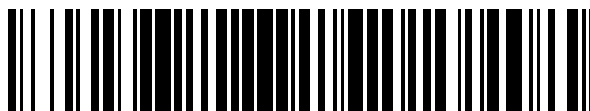


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 299**

51 Int. Cl.:

B08B 3/02

(2006.01)

B08B 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10008534 .9**

96 Fecha de presentación: **16.08.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2286933**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.02.2011**

54 Título: **Sistema de lavado con agua de compresor por etapas**

30 Prioridad:
21.08.2009 US 235895 P
04.08.2010 US 850440

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.03.2012

73 Titular/es:
Gas Turbine Efficiency Sweden AB
Datavägen 9A
175 27 Järfälla, SE

72 Inventor/es:
Battaglioli, John L.;
Bland, Robert J .L.;
Burke, Robert J.;
Early, Lindsay A.;
Knaust, Jonathan R.;
Oliveri, Christopher R.;
Valdez, Hilbert H.;
Wagner, Thomas y
Woolley, Daniel F.

74 Agente/Representante:
Espiell Volart, Eduardo María

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 377 299 T3

DESCRIPCIÓN

CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere generalmente a sistemas de lavado de compresor. Más específicamente, esta divulgación se refiere a un sistema de lavado por etapas de compresor así como a sistemas y procedimientos asociados que soportan una funcionalidad avanzada de tal sistema de lavado por etapas y que se aplican ampliamente a otros sistemas de lavado de compresor.

ANTECEDENTES

Los sistemas de lavado de compresor están relacionados con la limpieza de una ruta de flujo de aire del compresor. Debido a la combinación de un gran flujo másico, una entrada dimensionalmente grande, grandes álabes susceptibles a la erosión, y/o altas relaciones de compresión, limpiar el compresor mientras está en funcionamiento tiene muchas dificultades.

En particular en aplicaciones de turbina de gas, un gran flujo másico requiere un gran fluido o flujo de fluido para la limpieza correcta, lo cual puede causar el apagado en sistemas de combustión, tales como un sistema de combustión de PPM de bajo NOx. Una gran entrada requiere múltiples y posiblemente muchos puntos de inyección de agua para cubrir correctamente los álabes rotativos y no rotativos. Quitar las partículas de los álabes mientras se compensan los efectos de la erosión puede requerir una amplia variedad de tamaños de gotas de fluido para cantidades de tiempo sistemáticamente diferentes. Una alta relación de compresión evapora el agua, haciendo que no sea posible limpiar las etapas posteriores, poniéndose de ese modo más énfasis en la limpieza de las etapas anteriores. Además, las instalaciones en el campo exigen un procedimiento fácilmente repetible, y, como pueden existir muchos problemas de interferencia, se requiere un diseño robusto y al mismo tiempo compacto.

Las altas concentraciones de un fluido, tal como pero sin limitarse al agua, ayudan a la efectividad de la limpieza. Sin embargo, debido a la inestabilidad de la combustión que pueden causar las altas concentraciones de un fluido, tal como el agua, hay un límite para la cantidad de fluido que se puede inyectar en el compresor. Para mitigar el problema de las altas concentraciones de un fluido y el apagado, la división en etapas múltiples de los puntos de inyección de fluido o boquillas puede permitir alternar las boquillas para que concentraciones localmente más altas de fluido/aire sean colisionadas contra los álabes fijos y rotativos del compresor para una eficiencia de limpieza aumentada o máxima.

Las entradas de los compresores fijos industriales pueden, por ejemplo, incluir un alojamiento de filtro de entrada, un cono de entrada, una carcasa de boca acampanada, y montantes de entrada. El compresor se puede utilizar en diversas aplicaciones, incluyendo la provisión de aire comprimido a turbinas de gas de gran almacén industriales, y también se puede utilizar en la industria petrolera y del gas para aplicaciones de compresores de gas natural, generación de potencia comercial, tales como plataformas petroleras y de gas, barcos, o cualquier otra aplicación en la cual los compresores puedan ser útiles. La colocación de las boquillas para la limpieza del compresor puede estar sujeta a consideración para la aplicación particular, tal como, por ejemplo, diversas tasas de flujo másico que afecten a la relación de fluido de agua/aire y la trayectoria del flujo de agua.

En la carga base, la velocidad de la entrada de aire puede diferir en gran medida en unas 10 veces en las primeras etapas radialmente a lo largo de los álabes desde la raíz del álabe de compresor hasta la punta, con la velocidad más baja cerca de la raíz del álabe. Se ha demostrado que el fluido, tal como el agua, no inyectado directamente en las áreas de alta velocidad se dirige hacia la raíz del álabe, dando como resultado una erosión concentrada de la parte sometida a más tensión del álabe. Limpiar correctamente las puntas de los álabes para el lavado en línea requiere una línea de visión, desde el punto de inyección de la boquilla hasta la punta del álabe, así como que se ubique en la región de alta velocidad.

Las gotas de agua grandes pueden tener habitualmente un impacto mucho mayor que gotas más pequeñas en los álabes, lo cual ayuda a una tasa de erosión del borde delantero más elevada. La raíz del álabe es la parte sometida a más tensión del álabe, y la erosión del borde delantero puede ser un problema. Mantener el área limpia y la erosión a un mínimo requiere el uso de gotas pequeñas. Chorros más cortos de gotas grandes habitualmente ayudan a la efectividad de la limpieza pero se deberían utilizar con moderación si es que se llegaran a utilizar.

Por ejemplo, en un sistema de lavado de compresor que incluye un colector de etapas múltiples, que abre todas las etapas a la vez puede reducir la contrapresión del colector y de ese modo aumentar el tamaño de las gotas de fluido. Fluctuar el tamaño de las gotas de fluido entre grande y pequeño puede ayudar a la efectividad de la limpieza de dos modos: (1) las gotas grandes pueden llegar a etapas más remotas del compresor ya que les puede llevar más tiempo evaporarse cuando se desplazan aguas abajo del compresor, y (2) para una tasa de flujo másico consistente del compresor, variar la presión y el tamaño de las gotas de fluido puede cambiar la región de impacto de las gotas de agua.

Diseñar un lavado en línea efectivo con una cobertura de garganta de entrada del compresor adecuada puede requerir instalaciones de boquillas en un área geoméricamente difícil debido al grosor de la fundición, la curvatura, el acceso, y las interferencias, mientras se mantiene un diseño robusto capaz de resistir un entorno industrial.

De ese modo, se desea un sistema de lavado de compresor efectivo y eficiente que aborde estas necesidades y limitaciones, así como otras.

La patente US-2007/059159A-1 se dirige a un sistema combinado de aumento de potencia de salida y de lavado para un motor de turbina el cual consiste en un sistema de enfriamiento, un sistema de lavado fuera de línea y un sistema de lavado en línea dispuestos en porciones separadas del motor. La patente EP-0-933-502-A2 se dirige a un procedimiento de limpieza de compresor de turbina de gas en el que las gotas de fluido de limpieza se pulverizan hacia el compresor de tal manera que las gotas de un primer tamaño uniforme se pulverizan durante un primer periodo de tiempo y las gotas de un segundo tamaño uniforme se pulverizan durante un segundo periodo de tiempo.

RESUMEN

Un sistema de lavado de compresor para lavar un compresor incluye, según la reivindicación 1; una bomba para suministrar fluido, líneas de reparto de fluido conectadas en un extremo a una salida de la bomba, y juegos de boquilla que corresponden cada uno a una línea de reparto de fluido respectiva y que están conectados en un extremo opuesto de la línea de reparto de fluido respectivo. Cada set de boquilla incluye una o más boquillas. Además, cada boquilla está posicionada en una abertura en una entrada del compresor o en un cono de entrada del compresor, con la boquilla extendiéndose hacia una ruta de flujo de aire de entrada del compresor dentro de la línea de visión de los álabes de compresor. El sistema de lavado de compresor también incluye una válvula de control para suministrar selectivamente fluido de la bomba, cada una conectada a una línea de reparto de fluido correspondiente entre la bomba y el set de boquilla correspondiente.

Un sistema de lavado de compresor para lavar un compresor, según un modo de realización, incluye múltiples etapas, cada una compuesta por una línea de reparto de fluido que está conectada en un extremo a una salida de la bomba y en el otro extremo a un juego de boquilla. Cada etapa también incluye una válvula de control que está conectada a la línea de reparto de fluido entre la bomba y el set de boquilla y que está configurada para suministrar selectivamente fluido entre la bomba y el juego de boquilla. Los juegos de boquilla incluyen boquillas que tienen un cuerpo de boquilla y una punta de pulverización de boquilla en el extremo del cuerpo de boquilla. Cada boquilla de las diversas etapas está posicionada en una entrada del compresor para permitir que cada una de la pluralidad de etapas lave una porción diferente del compresor.

Según un modo de realización, se proporciona un sistema de lavado de compresor para lavar un compresor, en el que el compresor comprende una entrada y una pluralidad de álabes. El sistema comprende una bomba configurada para suministrar fluido, y una pluralidad de etapas, comprendiendo cada etapa una línea de reparto de fluido conectada en un extremo a una salida de la bomba, un set de boquilla conectado en un extremo opuesto de la línea de reparto de fluido, y una válvula de control conectada a la línea de reparto de fluido entre la bomba y el set de boquilla. Cada juego de boquilla comprende una o más boquillas. Cada una de las válvulas de control es operable para suministrar selectivamente fluido de la bomba a uno correspondiente de los juegos de boquilla. Cada boquilla está posicionada en una entrada del compresor para permitir que cada una de la pluralidad de etapas lave una porción de los álabes de compresor.

La invención también se dirige a un procedimiento según las reivindicaciones 12.

Un procedimiento para lavar un compresor, según un modo de realización, incluye la provisión de juegos de boquilla que incluyen cada uno una o más boquillas. Se aplican plantillas y/o guías de instalación a una porción de una entrada del compresor para marcar una ubicación para las boquillas, y las boquillas se posicionan entonces como corresponde en la entrada del compresor en las ubicaciones marcadas correspondientes. El posicionamiento incluye el posicionamiento de las boquillas de manera que las boquillas se extiendan hacia una ruta de flujo de aire de entrada del compresor dentro de la línea de visión de los álabes de compresor. Los juegos de boquilla están conectados en una salida de una bomba a través de una línea de reparto de fluido correspondiente, y el fluido se suministra selectivamente de la bomba a uno o más de los juegos de boquilla, basándose el suministro selectivo en un patrón de secuenciación predeterminado para lavar una porción deseada del compresor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

El resumen anterior y la siguiente descripción detallada se entienden mejor cuando se leen en conjunción con los dibujos anexos. Se muestran modos de realización como ejemplos en los dibujos, sin embargo, se entiende que los modos de realización no están limitados a los procedimientos y medios específicos representados aquí. En los dibujos:

la FIG. 1 ilustra un sistema de lavado de compresor, que incluye una canalización e instrumentación,

según un modo de realización.

las FIGs. 2a y 2b ilustran una entrada del compresor con un cono de entrada y un ensamblaje de boca acampanada según un modo de realización.

5

la FIG. 3 ilustra la colocación de las boquillas en un ensamblaje de boca acampanada según un modo de realización.

las FIGs. 4a-4f ilustran patrones de pulverización de las boquillas de la boca acampanada y las boquillas del cono de entrada con respecto a una entrada del compresor según diversos modos de realización.

10

la FIG. 5 ilustra un ensamblaje de boquillas del cono en una dirección del flujo de aire según un modo de realización.

la FIG. 6 representa una vista en sección transversal de una instalación de boquillas de la boca acampanada según un modo de realización.

la FIG. 7a ilustra un sistema de lavado de compresor que incluye dos o más ensamblajes de colector según un modo de realización.

15

la FIG. 7b proporciona una vista detallada de las características de un sistema de lavado de compresor según un modo de realización.

las FIGs. 8a-8d representan vistas en sección transversal de porciones de un ensamblaje de boca acampanada y un cono de entrada según los modos de realización.

20

las FIGs. 9a-9c ilustran un sistema de lavado de compresor instalado en una entrada del compresor según modos de realización.

la FIG. 10 es un gráfico de líneas que demuestra un flujo constante con contrapresión de las boquillas y tamaño de las gotas variables cuando se abren diferentes etapas de las boquillas.

la FIG. 11 es una ilustración que demuestra una trayectoria de fluido con flujo de fluido y presión de las boquillas variables frente a una carga normalizada del motor constante.

25

la FIG. 12 es una ilustración que demuestra una trayectoria de fluido con carga del compresor variable frente a un flujo de fluido y presión de las boquillas constantes.

la FIG. 13 es un gráfico de barras de la distribución del flujo de fluido total desde la raíz del álabe de compresor hasta la punta del álabe de compresor.

la FIG. 14 es un perfil de velocidad del aire de una configuración de entrada lateral en la carga base.

30

las FIGs. 15a-15o ilustran plantillas y moldes para instalar las boquillas de la boca acampanada y del cono de entrada según modos de realización.

la FIG. 16 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento para lavar un compresor, según un modo de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

35

Como se utiliza en esta patente, los siguientes términos tienen los significados indicados:

"Aditivo" significa cualquier gas, líquido o sólido de una molécula, sustancia química, macromolécula, compuesto, o elemento, solo o en combinación añadida en cualquier cantidad a algo más.

"Aleación" significa una sustancia compuesta por dos o más metales, o por un metal o metales con un no metal.

40

"Anticorrosivo" significa que presenta una habilidad para disminuir la tasa de, evitar, invertir, detener, o una combinación de los mismos, la corrosión.

"Carga base" se puede referir a, pero no está limitado a, la máxima salida que un motor de turbina de gas específico puede producir a cualquier presión, temperatura, altitud u otra condición atmosférica dada.

"Boca acampanada" se refiere a una abertura abocinada en una entrada de compresor.

"Conectar" significa juntar, interconectar, acoplar, unir, o fijar entre sí dos o más componentes. "Conectado" significa, con dos o más componentes que se juntan, interconectan, acoplan, unen, o fijan entre sí. "Conectores" significa un componente utilizado para juntar, acoplar, unir o fijar entre sí uno o más componentes. "Conexión" significa un estado de dos o más componentes juntados, interconectados, acoplados, unidos, o fijados entre sí.

5 "Álabe de compresor" significa álabes rotativos o no rotativos incluyendo pero no limitándose a paletas directrices de entrada (IGVs), IGVs variables, álabes de estator u otras paletas o álabes asociados con un compresor.

"Contaminación" significa la presencia de materias extrañas, incluyendo pero no limitándose a microorganismos, sustancias químicas, o una combinación de los mismos.

10 "Corrosión" significa un estado de daño, deterioro, destrucción, rotura, alteración al menos parcial, o una combinación de los mismos.

"Erosión" significa un estado de degradación, desgaste, extracción de un material al menos parcial, o una combinación de los mismos.

15 "Fijado" o "Fijar" significa, con respecto a dos o más componentes que están unidos el uno al otro, unido de cualquier manera incluyendo pero no limitándose a la unión mediante uno o más pernos, tornillos, tuercas, pasadores, puntadas, grapas, puntillas, remaches, adhesivos, correas, uniéndolo mediante soldadura por puntos, arriostamiento, zunchado, soldadura, o utilizando un adaptador, o una combinación de los mismos.

"Fluido" significa cualquier sustancia que se pueda hacer fluir, incluyendo pero no limitándose a un líquido o gas o lechada, o una combinación de los mismos. "Fluido" puede incluir pero no está limitado a agua, vapor, compuestos químicos, aditivos o una combinación de los mismos. Un fluido puede presentar una o más partículas sólidas en el mismo.

20 "IGV" significa paletas directrices de entrada.

"LAF" significa mirando contra el flujo.

"LAR" significa relación de líquido/aire.

25 "Líquido" puede incluir pero no está limitado a agua, compuestos químicos, aditivos, o cualquier cosa que no presente una forma fija sino que presente una disponibilidad característica para fluir, o una combinación de los mismos. Un líquido puede presentar una o más partículas sólidas en el mismo.

"LWF" significa mirando con el flujo.

30 "Metal" significa presentar al menos una de cualquiera de una clase de sustancias elementales las cuales son al menos parcialmente cristalinas cuando están sólidas. "Metal" puede incluir pero no está limitado a oro, plata, cobre, hierro, acero, acero inoxidable, latón, níquel, zinc, aluminio, o una combinación de los mismos, incluyendo pero no limitándose a una aleación.

"Por etapas" o "Etapa" significa poner en marcha secuencialmente diferentes zonas o modos de un sistema de lavado en periodos de tiempo discontinuos y/o simultáneos.

35 Con referencia a las FIGs. 1, 6, 7b y 11-12, se ilustra un sistema de lavado de compresor 100 para lavar un compresor, según un modo de realización. El sistema de lavado de compresor 100 puede incluir una bomba 110, una pluralidad de líneas de reparto de fluido 120, una pluralidad de juegos de boquilla 130, y una pluralidad de válvulas de control 140.

40 La bomba 110 está configurada para suministrar fluido y puede ser, por ejemplo, una bomba de desplazamiento positivo que oscile en una tasa de flujo entre 1,9 l/min (0,5 GPM) y 303 l/min (80 GPM) con una presión de trabajo que oscile entre unos 42 bares (600 psi) y unos 84 bares (1200 psi). Otras tasas de flujo y presiones de trabajo pueden ser adecuadas. Además, otros tipos de bombas con diversos parámetros de funcionamiento se pueden emplear en el sistema de lavado de compresor 100, y el sistema de lavado de compresor 100 no está limitado a incluir una bomba de desplazamiento positivo.

45 La pluralidad de líneas de reparto de fluido 120 se puede conectar cada una en un extremo a una salida de la bomba 110 para recibir y repartir el fluido suministrado por la bomba 110. Un juego de boquilla 130 se puede conectar en un extremo opuesto de cada línea de reparto de fluido 120, de manera que cada uno de la pluralidad de juegos de boquilla 130 corresponda a una de la pluralidad de líneas de reparto de fluido 120. Cada juego de boquilla 130 puede incluir una o más boquillas 132, con cada boquilla 132 incluyendo un cuerpo de boquilla 134 y una punta de pulverización de boquilla 136 dispuesta en un extremo del cuerpo de boquilla 134 (véanse las FIGs. 6, 11, y 12, por ejemplo). De ese modo, cada línea de reparto de fluido 120 puede recibir fluido de la bomba 110 y repartir el fluido a un juego de boquilla correspondiente 130, el cual puede incluir una o más boquillas 132 para dispersar el fluido.

Cada una de la pluralidad de válvulas de control 140 se puede conectar a una correspondiente de la pluralidad de líneas de reparto de fluido 120 entre la bomba 110 y un juego de boquilla correspondiente 130. De esta manera, cada línea de reparto de fluido 120 puede presentar una válvula de control correspondiente 140 y un juego de boquilla correspondiente 130. Cada válvula de control 140 puede ser operable para suministrar selectivamente fluido de la bomba 110 a un juego de boquilla correspondiente 130 a través de una línea de reparto de fluido correspondiente 120. Las válvulas de control 140 pueden ser, por ejemplo, válvulas de control de alta presión.

Una línea de reparto de fluido correspondiente 120, una válvula de control 140 y un juego de boquilla 130 se pueden denominar etapa. De ese modo, según el modo de realización ilustrado en la FIG. 1, el sistema de lavado de compresor 100 tiene tres etapas (etapa 1, etapa 2, y etapa 3), aunque el sistema de lavado de compresor 100 no está limitado a las mismas y puede incluir más o menos etapas.

El sistema de lavado de compresor 100 también puede incluir una línea de drenaje 150, una válvula de control de drenaje 160, y un drenaje 170. Un extremo de la línea de drenaje 150 se puede conectar a una salida de la bomba 110, mientras que el extremo opuesto de la línea de drenaje 150 se puede conectar a un drenaje 170 u otro componente o área a la cual se descargue el fluido de la línea de drenaje 150. La válvula de control de drenaje 160 se puede conectar a la línea de drenaje 150 entre la bomba 110 y el drenaje 170 y puede estar configurada para suministrar selectivamente fluido de la bomba 110 al drenaje 170 u otro componente o área de descarga.

Un sensor 180 también se puede conectar en la línea de drenaje 150 para proporcionar una realimentación al sistema de lavado de compresor 100 mientras se lava un compresor. Por ejemplo, en un modo de realización, uno o más sensores de conductividad 180 pueden monitorizar el fluido de drenaje o efluente para la conductividad o para la pureza para determinar un número de ciclos de aclarado de lavado fuera de línea. Los ciclos de aclarado de lavado de compresor pueden seguir en marcha hasta que un nivel de pureza preestablecido del fluido de drenaje o efluente sea medido por uno o más sensores de conductividad 180. En otros modos de realización, uno o más sensores 180 pueden monitorizar otros parámetros, y los ciclos de aclarado de lavado de compresor pueden seguir en marcha hasta que una conductividad variable o seleccionada por un operario, el nivel de pureza del fluido de drenaje, la cantidad de contenido sólido dentro del fluido de drenaje, u otro parámetro sea medido por uno o más de los sensores 180. La válvula de control de drenaje 160 puede suministrar fluido de la bomba 110 al drenaje 170 hasta que se alcance un valor monitorizado preestablecido.

Con referencia a las FIGs. 2a-2b y 6, se ilustra una entrada del compresor 200. La entrada del compresor 200 puede incluir un cono de entrada 210 y un ensamblaje de boca acampanada 220. El ensamblaje de boca acampanada 220 puede incluir un cubo de rodamiento 224 y una pluralidad de montantes 222. Cada montante 222 se puede extender hacia fuera desde el cubo de rodamiento 224 hasta el ensamblaje de boca acampanada 220. La FIG. 2b proporciona una vista trasera del ensamblaje de boca acampanada 220 contra el flujo de aire.

Cada boquilla 132 de uno o más sets de boquilla 130 del sistema de lavado de compresor 100 puede estar posicionada dentro o en una porción de la entrada del compresor 200 para ayudar a una operación de lavado del compresor. Por ejemplo, según un modo de realización, cada boquilla 132 puede estar posicionada en una abertura en la entrada del compresor 200, tal como en el cono de entrada 210 y/o el ensamblaje de boca acampanada 220. Cada punta de pulverización de boquilla 136 puede estar posicionada para extenderse hacia una ruta de flujo de aire de entrada de la entrada del compresor 200.

Con referencia a la FIG. 3, se ilustra la colocación de las boquillas en el ensamblaje de boca acampanada 220. Según un modo de realización, las boquillas 132 incluyen dos boquillas de la boca acampanada 310 colocadas entre cada uno de los montantes 222. Sin embargo, se pueden colocar en el ensamblaje de boca acampanada 220, más o menos boquillas de boca acampanada 310 se pueden colocar en el ensamblaje de boca acampanada 220. Además, no se requiere que los espacios entre cada uno de los montantes 222 incluyan el mismo número de boquillas de la boca acampanada 310. Según un modo de realización, la colocación de las boquillas concuerda con la línea de visión de los álabes de compresor (no mostrados). Las puntas de pulverización de las boquillas de la boca acampanada 310 se pueden extender hasta tanto como el treinta por ciento hacia la ruta de flujo de aire de entrada. Sin embargo, en algunos modos de realización las puntas de pulverización de las boquillas de la boca acampanada 310 se pueden extender hasta el cincuenta por ciento hacia la ruta de flujo de aire. La dirección de las boquillas de la boca acampanada 310 puede concordar con la ruta de flujo de aire de entrada. El cuerpo de las boquillas de la boca acampanada 310 puede ser perpendicular al cubo de rodamiento 224 o puede oscilar dentro de ± 20 grados de la cara de curvatura del ensamblaje de boca acampanada 220 en la ruta de flujo de aire. La boquilla de la boca acampanada 310 puede presentar un intervalo de presión de trabajo desde unos 600 hasta unos 1200 psi y un tamaño de las gotas de fluido que oscile entre unos 50 μm a unos 500 μm con una desviación en el decimonoveno percentil. Otras presiones de trabajo y tamaños de las gotas de fluido adecuados se pueden utilizar.

Las FIGs. 4a-4f ilustran patrones de pulverización de las boquillas 132 según diversos modos de realización.

Con referencia a la FIG. 4a, se ilustra un patrón de pulverización en línea de una boquilla de la boca acampanada 310 (en lo sucesivo un patrón de pulverización de la boca acampanada 410). El patrón de pulverización de la boca

acampanada 410 en línea puede comprender desde una forma de ventilador plano hasta una forma de cono. Dos ángulos de pulverización de boquilla de la boca acampanada primarios 415 definen la forma del patrón de pulverización de la boca acampanada 410 y pueden oscilar entre 1° y 75° de la forma de descarga de fluido pulverizado con flujo del compresor mientras está en marcha el compresor, por ejemplo. El lavado en línea es operado habitualmente cuando una temperatura de descarga del compresor está en o es mayor que el punto de ebullición del agua o una turbina está en línea, incluyendo pero no limitándose a la operación de carga base. Se puede utilizar un patrón de pulverización en línea deseado, tal como el patrón de pulverización de la boca acampanada 410 u otro patrón de pulverización adecuado, en el que se consigue una cobertura completa, casi completa, o adecuada de los álabes de compresor (no mostrados) de manera que el patrón de pulverización de la boca acampanada 410 abarque la punta del borde delantero de los álabes de compresor hasta el medio tramo de los álabes de compresor, circunferencialmente y radialmente.

Algunos modos de realización pueden incluir un patrón de pulverización fuera de línea de una boquilla de la boca acampanada 310. El patrón de pulverización de la boca acampanada 410 fuera de línea puede comprender desde una forma de ventilador plano hasta una forma de cono. Dos ángulos de pulverización de la boca acampanada primarios 415 definen la forma del patrón de pulverización de la boca acampanada 410 y pueden oscilar entre 1° y 75° de la descarga de fluido pulverizado con flujo del compresor, por ejemplo. El lavado fuera de línea es operado habitualmente cuando una temperatura de descarga del compresor es inferior al punto de ebullición del agua o una turbina está fuera de línea. En algunos modos de realización, un lavado fuera de línea opera mientras la turbina está fuera de línea y a velocidad parcial. Se puede utilizar un patrón de pulverización fuera de línea deseado, tal como el patrón de pulverización de la boca acampanada 410 fuera de línea u otro patrón de pulverización adecuado, en el que se consigue una cobertura completa, casi completa, o adecuada de los álabes de compresor (no mostrados) de manera que el patrón de pulverización de la boca acampanada 410 fuera de línea abarque la punta del borde delantero de los álabes de compresor hasta el medio tramo de los álabes de compresor, circunferencialmente y radialmente.

Con referencia a la FIG. 4b, se ilustran boquillas del cono de entrada 420 y la colocación de las mismas, con respecto a la entrada del compresor 200 y el cono de entrada 210. Según un modo de realización, las boquillas del cono de entrada 420 pueden estar posicionadas alrededor de la circunferencia del cono de entrada 210 de tal manera que las puntas de pulverización de las boquillas del cono de entrada 420 se apunten al medio tramo en el borde delantero de los álabes de compresor y de tal manera que los cuerpos de boquilla de las boquillas del cono de entrada 420 sean paralelos con la línea central de un rotor de compresor con un intervalo entre $\pm 20^\circ$. Se pueden utilizar otros intervalos adecuados. La dirección de las boquillas del cono de entrada 420 puede concordar con la ruta de flujo de aire de entrada y puede concordar con la línea de visión de los álabes de compresor. Las puntas de pulverización de las boquillas del cono de entrada 420 se pueden extender hasta el cinco por ciento hacia la ruta de flujo de aire de entrada. Sin embargo, en algunos modos de realización, la punta de pulverización de la boquilla del cono de entrada 420 se puede extender aún más hacia la ruta de flujo de aire, tal como, por ejemplo, hasta el veinte por ciento hacia la ruta de flujo de aire. El intervalo de presión de trabajo de las boquillas del cono de entrada 420 puede hallarse entre unos 42 (600) y unos 84 bares (1200 psi) con una gota que oscile entre unos 50µm a unos 500µm con una desviación en el decimonoveno percentil. Se pueden utilizar otros intervalos de presión de trabajo y tamaños de las gotas de fluido adecuados.

Con mayor referencia a la FIG. 4b, se ilustra un patrón de pulverización en línea de una boquilla del cono de entrada 420 (en lo sucesivo patrón de pulverización del cono de entrada 430). El patrón de pulverización del cono de entrada 430 en línea puede comprender desde una forma de ventilador plano hasta una forma de cono. Dos ángulos de pulverización del cono de entrada primarios 435 definen el patrón de pulverización del cono de entrada 430 y pueden oscilar entre 1° y 60° de la forma de descarga de fluido pulverizado con flujo del compresor en una condición atmosférica mientras está en marcha el compresor, por ejemplo. El lavado en línea es operado habitualmente cuando una temperatura de descarga del compresor está en o es mayor que el punto de ebullición del agua o una turbina está en línea, incluyendo pero no limitándose a la operación de carga base. Se puede utilizar un patrón de pulverización en línea deseado, tal como el patrón de pulverización del cono de entrada 430 u otro patrón de pulverización adecuado, en el que se consigue una cobertura completa, casi completa, o adecuada de los álabes de compresor (no mostrados) cuando un compresor o una turbina está en línea de manera que el patrón de pulverización del cono de entrada 430 abarque la raíz de los álabes de compresor hasta el medio tramo de los álabes de compresor, circunferencialmente y radialmente.

Algunos modos de realización incluyen un patrón de pulverización del cono de entrada 430 fuera de línea de una boquilla del cono de entrada 420. El patrón de pulverización del cono de entrada 430 fuera de línea puede tener forma de ventilador plano o forma de cono. Dos ángulos de pulverización del cono de entrada primarios 435 definen un patrón de pulverización del cono de entrada 430 y pueden oscilar entre 1° y 75° de la descarga de fluido pulverizado con flujo del compresor, por ejemplo. El lavado fuera de línea es operado habitualmente cuando una temperatura de descarga del compresor es inferior al punto de ebullición del agua o una turbina está fuera de línea. En algunos modos de realización, un lavado fuera de línea opera mientras la turbina está fuera de línea y a velocidad parcial. Se puede utilizar un patrón de pulverización deseado, tal como el patrón de pulverización del cono de entrada 430 fuera de línea u otro patrón de pulverización adecuado, en el cual se consigue una cobertura completa, casi completa, o adecuada de los álabes de compresor (no mostrados) de manera que el patrón de pulverización del cono de entrada 430 fuera de línea abarque la raíz

de los álabes de compresor hasta el medio tramo de los álabes de compresor, circunferencialmente y radialmente.

En otros modos de realización, un patrón de pulverización puede abarcar, cubrir o pulverizar diferentes áreas objetivo en los álabes de compresor en una dirección radial o circunferencial. Por ejemplo, un patrón de pulverización de la boca acampanada 410 puede dirigirse para abarcar la punta del borde delantero del álabe de compresor a un porcentaje de cobertura radial del álabe de compresor, con una superposición de pulverización objetivo de un patrón de pulverización del cono de entrada 430 (es decir, el porcentaje de cobertura radial del álabe de compresor puede ser mayor o menor que el medio tramo del álabe de compresor). Un patrón de pulverización del cono de entrada 430 también puede dirigirse para abarcar la raíz de los álabes de compresor a un cierto porcentaje de cobertura radial de los álabes de compresor.

La FIG. 4c ilustra un modo de realización de un patrón de pulverización fuera de línea que incluye un patrón de pulverización de la boca acampanada 410, un ángulo de pulverización de la boca acampanada 415 y un patrón de pulverización del cono de entrada 430. Las FIGs. 4d y 4e ilustran, en una dirección del flujo de aire, un patrón de pulverización en línea de una entrada del compresor 200, que incluye un patrón de pulverización de la boca acampanada 410, un patrón de pulverización del cono de entrada 430, y un ángulo de pulverización del cono de entrada 435; mientras que la FIG. 4f ilustra, en una dirección contra el flujo de aire, un patrón de pulverización en línea que también incluye un patrón de pulverización de la boca acampanada 410 y un patrón de pulverización del cono de entrada 430.

Las FIGs. 4d y 5 ilustran una entrada del compresor 200 en una dirección del flujo de aire, según un modo de realización. Las boquillas del cono de entrada 420 pueden estar, según un modo de realización, separadas de manera uniforme cada 30°. Cualquier número de boquillas del cono de entrada 420 y/o la separación de las mismas se puede utilizar para obtener una cobertura completa, casi completa, o deseada de los álabes de compresor de la entrada del compresor, mientras una turbina está fuera de línea o en línea, o cuando una temperatura de descarga del compresor está por encima o por debajo del punto de ebullición del agua, de manera que un patrón de pulverización del cono de entrada 430 u otro patrón de pulverización adecuado abarque la raíz del álabe de compresor hasta el medio tramo del álabe de compresor, circunferencialmente y/o radialmente.

Las FIGs. 6, 8c y 8d representan una vista en sección transversal de una instalación de una boquilla de la boca acampanada 310 o una boquilla del cono de entrada 420. Según un modo de realización, un cuerpo de boquilla 134, tal como el de una boquilla de la boca acampanada 310 o una boquilla del cono de entrada 420, se puede instalar desde una porción externa de una entrada del compresor 200 y bloquear o asegurar de otra manera en su sitio con un casquillo de ajuste por compresión roscado 610. Un collar de bloqueo 620 puede ser parte del cuerpo de boquilla sólido de una pieza 134, según un modo de realización, para asegurar la boquilla 132 y para evitar o ayudar a evitar que la boquilla 132 o el cuerpo de boquilla 134 se deslice por el casquillo de ajuste por compresión 610 y hacia una porción no deseada de la ruta de flujo de aire de entrada. Una superficie plana 630 puede, según un modo de realización, mecanizarse en una cabeza del cuerpo de boquilla 134 para permitir que una llave inglesa u otra maquinaria aguante y alinee la punta de pulverización de boquilla 136 durante la instalación. Por supuesto, se pueden utilizar otros materiales y procedimientos adecuados para asegurar o fijar la boquilla 132 o el cuerpo de boquilla 134 en la ruta de flujo de aire de entrada, o evitar o ayudar a evitar que la boquilla 132 o el cuerpo de boquilla 134 se deslice hacia una porción no deseada de la ruta de flujo de aire de entrada.

Según un modo de realización, un cuerpo de boquilla sólido de una pieza 134 se puede roscar en un separador soldado en el cual el cuerpo de boquilla sólido de una pieza 134 se abocarda hacia un collar de bloqueo para evitar que una boquilla de lavado de compresor 132 o un cuerpo de boquilla 134 se introduzca en una porción no deseada de la ruta de flujo de aire de entrada.

La FIG. 7a representa un modo de realización de un sistema de lavado de compresor 100 que incluye dos o más colectores, donde al menos un colector es para las boquillas del cono de entrada 420 y al menos un colector es para las boquillas de la boca acampanada 310. Como se ilustra en este modo de realización, un colector de boquillas de la boca acampanada 710 puede estar configurado para suministrar fluido a las boquillas de la boca acampanada 310, y un colector de boquillas del cono de entrada 720 puede estar configurado para suministrar fluido a las boquillas del cono de entrada 420. En un modo de realización del sistema de lavado de compresor 100, las boquillas de la boca acampanada 310 pueden requerir una pluralidad de colectores de boquillas de la boca acampanada 710 para la división por etapas como sea adecuado para producir una LAR localizada deseada para el lavado y la cobertura de los álabes de compresor de la entrada del compresor. El sistema de lavado de compresor 100 puede ser adaptado a diversos compresores de diferentes tamaños, y como tal la cantidad de boquillas del cono de entrada 420, boquillas de la boca acampanada 310, y colectores de fluido 710 y 720 puede cambiar como corresponda.

Con mayor referencia a la FIG. 7a y con referencia a la FIG. 7b, los colectores 710 y 720 pueden incluir, por ejemplo, una tubería o canalización rígida doblada con tes soldadas, threadolets, weldolets u otros conectores para puntos de grietas de conexión mínimas, por ejemplo. Los colectores 710 y 720 también pueden incluir conectores de soporte 450 u otros artículos de ferretería para la sujeción o para reducir o evitar la vibración. La conexión flexible 640 se puede extender desde el cuerpo de boquilla 134 hasta la soldadura del colector para reducir o evitar la vibración, por ejemplo. Los colectores 710 y 720 y las conexiones flexibles 640 se pueden fijar o conectar utilizando otros medios adecuados.

Según un modo de realización, las boquillas de la boca acampanada 310 y/o las boquillas del cono de entrada 420 se pueden conectar a colectores de 1 pulgada (2,54 centímetros) catálogo 40 u 80 SS 304L, tales como los colectores 710 y 720, con conexión flexible de acero inoxidable 640 (véase la FIG. 6 y las FIGs. 7a-7b) que se conecta entre el cuerpo de boquilla 134 de la boquilla 310 y/o 420 y el colector 710 y/o 720. En algunos modos de realización, se pueden utilizar otros metales o aleaciones adecuadas para fabricar los colectores o la conexión flexible 640 tal como, pero sin limitarse a, otro acero inoxidable, acero al carbono, latón, u otros materiales adecuados. Además, se pueden utilizar componentes adecuados, aparte de las conexiones flexibles 640 o los colectores, para suministrar fluido a las boquillas del cono de entrada 420 y/o las boquillas de la boca acampanada 310.

Las FIGs. 8a-8d representan vistas en sección transversal de porciones de un ensamblaje de boca acampanada 220 y un cono de entrada 210 de una entrada del compresor 200 según diversos modos de realización. Las FIGs. 8a y 8d representan una vista en sección transversal de una porción de un cono de entrada 210 en la cual se instalan las boquillas del cono de entrada 420 y el colector correspondiente 720.

La FIG. 8c incluye una vista en sección transversal de una porción de un cono de entrada 210 en la que se instalan las boquillas del cono de entrada 420 y el colector correspondiente 720, así como una porción de un ensamblaje de boca acampanada 220 en la cual se instalan las boquillas de la boca acampanada 310. En el modo de realización ilustrado en la FIG. 8c, la pulverización de la boca acampanada y la pulverización del cono de entrada está en funcionamiento durante una operación de lavado fuera de línea, y se muestra un patrón de pulverización de la boca acampanada 410 y un ángulo de pulverización de la boca acampanada 415, junto con un patrón de pulverización del cono de entrada 430 y un ángulo de pulverización del cono de entrada 435. La FIG. 8d representa una vista en sección transversal de una porción de un cono de entrada 210 en la cual se instalan las boquillas del cono de entrada 420 y el colector correspondiente 720, así como una porción de un ensamblaje de boca acampanada 220 en la cual se instalan las boquillas de la boca acampanada 310, con la pulverización del cono de entrada en funcionamiento durante una operación de lavado fuera de línea. Un patrón de pulverización del cono de entrada 430 se ilustra en el modo de realización de la FIG. 8d.

Las FIGs. 9a-9c proporcionan vistas detalladas de un sistema de lavado de compresor 100 instalado en una entrada del compresor 200. Con referencia a la FIG. 9a, un colector de boquillas de boca acampanada 710 está instalado en un ensamblaje de boca acampanada 220, según un modo de realización. Las conexiones flexibles 640 se pueden extender desde el cuerpo de pulverización de boquilla 134 de las boquillas de la boca acampanada 310 hasta la soldadura del colector. En algunos modos de realización, se utilizan artículos de ferretería de soporte 450 para la sujeción del colector de boquillas de la boca acampanada 710 y/o para reducir o evitar la vibración. Por supuesto otros dispositivos, materiales, o procedimientos adecuados se pueden utilizar para la sujeción del colector de boquillas de la boca acampanada 710 y/o para reducir o evitar la vibración.

Con referencia a la FIG. 9b, un colector de boquillas del cono de entrada 720 se puede instalar dentro de la circunferencia de un cono de entrada 210 de una entrada del compresor 200. El colector de boquillas del cono de entrada 720 puede suministrar fluido a las boquillas del cono de entrada 420. Las boquillas de la boca acampanada 310 pueden estar separadas alrededor de la circunferencia del ensamblaje de boca acampanada 220, y un colector de boquillas de la boca acampanada 710 puede suministrar fluido a las boquillas de la boca acampanada 310. En algunos modos de realización, se utilizan artículos de ferretería de soporte 450 para la sujeción del colector de boquillas del cono de entrada 720 o para reducir o evitar la vibración.

La FIG. 9c proporciona una vista lateral de la entrada del compresor 200 con el sistema de lavado de compresor 100 instalado en la misma. Las boquillas del cono de entrada 420 se pueden instalar alrededor de la circunferencia de un cono de entrada 210 y se pueden conectar a un colector de boquillas del cono de entrada 720 (no mostrado en la FIG. 9c) para recibir fluido del mismo. Además, las boquillas de la boca acampanada 310 se pueden instalar en un ensamblaje de boca acampanada 220 y se pueden conectar a un colector de boquillas de la boca acampanada 710 (no mostrado en la FIG. 9c) para recibir fluido del mismo. De este modo, las boquillas del cono de entrada 420 y/o las boquillas de la boca acampanada 310 pueden dirigir fluido hacia o en una dirección de la ruta de flujo de aire de entrada de la entrada del compresor 200 y con la línea de visión de los álabes de compresor para el lavado del compresor. Las boquillas de la boca acampanada y/o del cono de entrada 310, 420, respectivamente, pueden operar durante las operaciones de lavado tanto en línea como fuera de línea, tal como se ha descrito anteriormente.

Volviendo a la FIG. 1, se ilustra un modo de realización de secuenciación en el que los colectores 710 y 720 se pueden juntar en un cabezal común (la bomba 110) y se aíslan el uno del otro con válvulas de control 140. En la FIG. 1, uno o más colectores de boquillas de la boca acampanada 710 pueden estar representados por uno o más de los juegos de boquilla 130, mientras que uno o más de los colectores de boquillas del cono de entrada 720 pueden estar representados por uno o más de los otros juegos de boquilla 130. Tanto el colector de boquillas de la boca acampanada 710 como el colector de boquillas del cono de entrada 720 pueden dirigir fluido, calentado a unos 140°F (60°C), operando a una alta presión nominal de 900 psi, por ejemplo, al set de boquilla de la etapa uno 130, al juego de boquilla de la etapa dos 130, al juego de boquilla de la etapa tres 130, o bien a una combinación de los juegos de boquilla de la etapa uno, dos, y tres 130 durante entre uno y cinco minutos por etapa. Otros modos de realización de secuenciación pueden, por ejemplo, variar la

temperatura o la presión del fluido y pueden incluir una pluralidad de juegos de boquilla por etapas o una pluralidad de válvulas de control de alta presión 140.

Diversas operaciones de secuenciación se pueden proporcionar como juegos correspondientes de instrucciones ejecutables por ordenador que son almacenadas en uno o más componentes de memoria. Un dispositivo de computación 1100 (véase la FIG. 1) puede acceder a y ejecutar las instrucciones ejecutables por ordenador con el fin de realizar una operación de secuenciación deseada. Con ese fin, el dispositivo de computación 1100 puede incluir un elemento de procesamiento incorporado como un procesador, un coprocesador, un controlador, u otros diversos medios o dispositivos de procesamiento incluyendo circuitos integrados. El elemento de procesamiento es capaz de acceder y ejecutar las instrucciones para controlar u operar de otra manera la bomba 110 y las válvulas de control 140 y la válvula de drenaje 160 para conseguir la operación de secuenciación deseada. Las instrucciones ejecutables por ordenador se pueden almacenar en un servidor remoto (no mostrado) o dentro de un componente de memoria local 1120 del dispositivo de computación 1100, donde el componente de memoria puede incluir una memoria volátil o no volátil, para almacenar información, instrucciones, o similares. El dispositivo de computación 1100 está conectado, a través de una conexión por cable o una conexión inalámbrica o una combinación de las mismas, a la bomba 110, las válvulas de control 140, y la válvula de drenaje 160 para controlar como corresponda los componentes para realizar la operación deseada.

La FIG. 10 es un gráfico de líneas que ilustra diversos parámetros asociados con las etapas del sistema de lavado de compresor 100. En particular, la FIG. 10 ilustra un flujo constante con contrapresión de las boquillas y tamaño de las gotas variables cuando se activan diferentes etapas de boquilla (es decir, juegos de boquilla de la etapa uno, dos, y/o tres 130). Por ejemplo, cuando se cambia entre los juegos de boquilla de la etapa uno, dos, o tres 130, se pueden abrir múltiples válvulas de control 140, causando un pico de baja presión que da como resultado una erupción de gotas de fluido más grandes. Durante un pico de baja presión, el flujo de fluido a los sets de boquilla respectivos 130 permanece relativamente constante puesto que la bomba 110, la cual puede ser, según un modo de realización, una bomba de desplazamiento positivo, mantiene un flujo de fluido constante. La FIG. 10 también ilustra un modo de realización donde las etapas una hasta la tres son activadas al mismo tiempo, causando un pico de baja presión que da como resultado una erupción de gotas de fluido más grandes.

Otra característica de un sistema de lavado de compresor por etapas, tal como el sistema de lavado de compresor 100, es que el tamaño medio de las gotas de fluido se puede variar a lo largo de toda la operación. Por ejemplo, en un sistema de tres etapas, con sólo una válvula de control de alta presión 140 abierta, el tamaño de las gotas de fluido puede oscilar entre unos 50 μm a unos 500 μm con una desviación en el decimonoveno percentil. El tamaño más pequeño de las gotas de fluido ayuda a la acción de depuración del sistema de lavado 100 mientras que limita la erosión de los álabes de los álabes de compresor. Los tamaños más pequeños de las gotas de fluido presentan menos masa e impulso y pueden causar menos erosión y/o desgaste en un compresor que en los tamaños más grandes de las gotas de fluido. Sin embargo, se pueden desear tamaños más grandes de las gotas de fluido para una acción de depuración más agresiva de los álabes de compresor. En algunos modos de realización, se pueden utilizar tamaños más grandes de las gotas en erupciones cortas con menos del 20 por ciento del consumo de fluido total en un proceso de lavado en línea o fuera de línea. De nuevo, otros tamaños de las gotas de fluido y duración del consumo de fluido adecuados se pueden crear utilizando el sistema de lavado de compresor por etapas 100.

El sistema de lavado de compresor 100 también incluye una característica para evitar o reducir la disolución de las gotas o la fusión de las gotas. Inyectar gotas de fluido en una corriente de aire de alta velocidad, tal como la entrada de un compresor, puede causar que las gotas de fluido se disuelvan, reduciéndose la efectividad de la limpieza de un sistema de lavado de compresor. Variar la activación de las etapas y/o las presiones de trabajo del fluido puede reducir o evitar la disolución de las gotas cuando se inyectan las gotas de lavado de compresor en el compresor. En un modo de realización, las boquillas de la boca acampanada 310 y las boquillas del cono de entrada 420 pueden presentar un intervalo de presión de trabajo entre unos 600 y unos 1200 psi para reducir o evitar la disolución de las gotas cuando se inyectan las gotas en la corriente de aire de alta velocidad en el interior de un compresor. Ciertos diseños de boquilla pueden producir formas de patrones de pulverización, tales como pero sin limitarse a ciertos patrones de pulverización en forma de cono, que pueden hacer que las gotas se fusionen, choquen, o causen la interferencia de las gotas cuando se inyecten en un compresor, reduciéndose la efectividad de la limpieza de un sistema de lavado de un compresor. En algunos modos de realización, las boquillas de la boca acampanada 310 y/o las boquillas del cono de entrada 420 están diseñadas para producir patrones de pulverización, tales como un patrón de pulverización de la boca acampanada 410 y/o un patrón de pulverización del cono de entrada 430, los cuales tienen forma de ventilador plano para reducir o evitar que las gotas se fusionen, choquen, o causen la interferencia de las gotas. La patente US. 5.868.860, la cual se incorpora en esta solicitud como referencia, incluye información adicional referida a presiones de trabajo e intervalos de presión.

La FIG. 11 es una ilustración que demuestra una trayectoria de fluido con flujo de fluido y presión de las boquillas variables frente a una carga normalizada del motor constante. La FIG. 11 ilustra que cuando se alterna entre válvulas de control de alta presión, tales como las válvulas de control 140, la contrapresión de la línea puede caer, haciendo que la trayectoria de fluido desde las boquillas de la boca acampanada 310 o bien las boquillas del cono de entrada 420 difiera ligeramente y cause una colisión del fluido contra los álabes en ubicaciones radiales ligeramente

diferentes. La variación de la trayectoria de fluido durante la alternancia entre las válvulas de control de alta presión 140 puede funcionar bien en escenarios tanto en línea como fuera de línea. En algunos modos de realización, cambiar la trayectoria de fluido puede ser beneficioso para la acción de depuración del sistema de lavado de compresor 100 puesto que la colisión del fluido puede limpiar diferentes áreas de los álabes del compresor. Por ejemplo, cuando la contrapresión de la línea es de 84 bares (1200 psi), la velocidad de la trayectoria de fluido es tal que la colisión del fluido puede limpiar más de la punta de los álabes de compresor que de la raíz o el medio tramo de los álabes de compresor. En otro modo de realización, la utilización de válvulas de modulación como las válvulas de control 140 se puede utilizar para mantener la presión en un intervalo de 42-84 bares (600-1200 psi) u otros intervalos de presión deseados. En otros modos de realización, las boquillas de la boca acampanada 310 están instaladas de tal manera que las puntas de pulverización de boquilla 136 se extienden hacia la ruta de flujo de aire de entrada de un compresor y las boquillas 132 concuerdan con la línea de visión de los álabes de compresor de tal manera que la trayectoria de fluido concuerda con el flujo de aire de entrada y se dirige a la línea de visión de los álabes de compresor. Otro modo de realización (no mostrado) puede variar la trayectoria de fluido desde las boquillas del cono de entrada 420. Por ejemplo, cuando la contrapresión de la línea es de 84 bares (1200 psi) la trayectoria de fluido desde las boquillas del cono de entrada 420 puede ser tal que la colisión del fluido pueda limpiar más del medio tramo de los álabes de compresor que de la raíz de los álabes de compresor. Cuando la contrapresión de la línea es de 42 bares (600 psi) la trayectoria de fluido desde las boquillas del cono de entrada 420 puede ser tal que la colisión del fluido pueda limpiar más de la raíz de los álabes de compresor que del medio tramo de los álabes de compresor.

La FIG. 12 es una ilustración que demuestra una trayectoria de fluido para una velocidad del compresor o carga normalizada del motor dada frente a un flujo de fluido y presión de las boquillas constantes. La FIG. 12 ilustra que fluctuar entre el 0% y el 100% de una carga normalizada de una turbina de gas por la cual puede operar una turbina puede hacer que la trayectoria de fluido difiera ligeramente y causar la colisión del fluido contra los álabes en diferentes ubicaciones radiales. La variación de la trayectoria de fluido por la fluctuación en la carga normalizada de la turbina de gas puede ser más pertinente en escenarios en línea. Por ejemplo, cuando la turbina está en la carga base, la velocidad del aire de entrada se puede incrementar; por lo tanto, la colisión del fluido puede limpiar más de la raíz de los álabes de compresor que de la punta de los álabes de compresor desde las boquillas del cono de entrada 420 (no mostrado). Cuando la turbina está en la carga base, la trayectoria de fluido desde las boquillas de la boca acampanada 310 puede hacer que la colisión del fluido limpie más de la punta de los álabes de compresor que del medio tramo de los álabes de compresor. En otro modo de realización, la velocidad del compresor puede tener el mismo efecto que la carga normalizada del motor en la trayectoria de fluido desde las boquillas del cono de entrada 420 y/o las boquillas de la boca acampanada 310.

Un sistema de lavado de compresor por etapas, tal como el sistema 100, puede estar configurado para variar la contrapresión de la línea durante la alternancia entre las válvulas de control de alta presión 140 para conseguir una trayectoria de fluido deseada desde las boquillas de la boca acampanada o del cono del entrada 310, 420. Otros modos de realización pueden incluir una pluralidad de válvulas de modulación que se pueden utilizar para configurar variaciones en la contrapresión de la línea para conseguir una trayectoria de fluido deseada desde las boquillas de la boca acampanada o del cono de entrada 310, 420. Por ejemplo, si un usuario desea incrementar la cobertura de la garganta de entrada mientras una turbina de gas está en la carga base, un sistema de lavado de compresor por etapas puede mantener una contrapresión de la línea deseada utilizando válvulas de modulación tanto para aumentar la cobertura de la garganta de entrada como para mantener la contrapresión de la línea. Un sistema de lavado de compresor puede abrir una válvula de modulación de la etapa uno el treinta por ciento, una válvula de modulación de la etapa dos el cuarenta por ciento, y una válvula de modulación de la etapa tres el diez por ciento para mantener una contrapresión de la línea deseada y/o para controlar una relación de líquido/aire deseada. Por supuesto, se pueden utilizar una o más válvulas de modulación y se pueden configurar diversas configuraciones y posiciones de funcionamiento para mantener una contrapresión de la línea o una relación de líquido/aire deseada mientras se aumenta la cobertura de la garganta de entrada. Adicionalmente, un sistema de lavado de compresor por etapas puede estar configurado de manera que una trayectoria de fluido deseada desde las boquillas de la boca acampanada o del cono de entrada 310, 420 se consiga en una carga normalizada de la turbina de gas o velocidad del compresor particular. Algunos modos de realización pueden incluir un compresor, incluyendo pero no limitándose a compresores de gas o compresores centrífugos, donde una trayectoria de fluido deseada desde una boquilla de lavado por ejemplo, puede estar configurada en base a una velocidad de funcionamiento particular del compresor.

En otro modo de realización, el lavado en línea puede utilizar una combinación de cambiar la carga de la turbina de gas y fluctuar la contrapresión de las boquillas mediante la apertura de una válvula de control de alta presión 140 en un colector dado (en la etapa de drenaje o bien uno de los juegos de boquilla 130) para el lavado de una cobertura de los álabes diferente, tanto circunferencialmente como radialmente.

Según un modo de realización, el sistema de lavado de compresor 100 mostrado en la FIG. 1 puede incluir una válvula de control de drenaje 160 que se puede utilizar para fluctuar la contrapresión de las boquillas a un intervalo de presión deseado. Cuando se modula la válvula de control de drenaje 160, se cambia la contrapresión en las boquillas,

proporcionándose un tamaño de las gotas de fluido y una trayectoria de fluido diferentes desde las boquillas de fluido respectivas hasta los álabes de compresor.

Aún con referencia a la FIG. 1, según un modo de realización, los juegos de boquilla de la etapa uno, dos, y tres 130 pueden presentar similares caídas de presión para el mismo flujo de fluido y tamaño de las gotas de fluido, sin embargo, la cantidad de boquillas 132 por etapa puede diferir. Por ejemplo, un modo de realización puede incluir 10 boquillas del cono de entrada 420 para la etapa uno y 20 boquillas de la boca acampanada 310 para la etapa dos. Otros modos de realización pueden incluir más o menos boquillas del cono de entrada 420 y boquillas de la boca acampanada 310 por etapa.

Las combinaciones de las etapas se pueden abrir conjuntamente durante breves instantes de tiempo, es decir un minuto o menos, para permitir que gotas de diferentes tamaños depuren los álabes en diferentes áreas. Por ejemplo, si una válvula de control de alta presión 140 para el juego de boquilla de la etapa uno 130 está abierta mientras las del juego de boquilla de la etapa dos 130 y del juego de boquilla de la etapa tres 130c están cerradas, el tamaño de las gotas de fluido será más grande que si las válvulas de control de alta presión 140 para los juegos de boquilla de las etapas uno, dos, y tres 130 se abren conjuntamente. Se pueden proporcionar otras configuraciones adecuadas de boquillas 132 por etapa, y la programación de las combinaciones de las etapas puede estar configurada para muchas aplicaciones y puede estar programada para abrirlas conjuntamente durante más de un minuto.

La FIG. 13 es un gráfico de barras de la distribución del flujo de fluido total desde la raíz del álabe de compresor hasta la punta del álabe de compresor donde la longitud 1 representa un área cercana a la raíz del álabe de compresor, y la longitud 20 representa un área cercana a la punta del álabe de compresor. La FIG. 13 ilustra un porcentaje total de un fluido de limpieza deseado, según un modo de realización, por ubicación de álabe radial para un lavado en línea en los álabes de compresor para un alojamiento de filtro de aire de entrada lateral. Un objetivo de obtener una relación de fluido/aire (LAR) consistente localizada por unidad de tiempo, o relación de densidad de flujo, permite un humedecimiento y depuración consistentes por la garganta de entrada del compresor y aguas abajo de los álabes para cada una de las etapas con cobertura de pulverización acumulativa. Según un modo de realización, las boquillas de la boca acampanada 310 deben cubrir un área más grande para el humedecimiento y la depuración que las boquillas del cono de entrada 420. Para mantener una LAR consistente, se pueden requerir más boquillas de la boca acampanada 310 para proporcionar más fluido que las boquillas del cono de entrada 420. Otros modos de realización pueden estar configurados con menos boquillas de la boca acampanada 310 pero mayor flujo de fluido a las boquillas de la boca acampanada 310 que a las boquillas del cono de entrada 420. Por supuesto, se pueden implementar otras variaciones adecuadas de las boquillas de la boca acampanada 310, las boquillas del cono de entrada 420, las tasas de flujo de fluido, las presiones, y los tamaños de las gotas para mantener una LAR consistente por unidad de tiempo, o relación de densidad de flujo.

La FIG. 14 ilustra un modo de realización de un modelo de dinámica de fluidos computacional (CFD) que ilustra la variación de la velocidad del aire de entrada de una configuración de entrada lateral en la carga base desde el rotor hasta la carcasa externa del compresor, o radialmente a lo largo de los álabes rotativos de compresor desde la raíz hasta la punta. Las velocidades más altas se muestran en rojo, y las velocidades más bajas se muestran en azul. Las velocidades más altas de naranja y rojo se encuentran en los álabes de compresor hacia la carcasa del compresor, lejos de la línea central del compresor. Además, las puntas de los álabes de compresor presentan una velocidad localizada más alta que las raíces de los álabes de compresor. De ese modo, mientras está en marcha la turbina, las puntas de los álabes de compresor pueden requerir más fluido para limpiar que las raíces de los álabes de compresor. También, se puede requerir una mayor necesidad de flujo de fluido en las puntas de los álabes de compresor para mantener una relación de densidad de flujo consistente de fluido/aire. Algunos modos de realización pueden incluir más etapas de boquillas de la boca acampanada 310 que etapas de boquillas del cono de entrada 420, o más boquillas de la boca acampanada 310 por etapa que boquillas del cono de entrada 420 por etapa para proporcionar más fluido para mantener una relación de densidad de flujo consistente de fluido/aire desde las raíces de los álabes de compresor hasta las puntas de los álabes de compresor. Mientras que la FIG. 14 ilustra un modelo de CFD para una turbina particular, un modelo de CFD se puede generar para cualquier compresor o turbina para determinar la configuración correcta para el sistema de lavado con agua de etapas múltiples con la utilización de las boquillas montadas en la boca acampanada o en el cono para otros compresores.

Con referencia de nuevo al modo de realización de la FIG. 1, tres etapas de las válvulas de control de alta presión 140 pueden estar configuradas para inyectar fluido en tres colectores con boquillas de lavado de compresor 132. La etapa uno puede controlar, por ejemplo, la inyección de fluido a las boquillas del cono de entrada 420 apuntadas al área más pequeña de la raíz de los álabes de compresor hasta el medio tramo. La etapa dos y la etapa tres pueden controlar, por ejemplo, la inyección de fluido a las boquillas de la boca acampanada 310 apuntadas al medio tramo de los álabes de compresor hasta la punta, centradas en un área más grande de cobertura de los álabes de compresor por etapa, y aguas abajo de los álabes de compresor. Puesto que la bomba de desplazamiento positivo, tal como la bomba 110, puede suministrar un flujo de fluido constante, cuando las boquillas de la etapa dos o de la etapa tres están activas, la relación de densidad de flujo puede ser relativamente consistente radialmente a lo largo de los álabes de compresor

debido al flujo de fluido constante a las boquillas de la etapa dos o de la etapa tres dirigidas a un área más grande. Se pueden implementar otras diversas configuraciones adecuadas de etapas de válvulas de alta presión, colectores, boquillas, y juegos de boquilla con el fin de mantener una relación de densidad de flujo consistente por toda el área de entrada del compresor, o para conseguir otros resultados operativos deseados relativos a diferentes compresores o turbinas.

El posicionamiento de las puntas de boquilla de un sistema de lavado de compresor por etapas, tal como el sistema 100, puede requerir una línea de visión a los álabes de compresor y se puede utilizar para operaciones de lavado tanto en línea como fuera de línea. El grosor del cuerpo de boquilla 134 puede ser mayor de 0,25 pulgadas (0,64 centímetros) de diámetro, con un grosor de pared mínimo de unas 0,0125 pulgadas (0,0318 centímetros) para aplicaciones industriales robustas que no son excitadas por un intervalo de frecuencia de 0-120 Hz. Para otras aplicaciones, se puede utilizar un cuerpo de boquilla 134 con un grosor del cuerpo de boquilla inferior a 0,25 pulgadas (0,64 centímetros) de diámetro con un grosor de pared inferior a 0,0125 pulgadas (0,0318 centímetros), dependiendo del material del cuerpo de boquilla. Con referencia de nuevo a la FIG. 6, la punta de pulverización de boquilla 136 puede incluir una superficie plana 630 para permitir que una llave inglesa u otra herramienta aguante el cuerpo de boquilla 134 mientras se aprieta. El cuerpo de boquilla 134 también puede incluir un collar de bloqueo 620 que puede permitir la instalación de la boquilla 132 desde el exterior de la ruta de flujo de aire de entrada hasta el interior de la ruta de flujo de aire de entrada, eliminándose o reduciéndose de ese modo la posibilidad de que una conexión floja permita que una boquilla 132 u otro material caiga en la ruta de flujo de aire de entrada no deseada. Se puede requerir un utillaje de instalación de la boca acampanada para alinear correctamente el ángulo de posicionamiento de la punta de boquilla 136. El utillaje de instalación de la boca acampanada puede incluir una taladradora hidráulica (no mostrada) para el alineamiento de las puntas de boquilla 136 y el ángulo de trayectoria deseado de las puntas de boquilla 136.

Con referencia a las FIGs. 15a-15o, se ilustran plantillas y moldes utilizados para instalar las boquillas de la boca acampanada 310 y las boquillas del cono de entrada 420, según diversos modos de realización.

Según un modo de realización, el utillaje de instalación de la boca acampanada puede incluir una o más plantillas que se adaptan a la forma, mostradas en las FIGs. 15d y 15l y la vista frontal en perspectiva de la FIG. 15e, mirando con el flujo. Los orificios de las boquillas de la boca acampanada se pueden taladrar en la carcasa del ensamblaje de boca acampanada 220 para la inserción de la punta de boquilla en la ruta de flujo del compresor. Los orificios de las boquillas de la boca acampanada se pueden taladrar de manera que las puntas de boquilla 136 consigan la línea de visión requerida o deseada a los álabes de compresor. El material de las plantillas que se adaptan a la forma puede comprender desde plástico rígido hasta imanes flexibles o cualquier otro material adecuado.

El procedimiento de instalación puede incluir, pero no se limita a, la utilización de una plantilla primaria 1540 para marcar la ubicación de las penetraciones de los orificios de las boquillas de la boca acampanada 1510 en el ensamblaje de boca acampanada 220 para localizar o indicar de otra manera la ubicación de penetración de la broca. Con referencia a las FIGs. 8b y 15d-15l, se puede utilizar una plantilla secundaria 1530 para marcar la proyección en línea recta 1520 del punto de alineamiento del cubo de rodamiento 1515 en el cono de entrada 210 y se puede utilizar para marcar el punto de empuje de la taladradora. Un taladro especialmente diseñado con un gato neumático se puede utilizar una vez que el punto de empuje, o punto de alineamiento del cubo de rodamiento 1510, y el punto de penetración del orificio de la boquilla de la boca acampanada 1510 se determina por las plantillas primaria y secundaria. Según otros modos de realización, una plantilla secundaria 1530 puede incluir una muesca de alineamiento de montante 1535 que se utilizará para el alineamiento de la plantilla secundaria 1530. Otros modos de realización pueden utilizar los círculos de los orificios de los pernos existentes 1590 en un ensamblaje de boca acampanada 220 como una referencia para alinear las plantillas. Por supuesto se pueden utilizar otros procedimientos adecuados de determinar la proyección en línea recta 1520 y la ubicación de penetración de la broca.

Otros modos de realización pueden incluir una sola plantilla utilizada en el cono de entrada 210 o el ensamblaje de boca acampanada 220 para marcar la ejemplar ubicación de las penetraciones de los orificios respectivos en el cono de entrada 210 o bien el ensamblaje de boca acampanada 220. También se puede utilizar una única plantilla para marcar la proyección en línea recta 1520 del punto de alineamiento del cubo de rodamiento 1515 en el cono de entrada 210 y para marcar el punto de empuje de la taladradora.

Una plantilla secundaria 1530 se representa en la FIG. 15d y también se muestra, en las FIGs. 15e y 15f, aplicada a una entrada del compresor, tal como la ejemplar entrada del compresor 200. La plantilla secundaria 1530 puede estar configurada para montarse entre dos montantes 222 del ensamblaje de boca acampanada 220 y se puede utilizar para indicar o marcar las ubicaciones de las penetraciones de los orificios para que un taladro u otra herramienta creen una abertura para la inserción y la colocación de las puntas de boquilla.

Una plantilla primaria de un montante 1540 se ilustra en la FIG. 15g. La plantilla primaria de un montante 1540 está configurada para posicionarse alrededor de un montante 222 del ensamblaje de boca acampanada 220. Las FIGs. 15h y 15i proporcionan una ilustración de la plantilla primaria de un montante 1540 posicionada en la entrada del

compresor 200. Algunos modos de realización incluyen una o más agarraderas 1525 para una instalación y portabilidad más fácil.

Con referencia a la FIG. 15j, se ilustra una plantilla primaria de dos montantes 1550 configurada para posicionarse alrededor de dos montantes 222. Las FIGs. 15k y 15l proporcionan una ilustración de la plantilla primaria de dos montantes 1550 posicionada en la entrada del compresor 200.

La plantilla primaria de un montante 1540 y la plantilla primaria de dos montantes 1550 pueden ser utilizados para marcar los puntos de penetración de los orificios de las boquillas de la boca acampanada 1510 para la inserción y la colocación de las boquillas de la boca acampanada 310. Según algunos modos de realización, los montantes 222 se pueden utilizar para alinear una herramienta de instalación de boquillas del cono 1560, o una herramienta de instalación de boquillas 1500. Por supuesto cualquier plantilla o herramienta se puede alinear utilizando uno o más montantes 222, los círculos de los orificios de los pernos 1590, u otra referencia en el interior de la entrada del compresor.

Según un modo de realización, una herramienta de instalación del cono 1500, mostrada en las vistas en corte de las FIGs. 15a y 15b y la vista frontal en perspectiva de la FIG. 15c se puede utilizar para instalar las boquillas del cono de entrada 420. Una o más herramientas de instalación del cono 1500 se pueden utilizar para la colocación de las boquillas del cono de entrada 420 o para alinear correctamente el ángulo de posicionamiento de la punta de boquilla 136. La herramienta de instalación del cono 1500 puede estar configurada para unirse al cono de entrada 210 de la entrada del compresor.

En algunos modos de realización, una herramienta de instalación del cono 1500 puede presentar una guía de broca 1565 insertada con un ángulo de alineamiento de taladrado para taladrar correctamente un ángulo de posicionamiento para las puntas de boquilla 136. Una guía de broca 1565 puede incluir un ángulo bidimensional predefinido para guiar una broca durante las instalaciones de las boquillas 132. Un modo de realización incluye guías de broca 1565 desmontables que se pueden utilizar con una herramienta de instalación del cono 1500 donde múltiples guías de broca 1565 se utilizan en un proceso de taladrado para alojar diversos tamaños de broca. Una herramienta de instalación del cono 1500 se puede posicionar en un cono de entrada 210 utilizando los círculos de los orificios de los pernos existentes 1590 como puntos de referencia. En otro modo de realización, se pueden utilizar los montantes 222 para posicionar una herramienta de instalación del cono 1500. Por supuesto se puede utilizar una herramienta de instalación del cono 1500 para instalar las boquillas de la boca acampanada 310 y se pueden utilizar plantillas para instalar las boquillas del cono de entrada 420 y se puede utilizar cualquier combinación de herramientas o plantillas para instalar las boquillas 132.

Con referencia a la FIG. 15m, se ilustra una herramienta de instalación de boquillas del cono 1560. La herramienta de instalación de boquillas del cono 1560 está configurada para unirse al cono de entrada 210 de la entrada del compresor 200, como se ilustra además en las FIGs. 15n y 15o. La herramienta de instalación de boquillas del cono 1560 proporciona una plantilla para marcar o indicar de otra manera las penetraciones de los orificios para la inserción y la colocación de las boquillas del cono de entrada 420. En algunos modos de realización, una herramienta de instalación de boquillas del cono 1560 puede presentar una guía de broca 1565 insertada que se puede utilizar para un ángulo de alineamiento de taladrado. Una guía de broca 1565 insertada también se puede utilizar para plantillas de la boca acampanada que proporciona un ángulo de alineamiento de taladrado o profundidad de taladrado. Un modo de realización incluye guías de broca 1565 desmontables que se pueden utilizar con una herramienta de instalación de boquillas del cono 1560 donde múltiples guías de broca 1565 se utilizan en un proceso de taladrado para alojar diversos tamaños de broca. Otro modo de realización incluye un orificio de alineamiento de perno 1570 (FIG. 15m) para alinear una herramienta de instalación de boquillas del cono 1560 utilizando los círculos de los agujeros de los pernos existentes 1590 como puntos de referencia.

Con referencia a la FIG. 16, un diagrama de flujo ilustra un procedimiento para la instalación de un sistema de lavado de compresor, tal como, por ejemplo, el sistema de lavado de compresor 100. En 1610, se proporcionan una o más boquillas, tales como las boquillas 132 que pueden ser parte de un juego de boquilla correspondiente 130 que son parte del sistema de lavado de compresor 100. Los juegos de boquilla 130 se pueden conectar a un colector, tal como un colector de boquillas de la boca acampanada 710 o un colector de boquillas del cono de entrada 720. Cada juego de boquilla puede incluir una o más boquillas 132, presentando cada boquilla 132 un cuerpo de boquilla 134 y una punta de pulverización de boquilla 136 dispuesta en un extremo del cuerpo de boquilla 134.

En 1620, una o más plantillas y/o guías de instalación se aplican a una porción de una entrada del compresor para marcar una ubicación para cada una de las boquillas 132 de los juegos de boquilla 130. Las plantillas y/o guías de instalación pueden estar configuradas para, por ejemplo, marcar las posiciones de boquilla para una boquilla de la boca acampanada. Por ejemplo, una plantilla se puede posicionar alrededor de los montantes 222 del ensamblaje de boca acampanada 220 para marcar las posiciones de boquilla entre los montantes 222. Las posiciones de boquilla pueden incluir una boquilla 132 entre cada montante, aunque se pueden utilizar otras configuraciones. Otras plantillas y/o guías de instalación pueden estar configuradas para marcar las posiciones de boquilla para una boquilla del cono de entrada.

La plantilla o guía correspondiente se puede montar alrededor de los orificios de los pernos por los círculos de los orificios de los pernos existentes, por ejemplo.

5 En 1630, cada una de las boquillas 132 se posiciona en los ensamblajes de boca acampanada o bien de cono de entrada en el compresor en la ubicación marcada correspondiente. Las boquillas 132 se orientan para permitir que cada punta de pulverización de boquilla 136 se extienda hacia una ruta de flujo de aire de entrada del compresor dentro de la línea de visión de los álabes de compresor.

10 En 1640, cada juego de boquilla 130, incluyendo la una o más boquillas 132, se acopla a una salida de una bomba a través de una línea de reparto de fluido correspondiente 120. La bomba, tal como la bomba 110 del sistema de lavado de compresor 100, está configurada para suministrar fluido por las líneas de reparto de fluido 120 a los juegos de boquilla 130, desde los cuales el fluido es expulsado o dispersado al compresor para el lavado del mismo.

En 1650, el fluido se suministra selectivamente de la bomba 110 a uno o más juegos de boquilla 130. El suministro selectivo está basado en un patrón de secuenciación predeterminado que lava una porción deseada del compresor.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de lavado de compresor para lavar un compresor, comprendiendo el compresor una entrada (200) y una pluralidad de álabes de compresor, comprendiendo el sistema:
 - una bomba (110) configurada para suministrar fluido;
 - 5 una pluralidad de líneas de reparto de fluido (120), conectada cada una de la pluralidad de líneas de reparto de fluido (120) en un extremo a una salida de la bomba (110);
 - una pluralidad de juegos de boquilla (130), comprendiendo cada uno una o más boquillas (130) y posicionados en una abertura de la entrada (200) del compresor, de tal manera que la una o más boquillas (130) se extienden hacia una ruta de flujo de aire de entrada del compresor dentro de la
 - 10 línea de visión de la pluralidad de álabes de compresor, conectado cada uno de la pluralidad de sets de boquilla (130) en un extremo opuesto de una correspondiente de la pluralidad de líneas de reparto de fluido (120); y
 - una pluralidad de válvulas de control (140), conectada cada una de la pluralidad de válvulas de control (140) a una correspondiente de la pluralidad de líneas de reparto de fluido (120) entre la bomba (110) y un juego de boquilla correspondiente (130), en el que cada una de la pluralidad de válvulas de control (140) es operable para suministrar selectivamente fluido desde la bomba (110) a uno correspondiente de la pluralidad de juegos de boquilla (130).
2. El sistema de lavado de compresor de la Reivindicación 1,
 - 20 a) que comprende además una línea de drenaje (150) conectada en un extremo a una salida de la bomba (110);
 - un drenaje (170) conectado en el extremo opuesto de la línea de drenaje (150); y
 - una válvula de control de drenaje (160) conectada a la línea de drenaje (150) entre la bomba (110) y el drenaje (170), en el que la válvula de control de drenaje (160) es operable para suministrar selectivamente fluido desde la bomba al drenaje (170); y/o
 - 25 b) que comprende además un sensor (180) conectado en la línea de drenaje (150) y operable para monitorizar uno o más de la conductividad del fluido de drenaje, el nivel de pureza del fluido de drenaje, y la cantidad de contenido sólido dentro del fluido de drenaje en la línea de drenaje (150);
 - en el que la válvula de control de drenaje (160) suministra fluido desde la bomba (110) al drenaje (170) hasta que se alcanza un valor monitorizado preestablecido; y/o
 - 30 c) en el que cada uno de la pluralidad de juegos de boquilla (130) comprende un colector de boquillas (710), configurado cada colector de boquillas (710) para suministrar fluido a cada boquilla (130) dentro del juego de boquilla correspondiente (130).
3. El sistema de lavado de compresor de la Reivindicación 1 ó 2,
 - 35 a) en el que un colector de boquillas (710) está configurado para unirse a un ensamblaje de boca acampanada (220) de la entrada del compresor (220) y una pluralidad de montantes (222), en el que las boquillas (310) del colector de boquillas (710) están posicionadas entre uno o más de los montantes (222); y/o
 - b) en el que las boquillas están posicionadas además de manera que las boquillas (310) sean perpendiculares ± 20 grados de la cara de curvatura del ensamblaje de boca acampanada (220) en la
 - 40 ruta de flujo de aire; y/o
 - c) en el que las boquillas (310) posicionadas entre uno o más de los montantes (222) emiten un patrón de pulverización en una forma entre un patrón de pulverización en forma de ventilador plano y un patrón de pulverización en forma de cono para abarcar una porción de los álabes de compresor del compresor.
- 45 4. El sistema de lavado de compresor de una cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 3,
 - a) en el que un colector de boquillas (720) está configurado para unirse a una circunferencia de un cono de entrada (210) de la entrada del compresor (200), en el que las boquillas del colector de

boquillas (720) están posicionadas alrededor de la circunferencia del cono de entrada (210); y/o

b) en el que las boquillas (420) están posicionadas además de manera que cada boquilla (420) sea paralela ± 20 grados a la línea central de un rotor de compresor del compresor; y/o

c) en el que las boquillas (420) posicionadas alrededor de la circunferencia del cono de entrada (210) emiten un patrón de pulverización en una forma entre un patrón de pulverización en forma de ventilador plano y un patrón de pulverización en forma de cono para abarcar una porción de los álabes de compresor del compresor.

5. El sistema de lavado de compresor de una cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 4,

a) en el que cada uno de la pluralidad de juegos de boquilla (130) está posicionado para lavar una porción diferente de los álabes de compresor; y/o

b) en el que una línea de reparto de fluido (120), un juego de boquilla (130), y una válvula de control (140) correspondientes comprende una etapa, en el que cada etapa está posicionada para lavar una porción de los álabes de compresor en una dirección radial o circunferencial.

6. El sistema de lavado de compresor de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 5:

en el que las líneas de reparto de fluido (120), los juegos de boquilla (130), y las válvulas de control (140) constituyen una pluralidad de etapas para lavar un motor de turbina.

7. El sistema de lavado de compresor de la Reivindicación 6,

a) en el que cada boquilla (130) está posicionada en un cono de entrada del compresor o en un ensamblaje de boca acampanada (220) del compresor, en el que las boquillas se extienden hacia una ruta de flujo de aire de entrada del compresor y están posicionadas dentro de la línea de visión de los álabes de compresor; y/o

b) que comprende además una pluralidad de casquillos de ajuste, configurado cada casquillo de ajuste (610) para aguantar una boquilla (132) en su posición en la entrada (200) del compresor, en el que cada boquilla comprende además un collar de bloqueo (620) conectado al cuerpo de boquilla (134), configurado cada collar de bloqueo para asegurar la boquilla correspondiente (132) en un casquillo de ajuste correspondiente (610); y/o

c) en el que cada uno de la pluralidad de juegos de boquilla (130) comprende un colector de boquillas (710), configurado cada colector de boquillas (710) para suministrar fluido a cada boquilla (130) dentro del juego de boquilla correspondiente (130).

8. El sistema de lavado de compresor de la Reivindicación 6 ó 7,

a) en el que uno o más de la pluralidad de sets de boquilla (130) comprende un colector de boquillas de la boca acampanada (710) configurado para suministrar fluido a las boquillas posicionadas en un ensamblaje de boca acampanada (220) de la entrada del compresor (200) y/o

b) en el que uno o más de la pluralidad de sets de boquilla (130) comprende un colector de boquillas del cono de entrada (720) configurado para suministrar fluido a las boquillas posicionadas en un cono de entrada de la entrada del compresor (200); y/o

c) en el que cada colector de boquillas (710) comprende una tubería rígida conectada a un cuerpo de boquilla (134) de cada boquilla (132) del juego de boquilla correspondiente (130).

9. El sistema de lavado de compresor de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8,

a) que comprende además una conexión flexible (640) unida a y que se extiende desde cada cuerpo de boquilla (134) para la conexión a la tubería rígida; y/o

b) en el que cada colector de boquillas (710) comprende una canalización conectada a un cuerpo de boquilla (134) de cada boquilla (132) del set de boquilla correspondiente (130); y/o

c) en el que las boquillas (132) del colector de boquillas de la boca acampanada (710) están configuradas para cubrir un área más grande y/o para proporcionar más fluido que las boquillas (132) del colector de boquillas del cono de entrada (720).

10. El sistema de lavado de compresor de una cualquiera de las Reivindicaciones 6 a 9,
- 5 a) en el que el fluido es dirigido a una o más de la pluralidad de etapas en un patrón de secuenciación, comprendiendo el patrón de secuenciación una o más variaciones de tiempo, temperatura de fluido, flujo de fluido, y presión de fluido; y/o
- b) en el que las válvulas de control (140) comprenden válvulas de modulación, configuradas las válvulas de modulación para variar la presión dentro de las etapas correspondientes para conseguir una trayectoria de fluido deseada; y/o
- c) en el que cada una de las válvulas de modulación se abren a cantidades predeterminadas para conseguir la trayectoria de fluido deseada.
- 10 11. El sistema de lavado de compresor de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, que comprende además:
- una línea de drenaje (150) conectada en un extremo a una salida de la bomba (110);
- un drenaje (170) conectado en el extremo opuesto de la línea de drenaje (150); y
- 15 una válvula de control de drenaje (160) conectada a la línea de drenaje (150) entre la bomba (110) y el drenaje (170), en el que la válvula de control de drenaje (160) es operable para suministrar selectivamente fluido de la bomba (110) al drenaje (170), en el que la válvula de control de drenaje (160) es operable además para fluctuar la presión de boquilla dentro de una o más boquillas (132) para proporcionar un tamaño de las gotas de fluido deseado y una trayectoria de fluido deseada desde la una o más boquillas (132).
- 20 12. Un procedimiento para lavar un compresor, comprendiendo el compresor una entrada (200) y una pluralidad de álabes, comprendiendo el procedimiento:
- la provisión de uno o más juegos de boquilla (130), comprendiendo cada juego de boquilla (130) una o más boquillas (132), comprendiendo cada boquilla (132) un cuerpo de boquilla (134) y una punta de pulverización de boquilla dispuesta en un extremo del cuerpo de boquilla (134);
- 25 la aplicación de una o más plantillas y/o herramientas de instalación a una porción de una entrada del compresor para marcar una ubicación para cada una de la una o más boquillas (132);
- el posicionamiento de cada una de la una o más boquillas (132) de los juegos de boquilla (130) en una abertura en la entrada (200) del compresor en la ubicación marcada correspondiente de manera que cada boquilla (132) se extienda hacia la ruta de flujo de aire de entrada del compresor y con la línea de visión de la pluralidad de álabes de compresor;
- 30 el acoplamiento de cada uno del uno o más juegos de boquilla (130) a una salida de una bomba (110) a través de una línea de reparto de fluido correspondiente (120); y
- el suministro selectivo de fluido de la bomba (110) a uno o más del uno o más juegos de boquilla (130), en base a un patrón de secuenciación determinado para lavar una porción deseada de los álabes de compresor.
- 35 13. El procedimiento de la Reivindicación 12,
- a) en el que la aplicación de una o más plantillas y/o herramientas de instalación a una porción de una entrada (200) del compresor comprende el posicionamiento de una o más plantillas y/o herramientas de instalación en un cono de entrada del compresor o en un ensamblaje de boca acampanada (220) del compresor; y/o
- 40 b) que comprende además orificios de inserción de taladrado en la una o más plantillas y/o herramientas de instalación en las ubicaciones marcadas para posicionar las boquillas (132); y/o
- c) que comprende además la aplicación de casquillos de ajuste a cada orificio de inserción, en el que los casquillos de ajuste están configurados para aguantar en su posición una boquilla correspondiente, en el que cada boquilla (132) comprende además un collar de bloqueo (620) conectado al cuerpo de boquilla (134), configurado cada collar de bloqueo (620) para asegurar la boquilla correspondiente (132) en un casquillo de ajuste correspondiente.
- 45 14. El procedimiento de la Reivindicación 12 ó 13,

- 5 a) en el que uno o más de la pluralidad de juegos de boquilla (130) comprende un colector de boquillas de la boca acampanada (710) configurado para suministrar fluido a las boquillas (132) posicionadas en un ensamblaje de boca acampanada (220) de la entrada del compresor (200), en el que una o más de las plantillas y/o herramientas de instalación aplicadas se monta alrededor de los montantes (222) de un cubo de rodamiento para marcar las posiciones de boquilla entre los montantes (222) del ensamblaje de boca acampanada (220); y/o
- 10 b) en el que uno o más de la pluralidad de juegos de boquilla (130) comprende un colector de boquillas del cono de entrada (720) configurado para suministrar fluido a las boquillas (132) posicionadas en un cono de entrada de la entrada del compresor, en el que una o más de las plantillas y/o herramientas de instalación aplicadas se monta alrededor de una circunferencia interna del cono de entrada para marcar las posiciones de boquilla alrededor de la circunferencia.
15. El procedimiento de una cualquiera de las Reivindicaciones 12 a 14,
- 15 a) que comprende además la instalación de las boquillas (132) en el cono de entrada o en el ensamblaje de boca acampanada (220) del compresor con una herramienta de instalación del cono que comprende una guía de broca configurada para taladrar un ángulo de posicionamiento para las puntas de pulverización de boquilla de las boquillas (132); y/o
- 20 b) en el que la una o más plantillas comprende una plantilla de un montante o una plantilla de dos montantes para marcar los puntos de penetración de los orificios de las boquillas de la boca acampanada para la inserción y la colocación de las boquillas de la boca acampanada en el ensamblaje de boca acampanada, en el que la plantilla de un montante es configurable para posicionarse alrededor de un montante del ensamblaje de boca acampanada (220), y en el que la plantilla de dos montantes es configurable para posicionarse alrededor de dos montantes del ensamblaje de boca acampanada.

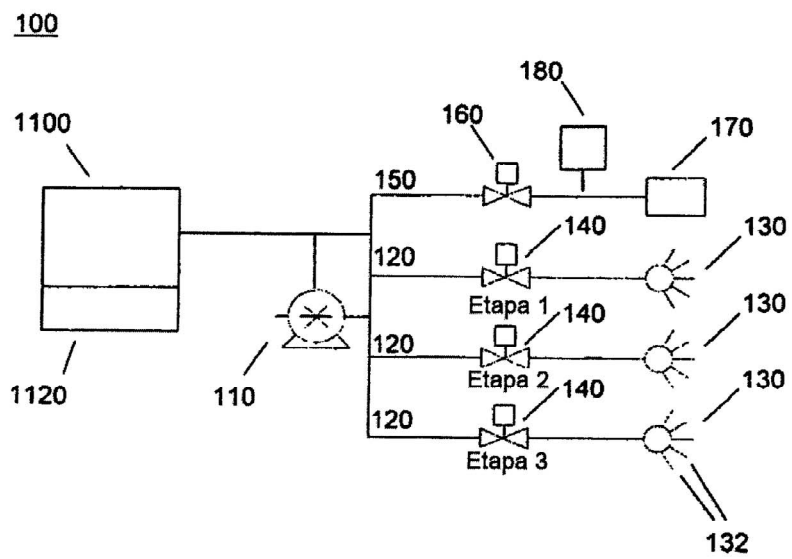


FIG. 1

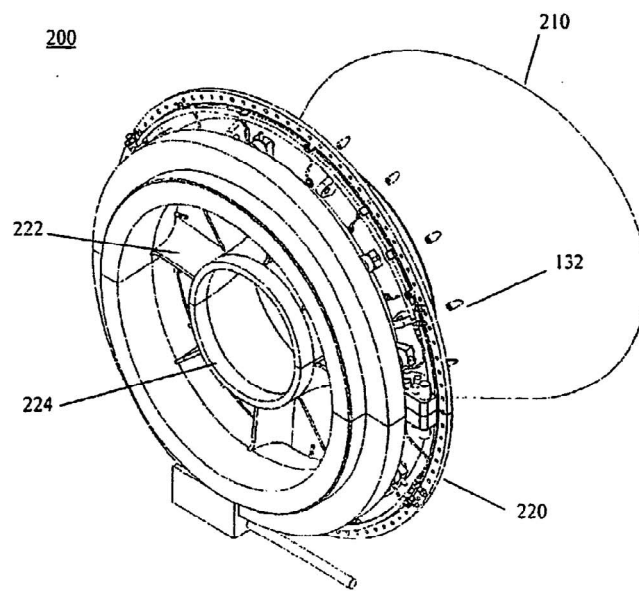


FIG. 2a

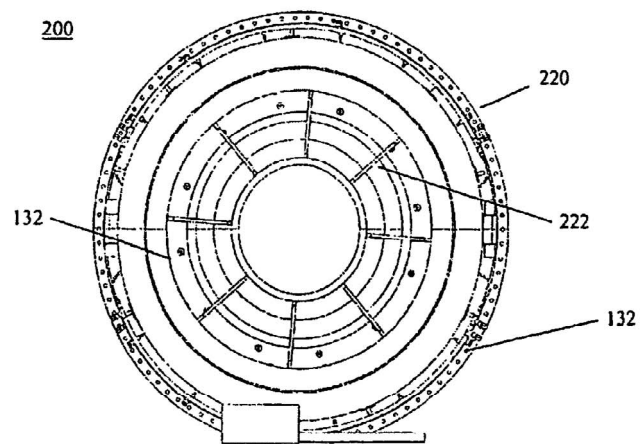


FIG. 2b

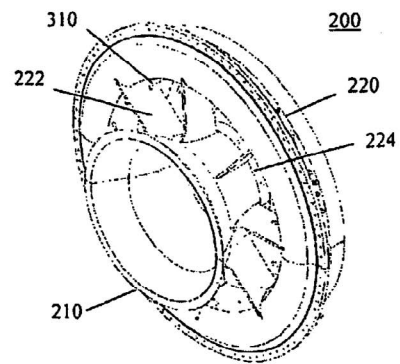


FIG. 3

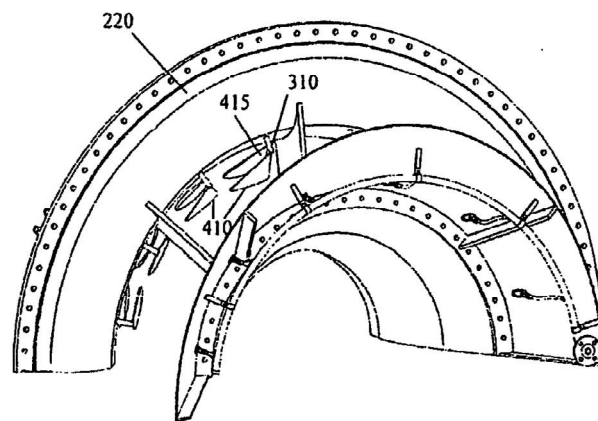


FIG. 4a

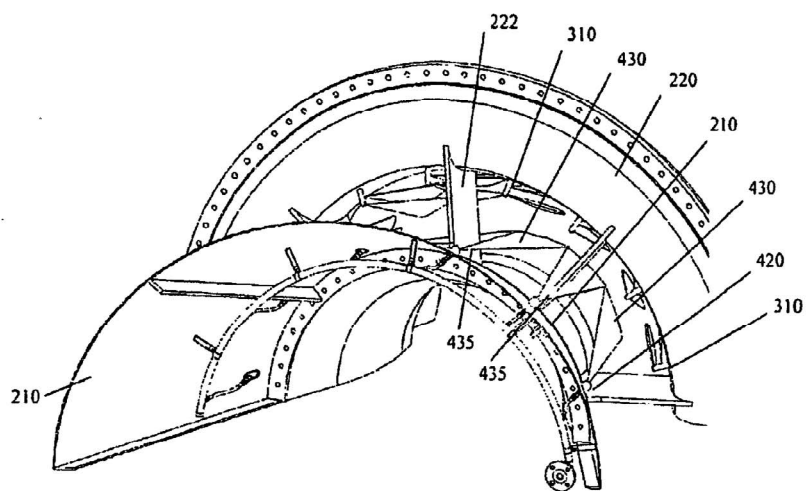


FIG. 4b

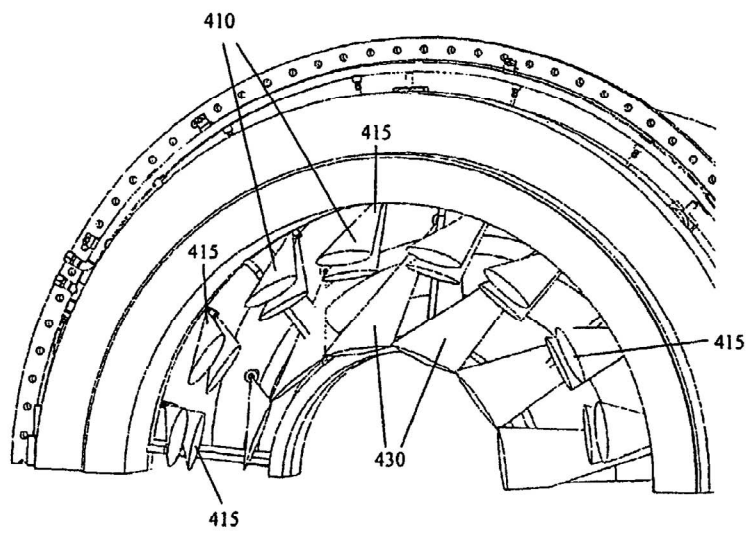


FIG. 4c

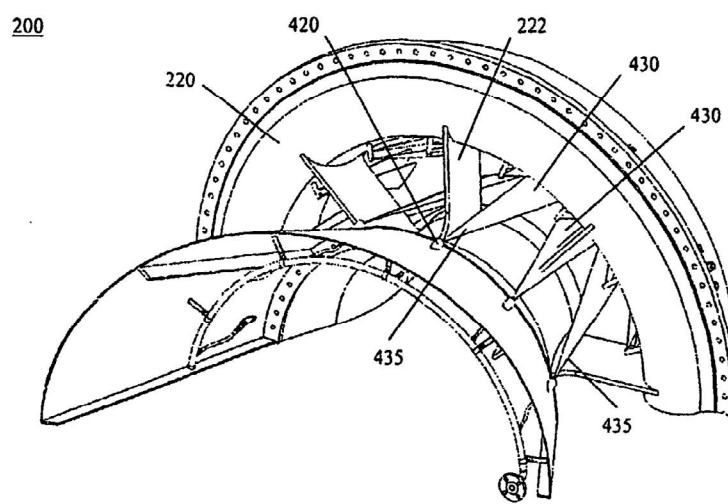


FIG. 4d

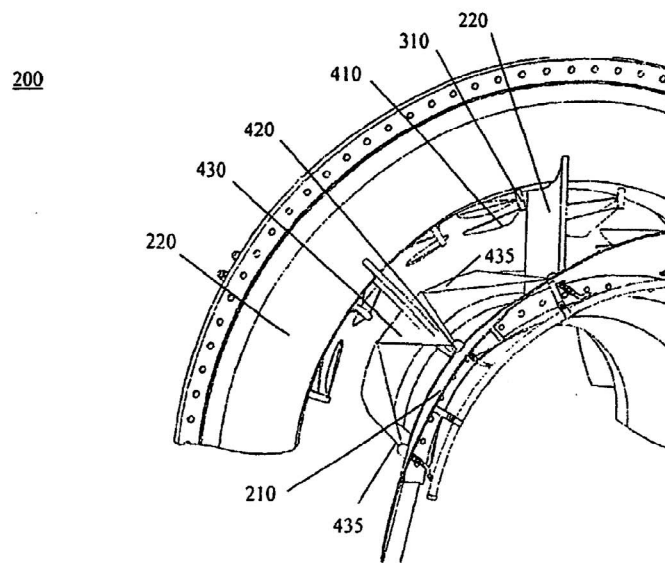


FIG. 4e

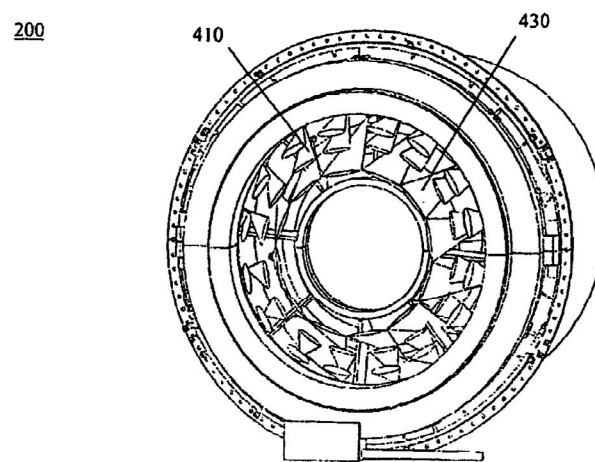


FIG. 4f

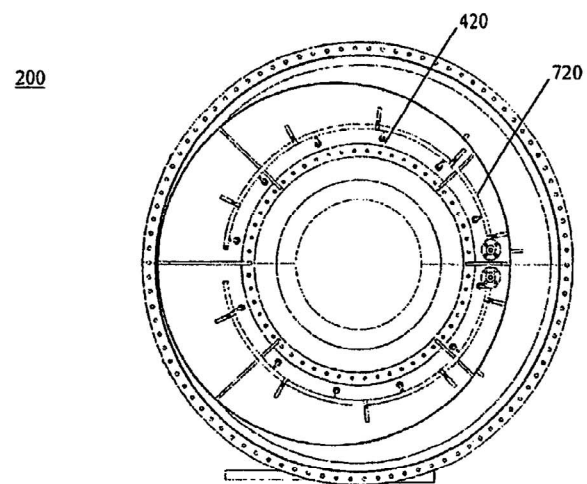


FIG. 5

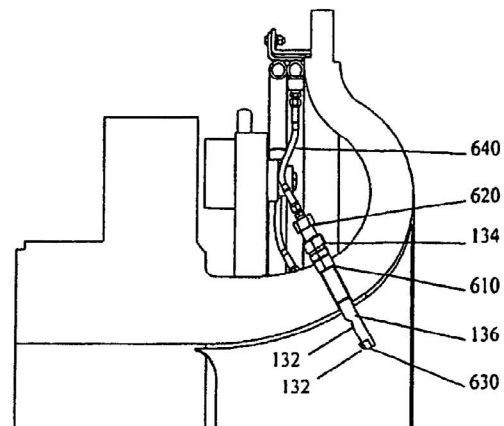


FIG. 6

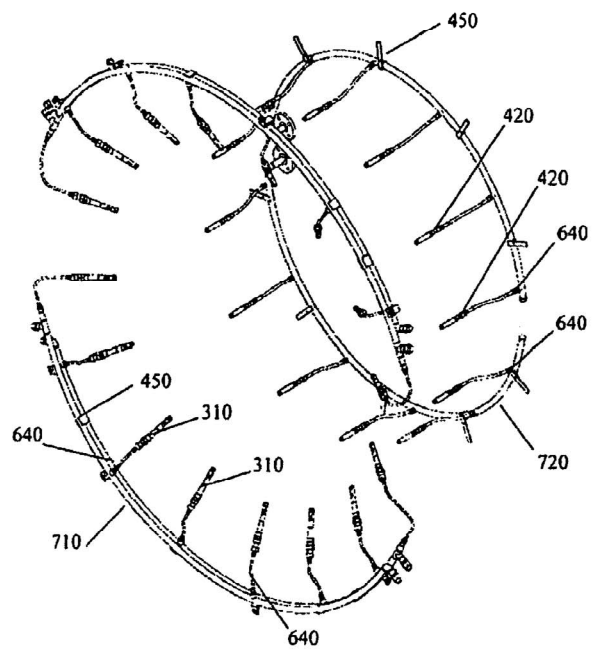


FIG. 7a

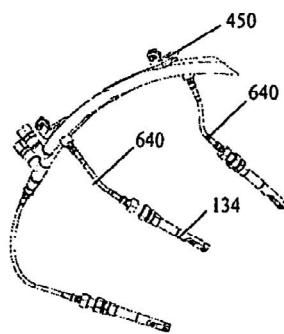


FIG. 7b

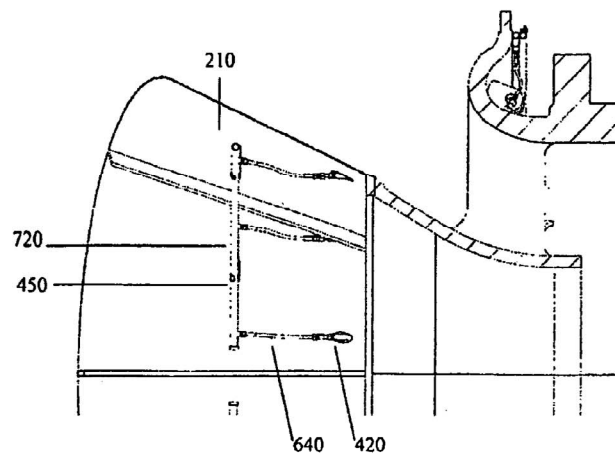


FIG. 8a

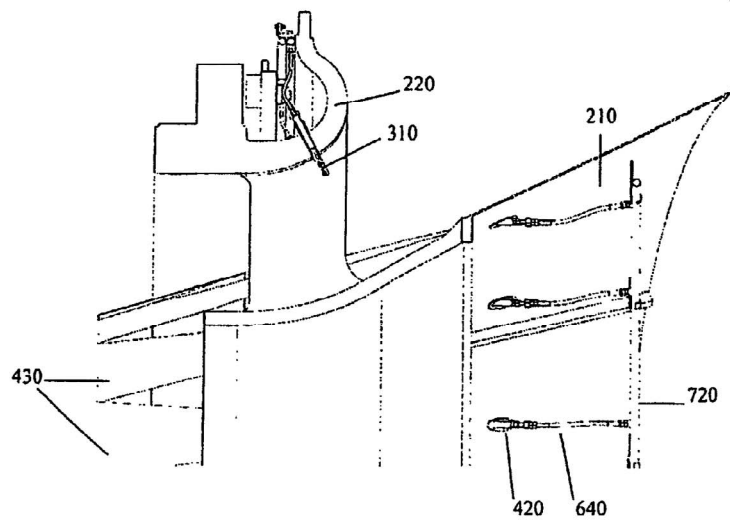


FIG. 8d

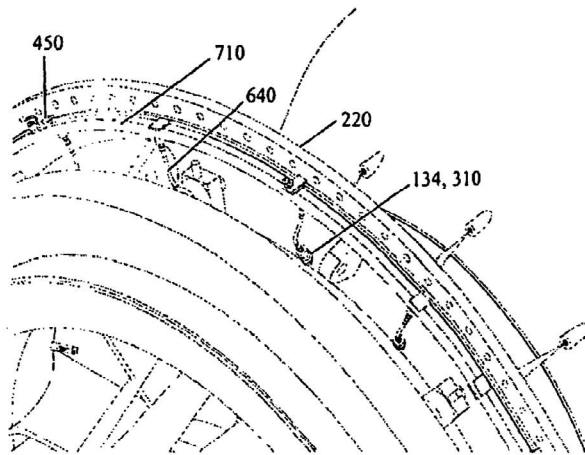


FIG. 9a

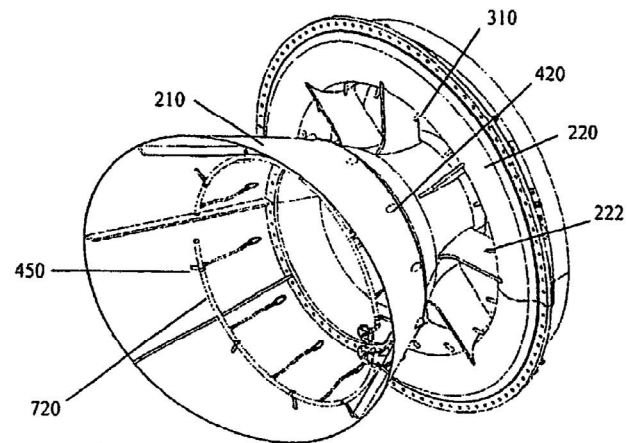


FIG. 9b

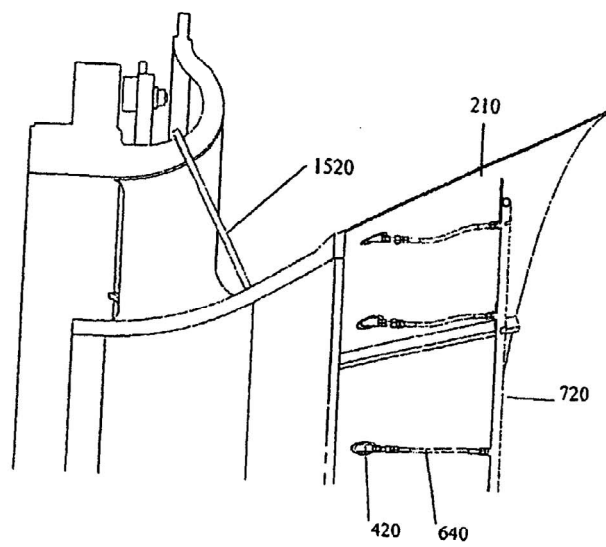


FIG. 8b

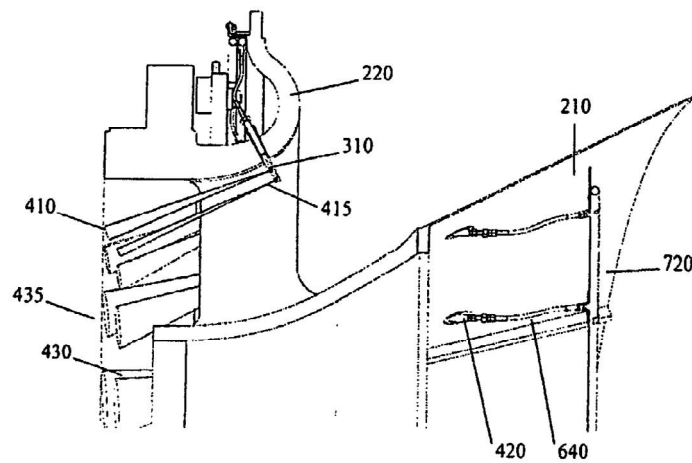


FIG. 8c

200

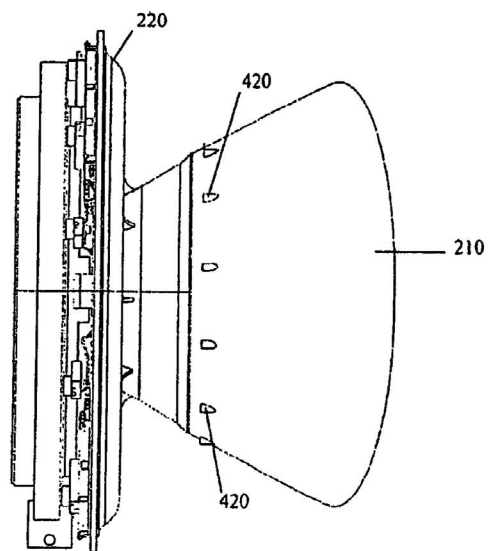


FIG. 9c

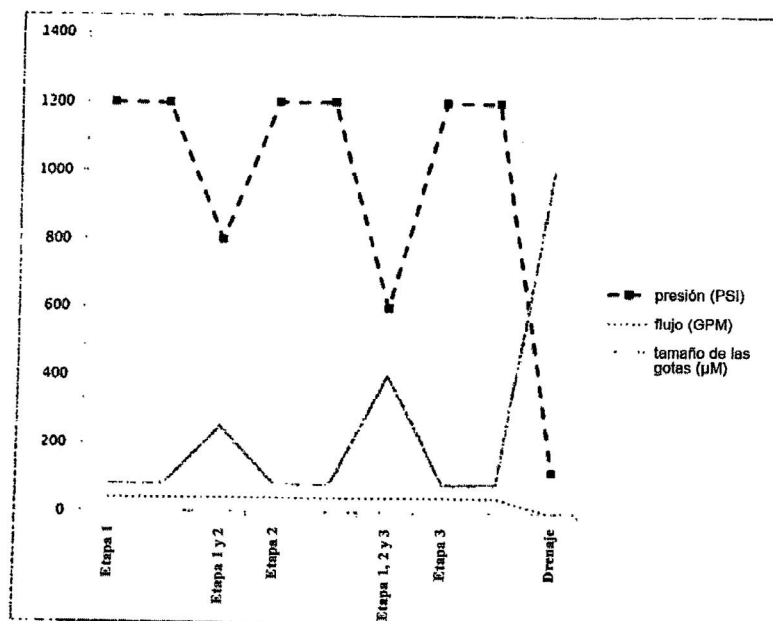


FIG. 10

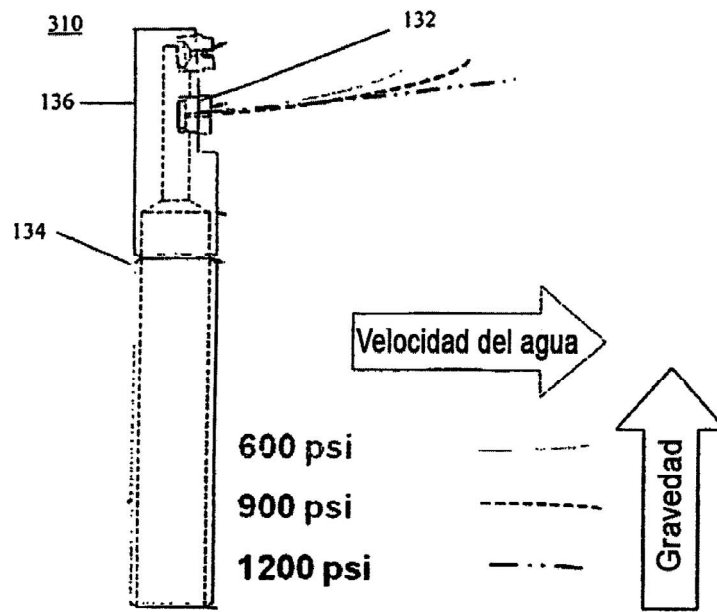


FIG. 11

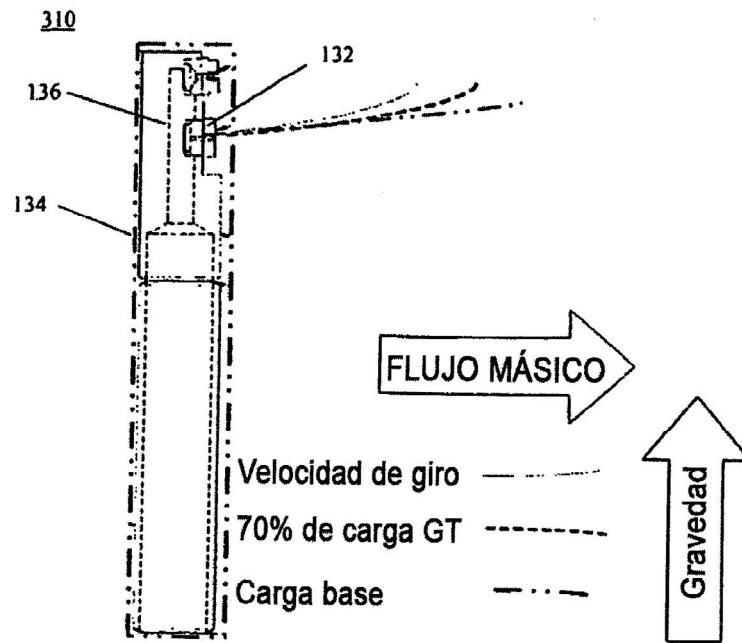


FIG. 12

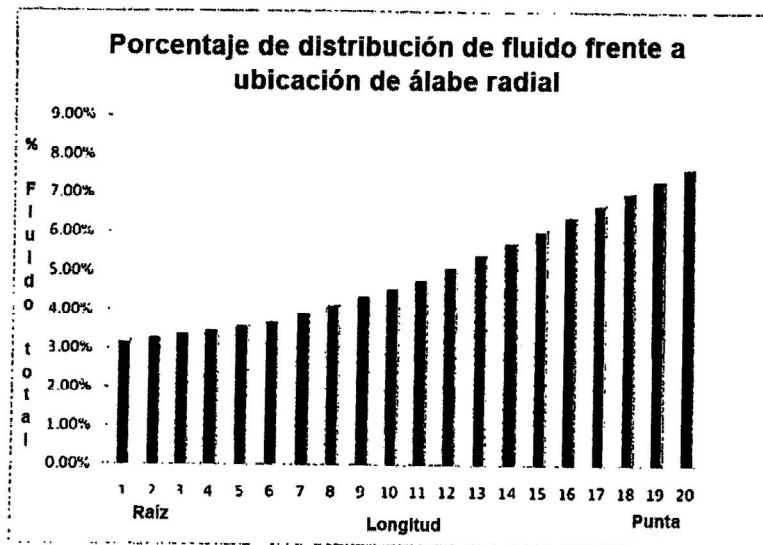


FIG. 13

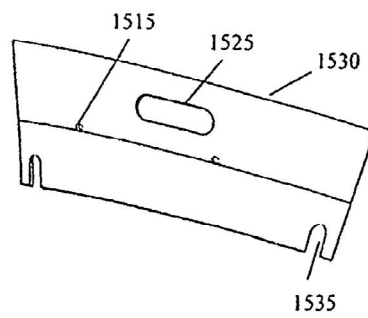


FIG. 15d

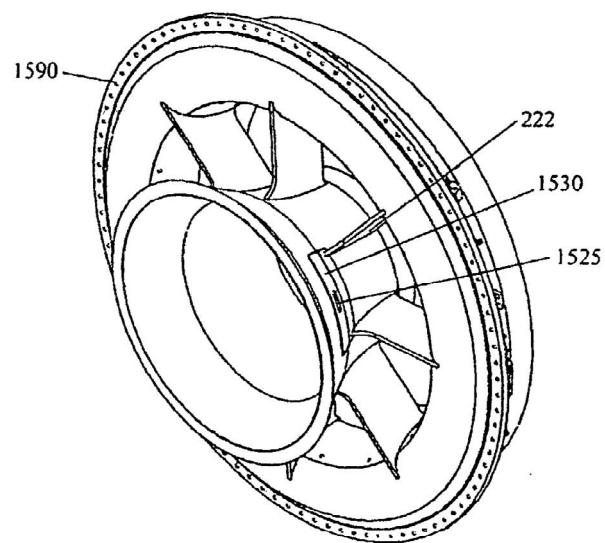


FIG. 15e

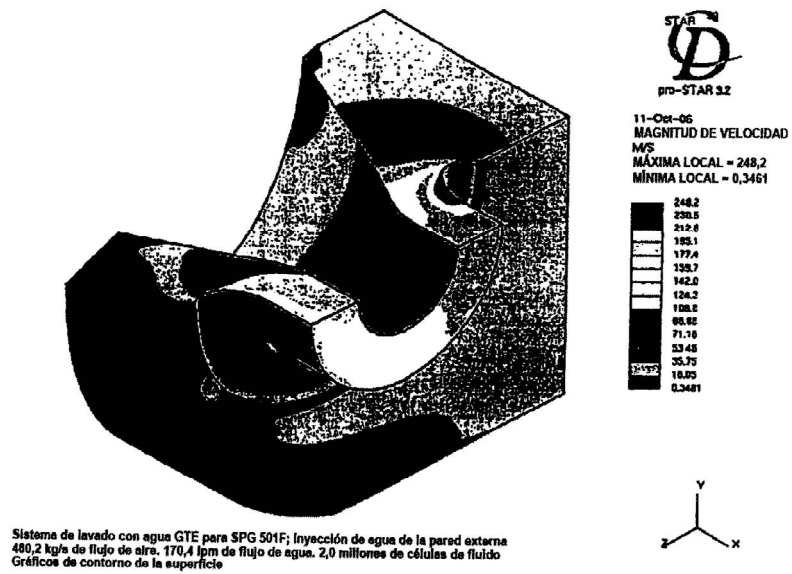


FIG. 14

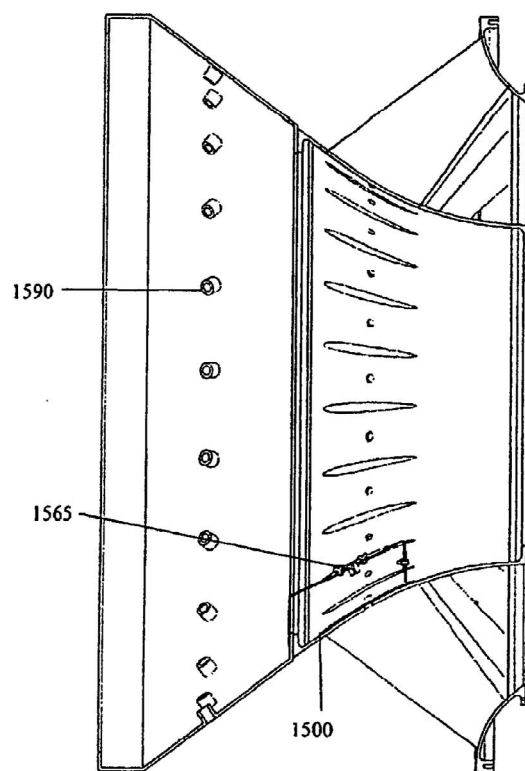


FIG. 15a

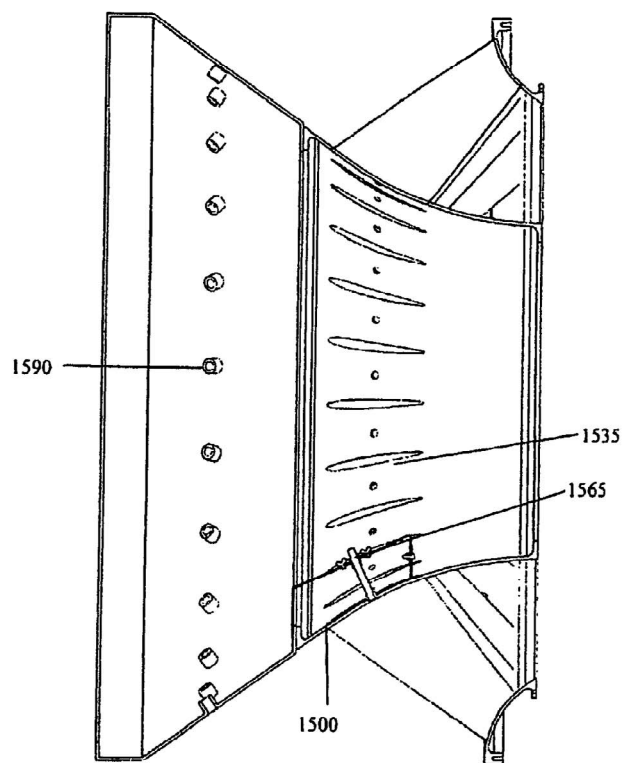


FIG. 15b

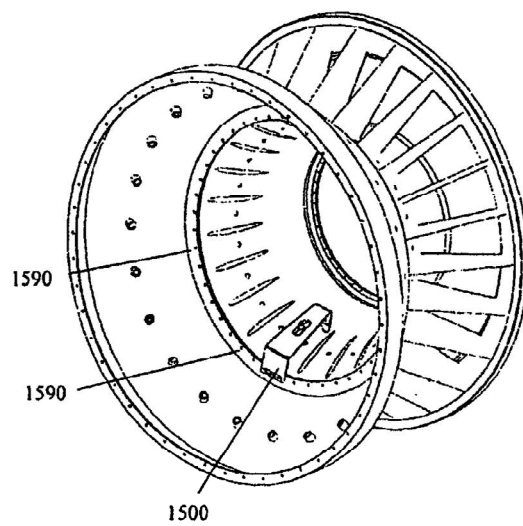


FIG. 15c

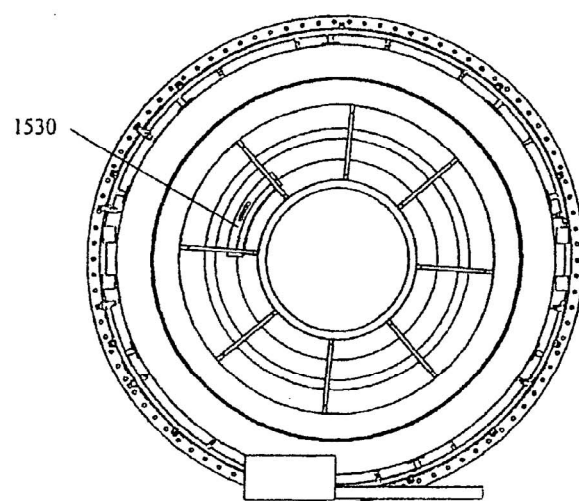


FIG. 15f

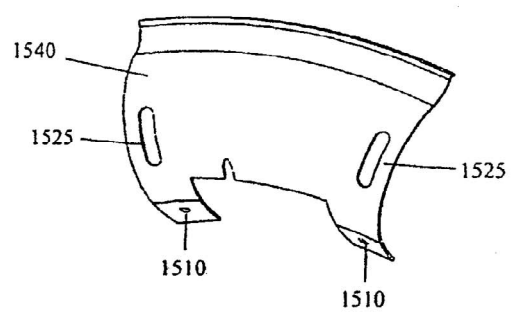


FIG. 15g

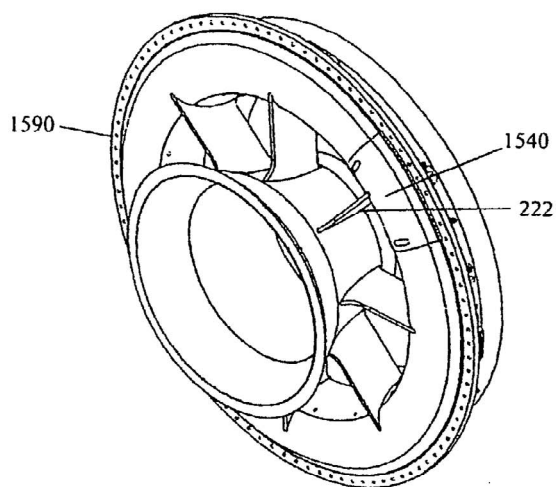


FIG. 15h

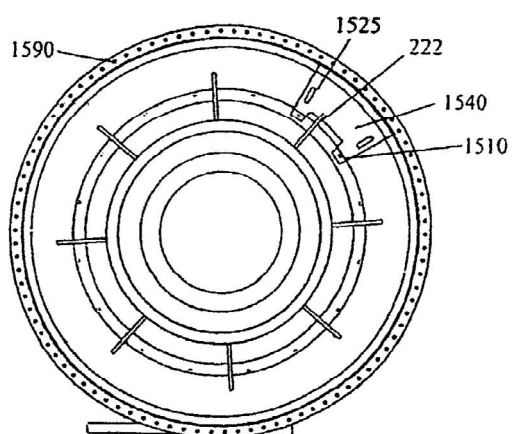


FIG. 15i

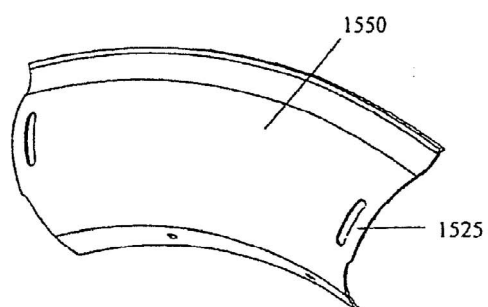


FIG. 15j

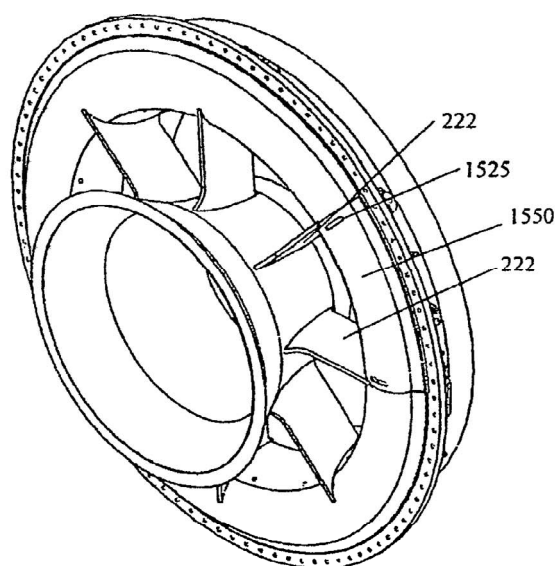


FIG. 15k

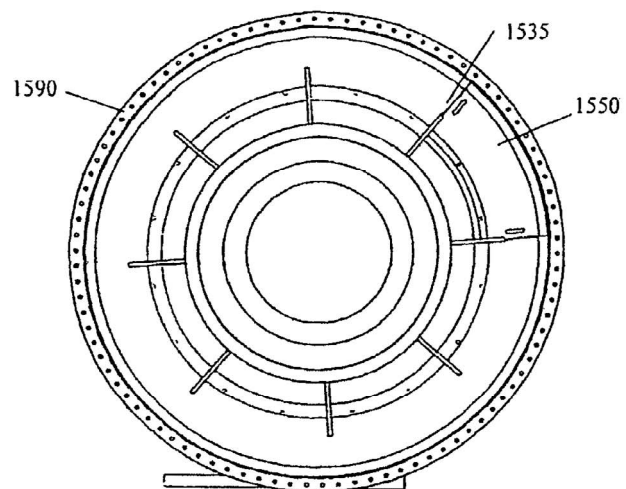


FIG. 15l

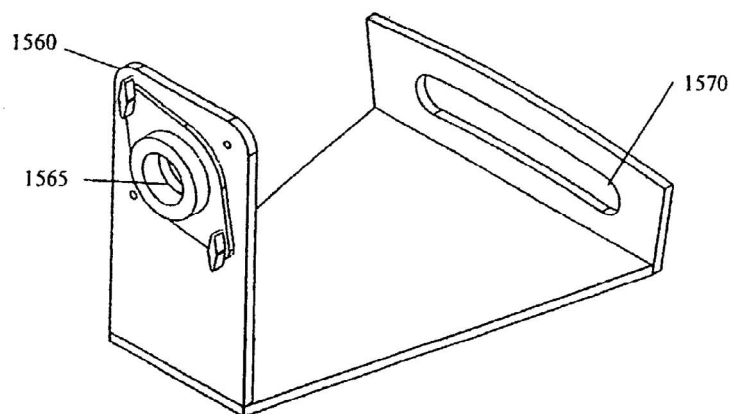


FIG. 15m

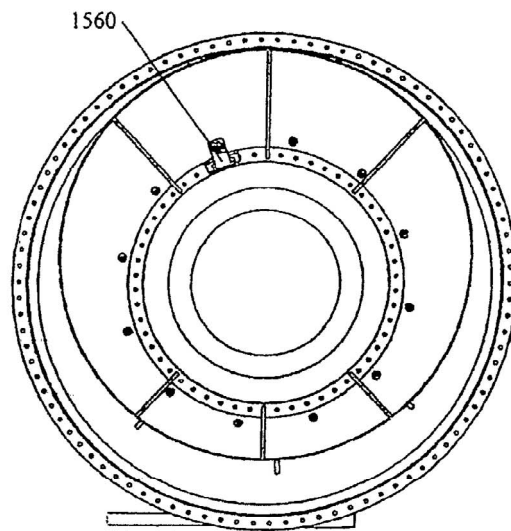


FIG. 15n

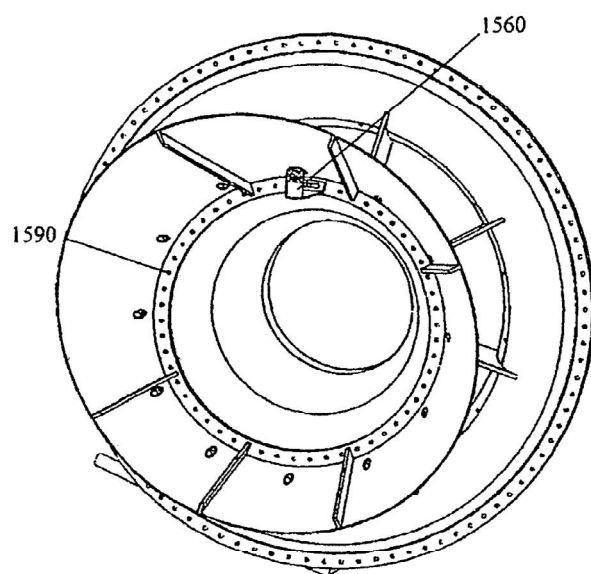


FIG. 15o

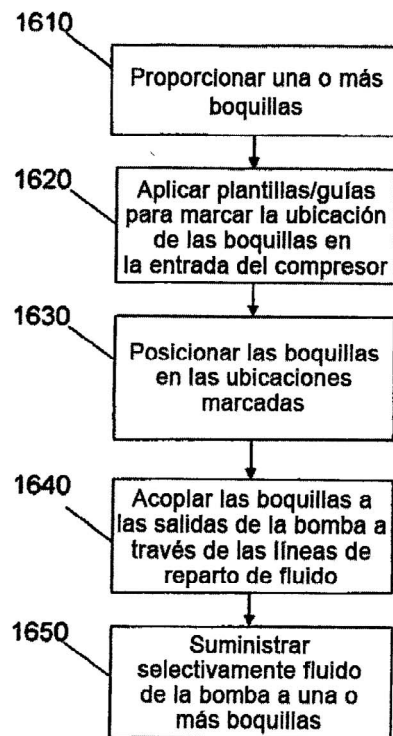


FIG. 16

DOCUMENTOS INDICADOS EN LA DESCRIPCIÓN

En la lista de documentos indicados por el solicitante se ha recogido exclusivamente para información del lector, y no es parte constituyente del documento de patente europeo. Ha sido recopilada con el mayor cuidado; sin embargo, la EPA no asume ninguna responsabilidad por posibles errores u omisiones.

5 Documentos de patente indicados en la descripción

- US 2007059159 A1 [0010]
- US 5868860 A [0085]
- EP 0933502 A2 [0010]