

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 196**

51 Int. Cl.:

B01D 53/04 (2006.01)

B01D 53/053 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2013 PCT/GB2013/053424**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.07.2014 WO14106740**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2013 E 13815823 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2941314**

54 Título: **Método para eliminar agua de aire comprimido**

30 Prioridad:

02.01.2013 GB 201300025

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

13.06.2018

73 Titular/es:

**NORGREN LIMITED (100.0%)
Blenheim Way, Fradley Park
Lichfield, Staffordshire WS13 8SY, GB**

72 Inventor/es:

BILLIET, COLIN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 672 196 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para eliminar agua de aire comprimido

5 La presente invención está relacionada con un método para eliminar agua de aire comprimido. También se describe un sistema de secado de aire comprimido para uso en un vehículo de ferrocarril y un sistema de secado de aire comprimido para uso en compresores sin aceite pequeños y de tamaño medio que se usan para cargar un tanque de almacenamiento.

10 El aire comprimido se usa ampliamente en toda la industria como fuente de energía segura y fiable. Sin embargo, la calidad del aire comprimido entregado por el compresor no es adecuada para uso sin tratamiento que mejore su pureza. El aire comprimido contiene contaminantes tales como agua, aceite y particulado que deben ser retirados antes de usar. El tratamiento de aire comprimido generalmente ha implicado filtrarlo, para retirar aerosoles de aceite/agua y suciedad, y secarlo para retirar vapor de agua.

15 Un ejemplo de un secador que es usado comúnmente es un secador de refrigeración. Este tipo de secador produce aire seco para uso general y son baratos y fáciles de usar. Cuando se somete a una sobrecarga, por excesivo flujo de aire o altas temperaturas, sus prestaciones se ven afectadas pero se recupera cuando se retoma la faena normal. El principio de funcionamiento es enfriar el aire con un gas refrigerante al intercambiador de calor de aire de entrada provocando que se condense el vapor de agua hasta gotas de agua que son eliminadas por medios mecánicos (típicamente un separador centrífugo) antes de que el aire sea recalentado por medio de un intercambiador de calor de aire de entrada a aire de salida. La sequedad del aire está limitada a por encima del punto de congelación del agua dado que se formaría hielo a temperaturas más bajas provocando que el secador dejara de funcionar.

20 Para tasar la calidad del aire comprimido se usa la norma ISO 8573.1 y las clases de calidad de humedad que son alcanzables usando secadores refrigerados son: Clase 6 con un Punto de Rocío a Presión (PDP) de +10 °C; Clase 5 con un PDP de +7 °C; y Clase 4 con un PDP de +3 °C. Las condiciones de prueba para secadores de aire comprimido se muestran en la norma ISO 7813. La temperatura de entrada se especifica como +35 °C.

25 El aire genérico de fábrica es la principal aplicación para secadores de refrigeración donde la temperatura de aire ambiente en los factores permanece por encima del PDP entregado por el secador. Aproximadamente 9 de cada 10 secadores de fábrica son de este tipo ya que proporcionan un secado adecuado para la mayoría de usos y usan poca energía.

30 Otro ejemplo de un tipo de secador es el secador de membrana que usa fibras semipermeables finas para separar el agua del resto del aire. Se pasa aire a alta presión a través de un fardo de tales fibras y los gases rápidos, tales como vapor de agua, permean a través de la estructura semiporosa.

35 Las fibras de membrana son muy finas y la pérdida de presión a través de las fibras es significativa, lo que hace significativo el aporte de energía. Tales secadores se usan generalmente para pequeños flujos dado que son de uso intensivo de energía pero proporcionan una supresión de punto de rocío (DPS, del inglés *dew point suppression*) que es útil dado que muchas aplicaciones no requieren aire muy seco, simplemente necesitan aire que no produzca condensación si acontece una pequeña caída de temperatura. DPS significa que la pureza de salida del aire comprimido varía según el caudal, la presión y la temperatura del aire de entrada. Como las prestaciones de secadores refrigerados dentro de límites se recuperan de un grado de sobrecarga.

40 Como las fibras son finas, también pueden ser delicadas y cuando se someten a contaminación química, fluctuaciones de presión y choque y vibración se sabe que se rompen y el aire escapa a la atmósfera dando como resultado pérdida de aire comprimido. Sin embargo, los secadores de membrana son simples de usar, de bajo mantenimiento y relativamente baratos de comprar.

45 Un tipo adicional de secador es el secador de desecante que usa un desecante regenerable para eliminar agua del aire. Este tipo de secador se usa cuando se requiere aire comprimido de alta pureza para aplicaciones críticas. El diseño de tales productos es bastante simple y el coste de inversión bastante bajo pero necesitan mucha energía para la regeneración del desecante. Como tal su uso está limitado a aplicaciones tales que justifique el requisito de mucha energía. Estas aplicaciones necesitan que el punto de rocío de aire comprimido sea inferior que las temperaturas de ambiente exterior o donde puede ocurrir enfriamiento cuando la aplicación puede provocar enfriamiento que daría como resultado formación de condensado (instrumentación, apoyos de aire). A los secadores de desecante también se les hace referencia como secadores de adsorción por oscilación de presión (PSA, del inglés *pressure swing adsorption*).

50 Las clases de calidad de humedad de la norma ISO 8573.1 que son alcanzables usando secadores de desecante son: Clase 3 con un Punto de Rocío a Presión de -20 °C; Clase 2 con un PDP de -40 °C; y Clase 1 con un PDP de -70 °C.

55 Se emplean columnas gemelas (o lechos) de materiales desecantes para suministrar una corriente continua de aire comprimido seco, con una columna trabajando en línea (secando) mientras la otra está fuera de línea (regenerando). Las presiones de funcionamiento se limitan a 4 bar y más, ya que por debajo de 4 bar no hay suficiente energía

disponible para llevar a cabo la regeneración del lecho de adsorción fuera de línea. Típicamente el funcionamiento es a 7-10 bar (100-145 psig). Se alimenta aire comprimido a la primera columna en línea donde se retira vapor de agua por el lecho de adsorción de desecante granular que es muy eficiente para adsorber vapor de agua. Conforme tiene lugar el secado, progresa una adsorción isoterma a través del lecho de adsorción. Se debe tener cuidado de limitar la carga de agua sobre el lecho dado que esto daría como resultado que se deteriorara el punto de rocío de aire de salida y no únicamente no se mantuviera la pureza requerida de aire de salida sino también que este aire progresivamente fuera menos capaz de efectuar regeneración.

Cuando el lecho de adsorción en línea es cargado con humedad (típicamente tras 2-5 minutos) el aire de entrada se cambia a la segunda columna. La primera columna usada es despresurizada entonces rápidamente para liberar parte del vapor de agua adsorbido y luego una cantidad del aire de salida seco desde la columna de adsorción ahora en línea es pasado a través de una válvula de control u orificio fijo donde, conforme es despresurizado, aumenta de volumen. Conforme cambia a través del lecho de adsorción usado elimina vapor de agua del desecante, haciendo que esté preparado para su reutilización. Este aire de purga, tal como se conoce, debe estar muy seco, de otro modo no tendría lugar una regeneración completa. Esto significa que debe mantenerse la pureza de salida o tendría lugar regeneración inadecuada y en ciclos subsiguientes la zona de transferencia de masa avanzaría a través del lecho de adsorción dañando permanentemente el material de adsorción que finalmente requeriría sustitución. Vale la pena señalar que típicamente el aire de purga usado es el 20-25 % del volumen total del aire seco producido, significando por lo tanto que tales secadores requieren un aporte de energía significativo para funcionar. Sin embargo, cuando se requiere un punto de rocío muy bajo, esta inversión vale la pena y los puntos de rocío bajos de las clases 1 a 3 de la norma ISO 8573.1 se logran únicamente usando secador de desecante.

Una variación en este tipo de secador son los secadores de aire de desecante regenerativo por calor o los secadores de adsorción por oscilación de temperatura y presión (PTSA). Los secadores de adsorción PTSA trabajan de una manera similar a los secadores PSA pero como sugiere el nombre usan adición de calor para la regeneración, lo que significa que los lechos de adsorción son de mayor tamaño para proporcionar bastante tiempo para calentamiento y enfriamiento. El lecho en línea por lo tanto se puede cargar a un mayor nivel dado que la adición de calor facilita la regeneración desde un lecho sumamente más cargado. Tales productos son caros y más complejos y como tal son menos en número comparados con los secadores PSA.

Una variación en el secador PTSA se describe en nuestra anterior solicitud publicada como WO2009/053760. En este ejemplo, el desecante se forma como tubos, cada uno de los cuales está provisto de una capa exterior que actúa como calentador cuando se conecta a un suministro eléctrico. Esto permite calentamiento muy uniforme del material desecante en cada columna, que acelera significativamente el proceso de calentamiento y enfriamiento, acelerando de ese modo el tiempo de purga y reduciendo significativamente la cantidad de aire de purga requerida.

A partir de lo anterior se puede ver que si es el caso de necesitar secador de clases 1 a 3 de la norma ISO 8573.1, se necesita un secador de desecante. Si se necesita secado de clases 4 a 6 o si se necesita supresión de punto de rocío, se usan otras técnicas de secado tales como secado por refrigeración y membrana.

Cuando se usa el suministro de aire comprimido a pequeña escala y de manera más intermitente es común una disposición que tenga un pequeño compresor que cargue un tanque, que puede aguantar altas presiones internas, con aire comprimido. Cuando se necesita aire, se extrae del tanque y el compresor únicamente se enciende de nuevo cuando la presión en el tanque cae por debajo de un nivel predeterminado. Pequeños compresores y tanques de este tipo son usados comúnmente para alimentar pequeñas herramientas, por ejemplo, para alimentar las herramientas usadas por un dentista.

Como con otras aplicaciones, el aire comprimido producido por tales sistemas requieren secado antes de entrar al tanque de almacenamiento y como el compresor no está trabajando constantemente es posible usar un secador PSA con una única columna. Aire del compresor atraviesa la columna y carga el tanque de almacenamiento. Una vez se crea suficiente presión en el tanque de almacenamiento el compresor se apaga y se usa un pequeño volumen del aire comprimido en el tanque para purgar el agua del desecante en la columna de la manera descrita anteriormente. Una vez se completa la purga, la columna de secador de compresor puede permanecer sin usar hasta que la presión en el tanque disminuye por debajo del nivel predeterminado activando una señal para que el compresor se active de nuevo.

Pequeños sistemas de suministro de aire comprimido, del tipo descrito anteriormente, tienen la desventaja de que los secadores requieren servicio más a menudo que los compresores. En algunas circunstancias esto da como resultado que el secador no recibe servicio apropiadamente y en ocasiones pueden dejar de trabajar correctamente permitiendo de ese modo que aire húmedo atraviese el secador, al tanque y más allá provocando potencialmente daño a equipos aguas abajo. Además, columnas PSA de este tipo requieren un filtro ubicado entre el compresor y la entrada de secador para asegurar que contaminantes, tales como aceite, particulados y exceso agua en forma de gotitas, no entren a la columna de secador. Este problema puede ser abordado parcialmente usando un compresor sin aceite. Sin embargo, tales compresores todavía producen aire comprimido que contiene gotas de agua que pueden dañar significativamente el material desecante, del que el desecante no se puede recuperar, y a su vez dar como resultado prestaciones reducidas de secado. También es el caso de que las cuencas de desecante producen polvo, particularmente cuando son dañadas por exceso de agua, que puede dañar aparatos aguas abajo. Además,

los sistemas de secado que utilizan cuencas no únicamente deben funcionar en orientación vertical para asegurar que el lecho de cuencas no se asienta formando un baipás que siga la corriente de aire comprimido sin pasar correctamente a través del desecante.

5 Ejemplos de la técnica anterior se describen en documentos de publicación de patente US4983190, EP1155729 y EP0745419.

Realizaciones preferidas de la presente invención buscan vencer las desventajas descritas anteriormente de la técnica anterior.

Según la presente invención se proporciona un método para eliminar agua de aire comprimido según la reivindicación 1.

10 Proporcionar un secador de adsorción por oscilación de presión con un desecante cohesionado por polímero y dando tamaño a la cantidad de material desecante usado para producir una supresión de punto de rocío de menos de 50 °C proporciona las siguientes ventajas. Este método permite usar un secador de desecante en circunstancias donde se requiere una disminución específica y relativamente pequeña del punto de rocío, que no ha sido posible con cuencas de desecante de la técnica anterior. Por ejemplo, algunos dispositivos médicos requieren un suministro de aire con un punto de rocío de 10 °C más bajo que el aire ambiente. En el pasado esto era únicamente alcanzable usando un secador de refrigeración o un secador de membrana. Un secador de refrigeración tiene la desventaja de que es un aparato grande incluso cuando se requiere únicamente una pequeña supresión de punto de rocío. Además, este método permite que un secador de desecante produzca aire comprimido con un contenido de humedad que cumple con las clases 2 a 6 de la norma ISO 8573.1. En la presente invención, esto es posible porque 15 el uso del desecante cohesionado por polímero permite la purga y regeneración completas del lecho de desecante usando aire con un mayor contenido de humedad que el que es posible con materiales desecantes tradicionales tales como tamiz molecular y desecantes de zeolita cohesionados con un aglutinante de arcilla tal como bentonita o desecantes tales como gel de sílice. La cinética de estos materiales desecantes es mucho más lenta que la de desecante cohesionado con polímero. Como resultado, el aire de purga seco que se alimenta nuevamente al lecho de desecante durante el ciclo de purga no tiene que estar tan seco como en el caso de los desecantes de la técnica anterior. 20

Además, cuando se usa la presente invención en, por ejemplo, vehículos de ferrocarril, hay ventajas significativas sobre sistemas similares de la técnica anterior. Por ejemplo, donde se han usado secadores de desecante tradicionales se necesita asegurar que el aire de salida de la columna de secado esté muy seco a fin de que 25 funcione eficazmente para purgar la columna que no está en uso. Como resultado, se requiere que tales secadores de desecante sean muy grandes y ocupen una cantidad significativa del espacio limitado en un vehículo de este tipo. Además, un secador que contiene cuencas debe orientarse preferiblemente de modo que la dirección de flujo de aire sea hacia arriba a través del lecho de cuencas de desecante. Sin embargo, esta orientación es un inconveniente en un vehículo de ferrocarril y se prefiere que las columnas de secado se posen horizontalmente. Sin embargo, esta orientación pone en riesgo el asentamiento de las cuencas de desecante dentro del recipiente y proporcionan un baipás a lo largo del canto superior del recipiente que da como resultados un contacto muy pequeño entre el aire y las cuencas de desecante y por lo tanto tiene lugar un secado ineficiente o muy limitado. También es el caso de que en la técnica anterior el movimiento del vehículo provoca agitación de las cuencas dando como resultado la formación de un polvo fino de desecante y/o aglutinante. Este debe ser filtrado antes de que se permita al aire pasar a aparatos aguas abajo ya que puede provocar daños. El aglutinante de polímero usado en la presente invención elimina sustancialmente la producción de polvo y aumenta de ese modo la vida útil del material desecante que a su vez reduce la necesidad de servicios regulares. 30

También es el caso de que la retirada de un aglutinante de arcilla de bentonita significa que si acontece que el desecante es expuesto a un gran volumen de agua o cuando el desecante se expone a demasiada humedad en el 35 aire (por ejemplo debido a una sobrecarga de flujo de aire más allá de los límites normales) el desecante puede recuperar sus propiedades de absorción de agua una vez vuelven a ser normales los niveles de entrada. Este no es el caso con un desecante cohesionado con arcilla de bentonita o cuando se usa alúmina activada como desecante, ambos se dañan por el exceso de agua. Estos problemas de polvo en secadores tradicionales de cuencas de desecante son exacerbados por la resistencia al aplastamiento de las cuencas adsorbentes que se reduce significativamente una vez sometidas a exposición a agua en forma de gotas o líquido. Esta debilidad hace que las cuencas sean incluso más vulnerables a descomposición mientras se usan. En aplicaciones de ferrocarril, dar servicio a cartuchos de desecante típicamente tiene lugar cada 6 meses mientras que la tecnología de tubo adsorbente de la presente invención se espera que dure hasta 10 años. También se debería señalar que las membranas sufren de corta vida con una expectativa de vida típica de 2 años. Esto se debe en parte a su vulnerabilidad a contaminación química que debilita y daña las membranas delicadas y debido a la naturaleza de 40 parada/arranque de su faena que puede reducir su vida a tan solo 6 meses. 45

Por lo tanto se puede ver que la presente invención permite el uso de un secador de desecante, con ventajas que incluyen tamaño y facilidad de manejo, bajo circunstancias donde secadores de desecante nunca han sido usados previamente. 50

En una realización preferida, el recipiente recibe aire comprimido con un punto de rocío de hasta 50 °C.

En otra realización preferida, el material desecante produce aire comprimido con puntos de rocío de más de -10 °C.

Los miembros desecantes comprenden una pluralidad de tubos que se extienden a lo largo de dicho recipiente.

5 Usando una pluralidad de tubos que se extienden a lo largo del recipiente se proporciona la ventaja de que el flujo de aire a través del material desecante es controlado con precisión para proporcionar constantemente la salida requerida. Además, el uso de tubos permite una orientación horizontal del recipiente sin riesgo de que el desecante se asiente y proporcione una ruta de baipás la parte superior del recipiente.

En una realización preferida, el secador no está provisto de medios para calentar el material desecante durante el modo de purga.

10 Retirar cualquier aparato de calentamiento del recipiente simplifica significativamente el aparato.

Según otro aspecto que no es de la presente invención, se proporciona un aparato para eliminar agua de aire comprimido que comprende, un secador de adsorción por oscilación de presión para pasar una corriente de aire comprimido a través del mismo, el secador incluye:

15 al menos un recipiente que contiene al menos un material desecante formado como miembros desecantes usando un aglutinante de polímero; y

al menos un sistema de control para controlar el flujo de dicho aire comprimido y conmutar el flujo de dicho aire comprimido entre un modo de secado y un modo de purga,

en donde dicho recipiente y dicho material desecante contenido en el mismo se hacen de un tamaño que produzca una supresión de punto de rocío de menos de 50 °C.

20 En un ejemplo preferido, los miembros desecantes comprenden una pluralidad de tubos que se extienden a lo largo de dicho recipiente.

En un ejemplo preferido adicional, el recipiente no está provisto de medios para calentar el material desecante durante el modo de purga.

25 Según un aspecto que no es de la presente invención se proporciona un aparato para eliminar agua de aire comprimido y para ubicación entre un compresor y un tanque de almacenamiento de aire comprimido, el aparato comprende:

al menos un recipiente que define un volumen y que contiene al menos un material desecante formado como miembros desecantes usando un aglutinante de polímero;

30 al menos una entrada para permitir que entre una corriente de aire comprimido a dicho recipiente, dicha entrada tiene una válvula de entrada para controlar el flujo de aire a través de dicha entrada;

al menos una primera salida para permitir que dicha corriente de aire comprimido salga de dicho recipiente después de pasar al menos parcialmente a través de dicho volumen, dicha primera salida tiene una primera válvula de salida para controlar el flujo de aire a través de dicha primera salida; y

35 al menos una segunda salida, ubicada adyacente a dicha entrada, para permitir que el escape de gases de purga pase nuevamente a través de dicho recipiente desde el tanque de almacenamiento, dicha segunda salida tiene una segunda válvula de salida para controlar el flujo de aire a través de dicha segunda salida, en donde dicha segunda válvula de salida comprende una electroválvula adaptada para abrirse en respuesta al apagado del compresor y cerrarse después de un periodo de tiempo predeterminado.

40 Usando una electroválvula con un periodo predeterminado abierta y miembros desecantes formados usando un aglutinante de polímero, se proporciona la ventaja de que se puede usar un secador de bajo coste y bajo mantenimiento para secar aire desde un compresor antes de que entre a un tanque de almacenamiento. En particular, donde se usa un compresor sin aceite no hay necesidad de filtros para retirar aceite. Si un exceso de gotitas de agua entra en contacto con los miembros desecantes el aglutinante de polímero asegura que los miembros desecantes no son dañados por el agua líquida y pronto pueden recuperar sus capacidades de secado.

45 Como resultado, la columna de secador puede tener una expectativa de vida, sin necesidad de servicio, que supera la del compresor. Esto por lo tanto elimina la necesidad de dar servicio a cualquier pieza del compresor dado que usar el elemento secador de la presente invención hace que el secador sea tan fiable como el compresor. Además, el uso de un temporizador permite que el temporizador establezca el grado de la supresión de punto de rocío proporcionado por el aparato.

50 Los miembros desecantes pueden comprender una pluralidad de tubos que se extienden a lo largo de dicho recipiente.

En un ejemplo preferido, la segunda válvula de salida se abre en respuesta a una señal de un presostato en el compresor.

5 Utilizar la señal del presostato en el compresor para controlar la electroválvula simplifica significativamente la circuitería necesaria para hacer funcionar el secador. La electroválvula se abre en respuesta al compresor que queda fuera de línea y se cierra después del periodo predeterminado que ha proporcionado suficiente supresión de punto de rocío para las condiciones en las que está funcionando el compresor y para los requisitos del sistema aguas abajo que usa el aire comprimido.

En otro ejemplo preferido la segunda válvula de salida está provista de un temporizador variable que controla el periodo de tiempo que permanece abierta la válvula.

10 Usando un temporizador variable para controlar el periodo de tiempo que permanece abierta la válvula la ventaja se permite que la supresión de punto de rocío lograda por el secador pueda ser variada simplemente variando el tiempo que permanece abierta la válvula de purga de salida.

15 Según otro aspecto que no es de la presente invención se proporciona un aparato para eliminar agua de aire comprimido y para ubicación entre un compresor y un tanque de almacenamiento de aire comprimido, el aparato comprende:

al menos un recipiente que define un volumen y que contiene al menos un material desecante formado como miembros desecantes usando un aglutinante de polímero;

al menos una entrada para permitir que entre una corriente de aire comprimido a dicho recipiente, dicha entrada tiene una válvula de entrada para controlar el flujo de aire a través de dicha entrada;

20 al menos una primera salida para permitir que dicha corriente de aire comprimido salga de dicho recipiente después de pasar al menos parcialmente a través de dicho volumen, dicha primera salida tiene una primera válvula de salida para controlar el flujo de aire a través de dicha primera salida; y

25 al menos una segunda salida, ubicada adyacente a dicha entrada, para permitir el escape de gases de purga que pasan nuevamente a través de dicho recipiente desde el tanque de almacenamiento, dicha segunda salida tiene una segunda válvula de salida para controlar el flujo de aire a través de dicha segunda salida, en donde dicha segunda válvula de salida está provista de un temporizador variable que controla el periodo de tiempo que la válvula permanece abierta permitiendo de ese modo que se logre supresión de punto de rocío variable.

30 Usar un temporizador variable en el escape y el material desecante formado como miembros desecantes usando un aglutinante de polímero, se proporciona la ventaja de que la supresión de punto de rocío lograda por el secador se puede variar simplemente alterando el tiempo que permanece abierta la válvula de escape. Desecantes de la técnica anterior que no utilizan un aglutinante de polímero varían el punto de rocío variando el volumen de desecante usado. Tales desecantes deben ser secados completamente por el ciclo de purga dado que el exceso de humedad finalmente daña los miembros desecantes. Aunque el proceso usado en la presente invención puede dar como resultado que parte del desecante nunca sea purgado completamente, el uso de un aglutinante de polímero significa
35 que los miembros desecantes no son dañados por acoplamiento continuo con agua.

Los miembros desecantes pueden comprender una pluralidad de tubos que se extienden a lo largo de dicho recipiente.

En un ejemplo preferido la segunda válvula de salida se abre en respuesta a una señal desde un presostato en el compresor.

40 En otro ejemplo preferido la segunda válvula de salida comprende una electroválvula adaptada para abrirse en respuesta al apagado del compresor y cerrarse después de un periodo de tiempo predeterminado.

Ahora se describirán realizaciones preferidas de la presente invención, a modo de ejemplo únicamente, y no en sentido limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección de un dispositivo secador usado en una realización de la presente invención;

45 La figura 2 es una representación esquemática de un sistema de aire comprimido que incorpora el dispositivo de la figura 1;

La figura 3 es una gráfica que muestra la recuperación de punto de rocío de una realización de la presente invención;

50 La figura 4 es una representación esquemática de un sistema de aire comprimido que incluye un aparato de secado usado en otra realización de la presente invención;

La figura 5 es una representación esquemática del aparato de secado incluido en la figura 4;

La figura 6 es una vista en perspectiva de un aparato que incorpora la invención mostrada esquemáticamente en la figura 5; y

La figura 7 es una gráfica que ilustra la supresión de punto de rocío que se puede lograr usando el aparato de las figuras 4 a 6.

5 Haciendo referencia a las figuras 1 a 3, un sistema de entrega de aire comprimido 10 incluye un secador de adsorción por oscilación de presión (PSA) 12. En el ejemplo mostrado, el secador PSA 12 es un secador de única columna aunque cabe señalar que la presente invención es igualmente aplicable a un secador de dos columnas. El secador PSA 12 incluye un recipiente 14 que contiene un material desecante que se forma como miembros desecantes usando un aglutinante de polímero. En la realización actualmente descrita, los miembros desecantes se forman como tubos 16 que se disponen en un fardo que se extiende a lo largo de la longitud del recipiente 14. Los tubos 16 se forman combinando un polímero con un material desecante y extrudiendo en forma de tubo. Un ejemplo del polímero es polietersulfona (PES), aunque también se pueden usar otros aglutinantes duraderos de polímero y lo más preferiblemente aglutinantes que no absorben agua. El material desecante usado es lo más preferiblemente tamiz molecular de zeolita aunque también son aceptables otros materiales desecantes con cinética rápida. Los tubos se forman típicamente con un diámetro de 2 mm y un agujero de 0,9 mm que se extiende a través de los mismos.

El dispositivo de sistema de aire comprimido también incluye un dispositivo de control 18 para controlar el flujo de aire comprimido a través del secador PSA 12. En particular, el dispositivo de control 18 conmuta el flujo de aire comprimido entre un modo de secado indicado en 20 por la flecha direccional y un modo de purga indicado con la flecha 22. El flujo de aire comprimido es controlado por una serie de válvulas contenidas dentro del secador PSA y funcionan de una manera familiar para los expertos en la técnica.

El sistema de aire comprimido mostrado en la figura 2 incluye una fuente de aire comprimido 24 y un depósito de aire comprimido 26. Se toman mediciones de temperatura y presión por todo el sistema usando dispositivos de medición de presión 28, 30 y 32 y dispositivos de medición de temperatura 34, 36, 38 y 40. Después de la fuente de aire comprimido y el dispositivo de medición de presión, una serie de filtros indicados en 42 eliminan aceite, materia particulada y gotas de agua, reduciendo la contaminación del secador PSA. Un medidor de flujo másico 44 y un regulador de presión 46 controlan el flujo de aire comprimido a través de una pareja adicional de sensores de presión y de temperatura 30 y 34.

El aire comprimido entra entonces al secador PSA 12 y pasa a lo largo de tubos desecantes 16. El agua contenida en el aire es absorbida rápidamente en el tamiz de zeolita que, en combinación con el polímero, forma los tubos desecantes. El aire comprimido seco atraviesa entonces válvulas de salida y por medio del sensor de temperatura 38 al depósito de aire comprimido 26. Dentro del depósito, presión y temperatura son medidas por sensores 32 y 40 y el punto de rocío también es medido por un dispositivo de medición de punto de rocío 48. Una vez alcanzada una presión requerida, se corta el flujo de aire comprimido al secador PSA y se devuelve aire purgado desde el depósito 26 y pasa nuevamente a través del secador PSA 12 en dirección 22 a una presión significativamente reducida atraviesa entonces la válvula de salida 50. Esto regenera rápidamente el desecante a su estado deshidratado. Debido a la rápida cinética de la combinación de desecante con aglutinante de polímero no absorbente de agua, el aire que retorna desde el depósito 26 no tiene que tener un punto de rocío tan bajo como si se usara un desecante de cuencas estándar de la técnica anterior. En la técnica anterior, la diferencia entre el punto de rocío del aire que entra al secador PSA y el que sale del secador PSA tiene que ser más de 50 °C a fin de que el aire de purga pueda secar suficientemente las cuencas de desecante antes de que vuelva a comenzar el secado.

Por lo tanto es posible que el aparato funcione con una supresión de punto de rocío, que es la diferencia entre el punto de rocío del aire que entra al secador PSA y el aire que sale del secador PSA (de tan solo 5 °C). Cabe señalar que cualquier supresión de punto de rocío por debajo de esto sería de valor muy limitado dado que el cambio en el punto de rocío es tan pequeño como para ser de poca utilidad. Una supresión de punto de rocío de 10 °C puede ser de utilidad en una situación médica donde el aire suministrado a un dispositivo o paciente tiene que ser ligeramente menor que el aire ambiente. Una supresión de punto de rocío de 20 - 30 °C puede ser de utilidad en un pequeño compresor de aire que funciona en ambientes razonablemente controlados. Por ejemplo, tales compresores se usan para hacer funcionar herramientas de dentistas y únicamente se necesita una pequeña supresión de punto de rocío a fin de asegurar que no se forme condensación en un dispositivo cuando hay un cambio de temperatura en la sala en la que está ubicado el dispositivo (por ejemplo cuando se enfría por la noche).

Una supresión de punto de rocío de 30 - 40°C es apropiada para uso en el sector ferroviario donde es importante asegurar que cuando se para un vehículo de ferrocarril que se ha usado y se almacena por la noche, cualquier caída en temperatura no es suficiente como para provocar condensación de agua dentro de líneas de aire. Como resultado, una supresión de punto de rocío de 30 - 40 °C es suficiente.

La figura 3 demuestra recuperación de punto de rocío desde faena excesiva donde la temperatura de entrada aumentó a +57 °C. Se permitió que el PDP se degradara a +30 °C, se logró recuperación completa a <+5 °C tras varios ciclos después de retomar una faena normal. Para la temperatura de entrada de 40 °C se logró un DPS de 30-40 °C.

Hay otros muchos usos para los que se puede poner el dispositivo de la presente solicitud y estos no se limitan a los presentados anteriormente. La presente invención es aplicable a cualquier situación donde se requiera una pequeña supresión de punto de rocío (hasta 50 °C) y también es aplicable a situaciones donde se requiere suministrar aire con un contenido de humedad que cumpla los estándares presentados en la norma ISO 8573.1 niveles 2 a 6.

5 Haciendo referencia a las figuras 4 a 6, se diseña un aparato 60 para eliminar agua de aire comprimido, para que esté ubicado entre un dispositivo compresor, que preferiblemente es un compresor sin aceite 62 y un tanque de almacenamiento de aire comprimido 64. El aparato 60 incluye un recipiente 66 que define un volumen y contiene un material desecante 68. El material desecante se cohesiona usando un aglutinante de polímero y se forma como miembros desecantes 70. Estos miembros desecantes con preferiblemente en forma de tubos que se extienden a lo
10 largo de la longitud del recipiente 66 y típicamente se forman con un diámetro externo de 2 mm y un agujero de 0,9 mm que se extiende a través de los mismos. Aunque son preferibles los tubos descritos anteriormente, se puede usar cualquier forma adecuada de miembro desecante que incluya longitudes cortas de los tubos descritos anteriormente empaquetados aleatoriamente en el recipiente 66 o miembros desecantes formados como cuencas. El desecante puede ser cualquier desecante adecuado pero preferiblemente es tamiz molecular de zeolita, aunque se
15 pueden usar otros materiales desecantes con cinética rápida. El polímero puede ser cualquier aglutinante duradero adecuado de polímero por ejemplo polietersulfona (PES).

El recipiente se forma con una pareja de capuchones extremos 72 y 74. El primer capuchón extremo 72, ubicado en el fondo del recipiente 66, tiene una entrada 73 para permitir que una corriente de aire comprimido entre al recipiente. La entrada 73 tiene una válvula de entrada 76 que controla el flujo de aire a través de la entrada 73. La
20 válvula de entrada 76 puede ser una simple válvula de abrir y cerrar y no tiene que ser una válvula de control de flujo variable para controlar el caudal del aire comprimido al recipiente. La válvula de entrada 76 es preferiblemente una válvula antirretorno. El capuchón extremo 72 está provisto de un deflector 78 que dirige la corriente de aire comprimido bajando al capuchón extremo antes de cambiar de dirección para pasar subiendo a través de los miembros desecantes 70. Esto ayuda a asegurar un flujo de aire comprimido uniforme que entra a la parte del
25 recipiente 66 que contiene los miembros desecantes 70. El deflector 78 también actúa para capturar gotas de agua y dirigir las al fondo de los capuchones extremos 72.

El segundo capuchón extremo 74, ubicado en la parte superior del recipiente 66, tiene una primera salida 80 que se conecta al tanque 64. La primera salida 80 tiene una válvula 82, preferiblemente una válvula antirretorno, y un orificio de purga 84, que puede ser fijo o variable, conectado en paralelo con la válvula 82.

30 En el primer capuchón extremo 72 se proporciona una segunda salida 86 y se ubica en el fondo del capuchón extremo. La segunda salida 86 tiene una segunda válvula de salida 88. Esta segunda válvula de salida controla el flujo de gases de purga que pasan nuevamente a través del recipiente desde el tanque de almacenamiento. La segunda válvula de salida tiene una función de temporizador que controla el periodo de tiempo que permanece abierta la válvula y este es preferiblemente un temporizador variable que se puede cambiar por simple operación de
35 un conmutador o graduador por ejemplo. La segunda válvula de salida 88 también es preferiblemente una electroválvula y además preferiblemente se abre en respuesta a una señal de un presostato 90 en el tanque de almacenamiento 64 que también controla el funcionamiento del compresor 62.

Ahora se describirá el funcionamiento del aparato 60. Una corriente de aire comprimido desde el compresor 62 atraviesa la válvula de entrada 78 y a la entrada 73. El deflector 78 en el capuchón extremo 72 fuerza el flujo de aire comprimido abajo y gotas de agua en el aire comprimido golpean el deflector 78 y discurren bajando hacia el fondo del capuchón extremo 72 desde donde escapan con aire de purga a través de la segunda salida 86. La corriente de aire comprimido pasa subiendo a lo largo de los miembros desecantes 70 y agua del aire comprimido es adsorbida en el material desecante dando como resultado un aire de secador que pasa al capuchón extremo 74 y sale por la primera salida 80. El aire comprimido de secador atraviesa la válvula 82, con un pequeño volumen que
45 pasa a través del orificio de purga 84, antes de entrar al tanque de almacenamiento 64.

Cuando ha pasado suficiente aire para rellenar el tanque 64 a una presión requerida predeterminado a través del aparato 60 la presostato 90, asociado con el tanque 64, provoca que se apague el compresor 62. Esta misma señal provoca que se abra la electroválvula 88. Esta apertura de la válvula 88 permite que parte del aire comprimido desde el tanque 64 fluya nuevamente a través del orificio de purga 84 nuevamente al capuchón extremo 74 y bajando a
50 través de los miembros desecantes 70. Como la primera válvula de salida 82 es una válvula antirretorno, el aire desde el tanque 64 debe pasar a través del orificio 84 que limita el flujo de aire asegurando que este flujo de aire de purga esté a presión reducida y cerca de la atmosférica, permitiendo de ese modo la purga de la humedad atrapada en el material desecante 68 desde los miembros desecantes 70.

La electroválvula 88 permanece abierta un periodo de tiempo predeterminado durante el que tiene lugar esta purga. Cuando termina el periodo de tiempo predeterminado la válvula 88 se cierra. Este periodo de tiempo predeterminado podría ser típicamente 20 segundos. El periodo de tiempo que permanece abierta la válvula 88 se puede usar para
55 determinar la supresión de punto de rocío que proporciona el aparato 60. Cuanto más permanezca abierta la válvula 88 más completa será la purga de humedad que tiene lugar. Una purga muy corta da como resultado que no toda el agua sea retirada y algo de agua restante adsorbida en el material desecante. Como el desecante se cohesiona mediante un aglutinante de polímero puede funcionar bajo estas circunstancias sin dañar los miembros desecantes.
60

Ciertamente si acontece cierto fallo mecánico, por ejemplo una fuga del tanque que provoca que el compresor esté en marcha continuamente, daría como resultado la saturación de los miembros desecantes, el material desecante puede recuperarse una vez retomado el funcionamiento normal. Como resultado, se puede usar un único tamaño del aparato de la presente invención para proporcionar una variedad de supresiones de punto de rocío simplemente variando el periodo de tiempo que está abierta la válvula de purga. Por lo tanto, si la electroválvula 88 está provista de un temporizador variable, que permite que el operario altere el periodo de tiempo que permanece abierta la válvula una vez se recibe la señal del presostato 90, el aparato puede actuar para ofrecer supresión de punto de rocío variable desde un único aparato. Por lo tanto es posible, por ejemplo, que un fabricante de compresores de aire use un único tamaño del aparato de secado de aire comprimido de la presente invención en una variedad de compresores de tamaños diferentes y tanques de almacenamiento simplemente variando el tiempo de purga alterando el tiempo en la válvula de temporizador variable 88 para obtener la supresión de punto de rocío requerida.

En cualquier punto durante el proceso se puede atraer aire comprimido del tanque de almacenamiento 64 para usarlo. Cuando la presión en el tanque de almacenamiento 64 cae por debajo de un valor predeterminado el compresor 62 se reinicia y el proceso de recargar el tanque 64 empieza a repetir las etapas presentadas anteriormente. En el caso de que la presión en el tanque 64 se reduzca por debajo del valor predeterminado durante el tiempo de purga de veinte segundos que está abierta la electroválvula 88, la electroválvula 88 se cierra para impedir que el aire comprimido del compresor 62 escape a través de la válvula de salida 88. Aunque el dispositivo de las figuras 4 a 6 se muestra alineado verticalmente el aparato es igualmente capaz de funcionar si se alinea horizontalmente. En este caso es preferible que la segunda salida esté ubicada en el punto más bajo del aparato de modo que el exceso de gotitas de agua tienda a discurrir hacia segunda salida donde es rápidamente retirada durante el ciclo de purga.

Haciendo referencia a la figura 7, las gráficas mostradas en la misma demuestran cómo se puede usar el dispositivo de la presente invención para seleccionar una supresión de punto de rocío. La gráfica muestra que para una punto de rocío a presión de entrada la conversión al punto de rocío a presión de salida es sustancialmente lineal cruzando el intervalo completo de flujos nominales porcentuales a una presión dada y que las líneas que representan los puntos de rocío de presión de entrada únicamente convergen marginalmente, lo que significa que la supresión de punto de rocío a presión es bastante constante cruzando un intervalo de punto de rocío a presión de entrada. Por ejemplo a un flujo nominal del 100 % y PDP de entrada de 50 °C da un PDP de salida de 10 °C que significa una supresión de punto de rocío de 40 °C. A un PDP de entrada de 40 °C hay un PDP de salida de -1° C que da una supresión de punto de rocío de 41° C. A un PDP de entrada de 30 °C hay un PDP de salida de -14° C que da una supresión de punto de rocío de 44° C. A un PDP de entrada de 20 °C hay un PDP de salida de -25° C que da una supresión de punto de rocío de 45° C. Finalmente, a un PDP de entrada de 20 °C hay un PDP de salida de -36° C que da una supresión de punto de rocío de 46° C. Por lo tanto se puede ver que la supresión de punto de rocío únicamente varía 6 °C en el intervalo de PDP de entrada de 10 a 50 °C.

Los expertos en la técnica apreciarán que las realizaciones anteriores han sido descritas a modo de ejemplo únicamente y no en sentido limitativo, y que son posibles diversas alteraciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención definido por las reivindicaciones anexas. La naturaleza fija de los tubos alargados proporciona ventajas de no asentamiento del material desecante y mayor resistencia a la vibración por lo tanto que no lleva a formación de polvo. También cabe señalar que el ejemplo mostrado en la figura 2 es un entorno de prueba de I+D que, si bien diseñado para replicar condiciones de funcionamiento reales, tiene instrumentación adecuada para dichas pruebas. En uso normal no se usaría dicha instrumentación y el sistema consistiría en la fuente de aire comprimido (fuera de nuestro alcance de suministro) la filtración de entrada, el secador y un controlador. El receptor y el sistema de distribución tampoco son parte del dispositivo de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar agua de aire comprimido que comprende, pasar una corriente de aire comprimido a través de un secador de adsorción por oscilación de presión (12), el secador incluye:
 - 5 al menos un recipiente (14) que contiene al menos un material desecante formado como miembros desecantes (16) usando un aglutinante de polímero; y
 - al menos un sistema de control (18) para controlar el flujo de dicho aire comprimido y conmutar el flujo de dicho aire comprimido entre un modo de secado y un modo de purga,
 - 10 caracterizado por que dicho recipiente y dicho material desecante contenido en el mismo se hacen de un tamaño que produzca una supresión de punto de rocío de menos de 50 °C y que dichos miembros desecantes comprenden una pluralidad de tubos que se extienden a lo largo de dicho recipiente.
2. Un método según la reivindicación 1, en donde dicho recipiente (14) recibe aire comprimido con un punto de rocío de hasta 50 °C.
3. Un método según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho material desecante produce aire comprimido con puntos de rocío de más de 10 °C.
- 15 4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho secador (12) no se proporciona con medios para calentar el material desecante durante el modo de purga.

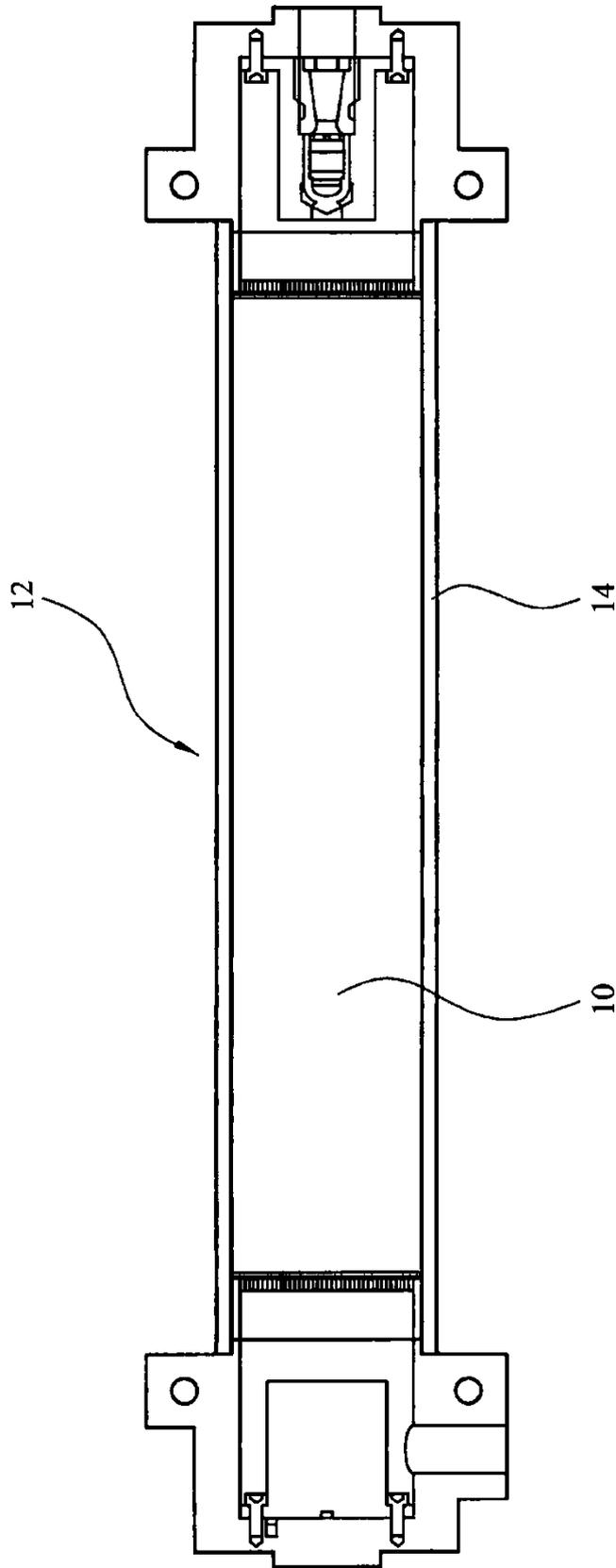


FIG. 1

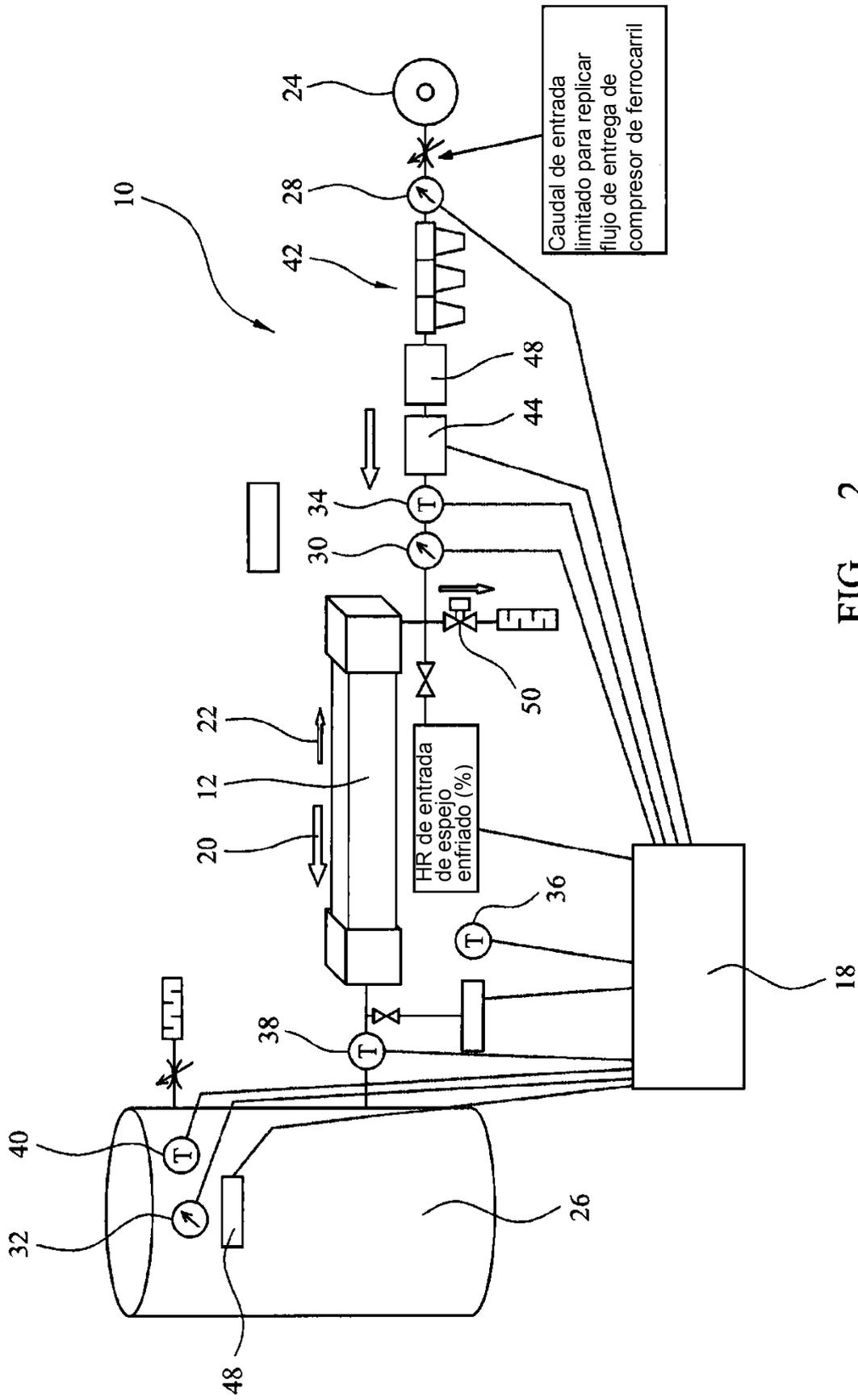


FIG. 2

Bombeo 7, poste 6, 40 °C

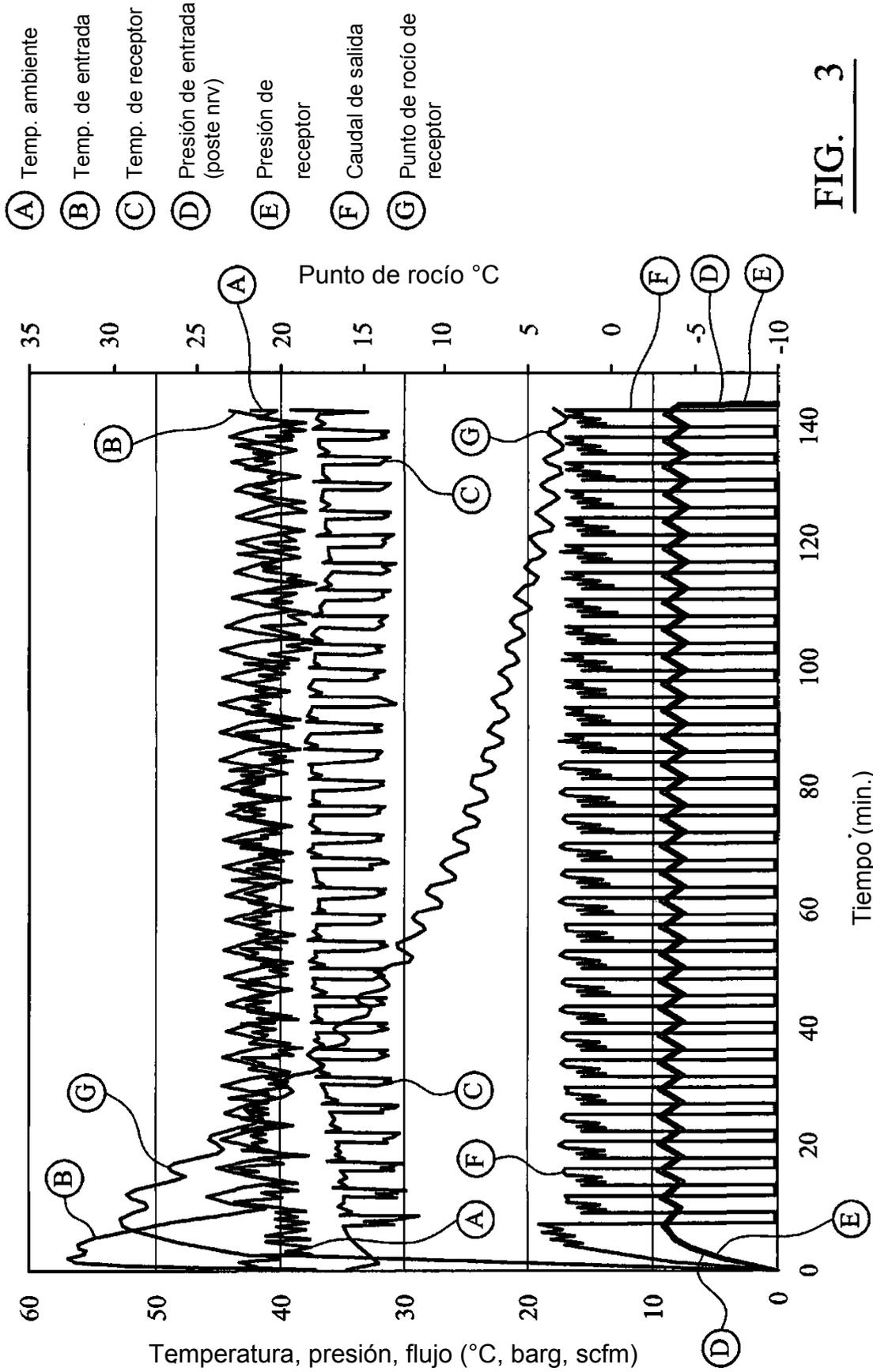


FIG. 3

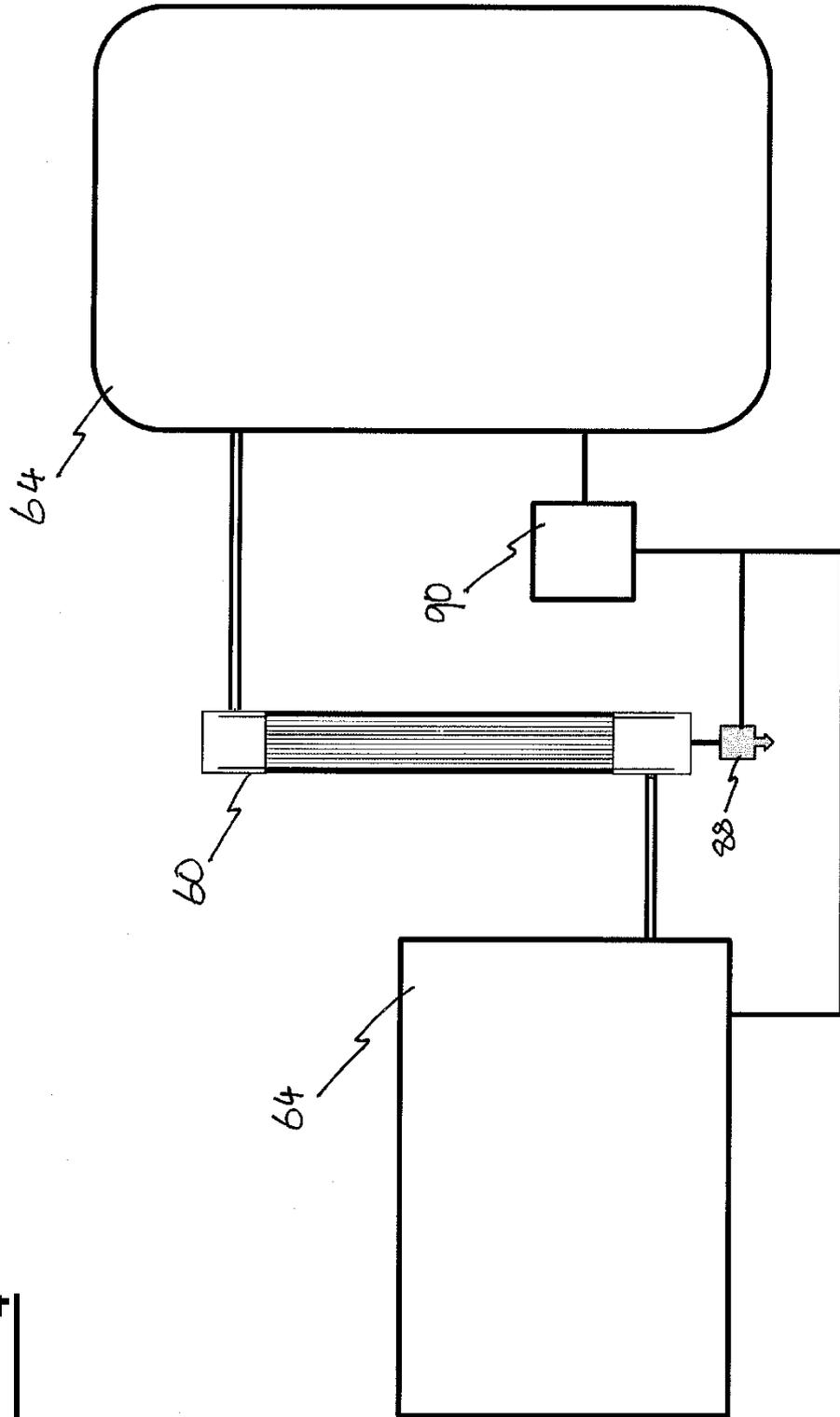


FIG. 4

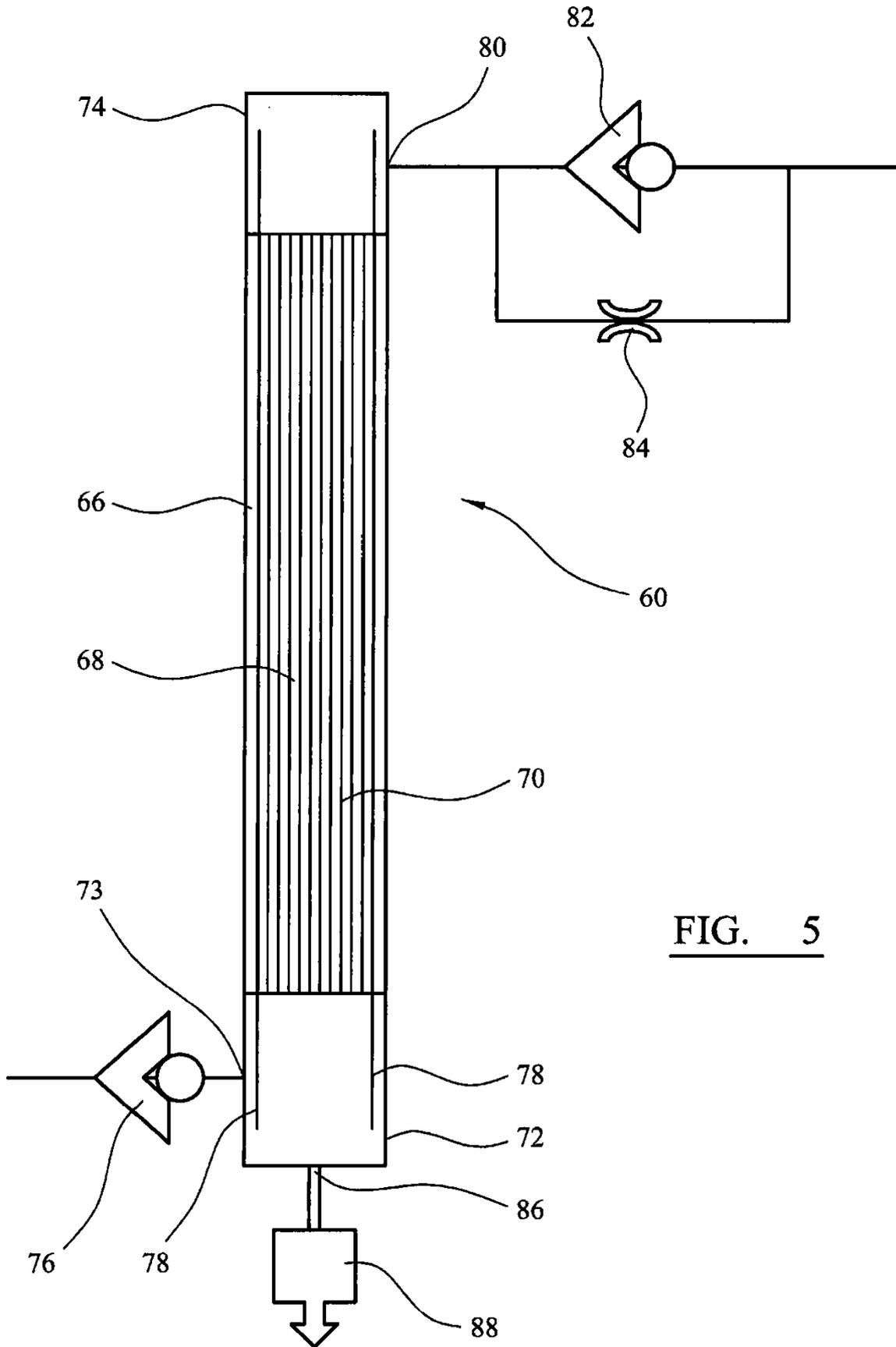


FIG. 5

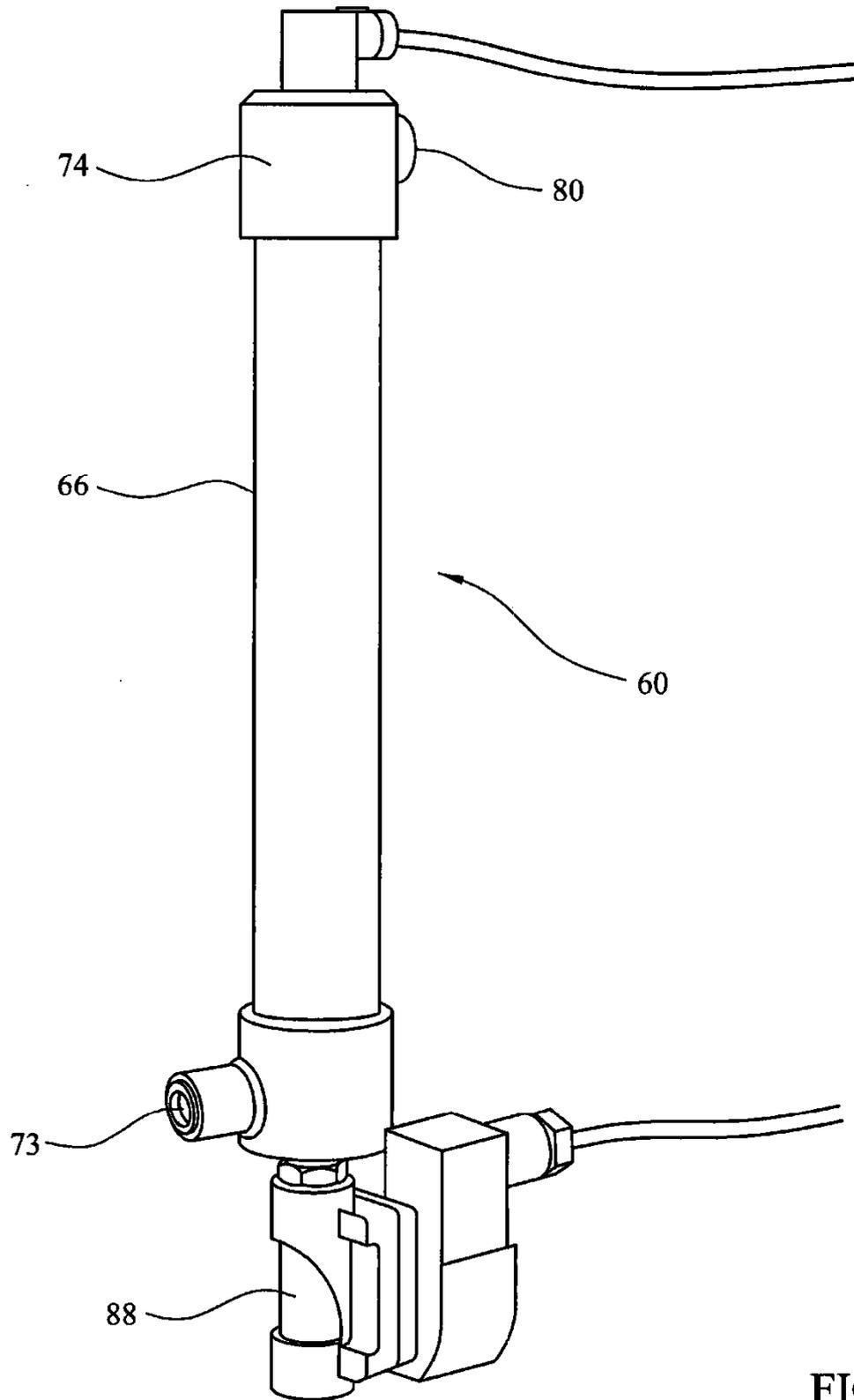


FIG. 6

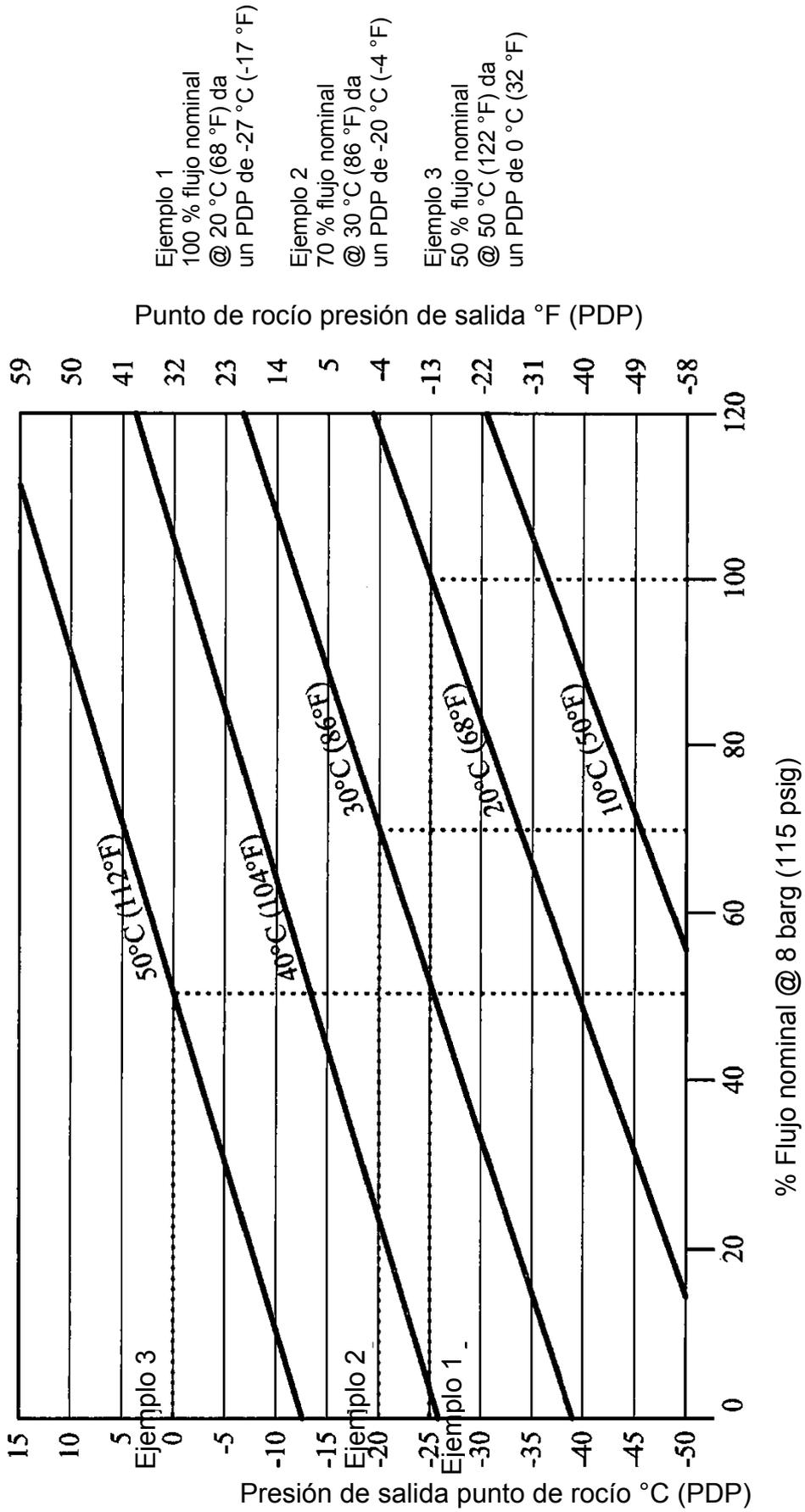


FIG. 7