

Adicionalmente, presento cambio de título por **"SISTEMA DE TURBINA DE GAS SOBREALIMENTADO PARA GENERAR POTENCIA Y MÉTODO DE SU OPERACIÓN"**.

Así entonces, el nuevo título corresponde a la materia reivindicada.

Siguiendo la recomendación del examinador en la memoria descriptiva y reivindicaciones, se ha cambiado la palabra "presurizar" por "comprimir" y sus derivados, la palabra "bypass" por "derivación", la expresión "pico de verano" por "altas temperaturas", la palabra "senzar" por "detectar" y sus derivados y, la expresión "el agregado" por "la adición".

En cuanto a la palabra "contactor" el solicitante indica respetuosamente al señor examinador que se puede acceder a los significados de la misma en las siguientes páginas de Internet.

a) <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

"Un contactor es un elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energiza la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden."

b) <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=3906923> (Artículo técnico de la Universidad de la Coruña, España)

"Los contactores son los elementos más utilizados para la maniobra de todo tipo de máquinas eléctricas. En la automatización con estos elementos es práctica habitual el empleo de los contactos auxiliares en el llamado circuito de maniobra de tal forma que se dé alimentación ó se quite a otros elementos y con una determinada secuencia. Lo más normal es utilizar corriente alterna para alimentar la bobina del electroimán que recibe la corriente a través de un pulsador u otro actuador como detector de nivel, presostato, termostato, etc. Los contactos, tanto los principales como los auxiliares, excepto los temporizados, una vez que se alimenta la bobina conmutan instantáneamente Este trabajo aborda los tiempos de respuesta de los contactos instantáneos asociados a un contactor alimentado con corriente alterna., tanto los normalmente abiertos (NA) como los normalmente cerrados (NC)"

c) <http://books.google.com.ar/books?id=ZIU4-UjfzYcC&dq=contactor&pg=PA317&lpg=PA317&sig=ACfU3U3i2IUAv1FedjNnjlt9fi6kCl5xQ&q=contactor>

(Diccionario Politécnico de las lenguas española e inglesa de Federico Beigbeder Atienza-1997 – Ediciones Díaz Santos – página 317):

***Contactor:** dispositivo para abrir y cerrar un circuito eléctrico; conjuntor; interruptor automático.*

d) http://www.industrialtaylor.com.co/index2.php?option=com_virtuemart&page=shop.pdf_output&showpage=shop.product_details&pop=1&output=pdf&product_id=2129&category_id=12&Itemid=34

(Proveedor de materiales eléctricos Industrial Taylor- Bogotá)

“El contactor es un interruptor electromecánico de conexión y desconexión eléctrica, gobernado a distancia por un electroimán, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga. Como su nombre lo indica comanda la función de conectar o interrumpir el fluido eléctrico que alimenta los diferentes componentes de la máquina, funciona a 240/60/1.”

Adicionalmente, para su referencia adjunto copia de la traducción de la palabra “contactor” que aparece en el diccionario técnico inglés-español Routledge, allí se muestra la traducción de la palabra en inglés “contactor” por la palabra en castellano también “contactor”.

Atendiendo a la recomendación del señor examinador, en la memoria descriptiva se ha incluido la explicación de la palabra “contactor” según la definición dada por la Universidad de la Coruña en el artículo técnico antes mencionado.

En la nueva descripción se ha reemplazado la Tabla 2 en donde ahora se presentan las unidades para el efecto de la presión estática de salida de la turbina y las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional.

Adicionalmente, presento nuevo juego de figuras (1 a 18) en donde se han efectuado las correcciones a las figuras 1 y 9 respecto a unidades en el sistema internacional y, el eje Y de la figura 1 no presenta unidades ya que refleja el porcentaje de la potencia de salida.

En general, se han corregido todos los defectos citados por el señor examinador de tal manera que la descripción sí cumple con el requisito de claridad y divulgación completa estipulado por el Artículo 28 de la Decisión 486.

En el capítulo reivindicatorio

El oficio No. 10289 establece que las reivindicaciones no cumplen con los requisitos del artículo 30 de la Decisión 486.

En el pliego reivindicatorio también se cambió la palabra presurizar por comprimir y sus derivados. Adicionalmente, se cambiaron las palabras "monitorear" y "pleno" por "supervisar" y "conducto compartido", no obstante, el solicitante desea llamar la atención del examinador sobre las definiciones que se dan a estas dos palabras:

En <http://buscon.rae.es/dpdI/SrvltConsulta?lema=monitorear>, correspondiente al DICCIONARIO PANHISPÁNICO DE DUDAS - Primera edición (octubre 2005) de la Real Academia Española, se puede leer el siguiente texto:

"monitorear. A partir del sustantivo *monitor* (del ingl. *monitor* 'dispositivo o pantalla de control'), se han creado en español los verbos *monitorizar* y *monitorear*, con el sentido de 'vigilar o seguir [algo] mediante un monitor': «*Durante estos experimentos [...] se monitorizaron los cambios fisiológicos de los animales*» (*Mundo* [Esp.] 10.4.97); «*Desde la pantalla se puede monitorear la ubicación de las unidades de emergencia*» (*Clarín* [Arg.] 11.9.97). En España se emplea solo *monitorizar*, mientras que en América se usa casi exclusivamente *monitorear*, que ha adquirido incluso el sentido general de 'supervisar o controlar': «*La misión de la ONU [...] terminará con la salida de los oficiales que actúan monitoreando los acuerdos alcanzados entre las facciones*» (*Observador* [Ur.] 10.2.97). Derivados de los respectivos verbos son los sustantivos *monitoreo* y *monitorización*, con la misma distribución geográfica antes señalada."

El significado de "pleno" como sustantivo relacionado con los sistemas de aire acondicionado se puede consultar en el Diccionario de Arquitectura:

<http://www.diclib.com/cgi-bin/d1.cgi?l=es&base=arquitectura&page=showid&id=2018>
en el cual se lee:

“cámara de pleno: En un sistema de aire acondicionado, aire que se fuerza a entrar desde una cámara a una presión ligeramente superior a la atmosférica, para expulsar el aire viciado.”

Así entonces, las palabras objetadas se han cambiado de conformidad con las sugerencias del señor examinador de tal manera que las reivindicaciones se presentan de forma clara.

Ahora, las siguientes modificaciones se introdujeron en las reivindicaciones con el objeto de superar las objeciones por claridad:

- Se revisó la redacción de la reivindicación 1.
- La reivindicación 27 (nueva 26) se hizo dependiente de la reivindicación 1.
- Las reivindicaciones 27 y 28 se renumeraron como nuevas 26 y 27.
- La reivindicación 26 (método) se renumeró como la nueva reivindicación 28.
- La nueva reivindicación 28 (nueva 27) se ha redactado para que se lea: “...sobrealimentación y dicho sistema de potencia de turbina de gas para dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina de gas comprimida mediante dicho compresor.”. De esta manera, se puede identificar fácilmente la expresión que efectivamente está mencionada en la reivindicación independiente 1.

Como consecuencia de las modificaciones hechas al capítulo reivindicatorio se deben tener por superadas las objeciones a la claridad.

2. Determinación del estado de la técnica

El oficio establece que los documentos D1 y D2 podrían afectar los requisitos de patentabilidad de la presente invención.

El solicitante presenta los siguientes para sustentar la novedad y la actividad inventiva del presente invento en vista de los documentos citados D1: US 3.796.045 y D2: US 4.702.074.

El documento D1 describe un sistema en el cual se utiliza la sobrealimentación de la entrada de aire a una turbina de gas de una planta de potencia pero en el cual no se menciona ni se sugiere el aumentar la presión de la corriente de aire de entrada para que se corresponda con una salida de potencia de la turbina de manera que se corresponda aproximadamente con la salida de potencia nominal no sobrealimentada del generador en condiciones de altas temperaturas. En el documento D1 citado, en cambio, se describe que la turbina con presión

aumentada simplemente se usa para alimentar a otro generador más potente para producir más potencia. El resultado es que en el sistema del documento citado D1 sería esperable que la potencia total disponible disminuya a medida que aumente la temperatura ambiente, tal como se muestra en la figura 1 de la presente solicitud. Como consecuencia, en el documento D1 el aumento de la potencia que pueda producir ese sistema no cambiaría la pendiente de la función de la figura 1 de la presente solicitud. En el presente invento, en cambio, la pendiente de la función de la figura 1 se reduce tal como se muestra en la figura 6 de la presente solicitud. En otras palabras, el presente invento no apunta a incrementar la potencia de salida en sí misma sino permitir aumentar la potencia de salida bajo condiciones de altas temperaturas del ambiente. Por lo tanto el documento D1 no destruye la novedad ni el nivel inventivo del presente invento.

En el documento D2 se describe el uso de un generador de niebla para inyectar una niebla en la entrada de aire de la cámara de combustión de una turbina para reducir la emanación de gases nocivos. Sin embargo, el documento D2 tampoco describe el control de la presión de entrada de aire para elevar la salida de potencia de la turbina para que se equipare a la salida nominal no sobrealimentada bajo condiciones de altas temperaturas. Si bien el documento D2 menciona la "inyección forzada" del aire, no hay referencias al uso de aire sobrealimentado ni otro control de la presión del aire inyectado a la turbina. Por lo tanto el documento D2 tampoco destruye la novedad del presente invento.

En cuanto a la combinación de los documentos D1 y D2, debido a que ninguno de los documentos citados sugiere o menciona individualmente los elementos reivindicados como novedad, mediante dicha combinación tampoco se puede obtener una disposición que defina los elementos reivindicados en el presente invento. Por lo tanto el presente invento presenta características que le confieren novedad sobre los antecedentes citados y, debido a que estas características no resultan obvias para un experto en la materia, el presente invento presenta también actividad inventiva sobre aquellos.

Cumplido así con lo dispuesto, respetuosamente solicito a Ud., se realice otorgue el privilegio de patente a la presente solicitud toda vez que las objeciones a la claridad de invención de la solicitud han sido superadas mediante las modificaciones y aclaraciones efectuadas y dado que cumple con los requisitos de novedad y nivel inventivo.

Si ese Despacho considera que persiste alguna objeción por novedad y/o nivel inventivo, solicito se realice el examen de patentabilidad de la presente solicitud.

434

8
466



Espacio reservado para el adhesivo de radicación

FORMULARIO ÚNICO DE CORRECCIONES Y MODIFICACIONES

①

SOLICITUD DE:

☐ Corrección de Error Material

☒ Modificación a una solicitud

②

SOLICITANTE

Nombre: WORK SMART ENERGY ENTERPRISES, INC

Dirección: 2948 Macomb Street, Washington D.C 20008, Estados Unidos de América

Nacionalidad o Domicilio: Washington D.C Estados Unidos de América

Lugar de Constitución: Columbia, Estados Unidos de América

Teléfono: Fax:

E-mail:

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Cual

Número

P
3
616
329

③

REPRESENTANTE O APODERADO

Nombre: MARGARITA CASTELLANOS A.

Dirección: CALLE 94A No. 7A-09

Teléfono: 610 74 20 Fax: 610 07 06

E-mail: info@castellanosyco.com

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Cual

Número 39'779.654 TPA 70.819

④

Número de Expediente:

00.093.675

⑤

Descripción de la corrección o modificación solicitada:

Presento nueva descripción y nuevo pliego reivindicatorio con 28 reivindicaciones al cual solicito se otorgue el privilegio de patente.

Presento nuevas figuras 1 y 9.

Presento cambio de título por SISTEMA DE TURBINA DE GAS SOBREALIMENTADO PARA GENERAR POTENCIA Y MEDOTO DE SU OPERACION

⑥

Comprobante de pago No. 08 - 87,181

Fecha 05/11/2008

⑦

Anexos:

☒ Comprobante de pago de la tasa.

☐ Poderes si fuere el caso, junto con la sustitución de los mismos a mi favor.

☐ Documento que acredita la existencia y representación legal de las partes, cuando sean personas jurídicas

☒ Nuevo capítulo reivindicatorio, descripción y figuras 1 y 9

⑧

NOMBRE MARGARITA CASTELLANOS A.

FIRMA

CC 39'779.654 Usaquén - TPA 70.819 CSJ

point *n* (cf *points* AmE) AUTO. VEH platino del ruptor *m*, punto de interrupción de contacto *m*, ruptor *m*; ~ **button** *n* ELEC ENG pulsador de contacto *m*; ~ **chatter** *n* AUTO vibración de los contactos *f*, vibración de los platinos *f*, ELEC *relay* vibración del contacto *f*; ~ **column** *n* HYDROL tubo de purificación por contacto *m*; ~ **continuity** *n* ELEC, PROD continuidad de contacto *f*; ~ **detector** *n* TRANSP detector de contacto *m*; ~ **EMF** *n* ELEC *between two metals*, PHYS FEM de contacto *f*, potencial de contacto *m*; ~ **fault** *n* ELEC ENG defecto de contacto *m*; ~ **flight** *n* AIR TRANSP vuelo de contacto *m*; ~ **freezer** *n* REFRIG, THERMO congelador por contacto *m*; ~ **freezing** *n* REFRIG, THERMO congelación por contacto *f*; ~ **gap** *n* ELEC *relay* separación de contacto *f*; ~ **hardening** *n* REFRIG, THERMO endurecimiento por contacto *m*; ~ **heater** *n* MECH ENG, THERMO calentador de contacto *m*; ~ **histogram** *n* ELEC, PROD histograma de contactos *m*; ~ **icing** *n* REFRIG aplicación directa del hielo *f*; ~ **lens** *n* C&G lente de contacto *f*, INSTR lentilla de contacto *f*, OPT lente de contacto *f*; ~ **lithography** *n* ELECTRON, PRINT litografía de contacto *f*; ~ **log** *n* PETR TECH perfil de contacto *m*, registro de contacto *m*; ~ **mask** *n* ELECTRON capa de contacto *f*; ~ **masking** *n* ELECTRON tapado por contacto *m*; ~ **material** *n* PROD material de contacto *m*; ~ **metamorphism** *n* GEOL metamorfismo de contacto *m*; ~ **metasomatism** *n* GEOL metasomatismo de contacto *m*; ~ **microphone** *n* ACOUST micrófono de contacto *m*; ~ **molding** AmE, ~ **moulding** BrE *n* C&G moldeo por contacto *m*; ~ **negative** *n* PHOTO negativo de contacto *m*; ~ **noise suppression** *n* PROD eliminación de ruido de fritura *f*; ~ **pin** *n* ELEC ENG clavija de contacto *f*; ~ **point** *n* AIR TRANSP, MECH ENG punto de contacto *m*; ~ **point file** *n* MECH ENG lima de punto de contacto *f*; ~ **points gap** *n* AUTO, VEH separación de los contactos *f*, separación de los platinos *f*; ~ **poison** *n* AGRIC tóxico de contacto *m*; ~ **potential** *n* ELEC *thermocouple* potencial de contacto *m*; ~ **print** *n* CINEMAT, PHOTO, PRINT copia por contacto *f*; ~ **printer** *n* CINEMAT, PHOTO, PRINT impresora por contacto *f*, posivadora por contacto *f*; ~ **printing** *n* CINEMAT, PHOTO, PRINT impresión por contacto *f*; ~ **printing frame** *n* CINEMAT, PHOTO, PRINT bastidor para la impresión por contacto *m*, prensa de contactos *f*; ~ **profile meter** *n* MECH ENG medidor de perfil de contacto *m*; ~ **ramp** *n* RAIL *fixed equipment* rampa de acceso *f*; ~ **rating** *n* ELEC ENG clase de contacto *f*; ~ **resistance** *n* ELEC *between two metals*, ELEC ENG resistencia de contacto *f*; ~ **scanning** *n* COMP&DP exploración por contacto *f*; ~ **set** *n* AUTO, VEH juego de contactos del ruptor *m*, juego de platinos *m*; ~ **spring** *n* ELEC *relay* manantial resurgente *m*, muelle de contacto *m*, WATER manantial de desbordamiento *m*, manantial de ladera *m*, manantial resurgente *m*; ~ **twin** *n* CRYSTALL macla de contacto *f*, macla de yuxtaposición *f*; ~ **window** *n* ELEC ENG circuito periódico de contacto *m*

contactless: ~ **ignition** *n* BrE (cf *pointless ignition* AmE) AUTO encendido sin platinos *m*, ignición sin contactos *f*, ignición sin platinos *f*, VEH emendido sin platinos *m*, ignición sin contactos *f*, ignición sin platinos *f*; ~ **pickup** *n* BrE (cf *pointless pickup* AmE) ELEC transductor sin contactos *m*; ~ **support vehicle** *n* TRANSP vehículo aislado de apoyo *m*; ~ **transistor-**

ized ignition *n* BrE (cf *pointless transistorized ignition* AmE) AUTO arranque transistorizado sin platinos *m*, ignición transistorizada sin platinos *f*

contactor *n* ELEC *relay*, ELEC ENG conjuntor *m*; contactor *m*, interruptor automático *m*; ~ **with overload relay** *n* ELEC, ELEC ENG, PROD contactor con relé de máxima *m*, contactor con relé de sobrecarga *m*; ~ **starter** *n* AUTO, ELEC, ELEC ENG, VEH arrancador contactor *m*, dispositivo de arranque contactor *m*

container *n* (CT) AGRIC *for fertilizers, pesticides* recipiente *m*, COAL envase *m*, depósito *m*, cubeta *f*, PACK recipiente *m*, contenedor *m*, TELECOM contenedor *m*, TRANSP contenedor *m*, cisterna *f*, depósito *m*; ~ **of the beaker type** *n* PROD cuba de tipo de vaso de análisis *f*; ~ **berth** *n* TRANSP muelle para carga y descarga de contenedores *m*; ~ **board box** *n* PACK contenedor de cartón *m*; ~ **capsule** *n* TRANSP cápsula recipiente *f*; ~ **car** *n* AmE (cf *container wagon* BrE) RAIL, TRANSP vagón contenedor *m*; ~ **carrier lorry** *n* BrE (cf *container-carrier truck* AmE) TRANSP camión portacontenedores *m*; ~ **carrier truck** *n* AmE (cf *container-carrier lorry* BrE) TRANSP camión portacontenedores *m*; ~ **destuffing** *n* TRANSP vaciado de contenedores *m*; ~ **with fixed wheels** *n* TRANSP contenedor de ruedas fijas *m*; ~ **glass** *n* C&G vidrio para envases *m*; ~ **lighter** *n* TRANSP barcaza portacontenedores *f*, barcaza-contenedor *f*; ~ **n** (C-n) TELECOM contenedor-*n* *m*; ~ **with opening top** *n* TRANSP contenedor con abertura superior *m*; ~ **rinsing equipment** *n* PACK equipo para enjuagar contenedores *m*; ~ **ship** *n* WATER TRANSP buque portacontenedores *m*; ~ **station** *n* TRANSP estación de contenedores *f*, terminal de contenedores *f*; ~ **stripping** *n* TRANSP descarga de los contenedores *f*, desmontaje de los contenedores *m*; ~ **terminal** *n* TRANSP terminal de contenedores *f*; ~ **unpacking** *n* TRANSP descarga de contenedores *f*; ~ **unstuffing** *n* TRANSP vaciado de contenedores *m*; ~ **wagon** *n* BrE (cf *container car* AmE) RAIL, TRANSP vagón contenedor *m*; ~ **wharf** *n* TRANSP muelle de contenedores *m*

containerization *n* PACK, TRANSP contenedorización *f*

containerize *vi* PACK poner en contenedores, TRANSP poner en contenedores, transportar en recipientes cerrados

containerized: ~ **lighter aboard ship system** *n* (CLASS) TRANSP sistema de buques remolcadores para transporte de gabarras cargadas con contenedores *m*

containment *n* NUCL contención *f*, recinto de contención *m*, PHYS confinamiento *m*; ~ **boom** *n* PETR TECH barrera de contención *f*; ~ **Integrity** *n* NUCL integridad del recinto de contención *f*; ~ **spray system** *n* NUCL sistema de rociado de contención *m*; ~ **sump** *n* NUCL sumidero de contención *m*

contaminant: ~ **determination** *n* FOOD, QUALITY determinación de contaminación *f*

contaminate *vi* GEN contaminar

contaminated: ~ **mud** *n* PETR TECH lodo contaminado *m*; ~ **sludge** *n* PETR TECH lodo contaminado *m*

contamination *n* GEN contaminación *f*; ~ **fallout** *n* POLL contaminación por lluvia radiactiva *f*, contaminación por polvo radiactivo *f*, precipitación radiactiva *f* (Esp); ~ **meter** *n* MILIT, NUCL, POLL, SAFE medidor de contaminación *m*

contemporaneous *adj* GEOL contemporáneo

SISTEMA DE TURBINA DE GAS SOBREALIMENTADO PARA GENERAR POTENCIA
Y MÉTODO DE SU OPERACIÓN

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Campo del Invento

El presente invento se refiere, en general, a disposiciones de generación de energía eléctrica con turbinas de gas y, en particular se refiere a una disposición de sobrealimentación para mejorar la capacidad de plantas motrices con turbinas de gas a altas temperaturas ambiente. Específicamente, la disposición utiliza un ventilador de sobrealimentación combinado con un controlador para comprimir el aire de entrada a la turbina para permitir el funcionamiento con turbinas existentes; el ventilador de sobrealimentación está preferentemente combinado con una disposición de enfriamiento de aire de entrada.

Antecedentes y Técnica Anterior

Desde hace mucho tiempo se reconoce que la capacidad de las turbinas de gas disminuye con temperaturas crecientes del aire de entrada; la disminución típica es del orden de 0,4% por cada grado centígrado, y esta relación se ilustra en la figura 1. Esta característica es especialmente perjudicial para turbinas de gas que se utilizan para la generación de energía eléctrica, ya que la demanda pico de energía eléctrica por lo general coincide con las temperaturas de aire ambiente más altas. La potencia nominal de las turbinas de gas y generadores asociados y los sistemas de distribución de energía está en general basada en una capacidad de turbina con una temperatura de aire de entrada de 4,5°C a 10°C. Esta baja temperatura para la potencia nominal significa que la reducción de capacidad en condiciones de altas temperaturas (verano) puede llegar a ser de aproximadamente 20% a 40% de la capacidad de la turbina, dependiendo del diseño, las condiciones climatológicas locales, y las características de la turbina particular.

En la técnica anterior se conocen muchos métodos diferentes para enfriar el aire de entrada a la turbina a fin de reducir o eliminar esta reducción en la capacidad. Un resumen de estos métodos se describe en el artículo de la Sociedad Americana de

Ingenieros Mecánicos (ASME), titulado "Opciones en el Aumento de la Potencia de Turbinas de Gas Utilizando Enfriamiento de Aire de Entrada", de Igor Ondryas y otros, presentados en el Congreso y Exposición de Turbinas de Gas y Motores Aéreos, del 11 de Junio al 14 de Junio de 1990, en Bruselas, Bélgica. Entre las alternativas para enfriamiento hay enfriamiento evaporativo directo e indirecto, compresión eléctrica de vapor, absorción, y disposiciones de almacenamiento térmico.

De esta gran cantidad de alternativas, el enfriamiento evaporativo directo es el único método que ha tenido alguna aplicación comercial significativa. El enfriamiento evaporativo directo tiene la ventaja de su bajo costo y simplicidad, pero la temperatura de bulbo húmedo ambiente limita la posible reducción de temperaturas. Para ubicaciones en el Este de los Estados Unidos de América, el enfriamiento evaporativo directo puede reducir las temperaturas de aire de entrada en 5,5°C a 11°C, dependiendo del clima local. Mayores reducciones son posibles en climas cálidos secos como los del Sudoeste de los Estados Unidos de América. Si bien el enfriamiento evaporativo directo es útil, no permite que las turbinas funcionen a su plena capacidad de diseño. Después de más de 50 años de investigación y desarrollo intensivo en turbinas de gas no se ha producido un método mejor para tratar con altas temperaturas ambiente.

Un método interesante pero virtualmente no utilizado para encarar estos problemas se describe en el Artículo titulado "Sobrealimentación de Turbinas de Gas por Ventiladores de Tiro Forzado con Interenfriamiento Evaporativo" de R.W. Foster-Pegg, ASME, 1965. Este artículo describe la utilización de un ventilador de alta presión para aumentar la presión de entrada a una turbina de gas combinado con un enfriador evaporativo corriente abajo del ventilador como un medio de aumentar la capacidad de la turbina. Este método podría proporcionar grandes ventajas técnicas, pero requirió dimensionamiento especial del generador, lo que limitó su utilización a nuevas turbinas. Además, los sistemas utilizaron un único ventilador con aletas de entrada para fines de control, lo que redujo el rendimiento de la disposición.

Kolp y otros muestran la economía de los sistemas de sobrealimentación y enfriamiento en el artículo de ASME titulado "Ventajas de Acondicionamiento de Aire y Sobrealimentación de la Entrada de una Turbina de Gas LM6000", Revista de Ingeniería para Turbinas de Gas y Potencia, de julio de 1995, volumen 117, páginas

513 a 527. Este artículo muestra que si bien el enfriamiento evaporativo es sumamente atractivo, la economía de la sobrealimentación no es muy atractiva, con períodos de amortización de más de 10 años para ciclos simples. Los sistemas de sobrealimentación descritos en este artículo son virtualmente idénticos a los sistemas de la década del 60, de modo que la sobrealimentación no ha avanzado significativamente a pesar de décadas de desarrollo de turbinas.

Un significativo problema en la técnica anterior consiste en que las disposiciones de sobrealimentación requieren aumentar el tamaño del generador asociado y de otros equipos auxiliares. El costo de reemplazar el generador y otros equipos auxiliares es tan grande que efectivamente elimina esta posibilidad para plantas existentes. Aún en nuevas instalaciones, la sobrealimentación no puede constituir una opción práctica excepto al comienzo mismo del proyecto, ya que los requerimientos básicos del generador, el sistema de distribución de energía, y ^{los} equipos mecánicos asociados tendría que cambiar.

Como Kolp y otros indican en su artículo (página 520), "al contrario de la sobrealimentación, no es necesario aumentar el tamaño de los equipos de planta de turbinas de gas cuando se agrega enfriamiento evaporativo". De este modo, lo convencional es que el enfriamiento evaporativo puede ser agregado a una planta motriz existente, pero la sobrealimentación no constituye una opción para realizar una actualización.

Otro método para controlar la capacidad de turbinas involucra un compresor de velocidad variable. Las patentes relevantes incluyen las patentes de los Estados Unidos de América N° 3.853.432 y 2.693.080. Estas disposiciones proporcionarían una gama grande de control y por lo general estaban destinadas a la utilización en aplicaciones en aeronaves. Un problema principal con estas disposiciones es el costo y la complejidad del compresor de velocidad variable. Problemas relacionados son la confiabilidad y el mantenimiento relacionados con el gran mecanismo que se requiere para estas disposiciones. Estas disposiciones no han tenido significativo uso en aplicaciones de generación de energía.

SUMARIO DEL INVENTO

De acuerdo con una realización preferida del presente invento, una disposición para mejorar la capacidad de turbinas de gas a altas temperaturas de aire ambiente incluye por lo menos un ventilador de sobrealimentación que comprime la entrada de aire a la turbina y un controlador que limita la capacidad máxima de la turbina a la de la turbina sin sobrealimentación. La disposición preferentemente incluye un enfriador de aire para reducir la temperatura del aire de entrada a la turbina. La disposición del invento puede ser agregada a una turbina de gas existente o diseñada para una nueva disposición de turbina de gas sobrealimentada.

Uno de los primordiales objetivos y ventajas del invento consiste en la posibilidad de aumentar la capacidad de la turbina bajo condiciones de altas temperaturas mientras se reduce el costo de instalación de la disposición en base a la capacidad en condiciones de altas temperaturas. Los objetivos relacionados del invento consisten en crear una disposición relativamente compacta que no sea excesivamente compleja y que no cree problemas inaceptables de confiabilidad o mantenimiento. Un objetivo adicional consiste en desarrollar un sobrealimentador que permita realizar una actualización práctica de turbinas existentes.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un gráfico que ilustra la relación entre la capacidad de una turbina y la temperatura ambiente.

Las figuras 2A-2C son diagramas esquemáticos de una realización preferida del invento que incluye un enfriador de aire corriente abajo del ventilador de sobrealimentación que comprime aire que ingresa a una turbina de gas.

La figura 3 muestra otra realización preferida del invento que utiliza un enfriador evaporativo indirecto.

La figura 4 muestra una realización alternativa del invento que utiliza un ventilador de flujo axial.

La figura 5 muestra otra realización alternativa del invento que utiliza ventiladores en serie.

La figura 6 es un gráfico que compara la capacidad de turbina variante con la temperatura de varias disposiciones de turbina diferentes.

La figura 7A y 7B son mapas esquemáticos de compresor que muestran los principios de funcionamiento de la disposición de acuerdo con el invento.

Las figuras 8A y 8B son curvas de ventiladores que muestran como múltiples ventiladores pueden ser utilizados para variar la presión de entrada a una turbina de gas.

La figura 9 es un gráfico de máxima presión de sobrealimentación en función de la temperatura del aire de entrada a la turbina.

La figura 10 muestra una realización alternativa del invento, en la que el aire de salida del compresor calentado es realimentado a la corriente de aire de entrada del compresor para regular las características de funcionamiento de la turbina de gas.

La figura 11 muestra una realización alternativa del invento en la que la salida de la turbina es controlada regulando la salida del quemador.

La figura 12 muestra una realización alternativa del invento en la que la salida de la turbina es controlada regulando la temperatura de entrada del compresor.

La figura 13 ilustra una realización del invento empleada en una planta motriz de ciclo combinado (turbina de gas/turbina de vapor).

La figura 14 muestra una realización preferida que utiliza una torre de enfriamiento y un serpentín de enfriamiento para enfriar aire que sale del ventilador de sobrealimentación.

La figura 15 es una vista en perspectiva que ilustra la configuración de construcción preferida de conducto de alta presión para utilización con el presente invento.

Las figuras 16A y 16B son una vista extrema y una vista en corte, respectivamente, que ilustra la construcción de una sección difusora/aceleradora de flujo del conducto construido según se muestra en la figura 15; y

Las figuras 17A y 17B son vistas en perspectiva que ilustran la aplicación de la configuración de conducto mostrada en las figuras 15, 16A y 16B para un conjunto de ventilador de sobrealimentación.

La figura 18 muestra una realización preferida con un generador de niebla y un ventilador de flujo axial de paso variable.

DESCRIPCION DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

La figura 2A muestra una realización preferida del invento. Una planta motriz 11 con turbina de gas contiene una disposición de turbina de gas 10 y un generador 28. La disposición de turbina de gas 10 incluye un compresor 12, un quemador 14, y una turbina 16. La turbina 16 comparte un eje común 24 con el compresor 12 y el generador 28. El compresor 12 recibe la corriente de aire de entrada 18 del compresor y la comprime a una presión más alta para crear una corriente 20 de aire de entrada comprimida al quemador que es suministrada al quemador 14. El quemador 14 calienta el aire que proviene de la corriente 20 y suministra la resultante corriente de aire de entrada calentado 22 a la turbina 16. La turbina 16 gira en respuesta a la corriente de aire de entrada calentado 22, haciendo de este modo girar el eje 24 que a su vez hace girar el generador 28 para generar energía eléctrica. La corriente de aire de escape 26 sale de la turbina 16. Esta corriente de escape 26 puede ir directamente a la atmósfera, o puede ingresar a una caldera de vapor en el caso de una planta de ciclo combinado, según se describe más abajo con referencia a la figura 13.

Si bien la Figura 2A ilustra una disposición de turbina simple para la finalidad de explicar el invento, se reconocerá que disposiciones más complicadas (tal como una configuración con rodete dual) pueden ser también empleadas y no cambian el principio de operación del invento. Por supuesto, la turbina de gas normalmente incluirá filtros, controles, dispositivos de seguridad, etc. como es conocido por los expertos en la materia, y por lo tanto no se proporciona ninguna ilustración ni explicación detallada de tales componentes para fines explicativos del presente invento.

La corriente de entrada de aire 18 es proporcionada al compresor 12 como sigue: un primer ventilador sobrealimentador 30 y un segundo ventilador sobrealimentador 32 aspiran aire ambiente 40 y suministran aire comprimido a la cámara 38. Después que el aire pasa a través de un enfriador de aire 34 que enfría el aire, formándose de este modo una corriente 18 de aire de entrada al compresor que ingresa al compresor 12. El enfriador de aire 34 es preferentemente un enfriador evaporativo directo que enfría y humidifica las corrientes de aire. Ejemplos de posibles configuraciones para enfriadores evaporativos bien conocidos en la técnica anterior. Otras alternativas para el enfriador de aire incluyen un evaporador de expansión directa, un serpentín de agua refrigerada o un intercambiador de calor de contacto

directo, Un enfriador evaporativo indirecto u otro dispositivo para bajar la temperatura de la corriente de aire. Para el caso de un serpentín con agua refrigerada, el agua fría puede ser proporcionada por un refrigerador de compresión de vapor, un refrigerador de absorción, o proveniente de fuentes naturales de agua fría tales como agua subterránea o agua de fondo proveniente de lagos o mares profundos. En el caso de un refrigerador de absorción, el calor residual que proviene del escape de la turbina puede ser utilizado como una fuente de calor para accionar el refrigerador. El enfriador de aire está preferentemente ubicado en la corriente de aire entre los ventiladores de sobrealimentación y la turbina, pero podría también estar ubicado corriente arriba de los ventiladores de sobrealimentación. La ventaja de ubicar el enfriador de aire corriente abajo de los ventiladores de sobrealimentación es que el enfriador de aire puede remover cualquier calor agregado por los ventiladores de sobrealimentación.

Un registro de derivación 36 permite que ingrese aire a la cámara 38 sin pasar a través de los ventiladores de sobrealimentación cuando los ventiladores de sobrealimentación no están funcionando. El primer ventilador de sobrealimentación 30 tiene un correspondiente primer registro 42 en su extremo de descarga. De la misma manera, el segundo ventilador de sobrealimentación 32 tiene un segundo registro 44 en su extremo de descarga. El controlador 50 recibe una señal de control de entrada proveniente del sensor 52 y controla el funcionamiento de los ventiladores de sobrealimentación 30 y 32 de acuerdo con la señal. Posibles entradas de control incluyen temperatura de la corriente de aire, presión de salida del compresor, potencia de salida del generador, y temperatura del aire ambiente. El controlador puede ser tan simple como un termostato. Alternativamente, puede incluir control de computación (es decir, un microprocesador) y otros elementos electrónicos asociados que puedan también controlar y supervisar las características de funcionamiento de la turbina.

Los registros 42 y 44 y el registro de derivación 36 actúan como válvulas de retención para evitar flujo de aire inverso proveniente de la turbina de gas. Preferentemente los registros abren en respuesta a un gradiente de presión a través del registro, con un retorno por gravedad a la posición cerrada en ausencia de un gradiente de presión. Las figuras 2B y 2C muestran como funcionan los registros en respuesta a diferentes modos operativos del ventilador, según se explica en mayor detalle más abajo.

El primer ventilador de sobrealimentación 30 y el segundo ventilador de sobrealimentación 32 preferentemente son accionados a correa o son ventiladores centrífugos de accionamiento directo o ventiladores axiales de accionamiento directo. Para ventiladores centrífugos, el diseño preferido utiliza aletas aerodinámicas inclinadas hacia atrás para maximizar el rendimiento. Los ventiladores de este tipo pueden suministrar una presión estática de diseño aproximadamente 11,1 ^{kPa} ~~Kpa~~ que es aproximadamente el valor que se requiere para la mayoría de las aplicaciones comerciales. Motores eléctricos, preferentemente motores de inducción trifásicos, normalmente proporcionarían la potencia para accionar los ventiladores de sobrealimentación, si bien motores o una conexión mecánica a la turbina misma son posibles alternativas.

Si bien las figuras 2A - 2B muestran dos ventiladores de sobrealimentación, se pueden utilizar tres o más ventiladores de sobrealimentación, o aun se puede utilizar un único ventilador de sobrealimentación. Múltiples ventiladores de sobrealimentación permiten la graduación de los ventiladores para ajustar la presión de entrada a la turbina en incrementos, mientras que un único ventilador de sobrealimentación no proporciona esta opción de control.

Preferentemente, los dos ventiladores de sobrealimentación tienen aproximadamente igual capacidad de presión pero tiene caudal de dimensionamiento desigual. El ventilador de sobrealimentación anterior tiene una mayor capacidad de caudal y preferentemente funciona a una velocidad fija para reducir el costo. El ventilador de sobrealimentación posterior tiene capacidad de caudal variable y ajusta la presión de entrada a la turbina según se describe en mayor detalle más abajo. Los accionamientos de velocidad variable o, en el caso de ventiladores axiales, las aletas de paso variable son elementos preferidos para ajustar el caudal del ventilador de sobrealimentación. Otra alternativa está constituida por paletas de entrada, pero no se prefiere debido a su rendimiento relativamente bajo.

La figura 3 muestra una realización alternativa que utiliza un enfriador evaporativo indirecto que se puede aproximar a la temperatura del punto de rocío ambiente. La configuración es similar a la de la figura 2, excepto que un enfriador evaporativo indirecto 60 está ubicado en la corriente de aire entre la cámara 38 y la turbina de gas 10. Como con la realización anterior, la disposición de turbina de gas 10

y el generador 28 forman una planta generadora con turbina de gas 11. Asimismo, la disposición de turbina de gas 10 incluye un compresor 12, un quemador 14, y una turbina 16. El enfriador evaporativo indirecto 60 utiliza una corriente de aire secundario 62, que es tomada de una porción de la corriente de aire primario 64 que sale de un enfriador evaporativo directo 68 opcional ubicado entre el enfriador evaporativo indirecto 60 y la turbina 10 para opcionalmente emplear más en aire que ingresa a la turbina. Una corriente de aire 66 de entrada a la turbina es formada por la porción remanente de la corriente de aire primario 64 e ingresa a la turbina 10. El aire de la corriente secundario 62 es calentado indirectamente y humidificado por el flujo de aire que proviene de la cámara 38 dentro del enfriador evaporativo indirecto 60 y sale como una corriente de aire de escape 65.

La figura 4 muestra otra realización alternativa que utiliza un ventilador de sobrealimentación de flujo axial accionado a motor. El ventilador de sobrealimentación 116 incluye un motor 100 que acciona la rueda de paleta 102 ambos de los cuales están contenidos en el alojamiento 106. El motor 100 es preferentemente un motor de inducción trifásico y está conectado a un suministro de la red eléctrica por conductores 110, 112 y 114 por medio del contactor 104. Entendiéndose por contactor: el aparato eléctrico utilizado para la maniobra de todo tipo de máquinas eléctricas. Se suele utilizar corriente alterna para alimentar la bobina del electroimán que recibe la corriente a través de un pulsador u otro actuador como detector de nivel, presostato, termostato, etc., y, una vez que se alimenta la bobina, tanto los contactos principales como los auxiliares, conmutan instantáneamente.¹

Cuando el contactor 104 cierra, el motor 100 es energizado, accionando de este modo la rueda de paleta 102 que aumenta la presión de la corriente de aire de descarga 108 que ingresa a la disposición de turbina 10. Cuando el contactor 104 abre, el motor 100 es desenergizado y la rueda de paletas 102 es accionada solamente por la corriente de aire 108, actuando de este modo como un reductor de presión que reduce la presión de la corriente de aire 108.

¹ <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=3906923> (Artículo técnico de la Universidad de la Coruña, España)

El contactor 104 puede ser un dispositivo simple, de operación manual, en cuyo caso un operador determinará cuando se necesita capacidad adicional en la turbina y cerrará el contactor para hacer funcionar el ventilador de sobrealimentación. La disposición preferida incluye un termostato 109, preferentemente ubicado en contacto con la corriente de aire 108, que controla el contactor 104 y permite que el ventilador de sobrealimentación 116 funcione cuando la temperatura de la corriente de aire 108 excede un valor predeterminado. De este modo, el termostato 109 funciona para limitar la potencia de salida de la turbina y por lo tanto, evita la sobrecarga de la planta generadora 11 con turbina de gas.

Controles más sofisticados son posibles. Por ejemplo, el ventilador de sobrealimentación puede tener paletas de paso variable, que son ajustadas con un controlador que detecta las condiciones de presión y temperatura y varía el paso de las paletas para maximizar la salida de la turbina. Un control muy sofisticado que es actualmente posible con disposiciones basadas en microprocesadores. Para mejorar las características de funcionamiento se pueden agregar equipos metálicos adicionales. Por ejemplo, un registro de derivación puede reducir la caída de presión a través del ventilador de sobrealimentación cuando no es energizado. Un enfriador evaporativo directo u otro elemento de enfriamiento puede ser agregado para reducir las temperaturas de entrada a la turbina. Una ventaja de la disposición que se muestra en la figura 4 consiste en su bajo costo y simplicidad, lo que es especialmente importante en turbinas pequeñas. La configuración óptima requiere cuidadosa evaluación de la aplicación comercial. Si bien no se prefiere, el contactor 104 puede ser eliminado en aplicaciones especiales. Por ejemplo, si una turbina es llevada de un clima frío a un clima tropical, puede ser conveniente agregar un ventilador de sobrealimentación que funcione continuamente siempre que la turbina esté funcionando. (Especialmente, el ventilador de sobrealimentación ajustaría las condiciones de diseño de las turbinas para que se correspondan con las temperaturas ambientes más altas).

Otra acción menos preferida consistiría en accionar el ventilador de sobrealimentación directamente desde la turbina. La configuración más simple sería una conexión mecánica de esta y utilizando un eje que está vinculado a la turbina. Sin embargo, normalmente esta disposición requeriría un engranaje de reducción para permitir que el ventilador de sobrealimentación funcione a una velocidad que es mucho

más baja que la velocidad de la turbina. Se podría utilizar un embrague de corrientes parásitas o un embrague mecánico para permitir cambios en la velocidad del ventilador. Otra opción consistiría en utilizar un engranaje diferencial a un freno, un generador y otro reactor para reducir la velocidad del ventilador controlando la velocidad de un segundo eje. Estas disposiciones serían dificultosas (o quizás imposibles) para realizar una actualización de una turbina existente, y el mecanismo de engranaje y otros componentes mecánicos necesarios para este método requerirían mantenimiento regular. Por consiguiente, esta realización alternativa no puede ser tan confiable ni conveniente como otra.

La figura 5 muestra otra realización alternativa, que tiene dos ventiladores de sobrealimentación dispuestos en serie. Un primer ventilador de sobrealimentación 216 incluye una primera rueda de paleta 20 y el motor 200 en un primer alojamiento 206. El primer ventilador está ubicado en una corriente de aire de entrada 208 que ingresa al compresor 12. Los conductores 210, 212 y 214 conectan el primer motor 200 a través del contactor 204 a la red de suministro eléctrico. Un segundo ventilador 236 está ubicado corriente arriba del primer ventilador 216. El segundo ventilador comprende una segunda rueda de paletas 222 y un segundo motor 220 en un segundo alojamiento 226. El segundo motor 220 está conectado por medio de un contactor 204 y los conductores 230, 232 y 234 a una red de suministro eléctrico.

El funcionamiento y los beneficios de la disposición del invento serán ahora descriptos en el contexto de las figuras 2A, 2B y 2C, que muestran una disposición que funcionan con dos ventiladores de sobrealimentación dispuestos en paralelo. En la figura 2A, tanto el primer ventilador de sobrealimentación 30 como el segundo ventilador de sobrealimentación 32 está funcionando, y el registro de derivación 36 está cerrado para evitar flujo hacia atrás, en dirección contraria a la turbina. El primer registro 42 y el segundo registro 44 están ambos abiertos para permitir el flujo de aire desde los ventiladores.

La figura 2B muestra el funcionamiento con el primer ventilador de sobrealimentación 30 desactivado y el segundo ventilador de sobrealimentación 32 activado. El registro de derivación 36 está cerrado. El segundo registro 44 queda abierto, mientras que el primer registro 42 está cerrado. En la figura 2C, ambos ventiladores de sobrealimentación 30 y 32 están desactivados y sus correspondientes

registros cerrados. El registro de derivación 36 está abierto para permitir que pase aire sin pasar por los ventiladores de sobrealimentación 30 y 32.

La figura 6 ilustra los beneficios de tal disposición. Esta figura se basa en datos de características de funcionamiento publicados para turbinas de gas. La disposición de base sin ninguna sobrealimentación ni enfriamiento de entrada tiene una salida de potencia pico a una temperatura ambiente de alrededor de $4,4^{\circ}\text{C}$, y las características de funcionamiento caen rápidamente a altas temperaturas. La figura muestra que la capacidad del presente invento es esencialmente plana, mientras que la capacidad para dispositivos convencionales cae rápidamente a temperatura de aire ambiente altas. La disposición de base es una turbina de filtro simple que proporciona una potencia de salida máxima 100 MW a temperatura por debajo de $4,4^{\circ}\text{C}$, pero capacidad mucho más baja a temperaturas ambiente más altas. El presente invento tiene también la misma capacidad de 100 MW pero la mantiene a temperaturas ambiente altas.

El sistema con la base más grande y el sistema con la base más grande y con enfriador evaporativo son turbinas de ciclo simple diseñadas para hacer que el presente invento funcione a temperaturas ambiente altas. El sistema con la base más grande puede también ser una turbina sobrealimentada de la técnica anterior. El sistema con la base más grande con enfriador evaporativo aprovecha las temperaturas de entrada más baja disponibles con enfriamiento evaporativo para reducir los requerimientos de tamaño de la turbina para una capacidad dada a temperaturas ambiente altas. Las características de funcionamiento del sistema con la base más grande con enfriamiento evaporativo son también similares a las características de funcionamiento de turbinas sobrealimentadas de la técnica anterior.

El enfriamiento de entrada evaporativo convencional ayuda al desempeño del funcionamiento de la turbina a temperatura ambiente más alta sin aumentar la máxima potencia de salida a una temperatura de $4,4^{\circ}\text{C}$. Un sobrealimentador convencional, que incluye un enfriador evaporativo, aumenta adicionalmente la potencia de salida de la turbina a todas las temperaturas ambiente, lo que sobrecargaría inconvenientemente la planta generadora de la turbina de gas a temperaturas ambiente más bajas.

El presente invento limita la potencia de salida de la turbina para permitir los beneficios de sobrealimentación a temperaturas ambiente altas, mientras se evita la sobrecarga de la planta generadora a temperaturas ambiente bajas. Esta nueva

característica da como resultado una potencia de salida que varía poco con los cambios de temperatura ambiente.

La Tabla 1 muestra una comparación de costos (adaptada de la publicación de Kolp y otros) para el sobrealimentador del presente invento en comparación con disposiciones convencionales. Esta tabla muestra que el costo de agregar el nuevo sobrecalentador es menor que la mitad del costo de agregar capacidad pico de turbina. El costo incremental por kW para agregar el sobrealimentador a una disposición con un enfriador evaporativo es de aproximadamente \$300 por kW, mientras que el costo de una nueva planta generadora con turbina de pico es de \$700 por kW. La combinación de un enfriador evaporativo y el sobrealimentador aumenta la capacidad de la turbina en condiciones ^{de} altas temperaturas, en más de 30%. Los controles en el presente invento eliminan la necesidad de tener un generador más grande y equipos relacionados, ya que la potencia de salida pico de la turbina a temperaturas ambiente bajas no es cambiada. Este análisis muestra que el presente invento tiene una significativa ventaja en nuevas instalaciones. En situaciones de actualizaciones, el costo de agregar un sobrealimentador convencional sería por lo menos de un orden de magnitud más grande, ya que requeriría el reemplazo del generador y equipos relacionados a fin de generar la potencia de salida aumentada en condiciones de baja temperatura ambiente.

Tabla 1: Comparación de costos ^{kW} ^{kW}

	Costo Incremental	KW en el pico	KW Incremental Pico	Costo Incremental por kW
Turbina de Pico:				
Base	\$21.260.400	30.372	30.372	\$700
Más enfriador evaporativo	\$220.000	36.180	5.808	\$38
Más	\$1.386.000	40.749	4.569	\$303

452
484 26

7 7 7 7 7

sobrealimentador				
Más generador más grande, etc.	\$580.550	40.749	0	Infinito
Planta de Ciclo Combinado				
Base	\$38.885.000	38.8850	38.885	\$1.000
Más enfriador evaporativo	\$220.000	47.415	8.530	\$26
Más sobrealimentador	\$1.386.000	53.183	5.768	\$240
Más generador más grande, etc.	\$1.796.238	53.183	0	Infinito

La Tabla 2 muestra como la adición de un ventilador de sobrealimentación puede mejorar las características de funcionamiento de la planta generadora. Por ejemplo, en la tabla, un ventilador de sobrealimentación aumentaría la potencia de salida de la turbina en solo un poco más de 4 MW mientras se consume solo 1,24 MW de potencia. El resultado es un aumento en la potencia de salida neta de casi 2,8 MW. Este simple análisis demuestra que un ventilador de sobrealimentación puede mejorar significativamente la potencia de salida pico para turbinas de gas.

Tabla 2: Comparación de Potencia para una Planta de 100 MW

	Base	Enfriador Solo	Ventilador Aux. Solo	Ventilador Aux. y Enfriador
Cambio de Presión Estática de Entrada (Kpa) kP_R	0	12,40	2,46	2,36
Temperatura de Entrada °C	35	25	37,7	25,9

453 27 48

Efecto del Cambio de Temperatura en la Salida de la Turbina (MW)	0	7,20	-1,96	6,5
Efecto de la Presión Estática en la Salida de la Turbina (MW)	0	-0,30	6,00	5,70
Potencia de Ventilador Aux. (MW)	0	0,00	-1,24	-1,24
Cambio Neto en la Potencia de Salida de la Turbina (MW)	0	6,90	2,80	10,96

(Suposiciones: 0,23 m³/kW, temperatura de bulbo seco 35°C, temperatura de bulbo húmedo 23,9°C, rendimiento del ventilador 80%, rendimiento del motor del ventilador 95%, 0,4 % de cambio en kW (0,6% de cambio en kW/1,5 *10⁻² Bar, eficiencia del enfriador 90%)

Esta tabla demuestra también que, en combinación, un ventilador de sobrealimentación y un enfriador evaporativo funcionan sinérgicamente ara aumentar la potencia de salida de la turbina. Según más arriba indicado, la adición del ventilador de sobrealimentación a la turbina sin un mecanismo de enfriamiento aumentaría la potencia de salida en 2,80 MW. Por otro lado, la adición del mismo ventilador a una turbina con un enfriador evaporativo directo agrega 4,06 MW de capacidad. El efecto del ventilador de sobrealimentación es de este modo casi 50% mayor con el enfriador que sin el enfriador. Este análisis demuestra que el efecto de la combinación es mayor que la suma de las partes y es, de este modo, especialmente conveniente.

La Tabla 2 muestra que una significativa mejora es posible con un ventilador de sobrealimentación cuya presión estática no supera los 2,46Kpa. Una mejora adicional es posible para ventiladores de sobrealimentación con más altas presiones estáticas.

En muchas instalaciones, la presión de sobrealimentación óptima puede exceder una presión estática de 14,9 Kpa. kPa

La figura 7A y 7B son mapas de compresor que ilustran la mejora en la capacidad de la turbina que se puede obtener con el presente invento. El eje vertical es la relación de presión de la turbina, que es la presión de entrada a la turbina dividida por la presión atmosférica. El eje horizontal es el parámetro del caudal de masa, que está dado por la fórmula:

$$\text{Parámetro de masa} = \frac{m \sqrt{\theta}}{\delta}$$

donde:

m es el caudal de masa de la turbina,

δ es la presión de entrada del compresor dividida por la presión atmosférica normal, y

θ es la temperatura absoluta de la entrada al compresor dividida por la temperatura absoluta de diseño.

La relación de presiones es la presión de descarga del compresor dividida por la presión atmosférica. Para fines de este análisis, el efecto de la caída de presión en el quemador y otros factores menores son agrupados con las características de funcionamiento del compresor y la turbina (para información básica referente a la correspondencia de componentes, ver la publicación de Blatthe, titulada "Fundamentos de Turbinas de Gas", capítulo 10).

La curva 300 del compresor muestra las características de funcionamiento del compresor en condiciones de diseño, mientras que la curva 301 del compresor muestra las características de funcionamiento a temperaturas de entrada altas. La línea de turbina 302 muestra las características de funcionamiento de la turbina en condiciones de diseño, y la línea de turbina 303 representa las características de funcionamiento de la turbina a temperaturas de entrada altas. La intersección de la curva 300 del compresor y la línea 302 de la turbina define el punto operativo de diseño 304. La intersección de la curva 301 del compresor y la línea 303 de la turbina es el punto

operativo 305 a la temperatura de entrada más alta. La línea operativa 306 muestra posibles puntos operativos de la turbina a diferentes temperaturas de entrada. La línea 307 de sobrepresión momentánea es el límite de operación estable para el compresor.

En el punto operativo 305, la capacidad de la turbina está significativamente reducida respecto a la capacidad de la turbina en el punto operativo de diseño 304. La temperatura de entrada más alta aumenta la velocidad del sonido del aire, lo que reduce el número Mach del compresor y desplaza la curva del compresor a la izquierda, según se muestra en la Figura. Además, la temperatura más alta reduce la densidad del aire, lo que adicionalmente reduce el caudal de masa. Estos cambios reducen la relación de presión del compresor y el caudal de masa, lo que reduce la energía disponible para accionar la turbina. El enfriamiento del aire puede restaurar la capacidad de la turbina.

La figura 7B ilustra como la nueva disposición puede mejorar la capacidad de la turbina a temperaturas ambiente altas. La compresión del aire que ingresa al compresor aumenta la relación de presión de la turbina y la temperatura de entrada del compresor para crear una curva de compresor 310. Una nueva línea de turbina 312 refleja la temperatura un poco más alta. La intersección de la línea 312 de la turbina y la curva 310 el compresor define un punto operativo 314. Este punto operativo corresponde al funcionamiento con un ventilador de sobrealimentación y sin enfriamiento de entrada. La línea operativa 318 muestra posibles condiciones operativas con diferentes presiones operativas. Un beneficio adicional de aire a más alta presión es la densidad de aire aumentada, lo que adicionalmente aumenta la mejora de capacidad.

Otra curva de compresor 316 y una línea de turbina 320 corresponden a una más baja temperatura de entrada al compresor que la que se puede lograr utilizando un enfriador evaporativo. Un punto operativo 322 en la intersección de la curva 316 del compresor y la línea 320 de la turbina corresponde a una condición operativa de un ventilador de sobrealimentación y enfriamiento de entrada. Este análisis indica que es posible aproximarse a la capacidad de diseño original de una turbina de gas por medio de una combinación de enfriamiento y enfriamiento de entrada y compresión. Los límites máximos de la capacidad de la turbina son las presiones operativas y la

potencia de salida que sean aceptables para la turbina, el generador, etc. estos factores normalmente impedirían que el ventilador de sobrealimentación y el enfriamiento de la entrada crearan una potencia de salida de la turbina que fuera significativamente superior a la potencia de salida de diseño de la turbina.

La figura 8A es un gráfico de curvas de ventiladores que muestra como ventiladores de sobrealimentación paralelos pueden funcionar conjuntamente para crear una gama de presiones de entrada a la turbina. Para el funcionamiento en paralelo, la presión a través de los dos ventiladores es la misma y las cargas se suman entre sí. La curva 350 de ventilador frontal ("lead fan" en inglés) corresponde al ventilador frontal ("lead fan"). La línea 356 de la turbina de gas es vertical, ya que el caudal a través de la turbina varía solo muy poco con la presión de entrada. El punto operativo 358 está en la intersección de la curva 350 del ventilador anterior y la línea 356 de la turbina. Este punto operativo 358 corresponde al funcionamiento con un ventilador.

Una primera curva 352 de ventilador posterior corresponde a las características de funcionamiento del ventilador posterior a plena velocidad. La curva 364 de los ventiladores corresponde al funcionamiento conjunto de ambos ventiladores. La intersección de la curva 364 de los ventiladores y la línea de turbina es un punto operativo 376 que corresponde al funcionamiento con ambos ventiladores. Una segunda curva 354 de ventilador posterior representa las características de funcionamiento a baja velocidad, y la curva de ventiladores 360 representa el correspondiente funcionamiento con los ventiladores. Un punto operativo 362 representa la condición operativa con ambos ventiladores funcionando y el ventilador posterior a baja velocidad.

La figura 8B ilustra ^{el} funcionamiento con dos ventiladores similares en serie. La curva 372 corresponde al funcionamiento con un solo ventilador. La intersección de la curva del ventilador y la línea 360 de la turbina representa el punto de funcionamiento 378 para un ventilador. La curva 374 de ventiladores corresponde a ambos ventiladores funcionando. El punto operativo 376 representa el funcionamiento de la turbina con ambos ventiladores funcionando.

La figura 9 muestra una simple relación más entre la máxima presión de sobrealimentación y la temperatura de entrada que puede ser utilizada para controlar el

457 31 489

sobrealimentador. El controlador puede utilizar la temperatura del aire que ingresa al compresor para ajustar la presión del sobrealimentador. El resultado es una disposición de control muy simple para maximizar las características de funcionamiento de la turbina. Este método puede ser muy útil para controlar un sobrealimentador cuando se realiza una actualización, ya que requeriría pocos cambios o ningún cambio en los controles existentes para la planta generadora con turbina de gas.

Un control y funcionamiento más sofisticado están también dentro del alcance del invento. Por ejemplo, otra realización preferida que tiene una disposición de recirculación alrededor del compresor para controlar la capacidad de una planta generadora 421 con turbina de gas se muestra en la figura 10. La planta generadora con turbina de gas comprende una disposición de turbina de gas 432 y un generador 426. La disposición de turbina de gas 432 incluye un quemador 422, un compresor 420 y una turbina 424, cuyo compresor y turbina comparten un eje 430 común. La corriente de aire 440 de entrada al compresor ingresa al compresor 420 y es comprimida para formar la corriente de aire 442 de entrada al quemador. El quemador 422 calienta la corriente de aire 442 para formar la corriente de aire 442 de entrada al quemador. El quemador 442 calienta la corriente de aire 442 para formar la corriente de aire de salida del quemador / la corriente de aire 444 de entrada a la turbina que ingresa a la turbina 424. La turbina 424 extrae energía de la corriente de aire, que sale como escape 446. La planta generadora con turbina de gas incluye también estructuras, cojinetes, controles, y otros componentes que son conocidos en la materia y, por lo tanto, no se muestran. La planta generadora con turbina de gas puede incluir también una disposición de ciclo de vapor auxiliar o disposiciones con múltiples ejes.

La turbina 424 acciona el compresor 420 y el generador 426, que también comparte el eje 430. El generador suministra energía eléctrica a la red de servicios eléctricos por medio de conductores 436 y un transformador 428.

El ventilador de sobrealimentación 423 comprime la corriente de aire 453 de entrada al ventilador para formar una corriente de aire comprimido 455 que ingresa a un primer enfriador evaporativo 425. El primer enfriador evaporativo 425 incluye una bomba 427 y un tablero evaporativo 435. El primer enfriador evaporativo 425 enfría la corriente de aire comprimido 455 para formar la corriente de aire 440 de entrada al compresor.

El ventilador de sobrealimentación suministra una presión estática del orden de 14,9 ~~Kpa~~^{kPa} (0.149 Bar) y preferentemente puede ser un ventilador centrífugo o un ventilador axial. La corriente de aire comprimido 455 y la corriente de aire 440 de entrada al compresor son confinadas en conductos que pueden soportar esta presión; configuraciones preferidas de conductos se describen más abajo con referencia a las figuras 15, 17A, 16B, 17A y 17B.

Un segundo enfriador evaporativo 460 es proporcionado corriente arriba del ventilador de sobrealimentación 423. El enfriador evaporativo incluye un tablero evaporativo 434 y una bomba 436, que hace circular agua por el tablero para crear una superficie húmeda para el enfriamiento de la corriente de aire ambiente 451 por medio de evaporación antes que sea suministrada al ventilador de sobrealimentación 423 como corriente de aire 453 de entrada al ventilador. Los enfriadores evaporativos pueden incluir, cada uno, un sumidero con una válvula de flotación para controlar el nivel de agua y un elemento de agua y un elemento para purgar una pequeña porción del agua circulada a fin de evitar la acumulación de sales.

Numerosos enfriadores evaporativos ^{están} son disponibles comercialmente de una diversidad de fabricantes, de modo que no se incluyen detalles de diseño de los enfriadores. Además, si bien se ilustran enfriadores evaporativos directos, también se pueden emplear enfriadores evaporativos indirectos o enfriadores evaporativos indirectos-directos.

Una característica clave del presente invento es el dimensionamiento relativo de la turbina de gas sobrealimentada y del generador y equipos asociados. En particular, el generador y la turbina sobrealimentada son dimensionados de modo que el generador funcione a casi plena capacidad en condiciones de altas temperaturas (por el contrario, de acuerdo a los diseños de la técnica anterior, el generador y los auxiliares serían dimensionados en base a la plena salida sobrealimentada en condiciones de invierno, lo que típicamente serían temperaturas de entrada de 4,4 °C o inferiores, y las características de funcionamiento disminuirían a medida que las temperaturas ambiente aumentarían). Por consiguiente, el presente invento incluye elementos para controlar la capacidad de la turbina a bajas temperaturas ambiente de modo de evitar la sobrecarga del generador.

Preferentemente, un controlador 460 recibe una señal de corriente 468 proveniente de un sensor de corriente 462 que detecta la corriente del generador. El controlador 460 preferentemente incluye las funciones de capacidad normal y seguridad de la planta generadora con turbina de gas, pero alternativamente puede ser una unidad independiente. El sensor de corriente es preferentemente un transformador de intensidad, en cuyo caso, la señal es en forma de una corriente alternada. Otros sensores posibles pueden ser del tipo de señal de salida de tensión, salida óptica, de radiofrecuencia, o algún otro tipo de señal de salida.

El controlador 460 proporciona una señal 464 de control de registro al registro 450 para controlar el caudal de una corriente de aire calentado 452, que es aspirado de la corriente de aire 442 de entrada al quemador y circula a través del registro 450 a la entrada del compresor. El controlador 460 también proporciona señales 466 y 467 de control de bombas a las bombas 436 y 437, respectivamente, y una señal de control 465 de ventilador al ventilador de sobrealimentación 423. El control de la bomba y del ventilador para esta realización puede ser tan simple como un control de activación / desactivación, y ~~lentamente~~ podría emplear control variable con accionamientos de velocidad variable, paletas de entrada, o paletas de paso variable.

Debido a que la disposición es dimensionada para proporcionar máximas características de funcionamiento de la turbina / generador a temperaturas altas, a medida que cae la temperatura ambiente de la salida de la turbina aumenta, la salida del generador comenzará a aumentar y excederá la salida de diseño máxima. Por lo tanto, a medida que cae la temperatura de aire ambiente, el sensor de corriente 452 detecta una señal de corriente del generador 468 correspondientemente más alta y comunica esto al controlador 470. El controlador responde primero desactivando la bomba 436, desactivando de este modo el segundo enfriador evaporativo 470 y permitiendo que la corriente de aire 453 de entrada al ventilador se aproxime a la temperatura ambiente de bulbo seco. Si la temperatura ambiente cae más, la respuesta de control preferentemente consiste en comenzar a abrir el registro 450 para permitir que aire calentado 452 fluya de la salida del compresor para mezclarse con la corriente de aire 440 de entrada al compresor. A medida que la temperatura del aire ambiente cae aun más, el registro abrirá aun más de modo que limite la corriente del generador a la que se produce con características de funcionamiento de altas temperaturas.

Si la temperatura ambiente cae aun más, el controlador 470 envía una señal de control 475 al ventilador y una señal de control 477 a la bomba para desactivar el ventilador de sobrealimentación 422 y la bomba 437 para el primer enfriador evaporativo; estas señales interrumpen totalmente la sobrealimentación. El controlador 470 puede entonces enviar una señal de control 464 al registro para cerrar el registro 450.

En la figura 11 se muestra otra realización alternativa preferida de una disposición de turbina de acuerdo al presente invento. Sin embargo, en lugar de regular un registro para proporcionar aire de salida calentado del compresor ~~de vuelta~~ a la entrada del compresor, el controlador 474 proporciona también una señal 472 de control del quemador al quemador 422, que regula la salida del quemador y por lo tanto, la salida de la turbina. Preferentemente, los controles operativos y de seguridad normales para la planta generadora con turbina de gas son integrados en el controlador 474, pero el controlador puede ser también un controlador independiente.

El método de control que se utiliza con la realización que se muestra en la figura 11 es similar al método que se utiliza con la realización que se muestra en la figura 10. A medida que la temperatura ambiente cae y produce un resultante aumento en la corriente de salida del generador, el controlador 474 responde desactivando la bomba 436 para desactivar el segundo enfriador evaporativo 470. Si la corriente del generador aun excede la salida de diseño de altas temperaturas, el controlador 474 responde ajustando la señal 472 de control del quemador para reducir la salida del quemador 422. A temperatura ambiente aun más bajas, el controlador desactivará el ventilador de sobrealimentación 423 y el primer enfriador evaporativo 425 totalmente, de modo que la planta generadora funcione sin ninguna sobrealimentación.

La figura 12 muestra otra realización alternativa del invento, en la que la salida de la turbina es controlada regulando la temperatura de entrada al compresor utilizando un calefactor. El controlador 484 recibe una señal de temperatura 490 proveniente de un sensor de temperatura 488 que está ubicado en la corriente de aire 440 de entrada al compresor. El controlador 484 proporciona una señal de control del calefactor 482 a un calefactor 480 ubicado corriente arriba de la entrada del compresor, y el calefactor proporciona una corriente de aire calentada 486 al compresor 420. (Si bien la ubicación preferida para el calefactor es corriente arriba del enfriador evaporativo,

alternativamente el calefactor puede ser ubicado entre el calefactor evaporativo 470 y el compresor 420 si el calefactor está hecho con materiales que puedan soportar humedad relativamente alta sin excesiva corrosión).

Hay una cantidad de opciones para implementar el calefactor. Una opción simple consiste en utilizar un quemador de gas. Una segunda opción consiste en utilizar una caldera con un intercambiador de calor de líquido a aire separado. Una tercera opción consiste en utilizar un intercambiador de calor que recupere calor del escape 446 de la turbina. (Esta opción debería proporcionar el mejor rendimiento, y por lo tanto, se prefiere si el costo de instalación no es excesivo). Una cuarta opción consiste en calefactores eléctricos, si bien los mismos no son preferidos debido a su bajo rendimiento. Finalmente, el soplado de una porción del escape 446 de la turbina a la corriente de aire 440 de entrada al compresor es una quinta opción de bajo costo, pero puede ocasionar problemas de corrosión en el compresor 420 u otros componentes. Independientemente del tipo específico, el calefactor debe ser capaz de modular su salida de modo que mantenga la corriente de aire 486 calentada a una temperatura aproximadamente constante.

El método de control que se utiliza con la realización que se muestra consiste en mantener una temperatura mínima de la corriente de aire 453 de entrada al ventilador de sobrealimentación. Por lo tanto, a medida que la temperatura del aire ambiente cae, el controlador 484 responde desactivando la bomba 436 para desactivar el enfriador evaporativo 470. Si la temperatura ambiente cae más, el controlador 484 proporciona una señal 482 de control del calefactor para activar el calefactor y ajustar su salida para mantener la temperatura requerida de esa corriente de aire 453 de entrada al ventilador.

La figura 13 muestra otra realización alternativa que es similar, que es especialmente adecuada para utilización con una planta generadora de ciclo combinado. Una planta generadora 506 con turbina de gas de ciclo combinado incluye una disposición de filtro de vapor adicional 498 que utiliza el calor de escape de la turbina de gas 424 para generar energía adicional. El ciclo de vapor 498 incluye una caldera 504, una turbina de vapor 500, un condensador 502, una bomba 503 de alimentación de agua, todos los cuales están conectados entre sí en un circuito. Un intercambiador 491 de calor de líquido a aire está proporcionado en un lazo de fluido

con la bomba 492 y el intercambiador de calor 496 de recuperación de calor. La bomba 492 hace circular líquido de transferencia de calor 512 a través del intercambiador de calor 496 de recuperación de calor, donde el mismo absorbe calor proveniente del caudal de escape 508. La bomba recibe una señal 494 del controlador 484, que regula el caudal de líquido 512 de transferencia de calor, controlándose de este modo la temperatura de la corriente de aire calentado 486 que ingresa al enfriador evaporativo 460. Como con la realización de la figura 12, el controlador puede también desactivar el segundo enfriador evaporativo 460 como una primera etapa de control de la temperatura de entrada de la turbina, y después finalmente puede interrumpir totalmente la sobrealimentación.

(Sin embargo, una preocupación con la utilización de la corriente de escape 508 como fuente de calor, es la corrosión, y se requieren materiales resistentes a la corrosión para resistir la presencia de ácido nítrico y posiblemente ácido sulfúrico. Una posibilidad consiste en utilizar materiales plásticos para los diversos conductos, pero los materiales plásticos, por lo general tienen límites de temperatura relativamente bajos. Por lo tanto, puede ser conveniente mezcla el escape con aire ambiente para reducir las temperaturas máximas, permitiéndose de este modo la utilización de materiales plásticos. El intercambio de calor líquido a gas por contacto directo constituye también una opción. El líquido contendría un agente neutralizante adecuado (tal como bicarbonato de sodio) para evitar problemas con condensado ácido. En este caso también puede ser conveniente mezclar la corriente de aire de escape con un aire del ambiente para reducir las temperaturas operativas máximas).

Además de una capacidad de generación total aumentada a temperaturas ambiente altas, la configuración de la disposición que se muestra en la figura 13 debe proporcionar también rendimiento mejorado, ya que la planta generadora de ciclo combinado relativamente aumenta su eficiencia un poco a temperaturas de entrada al compresor más altas. Asimismo, si bien la figura 13 ilustra un lazo de transferencia de calor para recuperar calor residual, muchas otras configuraciones son posibles. Por ejemplo, el calor que proviene del condensador 502 podría ser utilizado para calentar la corriente de aire de entrada. La provisión de un intercambiador de calor de aire a aire entre la corriente de escape y la corriente de aire de entrada constituye también una opción.

Las realizaciones ilustradas, arriba descriptas, representan posibles configuraciones del presente invento. Si bien estas realizaciones utilizan la corriente del generador o la temperatura de entrada al compresor como parámetros de control de realimentación, otros parámetros pueden ser utilizados para lograr resultados similares. Por ejemplo, los ingresos de control pueden incluir la potencia del generador; la temperatura ambiente de bulbo seco; la temperatura ambiente de bulbo húmedo; el momento torsor del eje; u otros ingresos.

Asimismo, si bien las figuras 10 a 13 muestran un segundo enfriador evaporativo ubicado corriente arriba del ventilador de sobrealimentación, esta característica es opcional y puede ser eliminada sin un importante cambio en las características de funcionamiento. Sin embargo, el segundo enfriador evaporativo mejora la capacidad de presión del ventilador de sobrealimentación a altas temperaturas ambiente, y de este modo agrega algo de potencia de salida adicional.

La utilización del primer enfriador evaporativo es también opcional en cierta medida, pero las características de funcionamiento sufrirán significativamente si se lo elimina. Por lo tanto, en los casos en que el agua ~~y~~ el espacio esté o estén severamente limitados sería conveniente eliminar el primer enfriador evaporativo.

Finalmente, respecto a las diversas realizaciones arriba descriptas, el control simple de activación /desactivación es el método preferido de control para el ventilador de sobrealimentación. Controles más sofisticados, que utilizan accionamiento de velocidad variable o paletas de ventilador de paso variable constituyen una opción, sin embargo, y pueden dar como resultado algunos ahorros de energía, pero el control de la temperatura del quemador o de la temperatura de entrada ya proporciona un medio para modular la potencia de salida.

La figura 14 muestra una realización preferida que incorpora una disposición de enfriamiento evaporativo indirecto y un accionamiento de velocidad variable para el ventilador de sobrealimentación. Según se muestra en la figura 14, un accionamiento de velocidad variable 550 recibe energía eléctrica de la red de suministro y suministra energía eléctrica en corriente alternada de frecuencia variable a un motor de inducción 552. El motor 552 acciona un eje 554 que acciona un ventilador de sobrealimentación 556. El ventilador de sobrealimentación aspira aire ambiente y suministra una corriente de aire comprimido 558 a un serpentín de enfriamiento 560. El serpentín de

enfriamiento ese un intercambiador de calor agua a aire que enfría el aire sin agregar humedad. Una corriente de aire 560 enfriada sale del serpentín y va a un enfriador evaporativo 425, arriba descrito.

El serpentín está conectado por medio de cañerías 562 a una bomba 564 y a una torre de enfriamiento 566 para formar un circuito. El conjunto actúa como un enfriador evaporativo indirecto. La torre de enfriamiento es preferentemente una torre húmeda de tiro forzado, que puede enfriar agua a una temperatura que se aproxima a la temperatura ambiente de bulbo húmedo.

En áreas donde el suministro de agua adecuada sea limitado, una alternativa consistiría en utilizar una torre seca y eliminar el enfriador evaporativo. En este caso, el conjunto de torre de enfriamiento seca y el serpentín actúan como un simple intercambiador de calor entre el aire ambiente y el aire que sale del ventilador de sobrealimentación.

Otras opciones de intercambiador de calor y enfriamiento son posibles. Por ejemplo, la torre de enfriamiento y el serpentín de enfriamiento podrían ser reemplazadas por un intercambiador de calor de aire a aire entre una corriente de aire ambiente y el aire que sale del ventilador de sobrealimentación. Un enfriador evaporativo directo puede ser colocado corriente arriba del intercambiador de calor en el lado de aire ambiente para proporcionar enfriamiento adicional. Si bien estas configuraciones son posibles, las mismas no son preferidas debido a los grandes requerimientos de área del intercambiador de calor y porque la gran diferencia de presión entre las dos corrientes de aire crean la necesidad de contar con un intercambiador de calor grande, de alto costo.

En climas donde el congelamiento constituye un problema en la cañería, el serpentín de enfriamiento, y la torre requerirían adecuada protección contra congelamiento. Las posibles alternativas incluyen aislación y calentadoras, provisiones de drenaje hacia abajo, y la utilización de salmuera en el serpentín de enfriamiento con un intercambiador de calor de salmuera a salmuera.

La utilización de un intercambiador de calor de salmuera a salmuera tiene la ventaja adicional de separar el serpentín de enfriamiento del atascamiento asociado con suciedad proveniente de la torre de enfriamiento. Un filtro puede ser incluido para reducir el atascamiento en disposiciones sin un lazo secundario.

Un controlador 568 evita la sobrecarga de la turbina de gas a más bajas temperaturas ambiente. El controlador recibe una señal de temperatura 562 proveniente de un sensor de temperatura 563 ubicado en la entrada en la corriente de aire 440 de entrada al compresor. El controlador recibe también una señal de presión 174 proveniente de un sensor de presión 575 ubicado en la corriente de aire comprimido 558. El sensor de presión 558 puede estar ubicado en cualquier lugar en la corriente de aire en el ventilador de sobrealimentación 556 y la turbina de gas 432, ya que los cambios de presión son pequeños en esta sección.

El controlador 568 proporciona una señal 578 de control de velocidad al accionamiento de velocidad variable 550. Esta señal modula la velocidad del ventilador de sobrealimentación para mantener la presión de sobrealimentación óptima. El controlador proporciona también una señal de salida 576 a la bomba 574 en el lazo de la torre de enfriamiento y una señal de salida 580 a la bomba 437 en el enfriador evaporativo. Estas dos señales de salida normalmente proporcionarían un simple control de activación / desactivación. Si bien esta realización utiliza un accionamiento de frecuencia variable para controlar la velocidad del ventilador, hay muchas otras maneras posibles para modular la salida del ventilador que podrían ser utilizadas. Ejemplos incluyen accionamientos de velocidad variable electromecánico, tales como los que se describen en la patente de los Estados Unidos de América 5.947.854 y la solicitud de patente equivalente ^{número de serie} USSN 60/164.590; embragues de corrientes parásitas; motores de corrientes continuas; paletas de ventilador de paso variable; paletas de entrada variables; etc.

Una importante ventaja de esta disposición es la capacidad para suministrar aire más frío a la turbina de gas. La temperatura de bulbo húmedo de aire que ingresa a la zona de enfriamiento no es afectada por la energía que proviene del ventilador de sobrealimentación. El serpentín puede de este modo enfriar la corriente de aire a temperaturas que se aproximan a la temperatura ambiente de bulbo húmedo sin agregar ninguna humedad. El enfriador operativo puede después enfriar y humidificar adicionalmente la corriente de aire. El resultado consiste en temperaturas que pueden ser 5,5 °C superiores a las temperaturas disponibles con un simple enfriador evaporativo directo.

4/66

40
498

Esta diferencia de temperaturas corresponde a aproximadamente un aumento de 2,5% adicional en la potencia de salida de la turbina de gas. La potencia asociada con el ventilador y la bomba de la torre de enfriamiento son típicamente de solo 10% de este aumento de capacidad, de modo que una mejora neta de capacidad de más de 2% es factible con esta disposición. Esta mejora de capacidad es adicional a la capacidad que proviene de la turbina

También son posibles disposiciones de enfriamiento más complicadas. Por ejemplo, una disposición de enfriamiento mecánica, deshidratante, o por absorción puede reemplazar al enfriador evaporativo directo. Las disposiciones de enfriamiento que utiliza agua subterránea o agua fría de lago u océano constituyen otra opción. Estas disposiciones pueden lograr temperaturas de aire mucho más baja, lo que puede aumentar más la mejora de capacidad. La desventaja de este método es la complejidad y costo adicionales de la disposición de enfriamiento adicional. Según arriba señalado, la corriente de aire comprimido y la corriente de aire de entrada al compresor son confinadas dentro de conductos que pueden soportar presiones relativamente altas, y la figura 15 muestra detalles de la realización preferida de tales disposiciones de conductos. Un conducto interior 610 está dispuesto dentro de un conducto externo redondo 611, y un pasaje de flujo 612 igual a la presión de un fluido que fluye dentro del conducto interior y un espacio 615 que está ubicado entre los dos conductos. (Para la presente solicitud, el fluido sería aire, pero el conjunto de conductos puede ser utilizado para transportar cualquier fluido de alta presión. Preferentemente, el espacio 615 está llenado con fluido o puede incluir material poroso, tal como fibra de vidrio, espuma de celdas abiertas, etc. una ventaja de un material de relleno poroso es que el mismo puede ayudar a reducir ruido y también ayuda a soportar los conductos.

El pasaje de flujo 612 para igualar la presión a través del conducto interior puede ser simplemente una abertura o puede ser una serie de aberturas o puede estar constituido por una superficie porosa. El pasaje de flujo puede ser también provisto por grietas u otras pequeñas aberturas que sean comunes en disposiciones de conductos no herméticas. El requerimiento esencial para el diseño del pasaje de flujo 612 es que debe poder permitir que pasen suficientes caudales de fluido a través del mismo para asegurarse y si se produce una pérdida entre el conducto externo redondo y la

temperatura ambiente, no se produzca una excesiva caída de presión a través del conducto interno.

Ventajosamente, la trayectoria de flujo puede incluir una válvula de alivio de presión para reducir el riesgo de deterioros en el conducto interior si se produjera tal pérdida.

Si bien la figura 15 muestra un conducto interior rectangular, el conducto interior puede tener virtualmente cualquier forma que no sea una forma redonda, y puede incluir superficies planas grandes sin preocupación por requerimientos de resistencia excesivos. El conducto interior solo debe tratar cualquier caída de presión, presión dinámica por velocidad, turbulencia, etc., asociada con el movimiento de fluidos a través del conducto.

El conducto externo preferentemente tiene una sección transversal circular para minimizar los requerimientos de material. Se pueden utilizar otras formas, tales como formas ovaladas o elípticas, pero las mismas no son preferidas ya que aumentarían los requerimientos de resistencia significativamente. Los conductos redondos grandes pueden incluir corrugaciones u otros refuerzos para mejorar la rigidez y reducir el riesgo de deterioros en el conducto por viento o por cargas accidentales.

Los materiales típicos para la construcción de los conductos incluyen metales, tales como acero o aluminio. Otros materiales posibles incluyen plástico, maderas, materiales cerámicos, etc. la selección de material depende de factores tales como resistencia, costo, y compatibilidad con el fluido particular que fluye a través de los conductos.

Las figuras 16A y 16B muestran una vista frontal y una vista en sección transversal, respectivamente, de un conducto de transición que puede ser utilizado para conectar dos conductos de diferente dimensionamiento. Un conducto externo cónico circular 620 contiene un conducto interior 621 tetraédrico o piramidal. Un pasaje de flujo 622 está provisto en la pared del conducto interior 621 para igualar la presión de fluido entre el interior del conducto interior 621 y el espacio 623 que está ubicado entre los dos conductos. Este conjunto de conductos transicional puede ser utilizado como un difusor o un acelerador de flujo, dependiendo de la dirección de flujo del fluido. Asimismo, si bien las figuras 15, 16A, y 16B ilustran configuraciones básicas del conducto de alta presión de acuerdo al invento, el presente invento puede ser aplicado

a prácticamente cualquier geometría de conducto particular, incluyendo codos, tes, transiciones, etc.

Las figuras 17A y 17B ilustran tal disposición de conductos empleada específicamente con un sobrealimentador de turbina de gas. La figura 17A muestra el enfriador, sin un sobrealimentador, con un enfriador evaporativo directo 630 en el extremo de un conducto rectangular 631 que suministra aire a la entrada de una turbina de gas. El conducto rectangular 631 está diseñado para soportar una diferencia de presión (respecto de la presión ambiental) de sólo unos pocos cientos de Pascales de presión o menos.

La figura 17B muestra la correspondiente configuración con sobrecalentador. El ventilador 635 aumenta la presión estática del aire a niveles muy altos, típicamente de aproximadamente 14,9 ^{kPa} Kpa. El ventilador 635 está conectado a una pieza extrema 639 de un conducto difusor 636. El conducto difusor está conectado a un conducto recto 637 que contiene al enfriador evaporativo y un conducto de contracción 638. Cada uno de estos conductos incluye un conducto redondo en el exterior que circunda a un conducto interior rectangular.

Esta disposición de conductos proporciona varias ventajas significativas respecto a la técnica anterior:

- Menor peso de material y costo en comparación con conductos rectangulares convencionales;
- Menor caída de presión que los conductos redondos convencionales utilizados con componentes rectangulares;
- Geometría simple para fácil construcción; y
- Posibilidad de reemplazar disposiciones de conductos de más baja presión para soportar presiones más altas.

Estas ventajas son especialmente convenientes para utilización en sobrealimentadores de turbinas de gas. Las altas presiones (14,9 ^{kPa} Kpa) y las grandes dimensiones de los conductos (diámetro del conducto de 9,14 mm o más) crean la necesidad de contar con un conducto rectangular sumamente resistente que requiera enormes cantidades de material para refuerzo. La nueva configuración de conducto del invento elimina la necesidad del conducto rectangular para soportar la alta presión de gas, lo que reduce mucho el costo y peso de material. Permite también la utilización de

enfriadores evaporativos y conductos asociados existentes, lo que reduce mucho el costo de instalación del sobrealentador. Si bien el invento es especialmente atractivo para utilización en sobrealimentadores de turbinas de gas, puede ser utilizado en disposiciones de acondicionamiento de aire y otras aplicaciones industriales y comerciales que requieran hacer desplazar gases o líquidos.

Descripción de una realización preferida con un generador de niebla: La figura 18 muestra una realización preferida del invento. Una planta motriz 721 con turbina de gas comprende un compresor 720 y una cámara de expansión 724 que están vinculados rígidamente a un eje 730 que acciona un generador 726. Una corriente de aire 749 ingresa al compresor, que comprime el aire y lo suministra a una cámara de combustión 722. La cámara de combustión calienta el aire y lo suministra a la cámara de expansión 724. La cámara de expansión extrae trabajos del gas que se expande para accionar el compresor y el generador.

Un sobrealimentador 790 está ubicado corriente arriba de la planta motriz con turbina de gas. El sobrealimentador comprende un ventilador 740, un primer generador de niebla 749, y un segundo generador de niebla 769 que están ubicados dentro de un conducto 747. El primer generador de niebla está ubicado corriente arriba del ventilador, mientras que el segundo generador de niebla está ubicado entre el ventilador y la turbina. Los generadores de niebla sirven como enfriadores evaporativos para reducir la temperatura del aire por medio de la evaporación de agua.

El ventilador 740 comprende un cubo 741 y paletas del ventilador 742. El ventilador está vinculado rígidamente al eje 744 de un motor. Un motor 746 acciona el eje 44 del motor y de este modo acciona al ventilador 740. El ventilador es preferentemente un ventilador de flujo axial de paso variable. El cubo 741 incluye un mecanismo para ajustar el paso de las paletas 742 del ventilador a fin de ajustar la presión y el caudal de salida del ventilador.

El motor es preferentemente un motor de inducción trifásico u otro motor eléctrico. Otra opción consiste en accionar el motor directamente desde la turbina principal o una turbina de vapor, lo que elimina la necesidad del motor. Una unidad motriz separada para el ventilador, tal como una segunda turbina de gas, una turbina de vapor, o un motor de combustión interna constituye también una opción, si bien no

es preferida. Una importante ventaja de un motor eléctrico es que su instalación es relativamente fácil en una turbina de gas existente.

La salida del ventilador está en el orden de $14,9 \text{ kPa}$ de presión estática. La presión óptima depende de la disponibilidad de un ventilador adecuado, capacidad de generador, capacidad de turbina, y otros factores.

Un ventilador de flujo axial, de múltiples etapas, según se muestra en la figura 1, puede lograr esta presión estática. Los ventiladores centrífugos o los ventiladores axiales de una única etapa constituyen también una opción. Si se utiliza un ventilador centrífugo, paletas de paso variable no son normalmente una opción, de modo que un accionamiento de velocidad variable es el elemento preferido para controlar la capacidad del ventilador. Otras opciones incluyen paletas o registros de entrada variables, pero los mismos son menos eficientes. La velocidad variable es también una alternativa para ventiladores axiales.

El primer generador de niebla 749 comprende un primer múltiple 756, un segundo múltiple 758, y un tercer múltiple 760. Cada múltiple tiene boquillas de pulverización que crean niebla 762. El primer múltiple recibe agua comprimida de una primera bomba 750. De la misma manera, una segunda bomba 752 y una tercera bomba 754 suministran agua comprimida al segundo múltiple 758 y el tercer múltiple 760, respectivamente. La presión de salida de la bomba es preferentemente de aproximadamente 6,9 MPa a 20,7 MPa. Una corriente de agua 764 alimenta las entradas de las bombas. Preferentemente el agua es agua desmineralizada filtrada. Una corriente de aire 748 es aspirada hacia adentro del conducto 747 a través del primer generador de niebla 749.

El segundo generador de niebla 769 está ubicado corriente abajo del ventilador. Como el primer generador de niebla, el segundo generador de niebla está compuesto por múltiples y bombas. El cuarto múltiple 776, el quinto múltiple 778, y el sexto múltiple 780 están conectados a una cuarta bomba 770, una quinta bomba 772 y una sexta bomba 774, respectivamente. La acción de agua comprimida en las boquillas en los múltiples crea una niebla 82.

En el diseño de los generadores de niebla hay un alto grado de flexibilidad. Por ejemplo, la cantidad de múltiples en cada generador de niebla es algo arbitraria. Una gran cantidad sirve para más fácil control sobre la cantidad de niebla producida y

proporciona redundancia adicional. Por otro lado, menos múltiples simplifican la instalación y pueden reducir costos. Además, los múltiples no son necesariamente de igual capacidad.

En lo que se refiere a la capacidad de los generadores de niebla, el primer generador de niebla está preferentemente dimensionado para asegurar aire casi saturado a la salida del ventilador. El segundo generador de niebla saturaría adicionalmente el aire y proporcionaría humedad adicional para enfriamiento dentro del compresor 20. Para casos donde no pueda ingresar niebla a la turbina, la masa total de agua agregada a la corriente de agua, sería preferentemente la cantidad que correspondiera a aproximadamente 75% a 99% de humedad relativa en la entrada del compresor. (La humedad relativa más baja refleja las condiciones de desequilibrio asociadas con gotitas de agua que evaporan, lo que significa que algo de arrastre de niebla es posible a menos de 100% de humedad relativa). Para turbinas donde esta limitación no constituye un problema, se prefiere que el agua agregada corresponda a saturación en la entrada del compresor más aproximadamente 0 a 2% del caudal de masa de aire.

Un controlador 760 controla el funcionamiento del sobrealimentador 790. El método básico consiste en reducir la presión del ventilador y la cantidad de generación de niebla a temperaturas ambiente más bajas para evitar la sobrecarga del generador y otros componentes en la planta motriz con turbina de gas. Un sensor de temperatura 782 en la entrada del ventilador y un sensor de temperatura 784 en la salida del ventilador proporcionan ingresos para el controlador. A medida que la temperatura ambiente de bulbo húmedo cae, la temperatura de entrada del ventilador proporciona una señal al controlador para que reduzca la capacidad del ventilador proporcionando una señal de salida para reducir el paso de las paletas del ventilador. Además, las más bajas temperaturas significan que se requiere menos agua para saturar el aire, de modo que el controlador 760 puede desactivar alguna de las bombas para los generadores de niebla.

A medida que las temperaturas se aproximan a la temperatura de congelamiento, las bombas para el primer generador de niebla pueden ser desactivadas para evitar la formación de hielo. El segundo generador de niebla puede

aún funcionar en esta condición, si la capacidad del generador y otros componentes es adecuada.

A muy bajas temperaturas, cuando no es posible la sobrealimentación, el ventilador y los generadores de niebla pueden ser desactivados y se puede dejar que el ventilador gire libremente en la corriente de aire. Se puede proveer un registro de derivación alrededor del ventilador para reducir la caída de presión a la turbina bajo estas condiciones.

Hay numerosas variantes en esta realización básica. Por ejemplo, el segundo generador de niebla puede ser eliminado en casos donde el compresor de la turbina sea especialmente sensible a las gotitas de agua. En este caso, el controlador podría modular la cantidad de niebla proveniente del primer generador de niebla para asegurar la completa evaporación de las gotitas de agua antes que las mismas alcancen la turbina.

Otra opción, si bien no es preferida, consistiría en eliminar el primer generador de niebla. Este cambio provocaría solo una reducción relativamente pequeña en las características de funcionamiento si la capacidad del segundo generador de niebla fuera aumentada para compensar.

Muchas opciones de selección de ventilador son posibles. Por ejemplo, múltiples ventiladores pueden ser convenientes para algunas aplicaciones. Múltiples ventiladores pueden proporcionar redundancia para mejorar la confiabilidad de la disposición. Los mismos pueden también reducir costos mediante la utilización de partes comunes y pueden permitir utilizar opciones de control más sofisticadas.

Una salida fija del ventilador constituye otra alternativa de control simple. Este método constituye una opción para casos donde el generador está dimensionado para la plena salida de la turbina a las condiciones operativas normales. Esta opción es también posible en casos donde otros elementos de control de capacidad de la turbina, tales como modulación de la salida del combustor o elementos para calentar la corriente de entrada, puedan evitar la sobrecarga del generador y otros componentes.

Como con plantas motrices con turbina de gas convencionales, con esta disposición normalmente se proveen filtros y silenciadores. El funcionamiento del ventilador y los generadores de niebla no es normalmente afectado por polvo, de modo que la ubicación del filtro es primordialmente una cuestión de conveniencia. Las gotitas

de niebla aumentan algo la caída de presión a través del filtro, de modo que la ubicación preferida es normalmente corriente arriba del generador de niebla. Un silenciador está preferentemente ubicado corriente arriba del ventilador, para evitar la radiación de ruido.

Esta disposición puede proporcionar un gran aumento de capacidad. Para un sobrealimentador convencional con un tablero evaporativo convencional con una eficacia de 90% y 14,9 Kpa en el sobrecalentamiento, el aumento de capacidad está comprendido entre 20% y 30%. El interenfriamiento de niebla puede proporcionar hasta 10% de capacidad adicional. Además, la niebla puede eficazmente proporcionar eficacia de enfriamiento evaporativo de 100% y reduce los requerimientos teóricos de potencia del ventilador en varios porcentajes. El resultado es una disposición que puede fácilmente lograr un aumento de capacidad de 20% a 40% ó más, dependiendo del clima y el límite de diseño específico de la planta motriz con turbina de gas.

Las ventajas de la disposición de sobrealimentación para turbinas de gas, en conjunto, son significativas y numerosas. Entre las ventajas más importantes están:

- Gran aumento en la capacidad de la turbina a temperaturas ambiente altas;
- Posibilidad de lograr un gran aumento de capacidad aún en climas húmedos;
- Bajo costo instalado
- Diseño simple;
- Diseño compacto;
- Control flexible posible;
- Puede ser instalada sin turbinas de gas existente;
- El registro de derivación permite el funcionamiento de la turbina sin ventilador de sobrealimentación;
- Múltiples ventiladores y registros proporcionan redundancia para funcionamiento confiable; y
- Elementos de soplado y de enfriamiento funcionan sinérgicamente para proporcionar gran mejora en la capacidad.

Además, la realización con generadores de niebla tiene varias ventajas adicionales:

475 49 507

REIVINDICACIONES

(1)

1. Un sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia, que comprende:

un subsistema de turbina de gas y un generador eléctrico, comprendiendo dicho subsistema de turbina de gas un compresor, un quemador, y una turbina de gas, y en dicho subsistema de turbina de gas es comprimida una corriente de aire de entrada al subsistema de turbina de gas mediante dicho compresor, es calentada mediante dicho quemador y es expandida a través de dicha turbina para provocar que dicha turbina rote, impulsando dicha turbina a dicho generador para generar energía eléctrica;

un subsistema de sobrealimentación que comprende por lo menos un ventilador de sobrealimentación que aumenta la presión de dicha corriente de entrada de aire del subsistema de turbina de gas por lo cual la potencia de salida de dicha turbina y, por lo tanto, la potencia de salida de dicho generador eléctrico puede incrementarse;

y un controlador de sistema mediante el cual, en condiciones de altas temperaturas, el aumento de presión de diseño de dicho subsistema de sobrealimentación se corresponde con una salida de dicha turbina que coincide aproximadamente con la salida no sobrealimentada de dicho generador, y dicho controlador de sistema supervisa al menos un parámetro del sistema y controla la operación de al menos un componente del sistema de tal manera que, al ocurrir un descenso de la temperatura del ambiente, la salida de potencia de la turbina no exceda un nivel correspondiente a la máxima salida de diseño no sobrealimentada de dicho generador.

2. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho controlador del sistema supervisa temperatura de dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina. *la*

3. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual dicho controlador de sistema controla la operación de dicho al menos un ventilador de sobrealimentación en función de la temperatura de dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina.

4. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1 en el cual dicho controlador de sistema supervisa presión de dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina.

5. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual dicho controlador de sistema controla la operación de dicho al menos un ventilador de sobrealimentación en función de la presión de dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina.

6. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho sistema comprende dos o más ventiladores de sobrealimentación dispuestos en paralelo, en donde dichos ventiladores de sobrealimentación comprimen un conducto compartido desde el cual se succiona dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina, teniendo dicho conducto compartido una persiana de derivación para permitir la operación de dicho sistema sin la compresión del ventilador de sobrealimentación de dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina.

7. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho sistema comprende dos o más ventiladores de sobrealimentación dispuestos en serie.

8. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho subsistema de sobrealimentación comprende un primer enfriador de aire dispuesto entre al menos un ventilador de sobrealimentación y dicho subsistema de turbina de gas para enfriar dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina.

9. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual dicho primer enfriador de aire comprende un enfriador evaporativo directo.

477 51 509

10. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual se extrae una corriente de aire secundaria desde dicha corriente de aire de entrada al subsistema de turbina de gas y es forzada a pasar nuevamente a través de dicho primer enfriador de aire para mejorar el desempeño de enfriamiento de dicho primer enfriador de aire.

11. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual dicho controlador de sistema controla la operación de dicho primer enfriador de aire en función de dicho al menos un parámetro de sistema supervisado.

12. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual dicho enfriador de aire es un enfriador de aire evaporativo indirecto, estando dispuesto dicho enfriador de aire evaporativo indirecto en un circuito que incluye una bomba y una torre de enfriamiento.

13. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 12, en el cual dicha torre de enfriamiento es una torre húmeda de corriente forzada.

14. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 11, el cual además comprende un segundo enfriador de aire dispuesto corriente arriba de dicho al menos un ventilador de sobrealimentación en el cual dicho controlador de sistema también controla la operación de dicho segundo enfriador de aire en función de dicho al menos un parámetro de sistema supervisado.

15. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual dicho controlador de sistema supervisa ~~la~~ temperatura de ~~aire~~ de ambiente.

16. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 15, en el cual dicho controlador de sistema controla la operación de dicho al menos un ventilador de sobrealimentación en función de la temperatura de ~~aire de~~ ambiente.

17. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho controlador de sistema supervisa la salida eléctrica de dicho generador eléctrico y controla la operación de dicho al menos un componente de sistema como función del mismo.

18. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual una recirculación de flujo del sistema realimenta una porción de la corriente de aire de salida del compresor para que retorne a dicha entrada al subsistema de turbina de gas y dicho controlador de sistema controla la operación de dicho sistema de flujo de recirculación como función de dicho al menos un parámetro de sistema supervisado.

19. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho controlador controla la operación de dicho quemador en función de dicho al menos un parámetro de sistema supervisado.

20. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho sistema comprende además un calentador de corriente de aire localizado corriente arriba de dicho compresor y dicho controlador de sistema controla la operación de calentador de corriente de aire como función de dicho al menos un parámetro de sistema supervisado.

21. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 20, en el cual dicho controlador de sistema supervisa la temperatura de dicha corriente de aire de entrada del subsistema de turbina de gas y controla la operación de dicho calentador de corriente de aire como función del mismo.

474 53 511

22. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 20, en el cual dicho calentador de la corriente de aire comprende un primer intercambiador de calor a través del cual circula un fluido de intercambio de calor, en donde dicho fluido de intercambio de calor circula a través de un segundo intercambiador en el cual dicho fluido de intercambio de calor absorbe calor emitido por dicha turbina de gas.

23. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 22, en el cual dicho sistema comprende una planta de generación de potencia de ciclo combinado e incluye además un subsistema de ciclo de vapor auxiliar, en donde dicho subsistema de ciclo de vapor utiliza el calor emitido desde dicha turbina de gas para generar potencia eléctrica adicional.

24. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho subsistema de sobrealimentación comprende un impulsor variable que impulsa a dicho al menos un ventilador de sobrealimentación.

25. El sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho subsistema de sobrealimentación y dicho controlador de sistema ^{son} están actualizados a partir de un subsistema preexistente de turbina de gas y generador.

26. Un sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia, de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

un ducto para transportar una corriente de aire de alta presión a través de dicho sistema, comprendiendo dicho ducto un conducto interior dispuesto dentro de un conducto exterior, teniendo dicho conducto interior una sección transversal poligonal, y dicho conducto exterior tiene una sección transversal arqueada, definiendo dicho conducto interior y dicho conducto exterior un espacio entre los mismos y teniendo dicho conducto interior un pasaje de flujo en una pared del mismo para proveer

531

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

Radicación n.º 00 – 93 675

Clasificación Internacional (IPC): F01D 17/08, 25/12

Concepto Técnico n.º 0016

Patente de Invención ☒ Patente de Modelo de Utilidad ☐
Vía Nacional ☐
Vía PCT (fase nacional) ☐ Cap. I ☐ Cap. II ☐
Número de la Solicitud Internacional _____
Fecha de Presentación Internacional _____

Como resultado del examen de fondo, realizado con fundamento en el artículo 48 en concordancia con el artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica:

1. Documentos estudiados

- 1.1 Descripción: Folios 5 a 48 como se radicó inicialmente
Folios 375 a 410 modificación
Folios 439 a 474 nueva modificación.
- 1.2 Reivindicaciones: Folios 49 a 58 como se radicó inicialmente
Folios 411 a 416 modificación
Folios 475 a 480 nueva modificación.
- 1.3 Dibujos: Folios 60 a 77 como se radicó inicialmente
Folios 303 a 320 modificación.
Folios 417, 304 a 310, 418 y 312 a 320 otra modificación
Folios 481 a 498 nueva modificación.
- 1.4 Prioridad: Folios 80 a 299; 99-12-30, 00-04-10 y 00-06-09,
\ US, 09/475 154, 60/195 302, PCT00/15821.
- 1.5 Respuestas del solicitante Folios 370 a 372 y folios 427 a 438.

2. Objeto de la invención

- Título de la solicitud: *Sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia y método de su operación*, folio 428.
- El objeto de la presente solicitud de patente de invención consiste en suministrar un sistema de turbina de gas que tiene una capacidad mejorada para operar a altas temperaturas ambientes que incluye por lo menos un ventilador que somete a presión el aire de entrada a la turbina y un controlador que limita la capacidad máxima de la turbina a la correspondiente a una turbina sin sobrealimentación.

Reivindicaciones 1 a 27: Un sistema de turbina de gas sobrealimentado para generar potencia, que comprende: un subsistema de turbina de gas y un generador eléctrico, en donde el subsistema de turbina incluye un compresor, un quemador y una turbina de gas, en donde se comprime una corriente de aire de entrada al subsistema mediante dicho compresor, se calienta mediante dicho quemador y se expande a través de la turbina para hacerla girar y en donde la turbina impulsa al generador; un subsistema de sobrealimentación que comprende, a su vez, por lo menos, un ventilador de sobrealimentación que aumenta la presión de la corriente de entrada de aire del subsistema de turbina de gas con lo que la potencia de salida de la turbina, y, por ende, la del generador eléctrico se incrementan; y, un controlador de sistema mediante el cual, en condiciones de altas temperaturas, el aumento de presión de diseño del subsistema de sobrealimentación corresponde a una salida de la turbina que coincide aproximadamente con la salida no sobrealimentada del generador y donde dicho controlador supervisa al menos un parámetro del sistema y controla al menos un componente del sistema de tal manera que, al ocurrir un descenso de temperatura del ambiente la salida de potencia de la turbina no excede un nivel correspondiente a la máxima salida de diseño no sobrealimentada de dicho generador.

Reivindicación 28: Un método para operar un sistema de turbina de gas sobrealimentado, para generar potencia que incluye un generador dimensionado para obtener una potencia nominal de salida máxima a una salida máxima de turbina no sobrealimentada, **que comprende** los pasos de: supervisar al menos un parámetro de sistema y controlar la operación de al menos un componente del sistema para que, a medida que desciende la temperatura de aire de ambiente, la potencia de salida de dicha turbina de gas no exceda dicha salida de potencia nominal del generador.

El problema planteado en esta solicitud es satisfacer la necesidad de aumentar la capacidad de una turbina bajo condiciones de altas temperaturas ambiente, a la vez que se reduce el costo de la instalación, además, se requiere que el dispositivo resultante pueda ser instalado en turbinas preexistentes.

Para solucionar este problema técnico la solicitud en estudio proporciona un sistema que incluye un enfriador de aire y un ventilador dipuestos antes de la entrada de aire de la turbina; además incluye un controlador para realizar las operaciones relativas a la comparación de los parámetros y efectuar las acciones tendientes a evitar que se sobrepase la potencia nominal de la turbina cuando se reduzca la temperatura ambiente.

- Clasificación Internacional de Patentes (IPC): F01D 17/08, 25/12

3. De la solicitud de Patente

Descripción (artículo 28 D. 486)

- El capítulo descriptivo, en general, cumple con los requisitos de claridad y divulgación en la descripción. En otras palabras, en la descripción no aparecen incoherencias ni ambigüedades. Sin embargo, se corrigieron, de oficio, ciertos defectos, entre los cuales son dignos de mención:
En el título o nombre de la invención, se sustituyó el término MÉDOTO por MÉTODO porque, obviamente, es un error de escritura.
Dentro de la descripción, se sustituyó la expresión *Kpa*, que aparece por primera vez en la página 8, folio 446, por el símbolo *kPa*, porque esta es la designación correcta de los kilopascales.

53

En la Tabla 1, página 13, folio 451, se sustituyó la expresión KW por kW, porque este es el símbolo para kilowatt, además, se suplió el encabezamiento de la tabla en la página 14, folio 452.

- Las anteriores correcciones se realizaron de oficio porque, en cada caso, no había dudas al respecto.
- La descripción sí cumple con los requisitos de claridad y comprensión de acuerdo al art. 28 de la Decisión 486.

Reivindicaciones (artículo 30 D 486)

- El capítulo reivindicatorio tiene claridad, concisión y está sustentado por la descripción, requisitos exigidos para las reivindicaciones.
- Las reivindicaciones sí cumplen con los requisitos de claridad, concisión y sustento por la descripción de acuerdo al art. 30 de la Decisión 486.

4. Unidad de invención (artículo 25 D 486)

- Lo reclamado en el capítulo reivindicatorio sí cumple con el requisito de unidad de invención porque sólo tiene una reivindicación independiente para el sistema y una reivindicación independiente para el método por lo que se definen aceptablemente los alcances de la protección que desea el solicitante.

5. Determinación del Estado de la Técnica

- Las fechas que se han tenido en cuenta para determinar el Estado de la Técnica son las

Fechas de presentación de las solicitudes prioritarias:

\ 99-12-30, 00-04-10 y 00-06-09

- Se realizó la búsqueda en el estado de la técnica de documentos relacionados con la solicitud teniendo en cuenta la fecha indicada; y durante la búsqueda de anterioridades se encontraron los siguientes documentos, que forman parte de la familia de patentes de la presente solicitud: Patente US 6'308.512 B1 del 01-10-30; patente US 7'065.953 B1 del 06-06-27; y, publicación WO 01/00975 A1 del 01-01-04. En los folios 352 a 356 se anexó la copia de la primera página de estas publicaciones, junto con la copia del informe de búsqueda internacional. También se encontraron los siguientes documentos que forman parte del estado de la técnica más cercano al objeto de la solicitud:

n.º	Documento	Título	Fecha de publicación
D1	Patente US 3'796.045, cuyo inventor es Richard W. Foster-Pegg, quien le cedió sus derechos a la Turbo-development, Inc.	«Method and apparatus for increasing power output and/or thermal efficiency of a gas turbine power plant» (Un método y un aparato para aumentar la producción de energía o la eficiencia de una planta motriz con turbina de gas)	1974-03-12
D2	Patente US 4'702.074, cuyo inventor es Michael Munk	«Internal combustion engine system with fog injection and heat exchange» (Sistema de motor de combustión interna con inyección de niebla e intercambio de calor)	1987-10-27

En los folios 357 a 366 se anexaron las copias de las páginas pertinentes de estos documentos.

Los documentos citados arriba no afectan negativamente la novedad ni el nivel inventivo del objeto de la solicitud, porque no divulgan unas enseñanzas como las

expuestas en la solicitud en estudio. Además, no se pudo establecer una combinación de características técnicas, derivada de estos documentos junto con los conocimientos normales de una persona normalmente versada en la técnica, que fuera evidente u obvia, similar a la combinación de características reclamadas en el capítulo reivindicatorio de esta solicitud. Dentro de este documento tampoco se encontraron sugerencias o alguna motivación en el sentido de desarrollar una solución como la expuesta y reclamada por el solicitante.

6. Análisis de las respuestas del solicitante

El solicitante, con sus respuestas, subsanó satisfactoriamente todos los defectos anotados en los Conceptos Técnicos n.º 918 y n.º 2233, de los folios 346 a 366 y 419 a 426, respectivamente. Además, se acoge la argumentación incluida en ellas respecto al nivel inventivo del objeto de la solicitud, porque se considera ajustada al caso en estudio.

7. Análisis de patentabilidad (artículo 14 D486)

Las reivindicaciones sobre las cuales se realiza el análisis son las reivindicaciones 1 a 28, de los folios 475 a 480, cuyo contenido, resumido, se encuentra arriba.

6.1 Novedad (artículos 16 y 81 D486)

- De acuerdo con el numeral 5, arriba, no se encontró dentro del estado de la técnica ningún documento que evidenciara la existencia previa de la invención.
- Lo reclamado en las reivindicaciones 1 a 28 es novedoso de acuerdo a lo estipulado en el art. 16 y en el art. 81 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

6.2 Nivel inventivo (artículo 18 D486)

- No se encontró dentro del estado de la técnica, tal como lo estipula el numeral 5, arriba, documento alguno que afecte el nivel inventivo.
- Lo reclamado en las reivindicaciones 1 a 28 tiene nivel inventivo de acuerdo a lo estipulado en el art. 18 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, porque el problema técnico planteado en esta solicitud no se había resuelto previamente de la misma manera o de una forma similar. Tampoco se encontró una combinación de las enseñanzas de diferentes fuentes que condujeran hacia el objeto de la solicitud de una manera obvia para una persona del nivel medio en la técnica. Por estas razones se considera que las características reivindicadas no son evidentes para una persona medianamente versada en la materia.

6.3 Aplicación industrial (artículo 18 D 486)

- La invención sí tiene Aplicación Industrial porque el sistema reclamado se puede fabricar en cantidades industriales y porque el método reivindicado se puede emplear en la industria.