u otra serie de operaciones aparte de las operaciones individuales descritas a continuación. Debe darse por supuesto que cualquier realización que presente características y funcionalidad descritas a continuación, en cualquier combinación viable, está incluida dentro del ámbito de las realizaciones ejemplares.

Los Solicitantes han reconocido que el sistema 50 de distribución de energía de emergencia para centrales nucleares puede dejar de estar disponible durante los transitorios de la central. De hecho, es posible que el mismo evento transitorio que corte la energía exterior pueda dejar inutilizado el sistema 50 de distribución de energía de emergencia. En tal situación, es posible que los operarios de la central presentes en la sala de control no puedan monitorizar, controlar, o incluso potencialmente utilizar la turbina 100, para proporcionar una energía 105 de salida a los sistemas de emergencia u otros, dado que el controlador 60 de velocidad de la turbina y/o el controlador 55 de flujo de la sala de control carecen de energía de emergencia. Los Solicitantes han reconocido adicionalmente que la propia turbina 100 puede proporcionar una potencia de salida eléctrica de emergencia si se pierde todo la energía exterior y local, y que tal energía, si se desvía adecuadamente, puede utilizarse para energizar el controlador 60 de velocidad y el controlador 55 de flujo de la sala de control, de tal manera que los operarios puedan utilizar la turbina 100 para gestionar un transitorio de la central, incluso en el caso de pérdida del resto de la energía. Las realizaciones y procedimientos analizados a continuación, permiten estas y otras ventajas y soluciones a las situaciones apreciadas por los Solicitantes.

La FIG. 2 es un dibujo esquemático de una realización ejemplar de un sistema 1000 de control de velocidad de turbina tolerante a fallos. Como se muestra en la FIG. 2, un generador eléctrico 500 está instalado en la turbina 100 y conectado eléctricamente al controlador 60 de velocidad y al controlador 55 de flujo de la sala de control. El generador 500 puede ser cualquier tipo de generador, incluyendo generadores de energía de CA o CC, capaces de generar una tensión a partir de la energía 515 mecánica de la turbina 100. El generador 500 puede estar instalado a lo largo de un eje de turbina de la turbina 100, y generar energía 551 eléctrica a partir de la salida de energía 515 mecánica del eje. En las realizaciones ejemplares, la turbina 100 todavía puede producir la potencia 105 de salida mecánica existente.

El generador 500 puede ser capaz de suministrar cualquier cantidad de energía 551 eléctrica que sea suficiente para energizar los sistemas conectados, como el controlador 60 de velocidad y/o el controlador 55 de flujo de la sala de control. Por ejemplo, el generador 500 puede ser un generador de 200 W de CC que pueda energizar tanto el controlador 60 de velocidad como el controlador 55 de flujo de la sala de control, instalados de manera convencional en las centrales nucleares. Por supuesto, el generador 500 puede tener una tensión mucho mayor o menor, dependiendo de la necesidad y de la potencia de energía mecánica de la turbina 100. Si se desea la funcionalidad de la turbina 100 para otros componentes, tales como bombas de refrigeración energizadas por la potencia 105 de salida de la turbina, el generador 500 puede tener un régimen de una potencia eléctrica inferior a la diferencia entre la capacidad de la turbina 100 y la potencia 105 de salida requerida. Por ejemplo, un generador de 1 kW de CC

puede energizar sistemas adicionales mientras que no interfiera con las operaciones de una turbina 100 más grande.

Como se muestra en la FIG. 2, el generador 500 está conectado eléctricamente a los controladores de turbina, de tal manera que si la potencia 51 de salida eléctrica del sistema 50 de distribución de energía de emergencia deja de ser fiable o de estar disponible (como se indica con "X" en la FIG. 2), la potencia 551 de salida eléctrica del generador 500 pueda complementar o sustituir la potencia 51 de salida eléctrica de los sistemas de emergencia. El generador 500 puede estar conectado eléctricamente a una red de energía de la central y de esta manera energizar eléctricamente componentes de la central, mediante la instalación de una conexión o un circuito eléctrico entre el generador 500 y la red.

Unos diodos 505 de aislamiento y/o un filtro 501 pueden estar instalados o configurados según se desee, para proporcionar corriente eléctrica efectiva, tensión, potencia, frecuencia, temporización, etc., a todos los componentes conectados a la red. Los diodos 505 de aislamiento y/o el filtro 501 pueden asegurar que tal energía eléctrica, que suplementa o sustituye la energía del sistema 50 de distribución de energía de emergencia, coincida con las características de tensión y potencia necesarias para ejecutar con seguridad los sistemas de emergencia, como el generador 500, el controlador 60 de velocidad, el controlador 55 de flujo de la sala de control, y/o cualquier otro componente de la central que pueda energizarse con la electricidad del generador 500. Los diodos 505 de aislamiento también pueden asegurar que la energía del generador 500 pueda llegar a los componentes de consumo de la red eléctrica, independientemente del mal funcionamiento o la pérdida absoluta del sistema 50 de distribución de energía de emergencia. Por ejemplo, los diodos 505 de aislamiento pueden prevenir o reducir los picos de corriente inversa al generador 500 y/o al sistema 50 de distribución de energía de emergencia, con el fin de evitar los daños o la ineficacia de tales componentes. Un filtro 501, que puede ser un condensador o una batería, por ejemplo, puede estar conectado a tierra y filtrar la corriente y las tensiones aplicadas al controlador 50 de velocidad, el controlador 60 de flujo de la sala de control, y cualquier otro componente al que esté energizando el generador 500.

Alternativamente, el generador 500 puede estar directamente conectado eléctricamente a los componentes deseados, tales como el controlador 60 de velocidad y/o el controlador 55 de flujo de sala de control, de modo que estos componentes puedan conmutar por sí mismos al generador 500 de energía 551 eléctrica en caso de fallo del sistema 50 de distribución de energía eléctrica de emergencia para centrales.

Como se muestra en la FIG. 2, cuando la turbina 100 energiza el controlador 60 de velocidad y/o el controlador 55 de flujo de la sala de control a través del generador 500, los operarios de la central pueden operar de forma continua desde la sala de control la turbina 100, mediante la monitorización y el control de la velocidad de la misma a través de unas señales 61, 62, y/o 56. De esta manera, se pueden utilizar la turbina 100 y su potencia 105 de salida, incluso durante un fallo total del sistema 50 de distribución de energía eléctrica de emergencia para centrales. Si la turbina 100 es una turbina RCIC, HPIC, u otra turbina relacionada con los transitorios o con la seguridad, se puede mantener la potencia 105 de salida mecánica para los sistemas de emergencia, tales como una bomba de RCIC o HPIC, a través de sistemas ejemplares que usen el generador 500. Siempre y cuando esté disponible una fuente 101 de vapor, por ejemplo, de calor de desintegración de un reactor o de otra fuente, la turbina 100 podrá operar y será controlable con los sistemas ejemplares, independientemente de la pérdida absoluta de energía en la estación y de los equipos eléctricos de apoyo. Como tal, el sistema 1000 ejemplar puede permitir el uso y el control prolongados de la turbina 100, para energizar otros sistemas de emergencia que preserven la integridad del reactor o de la central, o durante un evento transitorio.

Habiendo sido así descritas realizaciones y procedimientos ejemplares, los expertos en la materia apreciarán que las realizaciones ejemplares se pueden variar y sustituirse a través de experimentación rutinaria sin dejar de estar incluidas en el ámbito de las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, aunque se describen realizaciones ejemplares en conexión con turbinas de RCIC o HPIC en centrales de energía nuclear, se entiende que las realizaciones y procedimientos ejemplares se pueden utilizar en conexión con cualquier turbina en la que la pérdida de energía afecte a la capacidad de controlar y/o utilizar la turbina. Tales variaciones no deben considerarse como un alejamiento del ámbito de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de energía de emergencia para centrales nucleares, que comprende:
- una turbina (100) configurada para energizar una bomba de refrigerante para un reactor nuclear;
 - 5 un controlador (60) de velocidad, configurado para monitorizar la velocidad de la turbina (100) y para controlar la velocidad de la turbina (100);
 - un controlador (55) de flujo de la sala de control, configurado para recibir información de la turbina desde el controlador (60) de velocidad y transmitir comandos de velocidad de la turbina al controlador (60) de velocidad;
 - 10 un sistema (51) de distribución de energía de emergencia, conectado eléctricamente al controlador (60) de velocidad y al controlador (55) de flujo de la sala de control, y dispuesto para proporcionar energía (51) al controlador (60) de velocidad y al controlador (55) de flujo de la sala de control en caso de emergencia; y
 - un sistema (1000) de control de velocidad de la turbina, que comprende:
 - un generador (500) instalado en la turbina (100), en el que el generador (500) genera energía (551) eléctrica a partir de la turbina (100);
 - 15 una conexión eléctrica directa entre el generador (500) y al menos uno de entre el controlador (60) de velocidad y el controlador (55) de flujo de la sala de control;
 - en el que la conexión eléctrica directa permite la operación del controlador (60) de velocidad y/o del controlador (55) de flujo de la sala de control con dicha energía (551) eléctrica;
 - en el que el sistema (50) de distribución de energía eléctrica de emergencia también está conectado a la conexión eléctrica directa, y
 - 20 en el que el controlador (60) de velocidad y/o el controlador (55) de flujo de la sala de control están configurados de modo que la operación del controlador (60) de velocidad y/o controlador (55) de flujo de la sala de control, con dicha energía (551) eléctrica, permita controlar la turbina (100) en caso de fallo del sistema (50) de distribución de energía de emergencia.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el generador (500) es un generador eléctrico de ca o cc de aproximadamente 200 vatios.
3. El sistema de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la conexión eléctrica incluye al menos un diodo (505) de aislamiento y un filtro (501), para acondicionar la energía eléctrica suministrada al controlador (60) de velocidad y/o al controlador (55) de flujo de la sala de control.
4. El sistema de la reivindicación 3, en el que el filtro (501) es un condensador.
- 30 5. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la turbina (100) es una de entre una turbina con sistema de refrigeración del núcleo aislado (RCIC) o una turbina con refrigeración por inyección a alta presión (HPIC) de una central de energía nuclear.

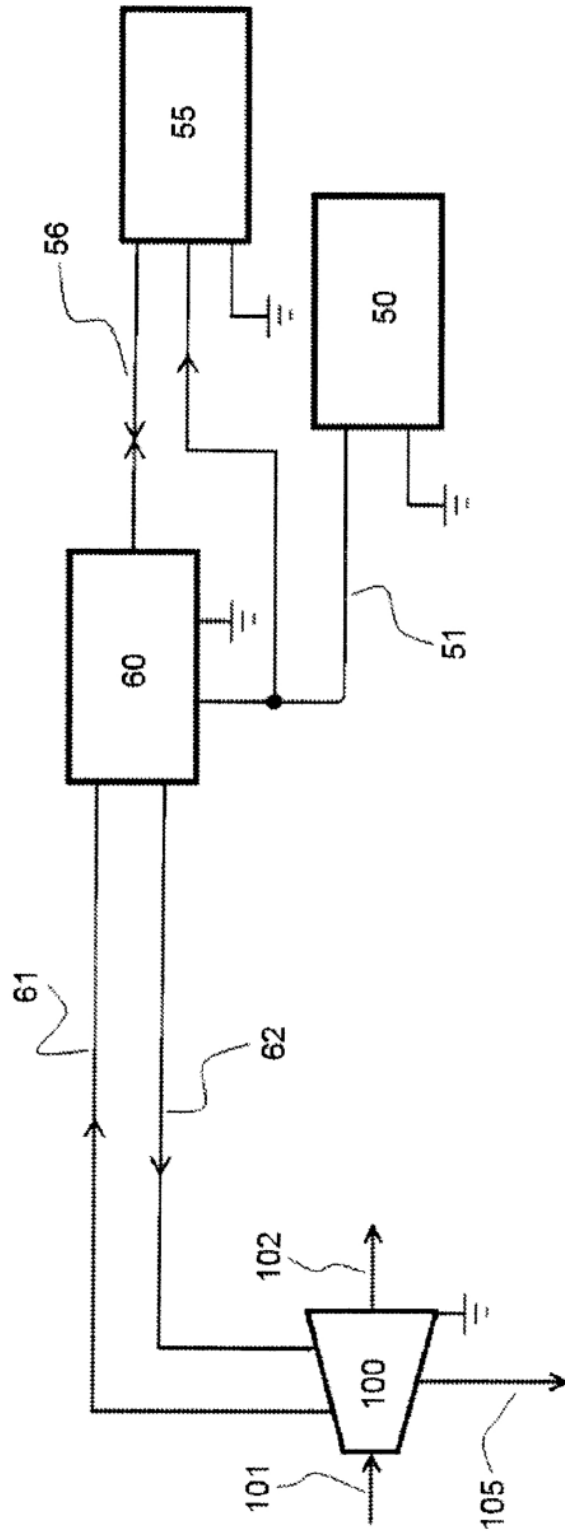


FIG. 1
Técnica Convencional

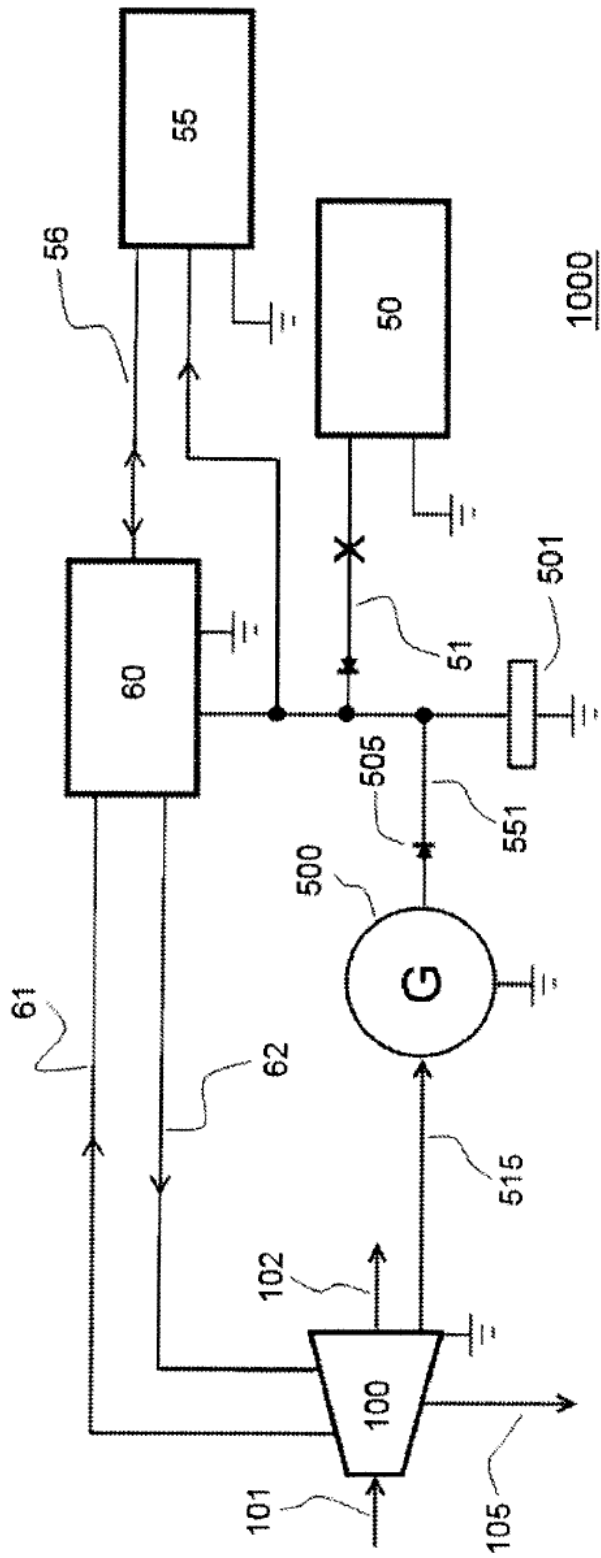


FIG. 2