(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 552 232**

(51) Int. CI.:

F02C 1/05 (2006.01)
F02C 3/30 (2006.01)
F02C 7/143 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2004 E 04736934 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 1633963**

(54) Título: **Sistema de tratamiento y presurización de agua para el enfriamiento adiabático de aire comburente**

(30) Prioridad:

19.06.2003 IT MI20031245

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2015

(73) Titular/es:

DITTA EDOARDO LOSSA S.P.A. (100.0%)
Via E. De Nicola, 26
20090 Cesano Boscone (MI), IT

(72) Inventor/es:

BEVILACQUA, LEOPOLDO;
GASPARETTO, ROBERTO y
DI RIENZO, ALDO

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de tratamiento y presurización de agua para el enfriamiento adiabático de aire comburente

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento y presurización de agua para el enfriamiento adiabático de aire comburente. En particular, dicho aire es utilizado por máquinas y plantas industriales para la alimentación de turbinas de gas en configuraciones de movilidad, diseñadas por constructores y usuarios de las mismas.

En particular, un propósito de la invención se refiere a un sistema cuyos componentes consisten en una unidad de tratamiento y presurización para alimentar, bajo ciertas condiciones específicas y controladas, una planta de humidificación o más de una que funcionan en campos sicométricos saturados y sobresaturados, capaz de tratar el mencionado aire comburente, para una densidad óptima, con el fin de satisfacer las demandas establecidas por constructores y usuarios relativas a las turbinas de gas mismas. Las condiciones ideales de densidad de dicho aire comburente están establecidas, de acuerdo con las normas ISO, en una temperatura de 15ºC, una humedad relativa del 60% y una presión barométrica de 1.013 hPa. El sistema se concibió para ser integrado en secciones de tratamiento de aire comburente tanto para plantas nuevas como para plantas ya existentes. Los componentes del sistema objeto de la presente invención se concibieron, seleccionaron y dimensionaron en relación con su uso específico.

Las experiencias conocidas hasta ahora en el campo del enfriamiento adiabático de aire comburente para turbinas de gas han mostrado, en el abanico más amplio de aplicaciones, la importancia y la contribución que ofrece este proceso a las mejoras funcionales y relativas a la energía proporcionadas en instalaciones de las mencionadas turbinas de gas. El tipo de instalación que ofrece una relación excelente entre inversión, retorno de capital y rendimientos técnicos es la denominada instalación de “nebulización”. Existen varias versiones de este sistema, que ha sido adoptado en muchas áreas industriales, ha experimentado una evolución gradual y todavía representa una buena base para un desarrollo futuro. En el seno de esta tecnología, la mejor solución desde un punto de vista energético, está representada por la omisión de los separadores de gotas. Esto permite que las gotas de presión del flujo aeriforme que pasa a través de la unidad de tratamiento sean limitadas. La eliminación de los separadores de gotas, sin embargo, requiere el uso de inyectores que tienen características tales como para permitir un espectro dimensional de las gotas individuales, que proceden del proceso de vaporización, que satisfacen los parámetros pedidos por los constructores y los usuarios de plantas que adoptan tales turbinas. Las experiencias conocidas hasta ahora en instalaciones de enfriamiento de aire comburente han revelado diversos problemas que la presente invención se propone ayudar a resolver. Pueden mencionarse los siguientes problemas:

- un nivel de presión superior a 100 – 120 bar del agua utilizada obliga al uso de materiales, adoptados para la construcción de los inyectores y las bombas, con características mecánicas superiores. La duración de estos componentes, a pesar de las selecciones técnicas adecuadas, puede sufrir una importante reducción, mientras que los costes de funcionamiento pueden elevarse;

- las condiciones de funcionamiento observadas hasta ahora han revelado la importancia de la uniformidad y la constancia del flujo de agua que alimenta de presión a los inyectores. Con el fin de mantener un intervalo de presión de alimentación tan estrecho como sea posible, el funcionamiento de las bombas necesita de un sistema de regulación especial. Un grado de fraccionamiento elevado en el sistema de bombeo, adoptado por algunos constructores, no resulta suficiente por sí mismo para garantizar las condiciones de funcionamiento que permiten unas condiciones óptimas de eyección del agua vaporizada. La inserción y la desconexión de los motores de bombeo individuales debe programarse consecuentemente para permitir el uso óptimo del tipo de inyectores instalados. Debe hacerse énfasis, por lo tanto, en un nuevo sistema de parcialización del flujo de agua a las rampas de inyector individuales;

- los sistemas de control y regulación de humidificación y saturación y/o sobresaturación del aire no son siempre capaces de controlar con precisión las condiciones sicométricos reales del aire comburente, en ausencia de unidades de regulación y control con la interacción de realimentación relativa (por ejemplo, aguas abajo del proceso de vaporización). Esto puede causar condiciones de alimentación inapropiadas en las turbinas de gas (por ejemplo, una sobre-nebulización incontrolada), con posibles variaciones en la entrega de energía y daños debidos a la erosión de los componentes mismos de la turbina;

- la experiencia ha demostrado que la ubicación de las unidades de medida y control no debe posibilitar su posible hundimiento con el consecuente arrastre de componentes hacia la turbina aguas abajo del lugar de tratamiento. En el caso de la inserción de plantas de enfriamiento adiabático en estructuras existentes, puede ocurrir un fenómeno de turbulencia incontrolada, lo que puede crear diferencias considerables en las condiciones termo-higrométricas en varios puntos de las coordenadas de una sección de paso del flujo aeriforme. La configuración y la ubicación de los puntos de control y medida debe por lo tanto superar este problema con las desventajas relativas observadas hasta ahora en algunas instalaciones;

- en la mayoría de los sistemas de control y regulación instalados actualmente, la falta de modulación de los

caudales de flujo de agua en las bombas individuales, provoca un gran número de conexiones y desconexiones de las mismas, con el consiguiente deterioro mecánico de las bombas y de los componentes eléctricos. Este problema, sostenido por una intervención particular, prolongada e incontrolada de las bombas, puede provocar un flujo de agua incontrolado a los inyectores y una consecuente ausencia de control de las condiciones termo-higrométricas en la admisión del compresor de la turbina.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema capaz de superar, entre otras cosas, las desventajas listadas anteriormente.

Este objetivo y otros objetivos de acuerdo con la presente invención se consiguen produciendo un sistema de tratamiento y presurización de agua para el enfriamiento adiabático de aire comburente tal como se ilustra en la reivindicación 1, el preámbulo de la cual se describe en el documento US2001/022078.

Otras características de la invención surgen de las reivindicaciones subsiguientes.

A partir de todo lo que se especificó anteriormente, se ha elaborado la solución integrada que sigue, que da como resultado un sistema que puede satisfacer las demandas de constructores y usuarios de plantas que utilizan turbinas de gas.

El planteamiento de la presente invención consiste en seleccionar e integrar una serie de productos específicos, diseñados e insertados en el seno del contexto de un sistema de enfriamiento adiabático de aire comburente para turbinas de gas.

Entre los parámetros más importantes, no listados de manera exhaustiva, pueden mencionarse de manera ventajosa los siguientes:

- la posibilidad de integrar el sistema de vaporización de agua en configuraciones de planta auxiliares tanto de construcciones nuevas como de construcciones ya existentes;

- la posibilidad de saturar el aire comburente, con el fin de obtener mejoras en las entregas de energía necesarias. Si se desea, la sobresaturación temporal del aire también debe ser factible;

- la posibilidad de mantener un intervalo de presión, preferiblemente variando en el intervalo comprendido entre 70 y 120 bar, compatible con las condiciones de funcionamiento óptimas de los inyectores de vaporización previstos, que permite que el agua vaporizada sea introducida en el flujo de aire comburente en forma de gotas con un alto grado de uniformidad dimensional, dentro de un intervalo de 10 - 20 micras (D10) y 10 - 30 micras de acuerdo con el valor calculado del Diámetro Medio de Sauter (D32);

- la posibilidad de mantener en la fase de modulación de la planta en funcionamiento, el caudal de flujo de agua y la presión de alimentación a los inyectores dentro de un intervalo pre-seleccionado, cercano a las condiciones óptimas de uso de los inyectores.

Las características y las ventajas de un sistema de tratamiento y presurización de agua para el enfriamiento adiabático de aire comburente de acuerdo con la invención se apreciarán de manera más evidente a partir de la descripción ilustrativa y no limitante que sigue, que se refiere a los dibujos esquemáticos adjuntos en los cuales:

la figura 1 es una vista esquemática de una realización de un sistema de tratamiento de agua para el enfriamiento adiabático de aire comburente de acuerdo con la invención;

la figura 2 es una vista parcial de la figura 1;

la figura 3 es una vista ampliada de una estación de bombeo;

la figura 4 es una vista en perspectiva de un primer ejemplo de realización de una unidad de alojamiento de sonda que forma parte del sistema representado en la figura 1;

las figuras 5, 6 y 7 son una vista lateral elevada, una vista en planta superior y una vista en perspectiva explotada, respectivamente, de un segundo ejemplo de realización de una unidad de alojamiento de sonda que puede formar parte del sistema representado en la figura 1.

Haciendo referencia a la figura, ésta muestra de manera esquemática un sistema de tratamiento y presurización para el enfriamiento adiabático de aire comburente, utilizado por máquinas y plantas industriales previstas para la alimentación de turbinas de gas. Tal como se mencionó anteriormente, el sistema lleva a cabo su acción específicamente bajo las condiciones ideales establecidas.

El sistema, objeto de la presente invención, comprende una zona de alimentación de aire, que puede esquematizarse en una cámara 11, que envía el aire a rampas 12 de portainyector para la vaporización de agua antes de la admisión 13 hacia adentro de un conducto 14 que transporta aire hacia la turbina 15. El agua de vaporización es transportada hasta las rampas 12 de portainyector desde una estación 16 de presurización de agua

de vaporización.

En la cámara 11, también hay una sonda 17 de temperatura de aire atmosférico, una sonda 18 de humedad de aire atmosférico y opcionalmente una sonda 19 de presión diferencial para el control del flujo de aire.

El dimensionado, con respecto al caudal de flujo de agua, la prevalencia, la selección de los materiales de construcción, el fraccionamiento del caudal de flujo total y las características hidrodinámicas de los componentes individuales de la estación 16 de presurización de agua de vaporización, están en relación con la turbina o turbinas 15 de gas a las que están sujetas. La presión máxima de funcionamiento es preferiblemente de 120 bar. Este valor está establecido por las características hidrodinámica de los inyectores 20 previstos. Sobre la base de las selecciones del proyecto, esta elección pretende evitar el estrés físico-mecánico en el sistema, observado en otros tipos de plantas, teniendo los mismos propósitos de funcionamiento y funcionando a presiones mayores que 120 bar aproximadamente. En particular, en el caso de un grupo de múltiples bombas, agregadas a un único sistema de control, pueden seleccionarse una o más bombas con condiciones de caudal de flujo y prevalencia diferentes. Esto permite una función de regulación, controlada por la planta que se describirá a continuación, capaz de satisfacer magnitudes de caudal de flujo y prevalencia, específicas para los inyectores, en particular bajo condiciones de parcialización de las mismas. La unidad de funcionamiento de válvula se selecciona y se inserta en la estación en cuestión con funciones de protección de los componentes individuales, selección de intervención de la bomba o las bombas, apertura/cierre de la intercepción y/o válvulas de regulación y parcialización. Las operaciones ligadas a estas funciones pueden efectuarse de manera manual y/o de manera automática. Las bombas pueden estar totalmente o parcialmente equipadas con un inversor continuo eléctrico-electrónico de la velocidad de rotación. Esto permite una intervención específica para controlar las condiciones termo-higrométricas del flujo de aire comburente, enviado a la turbina o turbinas 15 de gas.

Los componentes principales pueden consistir en un depósito 21 de recogida del agua de alimentación de la planta, previsto con el fin de obtener una presión de alimentación constante a las bombas 22 individuales y equipado con un sistema de control de niveles mínimo 23 y máximo 24, así como en conexiones de alimentación a las bombas 22 y conexión a la válvula o válvulas de derivación del colector o colectores 25 (Figura 1 y Figura 2). Existe una bomba 22 o más de una para la presurización de dicha agua, seleccionadas para un determinado caudal de flujo de agua en relación con la turbina o turbinas 15 de gas sujetas a la misma, y una presión de funcionamiento máxima de preferiblemente 120 bar. La bomba o bombas 22 están equipadas, cada una de ellas, con una serie de componentes (Figura 3) que, en el lado de succión, son una válvula 26 de intercepción manual para excluir el agua de alimentación, una válvula 27 electromagnética del tipo abierta/cerrada aguas arriba de un filtro 28 y un regulador 29 de presión para regular la presión mínima. La válvula 27 electromagnética está dispuesta de manera que excluye automáticamente el flujo cuando el funcionamiento de la bomba o bombas 22 está en modo de espera o cuando la planta está cerrada. El filtro 28, que es mecánico y, por ejemplo, de tipo cartucho, tiene una capacidad de filtrado de 10/20 micras. También existe un manómetro 30 de baño de glicerina, con una acción mecánica para la lectura analógica de la presión de alimentación in situ, el manómetro 29 de seguridad de presión mínima, interconectado con el sistema de regulación, para proteger a la bomba o bombas 22 en caso de ausencia de flujo de agua, con conexión al sistema de control y regulación. Finalmente, existe una conexión 31 flexible al conducto transportador de agua.

En el lado de presión de la bomba 22, existe un manómetro 32 para controlar el estado de presurización, una válvula 33 de seguridad pre-calibrada para la protección de la planta de la máxima presión de funcionamiento permitida. Adicionalmente, existe un acumulador 34 hidráulico para la compensación de las diferencias de presión generadas por el funcionamiento de las bombas. Una válvula 35 de derivación de tres vías, calibrada al máximo valor de funcionamiento, preferiblemente no mayor de 120 bar e inferior al valor de calibración de la válvula de seguridad, precede a una válvula 36 de tres vías, insertada aguas abajo y en secuencia con la válvula 35 de derivación previa. Esto permite la descarga de la red de suministro cuando se paran las bombas 22, evitando de esta manera la dispersión del flujo aeráulico de gotas de agua, que no es apropiado para el proceso de enfriamiento. El sistema de medida, regulación y control posibilita la activación de esta válvula, en relación con las condiciones de funcionamiento del sistema. Recibe el consenso de apertura para el transporte del agua al colector o colectores y a la rampa o rampas de portainyector cuando la presión de alimentación alcanza un valor mínimo de 70 bar.

Finalmente, un regulador 37 de presión de la presión máxima/mínima es capaz de garantizar el intervalo de presión de funcionamiento y la optimización de la presión del fluido enviado a los inyectores, y también verifica cualquier posible anomalía de funcionamiento en los componentes de transporte de agua a los inyectores. Las señales generadas allí son identificadas y transmitidas a las posiciones previstas en el sistema de regulación.

Cuando existen una serie de bombas, éstas pueden estar totalmente o parcialmente equipadas con un inversor-motor 38 asociado con un control 38a eléctrico-electrónico continuo de su régimen de rotación. Las bombas equipadas con el inversor controlan las regulaciones intermedias mínimas y existe un conducto 40 flexible para la conexión de dicha bomba a los colectores 39 de rampa de soporte.

El funcionamiento automático de la estación se lleva a cabo mediante el sistema de medida, regulación y control que se describirá a continuación.

La configuración del siguiente sistema de enfriamiento, que posee la característica de vaporizar agua en un ciclo abierto, requiere, además de un tratamiento aguas arriba de la estación de presurización y levantamiento, una planta de tratamiento del agua de vaporización. Esto se diseña y se construye en relación con las características fisicoquímicas del agua suministrada a los inyectores. En particular, se inserta un paso (o varios) de separación mecánica/filtrado de los lodos de lavado, utilizando componentes que lleven a cabo una acción mecánica y/o electromagnética. El funcionamiento puede ser manual y/o automático, en relación con las condiciones de flujo de entrada del agua de alimentación y los volúmenes de agua deseados.

También está prevista una planta de medida, control y regulación, con el propósito de controlar el desarrollo del proceso, apropiada para cumplir las condiciones de estado sicométrico, previstos para el funcionamiento preseleccionado del sistema. Esto contempla la humidificación y el enfriamiento adiabático del aire comburente hasta valores cercanos a la saturación. Existe también la posibilidad de alcanzar una sobresaturación controlada. Las diferencias en temperatura, valores de humedad relativa y absoluta, y también los valores de entalpía obtenidos a partir del proceso de enfriamiento adiabático entre los puntos de entrada y salida del sistema, están en relación con las condiciones sicométricas del aire externo absorbido. De manera compatible con las condiciones sicométricas de este último, la planta en cuestión es puesta a funcionar automáticamente con el fin de obtener, dentro del intervalo de saturación de aire, valores de temperatura del aire comburente en la salida tan cercanos a 15ºC como sea posible.

Comprende componentes específicos para las funciones individuales y para coordinar éstas tanto dentro como fuera del sistema.

Se han establecido los siguientes objetivos sobre la base de las selecciones del proyecto y del funcionamiento:

- la medida de las magnitudes implicadas en el proceso, tales como temperatura, humedad relativa del aire tratado, y otras variables por deducción, tales como la humedad absoluta o la entalpía;
- el control/comando de los componentes de la planta sobre la base de las magnitudes mencionadas en el punto anterior y los valores que cumplen con estas condiciones de funcionamiento de la turbina o turbinas de gas, tales como la puesta en marcha/parada de la bomba o las bombas, la apertura/cierre de las válvulas de seccionamiento automático y de los reguladores de presión;
- la regulación de los componentes instalados;
- la automatización de todos los procesos implicados en el sistema sobre una base de interacción de las funciones previstas;
- el cálculo y el registro de las condiciones de funcionamiento, inserción, recogida, llenado y transmisión de los datos recogidos;
- la transmisión de los datos de acuerdo con los puntos anteriores fuera del sistema en cuestión para su funcionamiento específico, por ejemplo en coordinación con la compresión húmeda, de acuerdo con las demandas requeridas por el constructor o constructores y por el usuario o usuarios de las turbinas;
- la recepción de datos y el procesamiento y las funciones de orden/instrucción fuera del sistema y su integración/implementación en la planta.

Esta planta tiene previstos, como componentes, una estación de regulación de tipo PLC 41 que tiene las funciones descritas anteriormente y un panel 42 de potencia eléctrica que posibilita la alimentación de los puntos de uso y ejerce funciones de seguridad de la sección eléctrica.

Las bombas 22 de suministro de los inyectores 20 pueden en estar equipadas con un regulador o reguladores 38a eléctrico-electrónicos del régimen de rotación (inversor) y conectados al panel 41 mencionado anteriormente.

Las rampas 12 de portainyector están equipadas con válvulas 43 del tipo abierta-cerrada, que permiten la entrada de flujo o el cierre del agua que llega a las mismas (figura 1).

Las sondas 18, 17 de humedad y temperatura, tal como están instaladas en la figura 1, miden los valores aguas arriba de la planta de vaporización de agua. Aguas abajo, las sondas 52, 53, 54 y 55 de humedad y temperatura están alojadas en un complejo de contenedores especiales.

Las sondas de presión, los medidores de caudal y los reguladores de presión instalados, monitorizan las condiciones de funcionamiento del agua que alimenta el circuito y/o los circuitos hacia los inyectores, proporcionando el consenso necesario a las bombas.

Se ofrece a continuación una descripción del proceso de control de las condiciones de estado sicométrico del aire comburente tratado por el sistema, propósito de la presente invención.

El parámetro principal controlado constantemente es la humedad relativa. Esto permite controlar el grado de

saturación del aire comburente, creando las condiciones para la optimización de las condiciones del aire cerca de la línea de saturación. Esta condición de estado permite una mejora, ampliamente demostrada tanto por los físicos técnicos como también por las experiencias de ingeniería previas en este campo de aplicación, de la entrega de energía de la turbina de gas. La temperatura está controlada en relación con un límite, por ejemplo 15ºC, fijado como condición límite inferior, establecido por demandas de funcionamiento particulares de la turbina o turbinas.

Parámetros adicionales, tales como el contenido en entalpía del aire y la humedad absoluta, como extrapolación de los valores de temperatura y humedad relativa, pueden obtenerse de la planta. Su detección permite la explotación potencial y relativa de las condiciones externas del aire comburente, que serán observadas y registradas.

Tal como se describió anteriormente, se presta mucha atención al control del funcionamiento de la estación de presurización de agua de vaporización.

Una serie de actividades de investigación llevadas a cabo sobre el comportamiento de los inyectores de vaporización ha demostrado que el espectro óptimo de magnitudes, de acuerdo con el criterio del Diámetro Medio de Sauter, de las gotas de agua vaporizada, sólo se mantiene dentro de los límites de tolerancia preseleccionados si el sistema funciona dentro de un cierto intervalo de presiones de bombeo. La selección de los inyectores de vaporización se efectúa, tal como se ha descrito, tomando este problema en consideración. Puesto que las condiciones de estado sicométrico del aire de alimentación externo están variando continuamente, la diferencia en el contenido de agua en el aire que fluye hacia adentro y el aire que fluye hacia afuera del sistema, objeto de la presente invención, también variarán. Los caudales de flujo de agua están por lo tanto sujetos a una continua variación, ya que el punto de ajuste de saturación máxima del aire es el punto de entrega de la planta. El agua que alimenta al colector o colectores y a la rampa o rampas de portainyector respectivas está seccionada con electroválvulas abiertas/cerradas apropiadas, permitiendo un alto grado de parcialización.

La Figura 1 adjunta muestra una configuración básica que está adaptada para las diversas exigencias de aplicación.

Esta configuración de parcialización tiene en cuenta la modulación del caudal de flujo de agua transportado a los inyectores de vaporización. Dentro del concepto de la presente invención, se efectuó una selección que ha dado resultados positivos en aplicaciones similares. Esta selección comprende, de acuerdo con la turbina o turbinas previstas, el suministro parcial o total de reguladores eléctrico-electrónicos del régimen de rotación (inversores). Estas propuestas de construcción permiten la modulación del caudal de flujo de agua. Se crean de este modo las condiciones más compatibles con las características hidrodinámicas de los inyectores de vaporización.

En el caso de varias bombas, el control de la humedad relativa del aire transportado a la turbina se obtiene insertando, en secuencia, bombas que alimentan el colector o colectores y la rampa o rampas de portainyector, sin exceder dicha condición sicométrica en la fase de inserción de un grupo de vaporización. La secuencia viene dada por la apertura de la válvula motorizada, montada en el conducto o conductos de transporte.

Cuando el regulador de presión de presión mínima indica la presencia de agua, activa la bomba asignada a la fase de inicio. El régimen de rotación de las bombas insertadas por la estación de regulación PLC, es modulado por los inversores instalados allí. La bomba o bombas previamente activadas, por otro lado, están conectadas directamente a la línea de transporte de energía eléctrica y por lo tanto funcionan de acuerdo con la capacidad máxima definida en el proyecto.

La señal que regula el inversor aumenta o disminuye el caudal de flujo de agua, en relación a la entidad del desplazamiento desarrollado entre la humedad del aire transportado a la turbina y el punto de ajuste del valor de humedad relativa, elegido libremente (bucle maestro). La bomba o bombas conectadas al inversor funcionan de acuerdo con las especificaciones técnicas del constructor en un intervalo mínimo, por ejemplo el 40% del caudal de flujo de agua máximo, regulado por el inversor. El regulador tiene la función de operar en el intervalo de regulación restante, es decir, del 40 al 100%.

Siguiendo los efectos producidos por el régimen de funcionamiento mínimo y consecuentemente de la parcialización, antes de activar el funcionamiento de la bomba, la estación de regulación PLC verifica, por medio de un cálculo predictivo, insertado en el software de control, la mayor entrega adiabática conseguible, evitando exceder el punto de ajuste de las condiciones sicométricas establecidas. El software previsto para el funcionamiento de la bomba o bombas incluye la posibilidad de monitorizar, si los límites de la humedad relativa, y consecuentemente los valores de saturación, son superados. En este caso, la bomba asignada para la inserción posterior por la estación de regulación PLC no se activa.

El software procesado para el funcionamiento de la presente planta prevé un cálculo predictivo que también tiene en cuenta la temperatura del agua transportada a los inyectores de vaporización.

La mencionada estación de regulación PLC tiene la tarea de establecer y asignar posteriormente la inserción de la bomba o bombas con la conexión relativa al inversor.

Las diversas instrucciones son transmitidas al panel eléctrico que posibilita la inserción de la bomba o bombas al inversor o directamente a la línea de transporte de energía eléctrica. Esta secuencia de funcionamiento de las

bombas permite satisfacer las características de funcionamiento, lo que resulta apropiado para cumplir, en lo que concierne a la presión de funcionamiento, las características hidrodinámicas de los inyectores de vaporización.

Si la temperatura del aire transportado a la turbina se acerca o supera el valor elegido libremente, por ejemplo la temperatura límite mínima del aire comburente tratado a 15ºC, la estación de regulación PLC excluye progresivamente una bomba o más de una, con el fin de evitar que dicha temperatura caiga por debajo del límite prefijado.

Utilizando un cierto número de bombas, esta solución técnica permite una segmentación con una solución de continuidad, dentro de un intervalo preestablecido de presión, en el ratio caudal de flujo de agua/diferencia de humedad absoluta.

El intervalo de presión se establece, tal como se mencionó anteriormente, mediante las características hidrodinámicas de los inyectores de vaporización, de manera que los valores de presión predichos están en el intervalo entre 70 y 120 bar.

La presente planta concibe la medida y la regulación de los parámetros de temperatura y humedad relativa antes y después del tratamiento del aire comburente.

Las magnitudes así registradas en tiempo real permiten la consecuente intervención de las unidades de regulación, evitando de esta manera escenarios predichos y deducciones basadas en medidas efectuadas solamente aguas arriba y/o aguas abajo del sistema.

Si, por otro lado, la humedad relativa del aire transportado a la turbina excede el valor de entrega establecido por un regulador de humedad de seguridad o bien si en los conductos en los que están ubicadas las mencionadas sondas de temperatura y humedad, si éstas y el regulador de humedad mismo no registrasen un paso de aire, especificado por un manómetro o un regulador de presión, se desconectarían todas las bombas de transporte de agua a los inyectores. Los interbloques eléctricos previstos empezarían entonces a funcionar.

Para propósitos de funcionamiento de la turbina o turbinas, el funcionamiento del sistema, objeto de la invención, debe ser monitorizado con el fin de garantizar la integridad de la turbina misma en todas las fases de funcionamiento del sistema en cuestión. Una configuración como la ilustrada en la Figura 3, que no es necesariamente exhaustiva y que se describe más arriba, puede por tanto proponerse para el funcionamiento del mecanismo de seguridad y las alarmas implicadas.

Sobre la base de la experiencia adquirida hasta el momento en el campo del uso de turbinas 15 de gas, se ha previsto una unidad 44 de alojamiento particular para las ondas de humedad y temperatura, situada aguas abajo de la sección de vaporización del conducto 14.

Ésta ha sido concebida y desarrollada, debido a que se ha observado una no uniformidad de las condiciones termo-higrométricas en plantas existentes, en las diversas secciones del conducto 14 de succión de la turbina 15 de gas. Como resultado de ello, una detección única de tales condiciones termo-higrométricas puede provocar distorsiones y desplazamientos en los valores sujetos a control. Estas desventajas pueden evitarse incrementando y/o variando el número y la posición de los puntos de control. Dicha unidad 44 de alojamiento para las sondas de humedad y temperatura, situada aguas abajo de la sección de vaporización del conducto 14, consiste, tal como se muestra en la figura 4, de un conducto de derivación y transporte o más de uno del aire comburente en tránsito, adaptado tanto a la entrada como la salida de la zona de instalación de los inyectores de vaporización.

Los componentes principales de esta unidad 44 son un tubo 45 rebordeado, fijado en sus dos extremos, preferiblemente en una posición horizontal, a paredes 46 de la sección del conducto 14 de succión de la turbina 15 de gas. Está equipada con aberturas 47 ubicadas en la misma línea y dispuestas a una distancia que depende de las demandas de funcionamiento. De manera coaxial y en el interior del tubo 45 mencionado, existe un elemento 48 de conducto tubular, que es obligado a moverse en una dirección giratoria por un motor-reductor 49 que controla y varía el régimen de rotación. El conducto 48 está equipado con un cierto número de orificios 50 en relación con el tipo de turbina 15 de gas. Dichos orificios 50 están ubicados fuera de eje en la superficie del conducto 48.

El movimiento giratorio del conducto permite la selección de los flujos de aire absorbido en diferentes puntos de la sección de tránsito de aire comburente en el conducto 14. El aire absorbido por el conducto pasa a través de una cámara 51 que aloja unidades de medida y control.

Dichas unidades de medida son, por ejemplo, una pareja de sondas 52, 53 de humedad relativa del aire tratado comparándose una con otra, un regulador 54 de humedad del aire tratado y una sonda 55 de temperatura del aire tratado (Figuras 1 y 4).

La succión del aire necesario para las medidas se efectúa por medio de un ventilador 56 seleccionado de manera apropiada, conectado en el lado de presión a la sección de tránsito del conducto 14 de aire comburente. En caso de daño o colapso de los dispositivos de medida y control, esta unidad evita que caigan dentro de la sección de succión de la turbina de gas. Por lo tanto, su protección queda asegurada.

La toma de medida, la regulación y los parámetros de control está prevista en relación a una intervención coordinada con la así denominada “compresión húmeda” que está actuando en la turbina o turbinas de gas. Esto se consigue estableciendo, de acuerdo con las necesidades del constructor y/o del usuario de la turbina o turbinas de gas a valores de humedad y temperatura preseleccionados, las condiciones de flujo de salida del sistema de la invención.

El sistema también está equipado con una red de alarma, integrada en la planta de medida, control y regulación que puede tener las siguientes funciones no limitadas:

- evaluar la fiabilidad de las medidas llevadas a cabo por las sondas de temperatura y humedad y compararlas con aquellas expresadas por las sondas de comparación. Un desplazamiento y una superación significativa de los valores umbrales libremente establecidos generan una alarma. Si se excede un valor umbral más alto que el atribuido a la función de alarma, se activa una función de parada, por ejemplo de todas las bombas;

- generar la alarma correspondiente si las sondas de presión insertadas en los lados de succión y suministro, cuando se ha insertado cualquiera de las bombas, indica que los valores de presión no están dentro de los límites mínimo y máximo de desplazamiento libremente establecidos en la banda asignada;

- activar cada alarma solamente si permanece por una cierta duración de tiempo, establecida durante la fase de configuración. En el caso de la bomba controlada por el regulador del régimen de rotación (inversor), la alarma, debido a la ausencia de flujo de fluido, sólo se dispara después de que la señal de control relativo esté cerca de la condición de régimen máximo;

- memorizar la señal o señales de daño. La señal de alarma puede, por ejemplo, ser inicializada sólo después de eliminar la causa que la produjo;

- comunicar de vuelta al controlador la posición de la válvula o válvulas insertadas en el circuito o circuitos de agua de vaporización y permitir la identificación de la naturaleza de la anomalía de funcionamiento, por ejemplo, la no apertura de una válvula de tipo abierta/cerrada asignada a una bomba o un funcionamiento anómalo de la bomba misma;

- monitorizar los reguladores de régimen de rotación (inversores) y controlar la inserción de las bombas.

Las alarmas están conectadas a las sondas de humedad, las sondas de temperatura mínima, el regulador de humedad, la sonda de presión mínima y máxima (en el lado de suministro de la bomba o bombas), la sonda de presión mínima (en el lado de succión de la bomba o bombas), la sonda de presión diferencial para el control del flujo de aire comburente.

Los valores leídos en los diversos puntos de medida pueden ser memorizados en la estación de regulación.

Pueden ser transmitidos de manera remota para la señalización apropiada, para un control remoto del funcionamiento de la planta.

Una realización adicional puede concebir un tipo diferente de unidad 144 de alojamiento para las sondas de humedad y temperatura, situada aguas abajo de la sección de vaporización en el conducto 14.

Esta unidad 144 consiste en una cámara 151 hecha de paneles 57, 58, 59 y 60 laterales y placas 61 y 62 extremas. En particular, una placa 61 frontal está equipada con orificios 70a asociados con orificios 70b situados en una placa 71 fija ubicada en el interior de la cámara 151. Los orificios 70a están conectados por medio de tubos 72 flexibles al conducto 14 del que son retiradas muestras de aire en puntos diferentes de la sección de conducto. Un disco 73 giratorio, equipado con orificios 70c en conexión alternativa con diferentes tubos 72 flexibles entre la cámara 151 y el conducto 14, está situado, de hecho, en el interior de la cámara 151.

Existe también un panel 64 ecualizador ubicado en correspondencia con la disposición de tubos salientes de las sondas 52, 53, 54 y 55 de humedad y temperatura. Un árbol 74 axial es activado por el motor-reductor 49 que controla y varía su régimen de rotación. Un tensor 65 situado entre las placas 66, 67 y 68 conecta el árbol 74 axial y el servomotor 49.

También está prevista una lámina 63 perforada, que actúa como un panel ecualizador antes de la conexión al ventilador 56 de succión y de la retransmisión de las muestras de aire comburente en el conducto 14 aguas abajo de las sondas.

Los conductos o tubos 72 flexibles retiran selectivamente, de acuerdo con el giro del disco 73, muestras de aire comburente que son enviadas cerca de las sondas y reintroducidas a continuación en el conducto 14.

Puede verse por lo tanto que el sistema de tratamiento y presurización de agua para el enfriamiento adiabático de aire comburente de acuerdo con la invención consigue los objetivos especificados anteriormente.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema de tratamiento y presurización de agua para el enfriamiento adiabático de aire comburente destinado a plantas que utilizan turbinas (15) de gas, operado mediante unidades de medida, control y regulación, que comprende una estación (16) de elevación y presurización de agua de vaporización con un caudal de flujo variable para una máxima presión de funcionamiento, preferiblemente hasta 120 bar, asociada con una serie de inyectores (20) situadas en rampas (12) de portainyector aguas abajo de las cuales está dispuesta al menos una unidad (44, 144) de alojamiento para sondas (52-55) de humedad y temperatura, caracterizado por que dicha unidad (44, 144) de alojamiento comprende una cámara (51, 151) que aloja unidades de medida y control y está asociada con un conducto (14) de transporte y derivación o más de uno de aire comburente en tránsito, que comprende un medio para succión de aire en diferentes puntos del conducto (14) o conductos de tránsito, derivación y transporte.

2.- El sistema de tratamiento y presurización de agua según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha cámara (51) está ubicada horizontalmente o verticalmente en una canalización de tránsito o conducto (14) de aire comburente.

3.- El sistema de tratamiento y presurización según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho medio para succión de aire en diferentes puntos de una canalización de tránsito o conducto (14) comprende elementos (45, 48) contenedores concéntricos, equipados ambos con un número de orificios (47, 50), dispuestos en una secuencia fuera de eje con dimensiones apropiadas para el paso de aire comburente, donde el elemento (45) contenedor externo es fijo y el elemento (48) contenedor interno gira alrededor de su propio eje.

4.- El sistema de tratamiento y presurización según la reivindicación 3, caracterizado por que el elemento (48) contenedor móvil está equipado con un motor (49), acoplado con un reductor de régimen de rotación, cuya función es permitir un flujo secuencial de aire comburente a las unidades de medida.

5.- El sistema de tratamiento y presurización según la reivindicación 3 o la reivindicación 4, caracterizado por que el elemento (45) contenedor fijo está asociado con una unidad (52-55) de medida o más de una, situadas en su extremo, así como con un ventilador (56), ubicado aguas abajo de dichas unidades de medida, para succión de la muestra de aire comburente.

6.- El sistema de tratamiento y presurización según la reivindicación 4, caracterizado por que el contenedor móvil equipado con un motor (49), acoplado con un reductor de régimen de rotación, funciona mediante un software que revela la posición por medio de un sistema codificador y a través de una lógica programada, y que decide y memoriza la posición apropiada para registrar las condiciones termo-higrométricas.

7.- El sistema de tratamiento y presurización según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha cámara (151) consiste en paneles (57, 58, 59 y 60) laterales y placas (61) y (62) extremas, una placa (61) frontal equipada con orificios (70a) asociados con orificios (70b) situados en una placa (71) fija ubicada en el interior de la cámara (151), donde dichos orificios (70a) están conectados por medio de tubos (72) flexibles al conducto (14) del que se retiran muestras de aire en diferentes puntos de la sección de conducto, donde también existe un disco (73) giratorio, equipado con al menos un orificio (70c) en conexión alternativa con al menos uno de los mencionados tubos (72) flexibles a la cámara (151) del conducto (14).

8.- El sistema de tratamiento y presurización según la reivindicación 7, caracterizado por que también comprende un panel (64) ecualizador ubicado en correspondencia con la disposición de tubos salientes de las sondas (52, 53, 54 y 55) de humedad y temperatura

9.- El sistema de tratamiento y presurización según la reivindicación 8, caracterizado por que también concibe, aguas abajo del mencionado panel (64) ecualizador, una lámina (63) perforada que actúa como un panel ecualizador antes de la conexión a un ventilador (56) de succión y de retransmitir las muestras de aire comburente en un conducto (14) aguas abajo de las mencionadas sondas (52-55) de humedad y temperatura.

10.- El sistema de tratamiento y presurización de agua según la reivindicación 1, caracterizado por que la mencionada estación (16) de elevación y presurización tiene, como unidad de bombeo, una bomba (22) o más de una, equipada cada una de ellas con un inversor (38, 38a) eléctrico-electrónico del régimen de rotación, que funciona de manera automática, operado por un sistema (41, 42) automático de medida, regulación y control.

11.- El sistema de tratamiento y presurización de agua según la reivindicación 1, caracterizado por que la cantidad de agua enviada a los inyectores y vaporizada de ese modo puede variar de manera continua, de acuerdo con las necesidades de las unidades de medida, regulación y control previstas en el presente sistema de enfriamiento.

12.- El sistema de tratamiento y presurización de agua según la reivindicación 1, caracterizado por que la mencionada estación (16) de elevación y presurización está equipada con aparatos de acondicionamiento de agua de vaporización, con un posible fraccionamiento en diferentes pasos de filtrado y separación de los lodos de lavado, utilizando componentes que ejercen una acción mecánica y/o electromagnética, sujeto tanto a control manual como a control automático con instalación local y/o remota con visualización analógica local y/o remota de los datos de proceso.

13.- El sistema de tratamiento y presurización de agua según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha estación (16) de elevación y presurización está equipada con al menos una pareja de bombas (22) paralelas provista cada una de ellas de una serie de componentes que, en el lado de succión de la bomba (22), consisten en una válvula (26) de intercepción manual para la exclusión del agua de alimentación, una válvula (27) electromagnética de tipo abierta/cerrada, aguas arriba de un filtro (28) y de un regulador (29) de presión mínima, y un manómetro (30) para la lectura analógica de la presión de alimentación, y en el lado de presión de la bomba (22) existe un manómetro (32) para controlar el estado de presurización, junto con una válvula (33) de seguridad pre-calibrada para la protección de la máxima presión de funcionamiento permitida en la planta, un acumulador (34) hidráulico para compensar las diferencias de presión, una válvula (35) de derivación de tres vías, calibrada al valor máximo de funcionamiento, una válvula (36) de tres vías, insertada aguas abajo y en secuencia con la válvula (35) de derivación previa, un regulador (37) de presión máxima/mínima, y también conexiones (31) flexibles al conducto de transporte de agua y cada bomba (22) a los colectores (39) de rampa de soporte.

Fig. 1

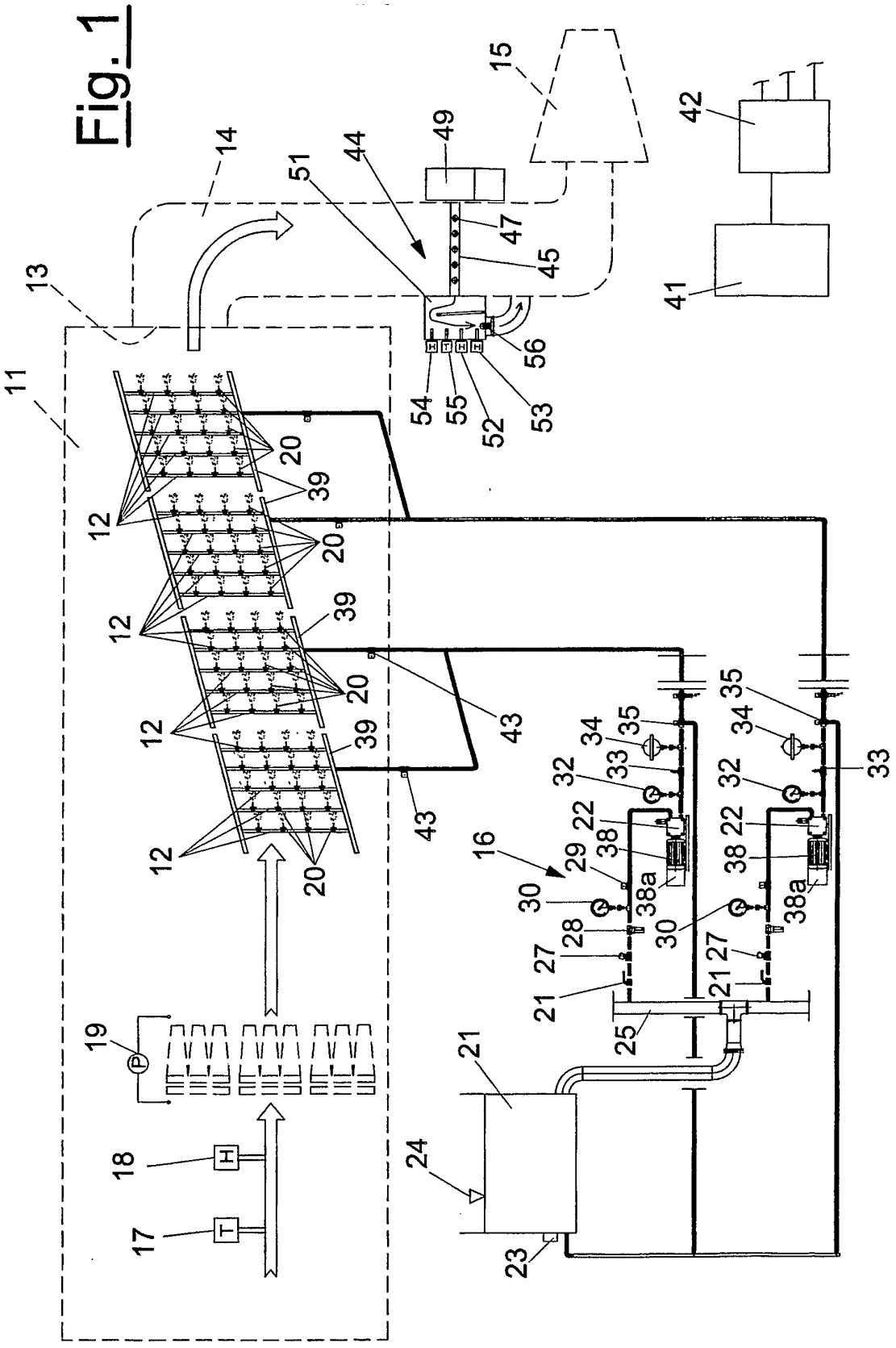

11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
27
28
29
30
32
33
34
35
38
38a
39
41
42
43
44
45
47
49
51
52
53
54
55
56

Fig. 2

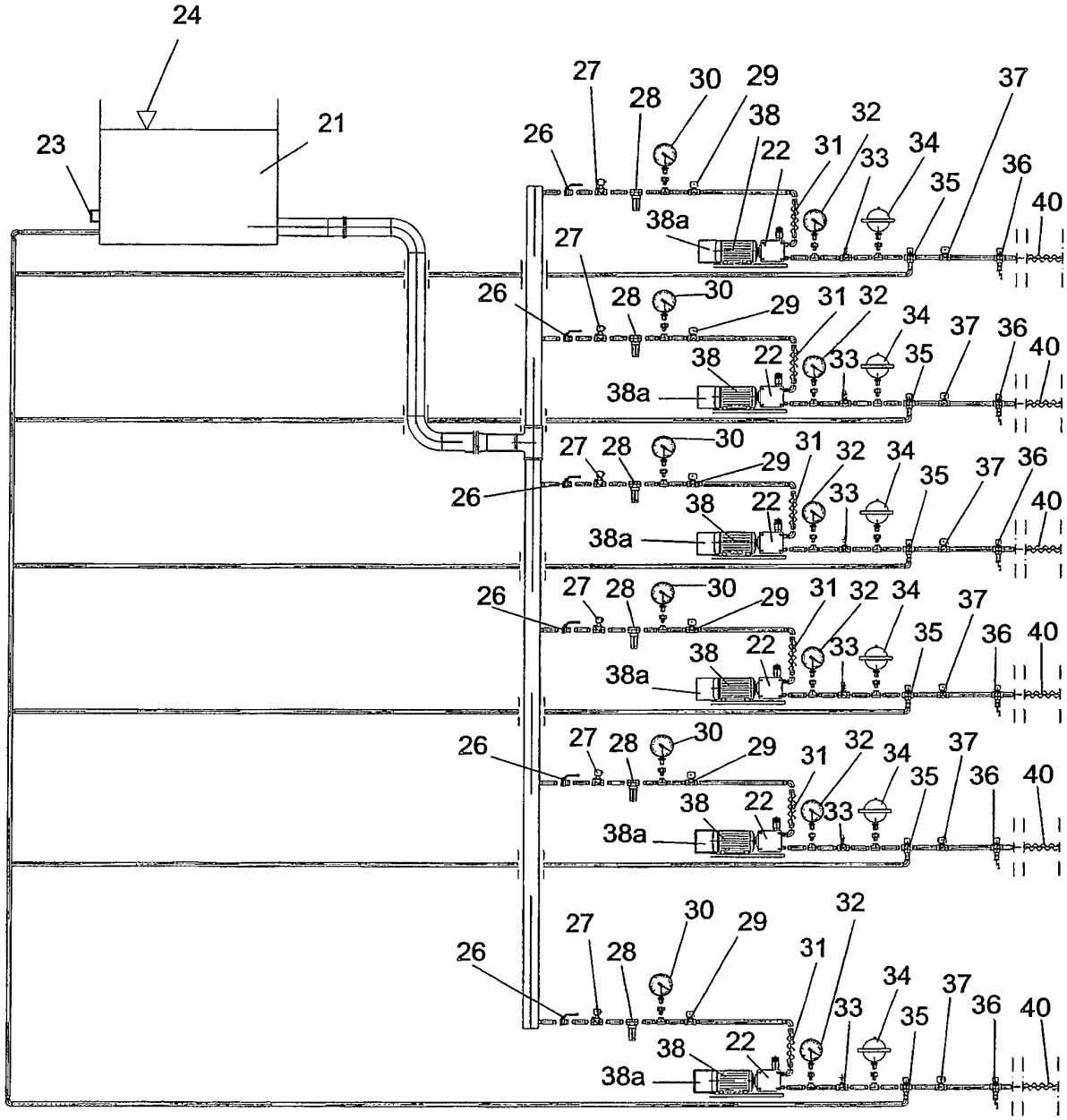
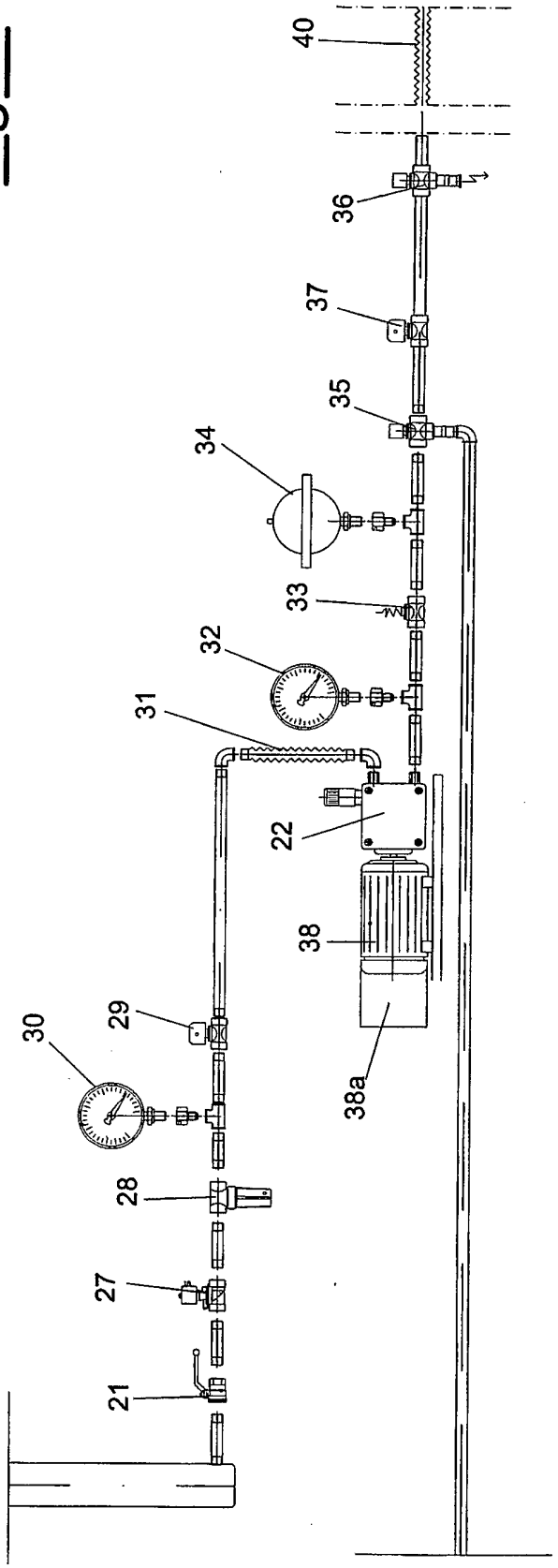


Fig. 3



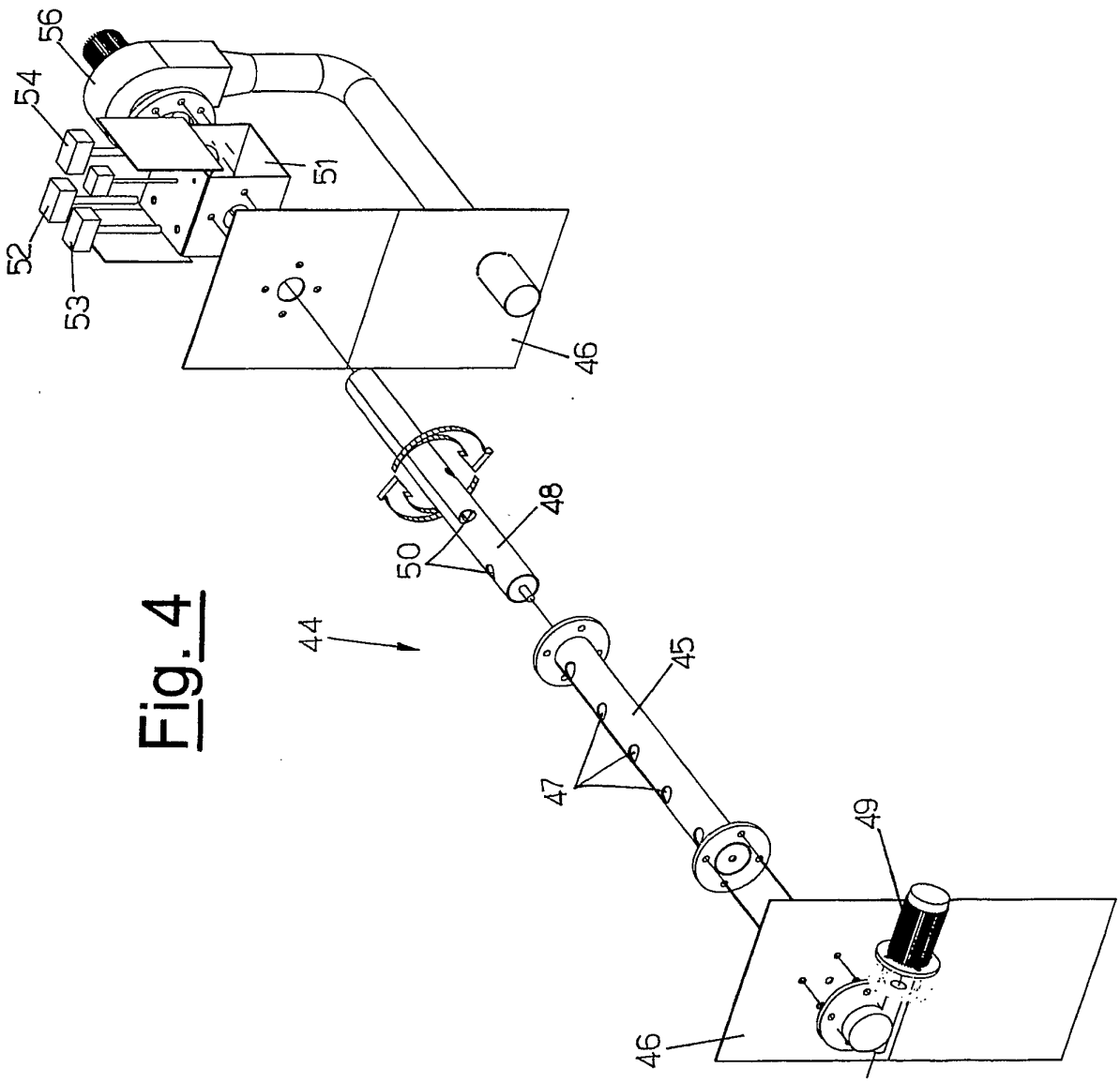


Fig. 4

Fig. 5

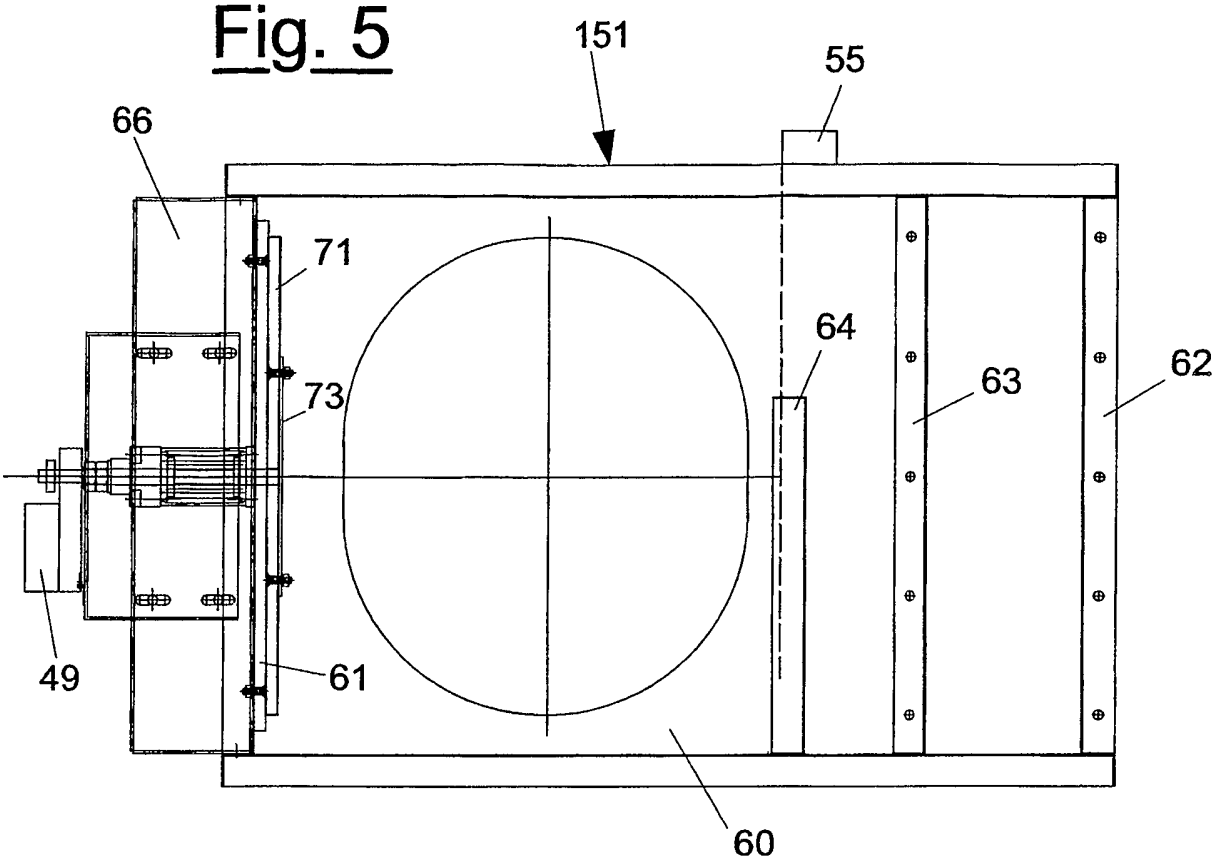
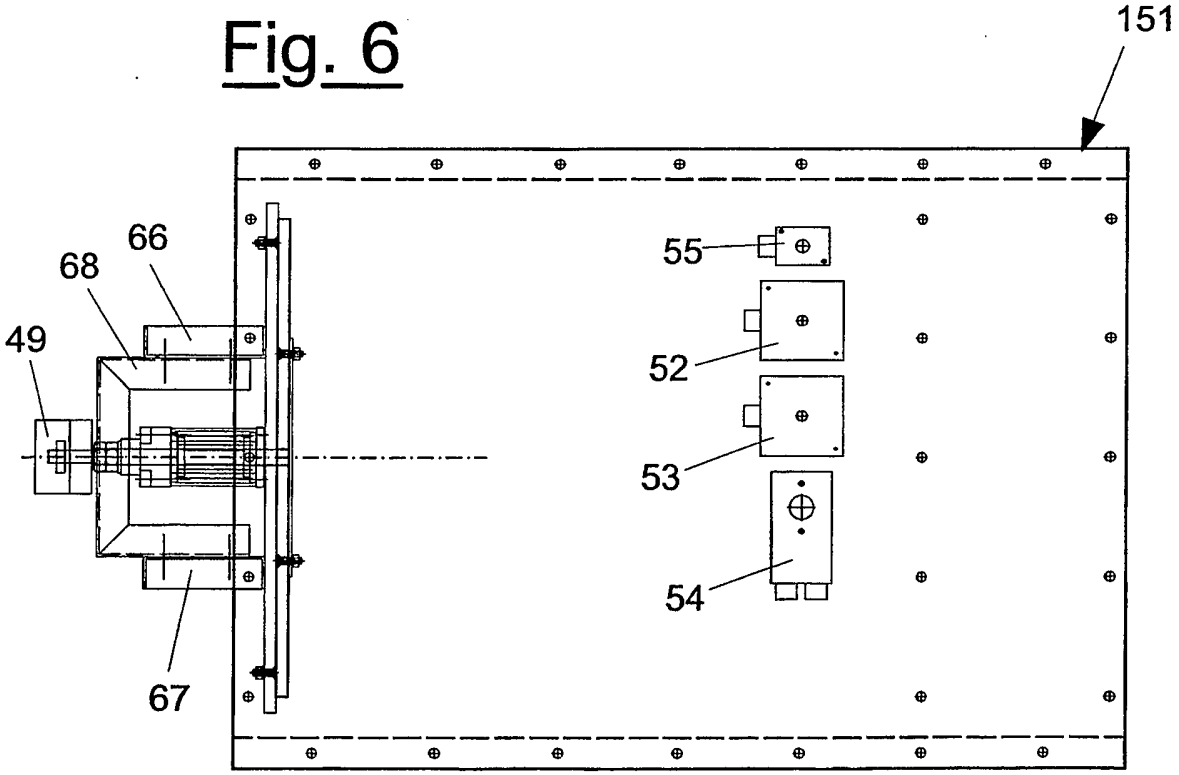


Fig. 6



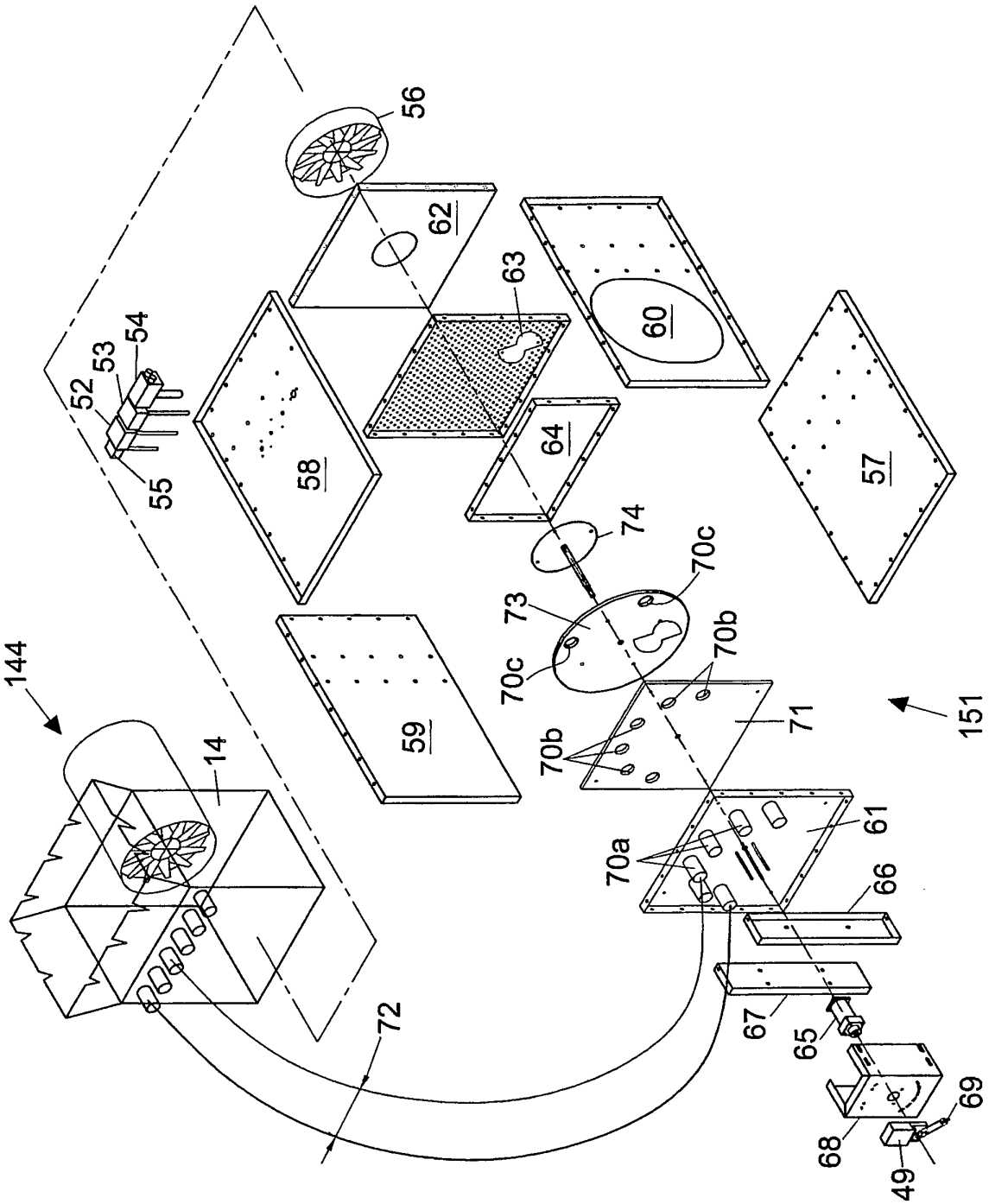

144
14
72
56
62
63
60
52
53
54
55
58
64
57
74
70c
73
70c
70b
59
71
151
70b
70a
61
66
67
65
69
68
49

Fig. 7