

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 512**

51 Int. Cl.:

**F04B 41/06** (2006.01)  
**F04B 49/00** (2006.01)  
**F04B 49/06** (2006.01)  
**F04B 51/00** (2006.01)  
**F04D 27/00** (2006.01)  
**F25B 49/02** (2006.01)  
**F04D 15/00** (2006.01)  
**G05D 7/06** (2006.01)  
**G06F 17/30** (2006.01)  
**G06F 17/50** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2013 E 13159618 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2778413**

54 Título: **Entrada de diagrama de tuberías e instrumentación para un procedimiento para el control y/o supervisión de una instalación de compresores**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.06.2016**

73 Titular/es:

**KAESER KOMPRESSOREN SE (100.0%)**  
**Carl-Kaeser-Strasse 26**  
**96450 Coburg, DE**

72 Inventor/es:

**WAGNER, FLORIAN;**  
**HARTWICH, ANIKA y**  
**BIRKENFELD, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 574 512 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**

Entrada de diagrama de tuberías e instrumentación para un procedimiento para el control y/o supervisión de una instalación de compresores

5 La invención se refiere a un procedimiento para el control y/o supervisión de una instalación de compresores que comprende uno o varios compresores y uno o varios dispositivos periféricos, estando dispuestos o conectados los compresores y dispositivos periféricos en una configuración predeterminada, controlándose y/o supervisándose la instalación de compresores por una unidad de control/supervisión, así como una instalación de compresores según la reivindicación 17.

15 Las instalaciones de compresores representan un sistema compuesto por una pluralidad de compresores y dispositivos periféricos de diversos tipos que están acoplados entre sí a través de una red de tuberías de aire, y a través de una red de tuberías de agua cuando se utilizan sistemas de recuperación de calor. En general, las instalaciones de compresores están diseñadas individualmente para las condiciones locales. No hay una estructura universal para las instalaciones de compresores. Por eso, el comportamiento de una instalación de compresores concreta solo puede analizarse y evaluarse de una manera restrictiva sin conocimiento de la estructura de la instalación de compresores.

20 Para el accionamiento y diagnóstico de los compresores y dispositivos periféricos en una instalación de compresores, se utilizan denominados controladores de estación de orden superior. Como ejemplo para tales controladores de estación, se mencionan los documentos DE 103 08 725 A1 así como las publicaciones "PandIX - Exchanging P&I diagram model data", Proceedings of 2012 IEEE 17th International Conference on Emerging Technologies & Factory Automation, Cracovia, septiembre de 2012 y "IEC PAS 62424 - Grafische Darstellung PLT-Aufgaben und Datenaustausch zu Engineering-Systemen", atp Automatisierungspraxis 49 Cuaderno 5, p. 22-29 (2007). Tales controladores de estación son comparables respecto a su objetivo con sistemas de control distribuido en la ingeniería de procesos. La diferencia esencial respecto a los sistemas de control distribuido consiste en que los sistemas de control distribuido funcionan normalmente con un procedimiento de control y de análisis que se ha desarrollado específicamente para el proceso que va a controlarse. En el desarrollo específico, está codificado el conocimiento acerca de la estructura del proceso que va a controlarse y las relaciones operativas entre los componentes individuales del proceso. Sin embargo, en el caso de controladores de estación, los procedimientos de control y de análisis desarrollados específicamente para la instalación de compresores que va a controlarse y que va a supervisarse son la excepción. En el caso normal, se utiliza un procedimiento de control y de análisis estándar que se adapta a las condiciones locales únicamente por parametrización.

35 El objetivo de la presente invención consiste, en contraste con lo anterior, en especificar un procedimiento para el control y/o supervisión de una instalación de compresores que tiene en cuenta las condiciones locales de una instalación de compresores de forma aún más precisa. Además, también debería proponerse una instalación de compresores que resuelva esta problemática.

40 Este objetivo se resuelve en términos de tecnología de procedimiento con un procedimiento para el control y/o supervisión de una instalación de compresores según las características de la reivindicación 1 y en términos de la tecnología de dispositivos con una instalación de compresores según las características de la reivindicación 17. Además, se propone otra unidad de control y de supervisión para el control y/o supervisión de una instalación de compresores según las características de la reivindicación 22.

50 Un concepto básico de la presente invención consiste en que, especialmente después de la producción de la instalación de compresores, la configuración proporcionada en concreto o la relación operativa proporcionada concretamente entre el uno o varios compresores y el uno o varios dispositivos periféricos se introduce en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación por medio de un editor, y se utiliza como base o se pone a disposición para las posteriores rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación.

55 Por una rutina de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación deberían entenderse funciones de control, funciones de supervisión, funciones de diagnóstico o funciones de evaluación generalmente muy diferentes.

60 En la medida en que se afirma que los compresores y los dispositivos periféricos están dispuestos o conectados en una configuración predeterminada, esto debería entenderse también en el sentido de que también están comprendidos varios estados cambiantes, por ejemplo, una configuración alternativa que se puede lograr por la conmutación de una válvula o un interruptor. Una configuración predeterminada es, en este aspecto, la cantidad de todas las configuraciones concebibles que puede asumir la instalación de compresores en diferentes estados de funcionamiento.

65 El editor y / o la sección de almacenamiento también pueden ser un componente de la unidad de control/supervisión o puede estar integrado en el mismo.

La configuración en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación, también debería entenderse como incluida y, en este aspecto, adquirir las relaciones operativas entre los compresores y los dispositivos periféricos desde diferentes ángulos visuales o en diferentes dominios, siendo evidentemente suficiente desde un ángulo visual la detección de las relaciones operativas en un dominio ángulo visual para la puesta en práctica de la invención.

5 Los dominios posibles o los ángulos visuales posibles incluyen, a manera de ejemplo pero no exclusivamente, las relaciones operativas en términos de tecnología de aire comprimido que pueden representarse en un diagrama de tuberías e instrumentación, en el sentido más estricto, en particular un diagrama de tuberías e instrumentación de aire comprimido, las relaciones operacionales relacionadas con la recuperación de calor que pueden representarse en un  
10 diagrama de tuberías e instrumentación en el sentido más estricto, especialmente en un diagrama de tuberías e instrumentación de recuperación de calor, las relaciones operativas relacionadas con circuitos de refrigeración por agua, que pueden representarse en un diagrama de tuberías e instrumentación en el sentido más estricto, especialmente en un diagrama de tuberías e instrumentación de circuito de refrigeración de agua, así como las  
15 relaciones operativas relacionadas con la fuente de alimentación, que pueden representarse en un diagrama de circuito eléctrico. Aparte de esto, un diagrama de tuberías e instrumentación de acuerdo con la presente invención puede limitarse de forma abstracta a las relaciones operacionales subyacentes desde un ángulo visual/desde un dominio y, en este aspecto, no comprender todos los detalles de un posible diagrama de tuberías e instrumentación por lo demás habitual.

20 En lugar del término diagrama de tuberías e instrumentación, también es posible entender en este aspecto una representación gráfica de las relaciones operativas desde un ángulo visual determinado/en un dominio determinado como, por ejemplo, una representación gráfica de las relaciones operativas en términos de tecnología de aire comprimido o una representación gráfica de las relaciones operativas relacionadas con recuperación de calor. En este aspecto, se trata de un diagrama de circulación que representa el flujo de energía y/o medios de accionamiento y/o aire comprimido entre los compresores individuales y los dispositivos periféricos individuales.

Aunque las relaciones operativas se ilustran gráficamente, no es absolutamente necesario procesarlas o introducir las en forma gráfica por medio del editor, aunque esto constituye una posible configuración de la presente invención. Más bien, también es posible introducir las relaciones operativas completa o parcialmente de manera textual por medio del editor. Finalmente, también son concebibles otras formas de entrada, por ejemplo, una entrada de voz o incluso una  
30 entrada por medio de reconocimiento de imagen automático. En este aspecto, el editor puede también considerarse como una interfaz de entrada.

Si bien en teoría se prefiere introducir la configuración proporcionada concretamente en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación solo después de la producción de la instalación de compresores, sin embargo, también es concebible realizar esta entrada ya antes de la producción o durante la producción de la instalación de compresores, en la medida en que la configuración proporcionada concretamente o la relación operativa proporcionada concretamente ya se ha establecido.

40 Una condición previa para la producción de los modelos de salida es el conocimiento de las relaciones operacionales en la instalación de compresores. No es absolutamente necesario que exista la instalación de compresores. De esta manera, pueden producirse uno o varios modelos de salida o un diagrama de tuberías e instrumentación o varios diagramas de tuberías e instrumentación de dominio específico ya durante la planificación de una instalación de compresores. Tampoco es necesario que los modelos de salida se produzcan inmediatamente o que los diagramas de tuberías e instrumentación se introduzcan inmediatamente cuando se fija la estructura de la instalación de compresores. Los modelos de salida o los diagramas de tuberías e instrumentación deben establecerse o producirse a más tardar cuando deban utilizarse los diagramas de tuberías e instrumentación o los modelos de salida.

Es evidente que el procedimiento de acuerdo con la invención también puede llevarse a cabo repetidamente, por ejemplo, cuando algo ha cambiado en la configuración proporcionada en concreto, así, en la estructura real de la instalación de compresores o cuando se ha cometido un error en la entrada previa del diagrama de tuberías e instrumentación.

La unidad de control/supervisión puede estar conformada como una unidad que asume tanto funciones de control como de supervisión o bien solo funciones de control o solo funciones de supervisión.

Un perfeccionamiento conveniente del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que después de la introducción de la configuración proporcionada concretamente, esta última se almacena por orden de la unidad de control/supervisión.

60 En una posible modalidad opcional, la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación comprende exclusivamente la configuración o conexión de los compresores y los dispositivos periféricos ya conocidos de la unidad de control/supervisión. En este sentido, por una parte, la existencia de un compresor determinado o de un dispositivo periférico determinado como tal puede ser conocido ya por la unidad de control/supervisión o además de la mera existencia de compresores determinados o dispositivos periféricos determinados, la especificación concreta de los compresores y dispositivos periféricos presentes puede ya ser conocida por la unidad de control/supervisión. En una  
65

modalidad alternativa asimismo opcional del procedimiento, la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación comprende además de la entrada de la configuración o conexión de los compresores o dispositivos periféricos, también la especificación concreta de los compresores y dispositivos periféricos presentes.

5 En una modalidad especialmente preferente del procedimiento, la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación se realiza por parte del usuario. Puesto que los compresores y/o dispositivos periféricos de diferentes fabricantes a menudo se combinan entre sí por parte del usuario con el fin de producir una instalación de compresores concreta, la detección de las relaciones operativas por parte del usuario es una modalidad posible preferente.

10 En un perfeccionamiento posible del procedimiento de acuerdo con la invención, puede estar previsto que, cuando el diagrama de tuberías e instrumentación es introducido por el editor, los compresores y dispositivos periféricos están predefinidos o pueden seleccionarse como símbolos correspondientemente gráficos. Asimismo, en una modalidad posible puede estar previsto que cuando el diagrama de tuberías e instrumentación se introduce por el editor, las conexiones de los compresores y de los dispositivos periféricos estén predefinidos o puedan seleccionarse como  
15 símbolos correspondientemente gráficos.

Además, puede estar previsto que cuando el diagrama de tuberías e instrumentación se introduce por el editor, están predefinidas o pueden seleccionarse distintas especificaciones posibles de los compresores y/o de los dispositivos periféricos.

20 En una modalidad posible puede estar previsto que la presencia de uno o varios compresores así como uno o varios dispositivos periféricos y/o la especificación de algunos o de todos los compresores y/o de algunos o de todos los dispositivos periféricos se transfiere desde fuera, especialmente se introduce por medio de una carga de informaciones correspondientes, por ejemplo, como una carga de un archivo puesto a disposición por el fabricante de la instalación.

Una modalidad posible de del procedimiento prevé, aparte de eso, que algunos o todos los compresores y/o dispositivos periféricos se registren automáticamente en la unidad de control/supervisión y preferiblemente también transmitan automáticamente su especificación. Este registro o transmisión puede realizarse por cable, especialmente por hilos o por fibra de vidrio o por ondas de radio.

30 Como alternativa a la entrada de un diagrama de tuberías e instrumentación en la unidad de control/supervisión por medio de un editor, el conocimiento acerca de las relaciones operacionales también puede llegar de otras maneras a la unidad de control/supervisión:

- Importar una descripción/un modelo a la unidad de control/supervisión.
- Detección automática y opcionalmente detección de la especificación de algunos o de todos los compresores o de algunos o todos los dispositivos periféricos de una instalación de compresores. Es concebible, por ejemplo, que la unidad de control/supervisión consulte los compresores y/o dispositivos periféricos de acuerdo con sus propiedades por medio de la comunicación correspondiente. Como alternativa, los compresores y/o dispositivos periféricos se registran en la unidad de control/supervisión preferiblemente entregando su especificación.
- Por último, también se consideró una detección automática de partes de la instalación de compresores, por ejemplo, por medio de análisis de parámetro del operador y/o por medio de sistemas de detección de imagen. Esto puede estar dirigido a la siguiente detección parcial:

- Detección de la conexión de los compresores y/o dispositivos periféricos,
- Detección de los compresores y/o dispositivos periféricos,
- Ajuste de los parámetros modelo

50 En una modalidad posible concreta del procedimiento de acuerdo con la invención, la selección de símbolos gráficos para representar los compresores o los dispositivos periféricos y/o la selección de especificaciones concretas y/o la selección de conexiones específicas se realizan mediante un marcado en una lista de propuestas, pudiendo transmitirse el objeto seleccionado o la información seleccionada posteriormente al diagrama de tuberías e instrumentación que se va a producir en el editor. Sin embargo, en este caso, se trata de una modalidad posible muy concreta. Son concebibles numerosas otras modificaciones, especialmente con relación a una entrada parcial o exclusivamente textual, una entrada por reconocimiento de voz o una entrada por reconocimiento de imágenes.

60 Como ya se ha mencionado, puede estar previsto de acuerdo con la invención que una relación operativa o una configuración se introduzca en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación solo para un dominio/un ángulo visual. En una modalidad posible, se introducen diagramas de tuberías e instrumentación respectivos o configuraciones respectivas o relaciones operativas para dos o varios dominios /ángulos visuales diferentes, por ejemplo un:

- Diagrama de tuberías e instrumentación de aire comprimido
- y/o un diagrama de tuberías e instrumentación de recuperación de calor
- y/o un diagrama de tuberías e instrumentación relacionado con circuitos de refrigeración

- y/o una relación operativa relacionada con el suministro de energía, especialmente un diagrama de circuito eléctrico.

5 Muy en general, se indica que la unidad de control/supervisión puede estar implementada en uno o más servidores que tienen una conexión operativa entre sí o en un ordenador virtual.

10 Además, puede estar previsto que uno o más modelos de salida  $M_1, M_2, \dots$  de la instalación de compresores se elaboren a partir del diagrama de tuberías e instrumentación, y que basándose en estos modelos de salida  $M_1, M_2, \dots$  se elaboren uno o más modelos derivados  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  que tienen en cuenta las relaciones operativas entre los compresores individuales y dispositivos periféricos y opcionalmente también procesadores dinámicos y que el uno o varios modelos derivados  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  se basan en las rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación posteriores.

15 En el sentido de este procedimiento preferente, puede obtenerse un modelo derivado, por ejemplo, a partir de precisamente un modelo de salida. Sin embargo, también es posible que un modelo derivado se obtenga a partir de dos o varios modelos de salida o se produzcan dos o más modelos derivados que se basan en un modelo de salida único. Finalmente, es posible que dos o varios modelos derivados se obtengan a partir de dos o más modelos de salida.

20 En el caso del modelo derivado  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$ , puede tratarse de un modelo final que se utiliza directamente en las rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación posteriores o se utiliza como base para estas rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación; sin embargo, también puede tratarse de un modelo intermedio del cual se desarrolla el modelo final en una o varias etapas que se utiliza en última instancia en rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación posteriores o se utiliza como base para estas rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación.

25 En una modalidad posible, el modelo derivado  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  puede ser un modelo AM específico de aspecto que se produce a partir de los uno o varios modelos de salida  $M_1, M_2, \dots$  o de uno o más modelos intermedios  $M_1', M_2', AAM_1, AAM_2$  mediante el uso de un algoritmo de análisis específico de aspecto. Por modelo específico de aspecto hay que entender un modelo que aclara la instalación de compresores con respecto a una cuestión concreta. Aspectos concebibles que pueden dar lugar a un modelo específico de aspecto son, a modo de ejemplo pero no de manera concluyente: humedad ambiental, pérdida de presión, calidad de aire comprimido, calidad de presión, comportamiento de la presión, eficiencia energética, consumo de energía, balance energético, temperaturas, flujos de volumen/flujos de masa, costos, grado de reserva y/o fiabilidad.

35 En una modalidad posible preferente del procedimiento, la información sobre el comportamiento específico de aspecto de un compresor o de un dispositivo periférico está contenida en uno o varios modelos de componentes KM que van a tenerse en cuenta en el modelo de salida de aspecto AAM y/o en el propio algoritmo de análisis.

40 En los algoritmos de análisis específicos de aspecto está codificado cómo deben interpretarse los modelos de salida con respecto a un aspecto (o varios aspectos). Asimismo, en los algoritmos de análisis específicos de aspecto pueden estar contenidos conocimientos sobre el comportamiento dinámico de los compresores y/o dispositivos periféricos con respecto al aspecto considerado (los aspectos considerados). Opcionalmente, el algoritmo de análisis específico de aspecto utiliza modelos de componentes específicos de aspecto para producir los modelos derivados.

45 En una modalidad preferente del procedimiento, está previsto que esté previsto un algoritmo de análisis asignado para cada modelo AM específico de aspecto que va a producirse. Un algoritmo de análisis normalmente está desarrollado específicamente para una cuestión que debe responderse con el modelo específico de aspecto. A este respecto, cuando hay cuestiones relacionadas, puede ser el caso de que pueda llegarse a la aplicación del mismo algoritmo de análisis, o de uno solo ligeramente modificado. Sin embargo, como ya se ha mencionado, un algoritmo de análisis concreto está asignado a cada cuestión específica de aspecto o a cada modelo específico de aspecto.

50 Otros modelos derivados, especialmente modelos intermedios, también pueden desarrollarse a partir de algoritmos de análisis que son iguales o similares a los algoritmos de análisis específicos de aspecto derivados en los casos individuales.

55 En una modalidad preferente puede estar previsto que el modelo derivado  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  (independientemente de si se trata de un modelo final o de un modelo intermedio) se almacene en la unidad de control/supervisión o se almacene externamente por orden de la unidad de control/supervisión.

60 En un perfeccionamiento posible puede estar previsto que el o los modelos derivados  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  se deriven y/o almacenen y/o apliquen en un sistema externo. En este caso, en este aspecto, se llevan a cabo una o varias actividades en conjunto con los modelos derivados  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  externamente y opcionalmente incluso sin control directo o indirecto de la unidad de control/supervisión.

65 Concretamente, sería concebible la siguiente secuencia:

1. Los parámetros de funcionamiento se adquieren en la instalación de compresores y se almacenan en la unidad de control/supervisión.

2. Estos parámetros operativos se evalúan mediante la aplicación de modelos correspondientes en un servidor externo. Dicho servidor no es un componente de la unidad de control /supervisión y tampoco un componente del sistema de compresor.

3. La etapa de procedimiento especificado en el paso 2 también se entiende como procedimiento de acuerdo con la invención para el control y/o supervisión de una instalación de compresores a pesar de que no se lleva a cabo en sí dentro de la instalación de compresores y a pesar de que la unidad de control/supervisión no participa en la misma.

4. El resultado del procedimiento de supervisión/evaluación anteriormente mencionado puede ser, por ejemplo:

a) el cálculo de una fecha de mantenimiento posterior

b) la optimización de los parámetros de regulación o de control (por ejemplo, el cálculo de una presión requerida reducida)

5. Con los resultados mencionados en el paso 4, es posible, entonces:

a) llevar a cabo una planificación de mantenimiento (automática) por un fabricante de instalaciones de compresores o un operador de instalaciones de compresores para aumentar la disponibilidad de la instalación de compresores a través de mantenimiento oportuno;

b) mejorar la eficiencia energética de la generación de aire comprimido por la reparametrización (manual o automáticamente) del control de instalaciones de compresores a la presión requerida óptima calculada.

En una modalidad preferente puede estar previsto que el o los modelos derivados  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  se revisen de forma continua o cíclica o basada en eventos y opcionalmente se adapten automáticamente. Por ejemplo, durante el funcionamiento de la instalación de compresores se puede obtener una base de datos mejorada, de manera que esta base de datos mejorada puede ser la razón para adaptar el o los modelos derivados.

En otra modalidad opcional puede estar previsto que cuando el o los modelos de salida  $M_1, M_2, \dots$  cambian o cuando uno o varios modelos de componentes KM cambian, por ejemplo, desde que se realizan cambios estructurales a la instalación de compresores, el o los modelos derivados también se adaptan.

En una modalidad posible pueden considerarse diferentes modelos de salida específicos de dominio para la producción de uno o varios modelos derivados, ya sean modelos intermedios o modelos finales. Como modelos de salida específicos de dominio pueden considerarse especialmente modelos de salida específicos de aire comprimido, modelos de salida específicos de fuente de alimentación, modelos de salida relacionados con circuitos de refrigeración de agua o modelos de salida relacionados con la recuperación de calor y, en este aspecto, combinarse o tenerse en cuenta dos o más modelos de diferentes dominios. También pueden adquirirse y reproducirse interacciones entre los diferentes dominios.

En una modalidad posible, un modelo intermedio se considera como un modelo derivado, el cual también tiene en cuenta, en contraste con el o los modelos de salida, un comportamiento dinámico o diferentes estados de funcionamiento de la instalación de compresores.

Una modelo intermedio alternativo o adicional que, en caso de ser adicional, se puede colocar jerárquicamente antes o después de que el modelo intermedio anteriormente analizado, consiste en que dicho modelo intermedio se adapta de manera específica de aspecto y opcionalmente se simplifica en comparación con uno o varios modelos de salida o en comparación con uno o varios modelos intermedios. Si, por ejemplo, en una instalación de compresores se investiga la cuestión de qué compresor está respectivamente conectado a un secador situado aguas abajo, los filtros dispuestos en medio no desempeñan ningún papel y pueden no tomarse en cuenta en un modelo intermedio desde el punto de vista de esta cuestión, de manera que puede definirse un modelo intermedio simplificado.

Si se adopta este camino, es decir, se define un modelo de salida específico de aspecto, es preferiblemente posible producir un modelo específico de aspecto mediante el uso de un algoritmo de análisis específico de aspecto, en el ejemplo seleccionado por lo tanto es posible responder a la cuestión de qué secador puede suministrarse a qué compresor basándose en el modelo de salida AAM específico de aspecto en el que, por ejemplo, los filtros se han ignorado como dispositivos periféricos que no van a tenerse en cuenta en la cuestión concreta.

En una modalidad posiblemente alternativa o adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, se propone un procedimiento para la supervisión de una instalación de compresores que comprende uno o varios compresores y uno o varios dispositivos periféricos, estando dispuestos o conectados los compresores y dispositivos periféricos en una configuración predeterminada, controlándose y/o supervisándose la instalación de compresores por medio de una unidad de control/supervisión, produciendo el procedimiento una predicción para la próxima fecha de mantenimiento de la instalación de compresores o de los compresores individuales o dispositivos periféricos individuales, especialmente según la reivindicación 1, caracterizado

- por que, especialmente después de la producción de la instalación de compresores, la configuración proporcionada concretamente se introduce en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación por medio de un editor (23), y esta entrada forma la base para uno o varios modelos de salida,
  - por que, sobre la base de estos modelos de salida ( $M_1, M_2, \dots$ ), se producen uno o varios modelos derivados ( $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$ ) que tienen en cuenta las relaciones operativas entre los compresores individuales (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) opcionalmente también procesos dinámicos, y
  - se produce una predicción para la próxima fecha de mantenimiento teniendo en cuenta los datos operativos estandarizados de la instalación de compresores utilizando el o los modelos derivados ( $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$ ).
- En una modalidad posiblemente alternativa o adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, además se propone un procedimiento para la supervisión de una instalación de compresores que comprende uno o varios compresores y uno o varios dispositivos periféricos, estando dispuestos o conectados los compresores y dispositivos periféricos en una configuración predeterminada, controlándose y/o supervisándose la instalación de compresores por medio de una unidad de control/supervisión, configurándose el procedimiento como procedimiento de diagnóstico para diagnosticar la instalación de compresores o compresores individuales o dispositivos periféricos individuales, especialmente según la reivindicación 1, caracterizado
- por que, especialmente después de la producción de la instalación de compresores, la configuración proporcionada concretamente se introduce en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación por medio de un editor (23) y esta entrada forma la base para uno o varios modelos de salida,
  - por que, basándose en estos modelos de salida ( $M_1, M_2, \dots$ ) se producen uno o varios modelos derivados ( $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$ ) que tienen en cuenta las relaciones operativas entre los compresores individuales (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) opcionalmente también procesos dinámicos, y
  - se lleva a cabo un diagnóstico de errores teniendo en cuenta datos operacionales estandarizados de la instalación de compresores utilizando el o los modelos derivados ( $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$ ).
- La instalación de compresores de acuerdo con la invención según las características de la reivindicación 18 proporciona, entre otras cosas, que el editor está diseñado y destinado para introducir la configuración proporcionada concretamente en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación, y el editor está conectado operativamente a la unidad de control/supervisión de tal manera que el diagrama de tuberías e instrumentación introducido se transmite a la unidad de control/supervisión con el fin de usarlo como base para el rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación de posteriores.
- En primer lugar, las explicaciones ya dadas en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención se aplican para todos los conceptos. La instalación de compresores también puede estar configurada y destinada de manera bastante general para ejecutar y poner en práctica el procedimiento descrito anteriormente.
- En un perfeccionamiento concreto puede estar previsto que la unidad de control/supervisión se encargue del almacenamiento del o de los diagramas de tuberías e instrumentación introducidos. Además, en una posible modalidad puede estar previsto que las especificaciones de los compresores o dispositivos periféricos que se utilizan en la instalación de compresores estén almacenados en la unidad de control/supervisión de tal manera que la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación comprende exclusivamente la configuración y/o conexión de los compresores y dispositivos periféricos. Alternativamente, sin embargo, también puede estar previsto, como ya se ha descrito mediante el procedimiento, que en el caso de la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación, no solo se define la configuración o conexión de los compresores y dispositivos periféricos, sino que también se define en primer lugar en realidad la existencia de uno o varios compresores así como uno o varios dispositivos periféricos y/o preferentemente se introducen también las especificaciones de al menos una parte de los compresores o dispositivos periféricos.
- En una posible modalidad puede estar previsto que la unidad de control/supervisión ponga a disposición en una sección de almacenamiento listas de especificaciones de posibles compresores o de dispositivos periféricos y/o símbolos gráficos para la representación de los compresores utilizados o dispositivos periféricos utilizados y/o símbolos gráficos para la representación de conexiones posibles para la selección mediante la producción de un diagrama de tuberías e instrumentación en el editor. La selección de las informaciones correspondientes o símbolos gráficos puede realizarse por medio de distintas posibilidades de entrada posibles como, por ejemplo, de manera controlada por el cursor o por el ratón, controlado por texto, controlado por voz, etc. De la misma manera, la producción del diagrama de tuberías e instrumentación puede realizarse en el editor mediante los símbolos y/o informaciones seleccionados.
- En una modalidad preferente, la unidad de control/supervisión puede estar implementada en uno o varios servidores que tienen una conexión operativa entre sí o en un ordenador virtual.
- Además, la instalación de compresores también puede estar más perfeccionada por que los compresores y dispositivos periféricos estén dispuestos o conectados en una configuración predeterminada, controlándose y/o supervisándose la instalación de compresores por medio de una unidad de control/supervisión que se define por que la unidad de control/supervisión está conformada y configurada de tal manera que en el caso de las rutinas de control, de

supervisión, de diagnóstico o de evaluación, recurre a uno o varios modelos derivados  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  de la instalación de compresores, que se producen sobre la base de uno o varios modelos de salida  $M_1, M_2, \dots$  de la instalación de compresores, pero también tiene en cuenta las relaciones operativas entre los compresores individuales y los dispositivos periféricos así como opcionalmente también procesos dinámicos.

5 En un perfeccionamiento posible de la instalación de compresores puede estar previsto que la unidad de control/supervisión se ocupe del almacenamiento del o de los modelos derivados  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$

10 Además, en una modalidad posible aún también puede estar previsto que la unidad de control/supervisión también comprenda un editor y el editor esté diseñado y destinado a la entrada de la configuración proporcionada concretamente de la instalación de compresores en forma de diagrama de tuberías e instrumentación y el editor además tenga una conexión operativa a la unidad de control/supervisión de tal manera el diagrama de tuberías e instrumentación introducido se transmite a la unidad de control/supervisión y allí sirve como una base de salida para producir uno o varios modelos de salida  $M_1, M_2, \dots$

15 Además, se reivindica una unidad de control y supervisión para el control y/o supervisión de una instalación de compresores que comprende uno o varios compresores y uno o varios dispositivos periféricos, estando dispuestos o conectados los compresores y dispositivos periféricos a una configuración predeterminada y provocando la unidad de control/supervisión el control y/o supervisión de la instalación de compresores e interactuando con un editor, caracterizado por que el editor está diseñado y destinado para la entrada de la configuración proporcionada concretamente en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación y el editor está conectado operativamente a la unidad de control/supervisión de tal manera que el diagrama de tuberías e instrumentación introducido se transmite a la unidad de control/supervisión con el fin de utilizarlo como base para rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación posteriores.

20 Las explicaciones dadas en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención o la instalación de compresores de acuerdo con la invención también se aplican aquí por los conceptos utilizados. La unidad de control/supervisión está generalmente diseñada para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención, de manera que todas las posibles modalidades opcionales descritas también pueden estar implementadas en la unidad de control y supervisión.

25 La invención se explicará con más detalle a continuación también con referencia a otras características y ventajas mediante diferentes ejemplos de realización y con referencia a las figuras siguientes. A este respecto, muestran:

35 La Figura 1 una configuración puramente ejemplar de una instalación de compresores real que interactúa con una unidad de control/supervisión de acuerdo con la invención.

La figura 2 un modelado de la instalación de compresores de acuerdo con la figura 1 según el estado de la técnica.

40 La figura 3 un modelo de salida que representa la instalación de compresores en su configuración proporcionada concretamente en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación.

45 La figura 4 un modelo  $M'$  derivado del diagrama de tuberías e instrumentación según la figura 3 como modelo de salida que tiene en cuenta diferentes estados de funcionamiento.

La figura 5 un modelo derivado del diagrama de tuberías e instrumentación según la figura 3 como modelo de salida que puede considerarse como modelo de salida AAM simplificado específico de aspecto.

50 La figura 6 un modelo AM específico de aspecto que se ha desarrollado a partir del modelo de salida AAM específico de aspecto según la figura 5.

La figura 7 una vista general de las posibles rutas para el desarrollo de un modelo específico de aspecto o de un modelo final específico de aspecto a partir de un modelo de salida.

55 La figura 8 una vista general esquemática de las etapas de procedimiento individuales y las ventajas que se pueden conseguir con la misma cuando, por una parte, las relaciones operativas entre los compresores y los dispositivos periféricos de una instalación de compresores en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación se consideran como base para uno o varios modelos de salida y, por otra parte, los modelos derivados se desarrollan a partir de estos modelos de salida.

60 La figura 9 un ejemplo de una rutina de optimización en el que la presión requerida  $P_{req}$  de una instalación de compresores se optimiza utilizando modelos.

La figura 10 un ejemplo que ilustra cómo mediante la aplicación de un modelo cuantitativo de una instalación de compresores se puede determinar el volumen acumulador efectivo de una instalación de compresores.

La figura 11 un modelo de salida AAM específico de aspecto derivado del diseño según la figura 10.

La figura 12 ilustración del cambio del gradiente de presión en el momento de la conmutación de un compresor.

En la figura 1 está ilustrado un diseño ejemplar de una instalación de compresores dada realmente. La instalación de compresores ejemplar debería comprender tres compresores 11, 12, 13 dispuestos en serie entre sí. A cada compresor 11, 12, 13 puede asignarse de forma inequívoca un filtro 14, 15, 16 que está dispuesto respectivamente aguas abajo del compresor 11, 12, 13 asignado. Dos secadores 19, 20 están dispuestos aguas abajo de los filtros 14, 15, 16. El aire comprimido aguas abajo del primer filtro 14 debería fluir siempre a través del primer secador 19. El aire comprimido aguas abajo del segundo filtro 15 puede dirigirse a través de dos válvulas 17, 18 ya sea a través del primer secador 19 o a través del segundo secador 20. Las dos válvulas 17, 18 están conectadas o accionadas de tal manera que nunca se abren simultáneamente, así, cuando la primera válvula 17 se abre la segunda válvula 18 permanece cerrada o cuando se abre la segunda válvula 18 la primera válvula 17 permanece cerrada.

Un acumulador de aire comprimido 21 está dispuesto aguas abajo de los dos secadores 19, 20. En el lado de salida del acumulador de aire comprimido 21 está dispuesto otro sensor de presión 26 para la detección de la presión de funcionamiento en ese lugar.

Con el fin de controlar y/o supervisar la instalación de compresores está prevista una unidad de control/supervisión 22 que tiene una conexión operativa a los compresores 11, 12, 13 así como a los filtros 14, 15, 16, las válvulas 17, 18, los secadores 19, 20, el acumulador de aire comprimido 21 así como al sensor de presión 26. Los filtros 14, 15, 16, las válvulas 17, 18, los secadores 19, 20, el acumulador de aire comprimido 21 así como el sensor de presión 26 forman en este caso dispositivos periféricos de la instalación de compresores. La unidad de control/supervisión 22 también tiene una conexión operativa con una sección de memoria 24 así como un editor 23. A este respecto, la unidad de control/supervisión 22 puede desempeñar funciones de control, funciones de supervisión o funciones de control y de supervisión. Por supervisión debería de entenderse en cuestión cualquier tipo de forma de evaluación, así, además de una supervisión de fallos de funcionamiento, estados de funcionamiento inusuales, situaciones de alarma, etc., también un diagnóstico, especialmente en el caso de un mensaje de fallo ya presente, una evaluación con respecto a la optimización o una evaluación para predecir una próxima fecha de mantenimiento (mantenimiento predictivo).

Con el fin de desempeñar una o varias de estas funciones, se adquirirán y pondrán a disposición modelos de las relaciones de funcionamiento de los compresores 11, 12, 13 así como de los dispositivos periféricos 14 a 21 son hechos para ser adquiridos y hechos accesibles para la unidad de control/supervisión 22. Para esto, preferentemente, por una parte, la configuración proporcionada concretamente en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación se introduce por medio de un editor 23 que tiene una conexión operativa con la unidad de control/supervisión 22. Por otra parte, se producen uno o varios modelos de salida  $M_1, M_2 \dots$  por la unidad de control/supervisión 22 o externamente de esta configuración introducida, que codifica la relación operativa entre los compresores 11, 12, 13 y el dispositivo periférico 14 a 21, y uno o varios modelos derivados  $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$  que tienen en cuenta relaciones operativas entre los compresores 11, 12, 13 individuales y los dispositivos periféricos 14 a 21, se desarrollan sobre la base de estos modelos de salida  $M_1, M_2, \dots$ .

En una delimitación con respecto a esto en el estado de la técnica, como se ilustra mediante la figura 2, la relación operativa entre los compresores 11, 12, 13 individuales y los dispositivos periféricos 14 a 21, en el presente ejemplo concretamente los filtros 14, 15, 16, los secadores 19, 20 así como las válvulas 17, 18 y el acumulador de aire comprimido 21 no se tuvieron en cuenta. En los procedimientos para el control y/o supervisión de una instalación de compresores según el estado de la técnica, los dispositivos periféricos la preparación de aire comprimido así como la conexión de estos dispositivos periféricos no son, desde un punto de vista estructural, otra cosa que una caja negra, lo cual en este aspecto no se ilustra adecuadamente la instalación de compresores.

Por eso, la presente invención prevé que para producir un modelo de la instalación de compresores, especialmente después de la producción de la instalación de compresores, la configuración proporcionada concretamente en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación se introduzca por medio del editor 23 ya mencionado. Se reproduce en la figura 3 un diagrama de tuberías e instrumentación representativo para la instalación de compresores según la figura 1. Hay que tener en cuenta que son concebibles muchas variantes para la introducción de este diagrama de tuberías e instrumentación. La introducción del diagrama de tuberías e instrumentación debería comprender por lo menos la etapa de definición de las relaciones operativas entre los compresores 11, 12, 13 y los dispositivos periféricos 14 a 21, pero preferentemente también puede comprender una etapa preliminar, específicamente la detección de la presencia de los compresores 11, 12, 13 y los dispositivos periféricos 14 a 21 individuales, preferentemente también otra tercera etapa, específicamente la introducción de las especificaciones de los compresores 11, 12, 13 así como de los dispositivos periféricos 14 a 21. Es concebible que la detección de la presencia, de las relaciones operativas y de las especificaciones se realice en diferentes formas, por ejemplo, las relaciones operacionales se introducen gráficamente por medio del editor 23, las otras informaciones se transmiten de otras maneras a la unidad de control/supervisión 22, por ejemplo, por al cargar un archivo, por ejemplo, puesto a disposición por el fabricante de la instalación. También son

concebibles distintas variantes para la introducción mediante el editor 23, como ya se ha explicado en la parte introductoria de la descripción.

En la figura 4 está ilustrado un modelo derivado M' que ya reproduce y tiene en cuenta diferentes estados de funcionamiento posibles del modelo de salida según la figura 3 dado como diagrama de tuberías e instrumentación. Mientras que en el modelo según la figura 3 aún no está contenida la información sobre qué secador 19, 20 se suministra a qué compresor 11, 12, 13, el modelo M' ilustrado en la figura 4 tiene en cuenta las diferentes condiciones en las que se relaciona con la diferenciación de casos: "si la primera válvula 17 y la segunda válvula 18 están cerradas, entonces... de lo contrario...". A este respecto, V1 señala la primera válvula 17, y V2 la segunda válvula 18. T1 señala el primer secador 19 y T2 señala el segundo secador 20, K1 señala el primer compresor 11 y K2 el segundo compresor 12 así como K13 el tercer compresor 13.

En la Figura 5 está ilustrado un modelo derivado del diagrama de tuberías e instrumentación según la figura 3 como modelo de salida que puede considerarse como modelo de salida AAM específico de aspecto simplificado. Si, por ejemplo, el aspecto investiga dentro del dominio aire comprimido en cuanto a qué secador 19, 20 puede suministrarse por qué compresor 11, 12, 13, para sobre esta base desarrollar un modelo AM específico de aspecto que aclare esta cuestión, se recurre a un algoritmo de análisis asignado y opcionalmente a modelos de componentes. El algoritmo de análisis asignado puede estar almacenado en una localización correspondiente, especialmente puede estar almacenados en la región de acceso de la unidad de control y supervisión 22. Los modelos de componentes específicos de aspecto pueden estar integrados, por ejemplo, en una base de datos.

En el presente caso de ejemplo, se conoce que el algoritmo de análisis que para la cuestión en cuanto a qué secador 19, 20 se suministra por qué compresor 11, 12, 13, los filtros 14, 15, 16 aún presentes en el modelo de salida según la figura 3 pueden continuar desatendidos. En este aspecto, se hace evidente para la cuestión el modelo de salida AAM específico de aspecto en la figura 5 que está simplificado con respecto al modelo de salida según la figura 3, que no se consideran los filtros 14, 15, 16.

En la figura 6 está representado ahora el modelo AM específico de aspecto que se obtiene a partir del modelo de salida específico de aspecto según la figura 5 para la cuestión de cuál de los secadores 19, 20 se suministra por qué compresor 11, 12, 13. En este aspecto, para el modelo de aspecto específico según la figura 6, se recurrió al modelo de salida AAM específico de aspecto que puede considerarse como modelo intermedio y se basa en el modelo de salida M según la figura 3.

En la Figura 7 están representadas varias rutas para el desarrollo de un modelo AM específico de aspecto (o un modelo final específico de aspecto) a partir de un modelo de salida M. En este aspecto, es concebible desarrollar uno o varios modelos AM específicos de aspecto directamente de uno o varios modelos de salida M. Sin embargo, también es concebible desarrollar uno o varios modelos AM específicos de aspecto de uno o varios modelos de salida M por medio de modelos intermedios. Como modelos intermedios entran en consideración o bien modelos M' o modelos AAM, definiendo los modelos M' de forma generalizada para un dominio/punto de vista (u opcionalmente varios) modelos que definen, por ejemplo, diferentes estados de funcionamiento de uno o varios modelos de salida. Los modelos de salida AAM específicos de aspecto forman la base para llegar a un modelo AM específico de aspecto con la ayuda de un algoritmo de análisis y/o teniendo en cuenta modelos de componentes. En este aspecto, es concebible llegar al modelo AM específico de aspecto a través de la ruta M, M', AAM. Sin embargo, como alternativa, también es posible llegar al modelo de salida AM desde el modelo de salida M a través de AAM y posteriormente M'. Por último, es posible, además, llegar al modelo AM específico de aspecto a partir del modelo de salida M a través de M'. El ejemplo de la figura 6 ha demostrado que es posible asimismo llegar al modelo AM específico de aspecto a partir del modelo de salida M a través de AAM. En el caso de todos los modelos M', AAM, AM, se trata de modelos M derivados que se desarrollan a partir de un modelo de salida M. Sin embargo, el modelo AM específico de aspecto puede considerarse como modelo final que es adecuado para responder cuestiones concretas y, en este aspecto, puede tenerse en cuenta en rutinas de control, de supervisión, de diagnósticos o de evaluación posteriores.

En la Figura 8 está ilustrada una vista general esquemática de las etapas de procedimiento individuales y las ventajas que se pueden lograr del mismo si, por una parte, las relaciones operativas entre los compresores y los dispositivos periféricos de una instalación de compresores en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación se tienen en cuenta como base para uno o varios modelos de salida y, por otra parte, los modelos derivados se desarrollan a partir de estos modelos de salida.

En este aspecto, la figura 8 ilustra las relaciones de las aplicaciones individuales de modelos. Las relaciones causales representadas en la ilustración deben leerse tanto de forma acumulativa como de forma alternativa. La base para el tratamiento de los datos es la estandarización de los datos en el sentido de que un significado bien definido se asigna a cada dato individual.

Los modelos AM específicos de aspecto a los que puede recurrirse para numerosas otras aplicaciones pueden derivar a su vez a base de datos estandarizados y los modelos de salida M1, M2, ... específicos de dominio. Concretamente aplicaciones concebibles son, por ejemplo, control y regulación, optimización de las condiciones periféricas en las que se acciona una instalación de compresores concreta, análisis de datos, supervisión, diagnóstico, predicción de una

fecha de mantenimiento (mantenimiento predictivo). En cuanto a la aplicación, el control y la regulación se pueden mantener por que el accionamiento de una instalación de compresores puede mejorarse por que, con ayuda de modelos pueden determinarse e implementar acciones de ajuste para los compresores y/o los dispositivos periféricos en condiciones periféricas dadas (por ejemplo, presión requerida que debe mantenerse) de la instalación de compresores. En este caso, se trata de una optimización que se aplica en tiempo real (aplicación en línea).

A continuación, se darán ejemplos para el control cerrado regulación de una instalación de compresores, mostrando cómo se puede lograr una mejora del funcionamiento de una instalación de compresores de una manera relacionada con el aspecto empleando modelos y opcionalmente modelos derivados:

a) Aspecto de la eficiencia energética:

Por ejemplo, teniendo en cuenta las relaciones operacionales de la instalación de compresores, así, del diagrama de tuberías e instrumentación correspondiente y opcionalmente teniendo en cuenta otros modelos derivados, se logra que los secadores de una instalación de compresores solo se accionen cuando hay necesidad de secar aire comprimido. En los periodos de tiempo en los que no hay necesidad de secar aire comprimido, los secadores no se accionan y, por lo tanto, se ahorra energía para la cobertura de "fugas térmicas".

b) Aspecto de la calidad del aire comprimido:

En este caso, dado el conocimiento de las relaciones operativas entre los compresores y los dispositivos periféricos de una instalación de compresores, la reacción al fallo de un secador puede regularse como sigue: si un secador falla, los compresores asignados al secador solo continúan accionados si la cantidad entregada de los otros compresores no es suficiente para cubrir el requisito de aire comprimido. En la medida de que el sistema de tuberías de aire comprimido lo permita, el aire comprimido del compresor asignado al secador que falla se distribuye a otros secadores.

Como un ejemplo para el análisis de datos utilizando modelos en el sentido de la presente invención pueden generarse modelos específicos de aspecto. Básicamente, pueden considerarse declaraciones cuantitativas o cualitativas para las aplicaciones más concebibles, no solo para el análisis de datos sino también para la supervisión, diagnóstico, etc. Con respecto a la fiabilidad de la instalación de compresores puede tomarse, por ejemplo, una declaración cuantitativa en el sentido de una cuantificación de tiempo medio hasta el fallo, por ejemplo, 10 000 horas. Una declaración que aclara la fiabilidad de la instalación de compresores, sin embargo, también puede realizarse cualitativamente, por ejemplo, como sigue: la fiabilidad de la instalación de compresores se evalúa como "alta", "media", "baja".

Un ejemplo de optimización puede ser la determinación del parámetro de la presión requerida. Esta optimización puede realizarse tanto como optimización fuera de línea como durante el funcionamiento en curso de la instalación de compresores. A este respecto, se hace referencia a la ilustración según la figura 9, que aclara mejor el problema de la optimización de la presión requerida para la presión realmente necesaria.

Una predefinición significativa a una unidad de control/supervisión de una instalación de compresores es la presión (presión requerida) que debe estar presente en el punto de transferencia a la red del cliente. La unidad de control/supervisión 22 intenta accionar los compresores 11, 12, 13 de manera que la presión requerida  $P_{req}$  siempre se mantiene y, a este respecto, se minimiza la energía eléctrica necesaria para generar aire comprimido. Como resultado de un aumento discontinuo en el consumo de aire comprimido, puede suceder que la unidad de control/supervisión emita un orden de puesta en marcha demasiado tarde a un compresor 11, 12, 13 y, por eso, la presión requerida quede por debajo. Por eso, la presión requerida  $P_{req}$  se ajusta básicamente ligeramente más alta en la unidad de control/supervisión que la presión que el cliente realmente requiere,  $P_{necesaria}$ . La distancia entre la presión requerida  $P_{req}$  ajustada y la presión realmente necesaria  $P_{necesaria}$  es un margen de seguridad. Sin embargo, como resultado de la presión requerida  $P_{req}$  relativamente alta, aumenta el requisito de energía para la generación de aire comprimido, puesto que el consumo de potencia eléctrica de los compresores 11, 12, 13 aumenta con la presión requerida  $P_{req}$ . Por eso, es deseable ajustar la presión requerida tan baja como sea posible, pero también siempre a un nivel tan alto que, en el caso de saltos en el consumo, la presión realmente necesaria no quede por debajo (cf. figura 9).

Sin embargo, para la optimización de la presión requerida  $P_{req}$  no basta simplemente con analizar solo la evolución temporal de la presión  $p(t)$  que se ha registrado en el pasado, puesto que el cambio en la presión requerida  $P_{req}$  repercute en el comportamiento del control de la instalación de compresores. Esto da lugar a otras acciones de conmutación que dan lugar a otra evolución de la presión  $p(t)$ .

Mediante la aplicación de un modelo de simulación de la instalación de compresores derivado del diagrama de tuberías e instrumentación de la instalación de compresores, por perfiles de presión  $p(t)$  registrados en el pasado puede determinarse la presión requerida mínima a la que la presión realmente necesaria ya no queda por debajo. Con tal modelo de simulación se pueden encontrar explicaciones más detalladas sobre esto, por ejemplo, en el documento WO 2010/072803 A1, también puede determinarse cuánta energía puede ahorrarse mediante la optimización la presión requerida  $P_{req}$ .

También pueden usarse modelos para la supervisión de instalaciones de compresores. Al comparar el comportamiento del proceso real con el modelo del proceso real puede identificarse si en el proceso real se produce un comportamiento que (al menos teniendo en cuenta el modelo) no se esperaba de esa forma. Si la realidad y el modelo

difieren, se desencadena una advertencia o una avería, por ejemplo, se desencadena una señal de alarma o se envía una notificación por correo electrónico a una persona responsable de la instalación.

5 En el campo del diagnóstico, la causa de un comportamiento incorrecto puede delimitarse o determinarse con ayuda de modelos. En este contexto, por ejemplo, se simulan diversos escenarios de fallo en el modelo y se comparan con datos observados en el proceso real cuando se produce el fallo. El escenario que corresponde mejor a la realidad da una indicación de la causa del fallo.

10 Mediante el uso de simulaciones previas es posible estimar la próxima fecha para un mantenimiento de la instalación de compresores o de los compresores o de los dispositivos periféricos. Al asumir un perfil de aire comprimido (por ejemplo observado en el pasado en la instalación de compresores en cuestión) se determina cómo se espera que se accionen o se carguen los compresores individuales y los dispositivos periféricos de una instalación de compresores en las siguientes semanas o meses. Desde el transcurso de los estados de funcionamiento de los compresores y los dispositivos periféricos y un modelo para el desgaste de los componentes/recursos operativos relevantes para el mantenimiento, es posible determinar la fecha en que se alcanza el límite de desgaste (vida útil) del componente/recurso operativo.

A continuación se indica otro ejemplo en cuanto a cómo se puede determinar el volumen acumulador efectivo de una instalación de compresores mediante la aplicación de un modelo cuantitativo de una instalación de compresores. Esto se aclara mediante la instalación de compresores, como está representado en la figura 10. La instalación de compresores consta de los tres compresores 11, 12, 13, los dos secadores 19, 20, los dos filtros 14, 15 y el acumulador de aire comprimido 21. El objetivo de la unidad de control/supervisión 22 es determinar qué volumen acumulador efectivo posee el acumulador de aire comprimido 21 (volumen posiblemente conocido) junto con la red de tuberías (volumen generalmente desconocido). La información sobre el volumen acumulador efectivo se utiliza, por ejemplo, para calcular el consumo de aire comprimido actual del que se derivan a su vez los tiempos para las acciones de conmutación de los compresores. Para determinar el volumen acumulador efectivo, la instalación de compresores de la figura 10 se reproduce en primer lugar en un modelo que contiene aún solamente los componentes relevantes para la determinación del volumen acumulador. Se obtiene un modelo AAM simplificado con respecto al volumen acumulador, como se ilustra en la figura 11. Los secadores 19, 20 y los filtros 14, 15 no tienen ninguna relevancia para el cálculo del volumen acumulador efectivo y, por eso, no se tienen en cuenta en el modelo de salida AAM específico de aspecto. En cambio, los compresores 11, 12, 13 son relevantes, puesto que las acciones de conmutación en los compresores se utilizan para determinar el volumen acumulador efectivo por medio del cambio del gradiente del sensor de presión 26 que está montado en el acumulador de aire comprimido 21. El cálculo del volumen acumulador ocurre al compararse el gradiente de presión antes de la acción de conmutación con el gradiente de presión después de la acción de conmutación. La acción de conmutación de un compresor produce una situación (en el caso de un consumo de aire comprimido constante) en la que el gradiente de presión cambia, como está ilustrado mediante la figura 12. Se toman como base para el cálculo varias suposiciones:

- 40 - El volumen acumulador efectivo "real" no cambia alrededor del momento de la acción de conmutación.
- El consumo de aire comprimido es constante alrededor del momento de la acción de conmutación.
- La temperatura del aire comprimido en el sistema de tuberías y en el acumulador intermedio es constante.

Suponiendo que se conoce la cantidad entregada del compresor de conmutación, por ejemplo, porque la cantidad entregada está almacenada en una base de datos que es accesible a la unidad de control y supervisión 22, el volumen acumulador efectivo  $V_{eff}$  se puede calcular a partir del cambio del gradiente de presión y el cambio en la cantidad entregada de los compresores  $\Delta FAD$  (correspondientemente a la cantidad entregada del compresor individual) y de la presión ambiente  $P_{amb}$ :

$$V_{eff} = \frac{\Delta FAD}{\left(\frac{dp_N}{dt}\right)_2 - \left(\frac{dp_N}{dt}\right)_1} * p_{amb}$$

50 Específicamente, la suposición de que el consumo de aire comprimido es constante alrededor del momento de la acción de conmutación, en la práctica no se mantiene durante cada acción de conmutación. Por eso, es posible y ventajoso compensar la estimación individual del volumen acumulador efectivo frente a estimaciones anteriores mediante un filtrado (por ejemplo, creación de un valor medio). Para el procesamiento posterior se utiliza, por ejemplo, en este caso, el valor medio de las últimas 20 estimaciones. En la suposición muy realista de que el cambio de consumo durante el proceso de conmutación se realiza con la misma probabilidad hacia arriba como hacia abajo, los cambios de consumo se neutralizan en promedio durante el filtrado.

El análisis de acuerdo con el margen de aspecto servirá como ejemplo para el análisis del comportamiento de la instalación de compresores: una medición de la fiabilidad de una instalación de compresores es el margen. El margen se determina de manera decisiva por si el consumo de aire comprimido para el intervalo de tiempo considerado excede

o habría excedido la cantidad entregada disponible (teniendo en cuenta el aire comprimido almacenado en el acumulador de aire comprimido) si un compresor hubiera fallado. Por esta rutina de análisis, se recurre apropiadamente a la configuración de la instalación de compresores introducida como diagrama de tuberías e instrumentación y se recurre al modelo derivado del mismo. El cálculo del margen puede considerarse tanto como análisis o como supervisión. Si el análisis del margen se utiliza para la supervisión, el accionador de la instalación de compresores puede reaccionar y desconectar consumidores de aire comprimido antes de que quede por debajo al menos la presión mínima necesaria o puede equipar la instalación de compresores con otros compresores. El grado de sobrecarga podría fijarse por el fallo de un compresor:

- 5
- 10 - Grado peor de sobrecarga: ¿ha ocurrido un descenso de presión en el periodo de tiempo considerado aunque todos los compresores estaban disponibles para la generación de aire comprimido?
- Grado severo de sobrecarga: ¿habría ocurrido un descenso de presión si el compresor más pequeño hubiera fallado?
- Grado medio de sobrecarga: ¿habría ocurrido un descenso de presión si un compresor medio hubiera fallado?
- 15 - Grado ligero de sobrecarga: ¿habría ocurrido un descenso de presión si un compresor grande hubiera fallado?

El análisis en cuanto a si, por ejemplo, se produjo un grado severo de sobrecarga en el periodo de tiempo considerado, se realiza por que una simulación de la estación de aire comprimido se realiza mediante los modelos derivados con la predefinición de que el compresor más pequeño no debe utilizarse para el suministro de aire comprimido. La simulación en sí puede llevarse a cabo como se describe, por ejemplo, en el documento WO 2010/072803 A1.

Como resultado de la aplicación de modelos derivados relacionados con el comportamiento de los componentes de una instalación de compresores, puede producirse una predicción para la próxima fecha de mantenimiento para la instalación de compresores, para los compresores individuales o para los dispositivos periféricos individuales. Para esto, pueden utilizarse modelos derivados para la simulación previa. Con un modelo derivado para la simulación previa, es posible predecir para un perfil de consumo de aire comprimido dado, cómo se comportarán los compresores individuales o dispositivos periféricos de la instalación de compresores con el tiempo para la ejecución de una simulación previa dentro del alcance de la exactitud del modelo, teniendo en cuenta el algoritmo de control en el dispositivo de control/supervisión que calcula las órdenes de conmutación a los compresores como se produciría en la auténtica instalación de compresores para el perfil de consumo de aire comprimido dado. El comportamiento de funcionamiento de los compresores se puede derivar de los comandos de conmutación para los compresores. El comportamiento de funcionamiento de los compresores describe en qué estado de funcionamiento se encontrará un compresor en qué momento.

En la medida en que existe un modelo para los componentes o recursos de funcionamiento relevantes para el mantenimiento que permite que el estado de desgaste del componente/recurso operativo relevante para el mantenimiento se deduzca a partir del transcurso del estado de funcionamiento de la instalación de compresores, es posible determinar mediante los resultados de la simulación previa, el momento cuando se alcanzará un estado de desgaste que hace necesaria una medida de mantenimiento. Para los compresores hoy en día es válido que el estado de desgaste de un componente/recurso operativo relevante para el mantenimiento se determine mediante las horas de funcionamiento de un compresor. De esta manera, por ejemplo, es necesario cambiar el aceite cada 3000 horas de funcionamiento. En el futuro, será posible definir el estado de desgaste de un componente/recurso operativo relevante para el mantenimiento ya no solo según las horas de funcionamiento, sino también según las condiciones ambientales/de accionamiento de la instalación de compresores. Si los modelos para la simulación previa reproducen con suficiente precisión efectos relevantes para la determinación del estado del desgaste (por ejemplo, temperatura de compresión, presión en el recipiente separador de aceite, carga de partículas del aire aspirado, temperatura ambiente), las predicciones también se pueden producir para las medidas de mantenimiento si el estado de desgaste de los respectivos componentes/recursos operativos no puede determinarse únicamente por medio de las horas de funcionamiento.

La precisión de la predicción de la fecha para la siguiente medida de mantenimiento depende, por supuesto, de en qué medida el transcurso del consumo de aire comprimido asumido en la simulación previa también ocurre en la realidad.

Una ventaja de la predicción de la próxima fecha de mantenimiento sobre la base de las simulaciones previas en comparación con el método trivial de la extrapolación de las horas de funcionamiento es que una predicción es posible incluso si la composición de la estación de aire comprimido cambia (por ejemplo, adición o eliminación de un compresor) o si se efectúa una reparametrización del control de aire comprimido (por ejemplo, cambio de la secuencia de conexión y de desconexión de los compresores).

La predicción para la ejecución de la próxima medida de mantenimiento se repite regularmente (por ejemplo, una vez al día), observado en la instalación de compresores actual desde la ejecución de la última predicción, recurriéndose a los estados del compresor para la ejecución de una nueva predicción. Como resultado, con el tiempo la predicción de la próxima fecha de mantenimiento se hace cada vez más precisa, puesto que la parte del desgaste observado realmente se utiliza en la predicción y, por lo tanto, la parte del desgaste que todavía se produce hasta el próximo mantenimiento (como la incertidumbre en el modelo) se hace cada vez más pequeña.

El procedimiento de acuerdo con la invención destaca en el resultado por que las etapas del procedimiento individuales tienen que llevarse a cabo a partir de la detección de datos de funcionamiento hasta la evaluación de los datos de funcionamiento con el fin de

- 5
- Control y/o regulación
  - Supervisión
  - Diagnóstico
  - Optimización
  - Predicción de una fecha de mantenimiento (mantenimiento predictivo).

- 10
- Las etapas del procedimiento individuales pueden definirse como sigue.
- Las relaciones operativas en la instalación de compresores que va a analizarse deben definirse, opcionalmente introducirse.
- 15
- Los datos de funcionamiento de la instalación de compresores deben estandarizarse en una forma adecuada.
  - Basado en las relaciones operacionales de la instalación de compresores se producen uno o varios modelos de salida así como modelos derivados de los mismos.
  - Se recurre a modelos específicos de aspecto de la instalación de compresores para responder a cuestiones concretas.

20

Los cuatro pasos de procedimiento descritos están desacoplados entre sí tanto espacial como temporalmente. Existe únicamente un vínculo temporal (vínculo anterior/posterior) entre las etapas del procedimiento, es decir, algunas etapas de procedimiento deben ejecutarse antes que otras etapas de procedimiento y poner a disposición sus resultados antes que otras etapas de procedimiento, que utilizan los resultados de las etapas de procedimiento anteriores, puedan ejecutarse. Sin embargo, las etapas de procedimiento pueden distribuirse entre diferentes sistemas (pero no es necesario). Sin embargo, en caso de que las etapas de procedimiento se ejecuten en diferentes sistemas, debe existir la posibilidad de un intercambio de información (al menos unidireccionalmente).

25

Aunque la invención se ha descrito mediante una instalación de compresores, así, para sobrepresión, todos los principios también son transferibles a una instalación de vacío en la que interactúan bombas en lugar de compresores.

30

Además, en cuestión se ha hablado en general de compresores sin definir el tipo especial de compresores. En una modalidad, todos los compresores pueden configurarse, por ejemplo, como compresores de desplazamiento positivo, debiendo considerarse esto solo como modalidad especial y no siendo generalmente obligatorio.

35

Lista de referencias

- 11, 12, 13    Compresores
- 14, 15, 16    Filtros
- 40 17, 18        Válvulas
- 19, 20        Secadores
- 21            Acumulador de aire comprimido
- 22            Unidad de control/supervisión
- 23            Editor
- 45 24            Sección de memoria
- 25            Unidad de detección de datos
- 26            Sensor de presión

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para el control y/o supervisión de una instalación de compresores que comprende uno o varios compresores (11, 12, 13) y uno o varios dispositivos periféricos (14 a 21),  
 5 estando dispuestos o conectados los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) en una configuración predeterminada, controlándose y/o supervisándose la instalación de compresores por medio de una unidad de control/supervisión (22), caracterizado
- 10 - por que, especialmente después de la producción de la instalación de compresores, la configuración proporcionada concretamente se introduce en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación por medio de un editor (23),  
 - por que a base del diagrama de tuberías e instrumentación introducido se crean uno o varios modelos de salida ( $M_1, M_2, \dots$ ),  
 15 - y por que a base de estos modelos de salida ( $M_1, M_2, \dots$ ) se crean uno o varios modelos derivados ( $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$ ) que tienen en cuenta las relaciones operativas entre los compresores (11, 12, 13) individuales y los dispositivos periféricos (14 a 21), opcionalmente también los procesos dinámicos,  
 - y por que el uno o los varios modelos derivados ( $\tilde{M}_a, \tilde{M}_b, \dots$ ) constituye la base de las rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación posteriores.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que después de la introducción de la configuración proporcionada concretamente esta última se almacena por orden de la unidad de control/supervisión (22).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación comprende exclusivamente la configuración o la conexión de los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) ya conocidos por la unidad de control y supervisión (22).  
 25
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación comprende, además de la entrada de la configuración o la conexión de los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21), también la especificación concreta de los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) presentes.  
 30
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación se realiza por parte del usuario.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que cuando el diagrama de tuberías e instrumentación se introduce por el editor (23), los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) están predefinidos o pueden seleccionarse como símbolos gráficos correspondientes.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que cuando el diagrama de tuberías e instrumentación se introduce por el editor, las conexiones de los compresores (11, 12, 13) y de los dispositivos periféricos (14 a 21) están predefinidas o pueden seleccionarse como símbolos gráficos correspondientes.
- 45 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que cuando el diagrama de tuberías e instrumentación se introduce por el editor (23), están predefinidas o pueden seleccionarse diversas especificaciones posibles de los compresores (11, 12, 13) y/o de los dispositivos periféricos (14 a 21).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la presencia de uno o varios compresores así como uno o varios dispositivos periféricos y/o la especificación de algunos o de todos los compresores y/o de algunos o de todos los dispositivos periféricos se transmite desde el exterior, se introduce especialmente por medio de un proceso de carga de informaciones correspondientes, por ejemplo, como una carga de un archivo que está puesto a disposición por el fabricante de la instalación.  
 50
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que algunos o todos los compresores (11, 12, 13) y/o dispositivos periféricos (14 a 21) se registran automáticamente en la unidad de control/supervisión (22), y preferiblemente también se transmite automáticamente su especificación.  
 55
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que la selección de los símbolos gráficos para la representación de los compresores (11, 12, 13) o de los dispositivos periféricos (14 a 21) y/o la selección de las especificaciones concretas y/o la selección de las conexiones específicas se realiza a través de marcado en una lista propuesta, pudiendo transferirse el objeto o la información seleccionado subsecuentemente al diagrama de tuberías e instrumentación que se va a producir en el editor (23).  
 60
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que se introducen varios diagramas de tuberías e instrumentación específicos de dominio para una instalación de compresores, por ejemplo  
 65 - uno o varios diagramas de tuberías e instrumentación de aire comprimido

- y/o uno o varios diagramas de tuberías e instrumentación de recuperación de calor
- y/o uno o varios diagramas de tuberías e instrumentación relacionadas con circuitos de refrigeración
- y/o una o varias relaciones operacionales relacionadas con la fuente de alimentación, especialmente un diagrama de circuito eléctrico.

- 5
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que el modelo derivado ( $\bar{M}_a, \bar{M}_b \dots$ ) es un modelo específico de aspecto (AM) que se produce usando un algoritmo de análisis específico de aspecto a partir de uno o varios modelos de salida ( $M_1, M_2, \dots$ ) o a partir de uno o varios modelos intermedios ( $M_1', M_2', \dots, AAM_1, AAM_2, \dots$ ).
- 10
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que la información sobre el comportamiento específico de aspecto de un compresor (11, 12, 13) o de un dispositivo periférico (14 a 21) está contenido en uno o varios modelos de componentes (KM) que van a tenerse en cuenta en el modelo de aspecto de salida (AAM) y/o en el propio algoritmo de análisis.
- 15
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que, considerando datos de funcionamiento estandarizados de la instalación de compresores usando el o los modelos derivados ( $\bar{M}_a, \bar{M}_b, \dots$ ), se produce una predicción para la próxima fecha de mantenimiento.
- 20
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que, considerando datos de funcionamiento estandarizados de la instalación de compresores usando el o los modelos derivados ( $\bar{M}_a, \bar{M}_b, \dots$ ), se lleva a cabo un diagnóstico de errores.
- 25
17. Instalación de compresores que comprende uno o varios compresores (11, 12, 13) así como uno o varios dispositivos periféricos (14 a 21), una unidad de control/supervisión (22) así como un editor (23), estando dispuestos o conectados los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) en una configuración predeterminada, controlándose y/o supervisándose la instalación de compresores por medio de una unidad de control/ supervisión (22), caracterizado
- 30
- por que el editor (23) está diseñado y destinado para introducir la configuración proporcionada concretamente en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación y el editor (23) está conectado operativamente a la unidad de control/supervisión (22) de tal manera que el diagrama de tuberías e instrumentación introducido se transmite a la unidad de control/supervisión (22) con el fin de utilizarlo como base para rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación posteriores y
  - por que la unidad de control/supervisión (22) está diseñada y configurada además de tal manera que, en el caso de estas rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación, recurre a uno o varios modelos derivados ( $\bar{M}_a, \bar{M}_b, \dots$ ) de la instalación de compresores que se producen sobre la base de uno o varios modelos de salida ( $M_1, M_2, \dots$ ) de la instalación de compresores, pero también tiene en cuenta las relaciones operativas entre los compresores (11, 12, 13) individuales y los dispositivos periféricos (14 a 21) así como opcionalmente también los procesos dinámicos.
- 35
18. Instalación de compresores como según la reivindicación 17, caracterizada por que la unidad de control/supervisión (22) se ocupa del almacenamiento del diagrama de tuberías e instrumentación introducido.
- 40
19. Instalación de compresores según la reivindicación 17 o 18, caracterizada por que las especificaciones de los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) que se utilizan en la instalación de compresores están almacenados en la unidad de control/supervisión (22) de tal manera que la entrada del diagrama de tuberías e instrumentación comprende exclusivamente la configuración o la conexión de los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21).
- 45
20. Instalación de compresores según una de las reivindicaciones 17 a 19, caracterizada por que la unidad de control/supervisión (22) pone a disposición en una sección de almacenamiento (24) listas de posibles especificaciones de compresores (11, 12, 13) o de dispositivos periféricos (14 a 21) y/o símbolos gráficos para la representación de los compresores (11, 12, 13) utilizados o dispositivos periféricos (14 a 21) utilizados y/o para la representación de conexiones posibles para la selección y producción de un diagrama de tuberías e instrumentación en el editor (23).
- 50
21. Instalación de compresores según una de las reivindicaciones 17 a 20, caracterizada por que la unidad de control/supervisión (22) está implementada total o parcialmente en uno o varios servidores que están conectados operativamente entre sí o en uno o varios ordenadores virtuales.
- 55
22. Unidad de control/supervisión para el control y/o supervisión de una instalación de compresores que comprende uno o varios compresores (11, 12, 13) y uno o varios dispositivos periféricos (14 a 21), estando dispuestos o conectados los compresores (11, 12, 13) y los dispositivos periféricos (14 a 21) en una configuración predeterminada y provocando la unidad de control/ supervisión el control y/o supervisión de la instalación de compresores e interactuando con un editor (23), caracterizada por que
- 60
- 65

el editor (23) está diseñado y destinado para introducir la configuración proporcionada concretamente en forma de un diagrama de tuberías e instrumentación, y el editor (23) está conectado operativamente a la unidad de control/supervisión (22) de tal manera que el diagrama de tuberías e instrumentación introducido se transmite a la unidad de control/supervisión (22) con el fin de utilizarlo como base para rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación posteriores, y

5 por que la unidad de control/supervisión (22) está diseñada y configurada además de tal manera que, en el caso de estas rutinas de control, de supervisión, de diagnóstico o de evaluación, recurre a uno o varios modelos derivados ( $\bar{M}_a$ ,  $\bar{M}_b$ , ...) de la instalación de compresores que se producen sobre la base de uno varios modelos de salida ( $M_1$ ,  $M_2$ , ...) de la instalación de compresores, pero también tiene en cuenta las relaciones operativas entre los compresores (11,

10 12, 13) individuales y los dispositivos periféricos (14 a 21) así como opcionalmente también los procesos dinámicos.

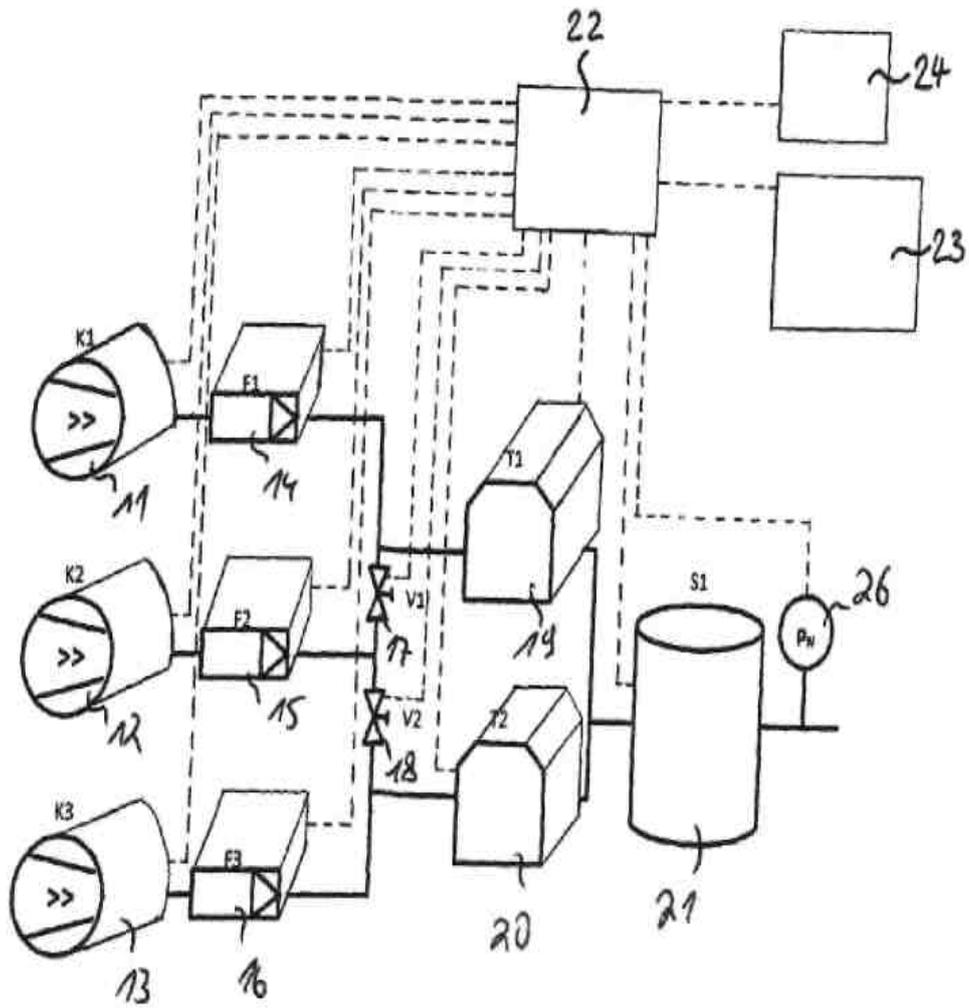


FIGURA 1

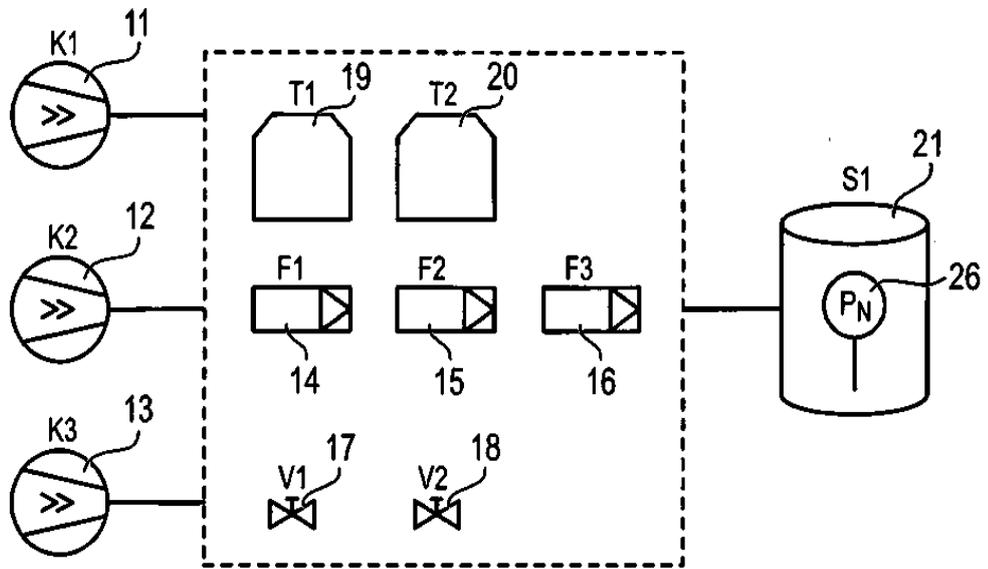


FIG. 2

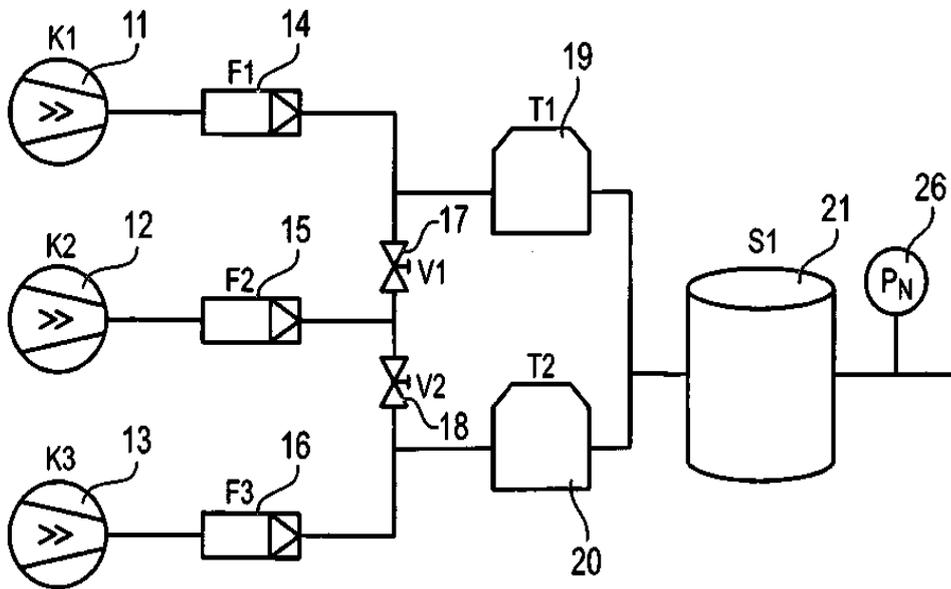
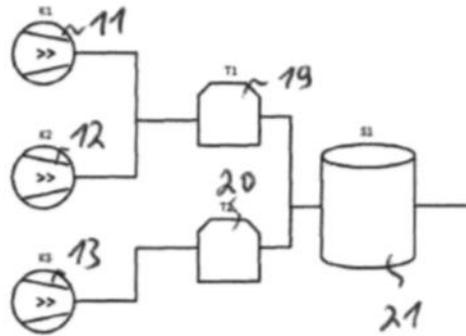


FIG. 3

SI "V ABIERTO" Y "V2 CERRADO", ENTONCES:



DE OTRA MANERA:

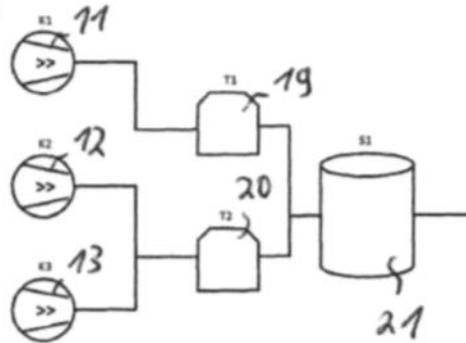


FIGURA 4

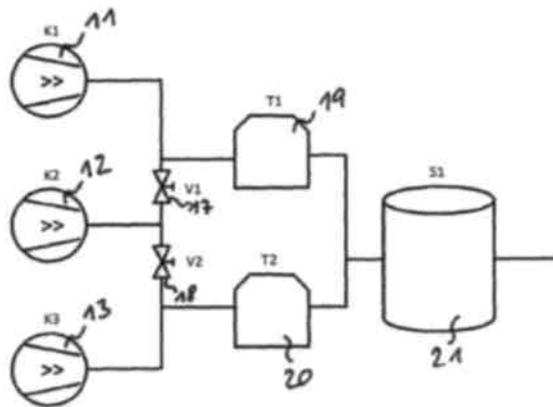


FIGURA 5

SI V1 "abierto" Y V2 "abierto":

T1: K1, K2, K3

T2: K1, K2, K3

SI V1 "abierto" Y V2 "cerrado":

T1: K1, K2

T2: K3

SI V1 "cerrado" Y V2 "abierto":

T1: K1

T2: K2, K3

SI V1 "cerrado" Y V2 "cerrado":

T1: K1

T2: K3

FIGURA 6

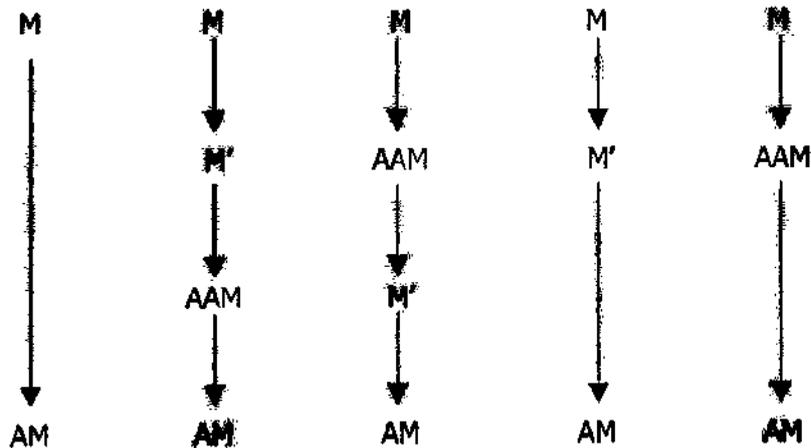


FIGURA 7

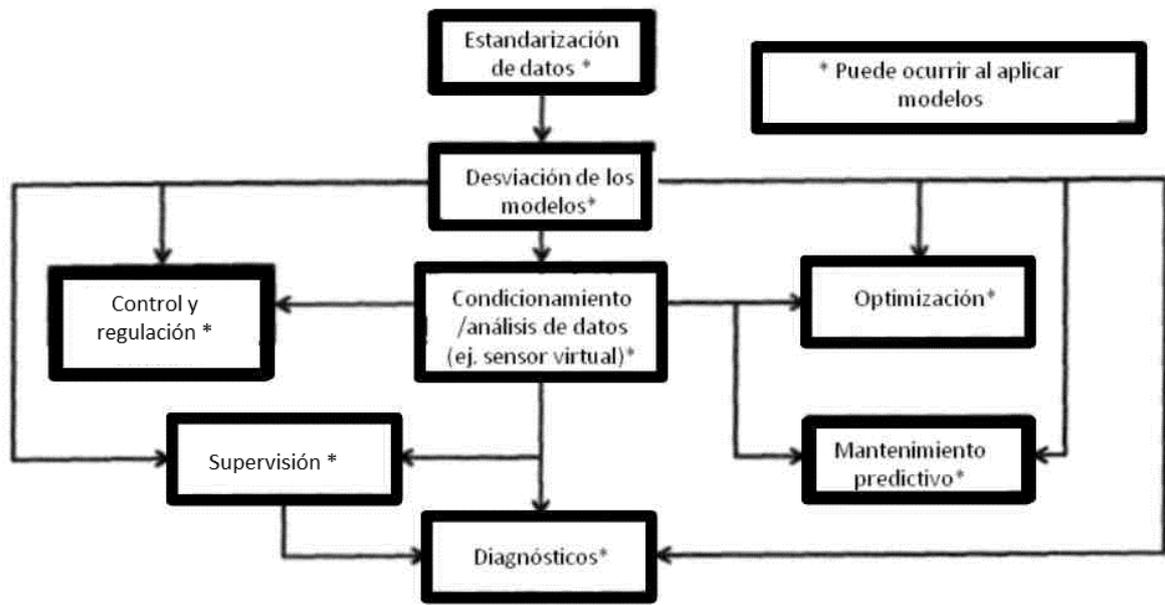


FIGURA 8

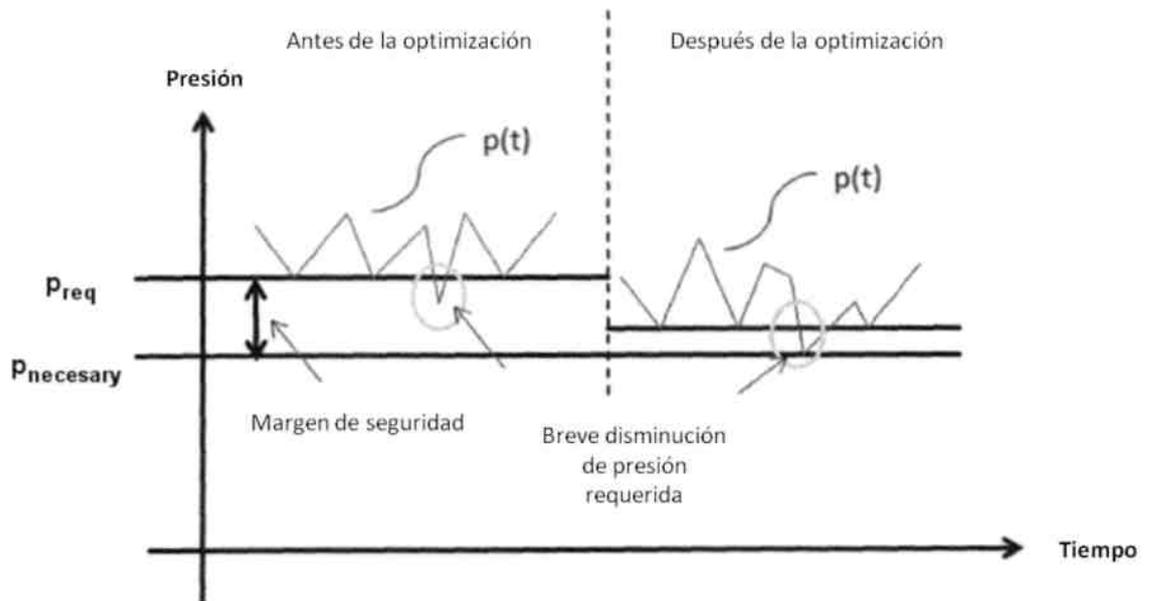


FIGURA 9

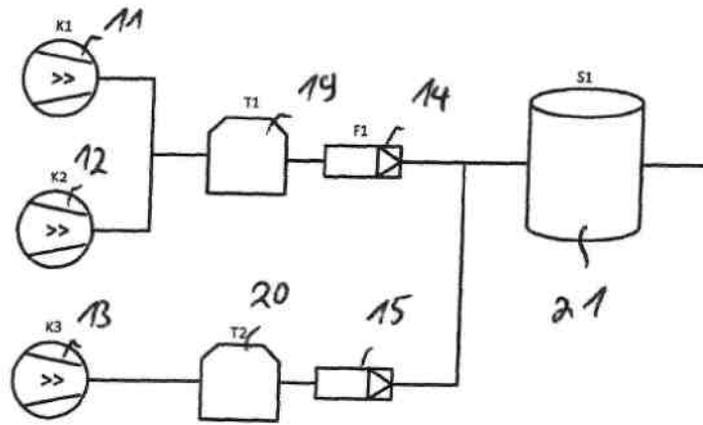


FIGURA 10

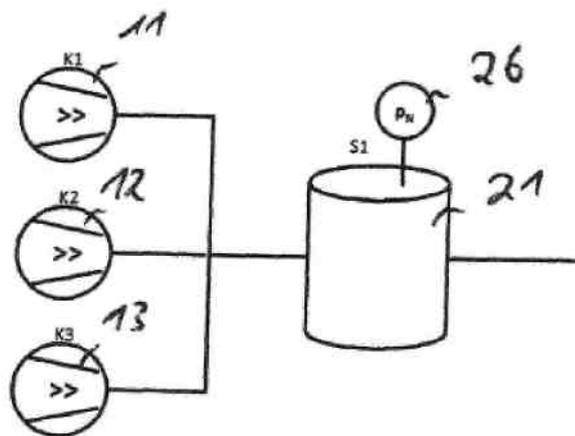
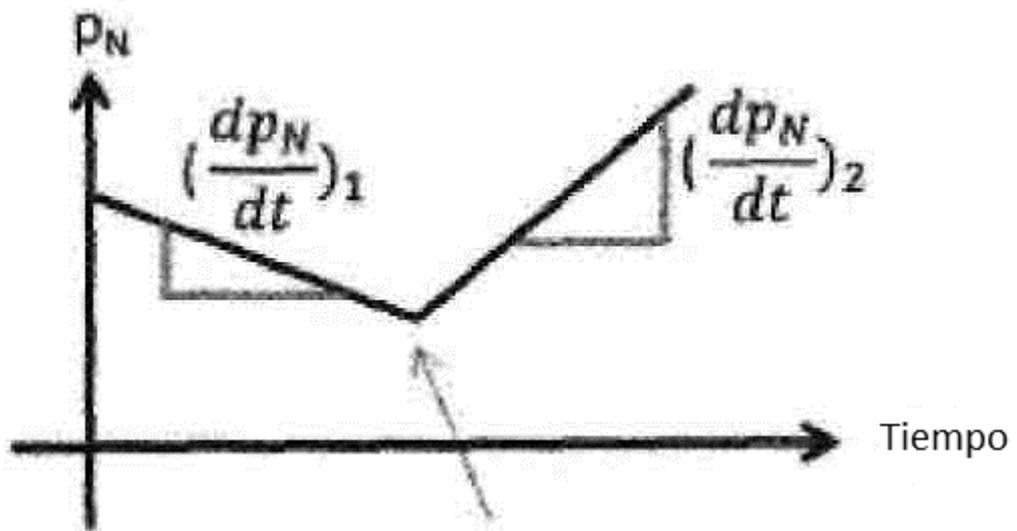


FIGURA 11



Momento del cambio de un compresor

**FIGURA 12**