

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 856**

51 Int. Cl.:

**A61M 1/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2009 PCT/EP2009/001434**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2009 WO09106353**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2009 E 09716013 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2244762**

54 Título: **Método para controlar y/o monitorear la estanqueidad de varios actuadores accionados de forma neumática o hidráulica, y máquina, en particular máquina de tratamiento médico**

30 Prioridad:

**29.02.2008 DE 102008011822**

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

**09.02.2018**

73 Titular/es:

**FRESENIUS MEDICAL CARE DEUTSCHLAND  
GMBH (100.0%)  
Else-Kröner-Strasse 1  
61352 Bad Homburg , DE**

72 Inventor/es:

**HEDMANN, FRANK L. y  
KLATTE, STEPHAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 653 856 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 controlar y/o monitorear la estanqueidad de varios actuadores accionados de forma neumática o hidráulica, y máquina, en particular máquina de tratamiento médico

5 La presente invención hace referencia a un método para controlar y/o monitorear la estanqueidad de varios actuadores de una máquina, accionados de forma neumática o hidráulica, en particular de varios actuadores de ventilador de una máquina de tratamiento médico, así como a una máquina, en particular una máquina de tratamiento médico, con un controlador para ejecutar el método correspondiente.

10 En particular, la presente invención hace referencia a un método para controlar y/o monitorear la estanqueidad de varios actuadores de una máquina accionados de forma neumática o hidráulica, en donde se utiliza un sistema de casete para transportar en particular líquidos médicos. El método de acuerdo con la invención se utiliza de forma especialmente ventajosa en el área de la diálisis, en particular de la diálisis peritoneal, en particular en máquinas de tratamiento con un sistema de casete para el transporte de líquidos de tratamiento, así como para realizar el tratamiento. Del mismo modo, el método puede utilizarse en la hemodiálisis o en sistemas de infusión.

15 En particular, la presente invención hace referencia a máquinas de diálisis peritoneal, tal como se describen en las solicitudes US 2007/0112297 A1 y US 2006/0195064 A1, así como a métodos para operar máquinas de diálisis peritoneal de esa clase.

20 Los actuadores de la máquina que pueden ser accionados de forma neumática o hidráulica, de manera ventajosa, consisten en actuadores de ventiladores, con los cuales pueden ser conmutadas las válvulas utilizadas en los sistemas de casetes mencionados. Los casetes están realizados como artículos desechables y presentan puntos de la válvula sobre los cuales actúan los actuadores de ventilador de la máquina, conmutando así las válvulas. En particular, los casetes presentan canales de conducción de líquido, los cuales, en el área de los puntos de la válvula, presentan al menos una pared flexible a través de la cual el actuador de ventilador puede ser presionado en el canal de conducción de líquido, bloqueando el mismo de ese modo. De manera ventajosa, los actuadores presentan un área flexible que se extiende a través de la aplicación de presión en el actuador, utilizándose así como empujador de válvula. Del mismo modo, como actuadores pueden utilizarse pistones que pueden accionarse de forma hidráulica o neumática, los cuales ventajosamente se utilizan también como empujadores de válvula. De este modo, en los sistemas de casete de esa clase, de manera ventajosa, el área del lado del casete para transportar el líquido útil, como por ejemplo el dialisato, está separada del área del lado de la máquina, a la cual se aplica presión para la activación de los actuadores, a través de al menos una membrana.

30 Durante el funcionamiento continuo de la máquina se atraviesan diferentes patrones de conmutación de las válvulas, para proporcionar las vías de líquido necesarias, por ejemplo durante un proceso de lavado o durante un tratamiento, en el casete. Para ello, a los actuadores de la máquina se les aplica presión durante el funcionamiento continuo de la máquina, en diferentes combinaciones, para conmutar así las válvulas correspondientes en el casete, de forma correspondiente, proporcionando las vías de fluido deseadas para el funcionamiento del casete.

35 Los actuadores poseen usualmente un estado de conmutación activo, en donde a los mismos se les aplica presión, y un estado de conmutación inactivo, en el cual no se aplica presión a los mismos. Entre esos estados, a través de la aplicación de presión en los actuadores, así como de la descarga de presión, puede conmutarse de un estado a otro. Durante los procesos de conmutación mencionados se modifica la presión que se aplica en el sistema, mientras que entre los procesos de conmutación se regula un estado fijo, en el cual la presión que se aplica a los actuadores a los que se aplica presión es esencialmente constante. No obstante, en los actuadores que pueden accionarse de forma neumática o hidráulica pueden producirse fugas en el lado sobre el cual se aplica presión.

45 En los métodos para controlar y/o monitorear la estanqueidad de los actuadores de esa clase, por tanto, se realiza usualmente una prueba inicial al comienzo del tratamiento, en donde a los actuadores se les aplica presión y en el estado fijo consecutivo se mide el descenso de presión por unidad de tiempo, para determinar faltas de estanqueidad. Si el descenso de presión por unidad de tiempo supera un cierto valor límite, entonces el funcionamiento del aparato no se libera. Un método de esa clase se conoce por el documento EP 856 321 A1, en donde en primer lugar a todos los actuadores de válvulas se les aplica presión negativa y se determina un valor de estanqueidad. Si el mismo supera un valor límite, entonces se detecta un fallo del sistema y el aparato se apaga. El mismo proceso se repite con presión positiva. A continuación se realizan pruebas correspondientes con los actuadores de la bomba.

55 Con un método de esa clase puede detectarse una falta de estanqueidad que se encuentra presente al inicializarse el aparato. Sin embargo, durante el funcionamiento del aparato no existe ninguna posibilidad para determinar si en el sistema se ha producido una fuga. En particular, durante el funcionamiento de la máquina no puede realizarse una prueba inicial, ya que para ello la máquina debería detenerse por completo. Además no existe ningún punto de referencia de cuándo sería un momento adecuado para una prueba de esa clase durante el tratamiento. No

obstante, las faltas de estanqueidad de los actuadores pueden producirse precisamente durante el curso del tratamiento, a través de un desgaste de los actuadores.

Por lo tanto, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método para controlar y/o monitorear la estanqueidad de varios actuadores accionados de forma neumática o hidráulica, el cual pueda ser ejecutado durante el funcionamiento en curso de la máquina. Además, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar una máquina, en particular una máquina de tratamiento médico, con un monitoreo del actuador de ventilador correspondiente. De acuerdo con la invención, dicho objeto se alcanzará con un método según la reivindicación 1, con una máquina según la reivindicación 12 y con un producto de programa informático según la reivindicación 21. En las reivindicaciones dependientes se indican variantes ventajosas.

La invención comprende un método para controlar y/o monitorear la estanqueidad de varios actuadores de una máquina accionados de forma neumática o hidráulica, en particular de varios actuadores de ventilador de una máquina de tratamiento médico, donde a los actuadores se les aplica presión, en diferentes combinaciones, durante el funcionamiento normal de la máquina. De acuerdo con la invención, para varias combinaciones diferentes de actuadores a los que se les ha aplicado presión se mide el descenso de presión que se produce de forma conjunta durante una fase de funcionamiento fija en los actuadores a los que se les ha aplicado presión en la respectiva combinación. Para actuadores individuales y/o grupos individuales de actuadores se determina respectivamente un valor de estanqueidad, en el cual se integra el descenso de presión medido para aquellas combinaciones en las cuales le fue aplicada presión al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores.

En la máquina de acuerdo con la invención, durante su funcionamiento, a los actuadores se les aplica presión en diferentes combinaciones para conmutar las válvulas en el lado del casete, estableciendo de ese modo las vías de líquido deseadas. Debido a ello resultan fases de funcionamiento de conmutación en las cuales se conmuta entre diferentes combinaciones de actuadores a los que se ha aplicado presión, de manera que la presión del sistema varía, y fases de funcionamiento fijas que se ubican entre medio, en las cuales, en una combinación fija de actuadores, se aplica una presión del sistema esencialmente constante que no se modifica a través de procesos de conmutación y que sólo puede reducirse con el tiempo debido a la falta de estanqueidad del sistema. Por lo tanto, el descenso de presión en esas fases de funcionamiento fijas es una medida para la estanqueidad precisamente de los actuadores a los que se les ha aplicado presión.

Durante esas fases de funcionamiento fijas se mide ahora respectivamente la presión que se aplica de forma conjunta en todos los actuadores a los que se les ha aplicado presión, y se determina el descenso de presión que se produce durante esas fases de funcionamiento fijas. De manera ventajosa, el descenso de presión se mide para el período en el cual existe una combinación correspondiente. En particular, la presión que se aplica de forma conjunta en todos los actuadores a los que se les ha aplicado presión puede medirse en dos momentos diferentes durante la fase de funcionamiento fija, en particular al inicio y al final de la fase de funcionamiento fija, y en base a la diferencia de los dos valores puede determinarse el descenso de presión. En el caso de un proceso de conmutación, de manera ventajosa, el descenso de presión medido es suministrado a una unidad de evaluación y, ventajosamente, es registrado en una tabla.

Una medición individual del descenso de presión para sólo una combinación de actuadores a los que se les ha aplicado presión no permite usualmente deducir de forma segura la estanqueidad de actuadores individuales y/o de grupos individuales de actuadores, ya que en el caso de una combinación de esa clase usualmente a varios actuadores se les aplica presión al mismo tiempo y, con ello, el descenso de presión medido forma un valor colector para la suma de todas las faltas de estanqueidad de los actuadores involucrados.

No obstante, en base a los datos para varias combinaciones diferentes de actuadores a los que se les ha aplicado presión puede determinarse también ahora un valor de estanqueidad para actuadores individuales y/o para grupos de actuadores individuales. De este modo, el descenso de presión medido para una combinación determinada se integra en el valor de estanqueidad de un actuador específico, cuando a ese actuador se le había aplicado presión en esa combinación. En cambio, si a un actuador no se le había aplicado presión en una combinación determinada, entonces el descenso de presión medido durante esa combinación no se integra en el valor de estanqueidad de ese actuador.

En base a los valores recolectados de ese modo, al menos después de un cierto tiempo o de una cierta frecuencia de las mediciones, puede determinarse una tendencia para un actuador o para un grupo de actuadores. Por tanto, si bien durante el funcionamiento en curso habitual de la máquina usualmente a varios actuadores se les aplica presión al mismo tiempo, de este modo, a través de la acumulación de valores a partir de varias combinaciones diferentes, puede estimarse la estanqueidad de cada actuador individual. De acuerdo con la invención, se aprovecha el hecho de que durante el funcionamiento de la máquina de todos modos se aplica presión a un gran número de combinaciones de actuadores diferentes. De este modo, a través de la evaluación del descenso de presión para esas combinaciones diferentes puede obtenerse una estimación de la estanqueidad de los actuadores individuales.

De manera ventajosa, en el valor de estanqueidad, junto con el descenso de presión, se integra respectivamente el tiempo de medición durante el cual se ha producido el descenso de presión. En el método de acuerdo con la invención, conforme a ello, junto con el descenso de presión que se produce para la respectiva combinación se considera también el tiempo de medición durante el cual se ha producido el descenso de presión mencionado. Para  
 5 ello, de manera ventajosa, el descenso de presión y el tiempo de medición para la respectiva fase de funcionamiento fija son transferidos a una unidad de evaluación. Puesto que el descenso de presión que se produce durante una fase de funcionamiento fija, junto con la falta de estanqueidad de los actuadores a los que respectivamente se les ha aplicado presión, depende también del tiempo de medición, al considerar los tiempos de medición mencionados es posible una detección más precisa de las faltas de estanqueidad.

10 En particular, en el valor de estanqueidad puede integrarse un descenso de presión por unidad de tiempo formado a partir de los valores de descenso de presión medidos y de los tiempos de medición. El descenso de presión por unidad de tiempo forma una medida relativamente exacta para la estanqueidad de los respectivos actuadores.

De manera ventajosa, para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores se forma un valor medio en donde se integra el descenso de presión y, de manera ventajosa, el  
 15 tiempo de medición para todas aquellas combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en las cuales al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión. Por lo tanto, para determinar el valor de estanqueidad de un actuador determinado se forma un valor medio en base a todos aquellos valores de medición para el descenso de presión, los cuales fueron medidos en fases de funcionamiento en las cuales a ese actuador determinado le fue aplicada presión. Si bien cada actuador individual en esas fases de  
 20 funcionamiento eventualmente sólo ha provocado en sí mismo una cierta parte del descenso de presión, mientras que otra parte del descenso de presión ha sido provocado mediante otros actuadores a los que igualmente se les ha aplicado presión, a través de esa determinación de un promedio mediante varias combinaciones diferentes de actuadores, para cada actuador individual resulta un valor aproximado relativamente bueno para la estanqueidad. De manera ventajosa, respectivamente, también los tiempos de medición para el respectivo descenso de presión se  
 25 integran en la formación del valor medio, donde en particular puede formarse un valor medio del descenso de presión medido por unidad de tiempo.

De manera ventajosa, para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores se calcula el valor medio eventualmente ponderado del descenso de presión y/o del descenso de  
 30 presión por unidad de tiempo de todas aquellas combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en donde al respectivo actuador o al respectivo grupo de actuadores les fue aplicada presión.

La formación del valor medio eventualmente ponderado puede tener lugar de diferentes modos. En particular pueden ponderarse del mismo modo todas las combinaciones en las cuales a un actuador le fue aplicada presión,  
 de manera que el descenso de presión medido para una cierta combinación y/o el descenso de presión por unidad  
 35 de tiempo se integran en la formación del valor medio para el valor de estanqueidad de los actuadores involucrados, independientemente de la duración y de la cantidad de los actuadores a los que se les ha aplicado presión.

De manera ventajosa, sin embargo, la duración de las fases de funcionamiento fijas en las cuales fue medido el  
 descenso de presión y/o el descenso de presión por unidad de tiempo, se integra en la formación del valor medio. En particular, para el valor de estanqueidad de un actuador específico puede formarse el valor medio temporal del  
 40 descenso de presión medido durante todas las fases de funcionamiento fijas, por unidad de tiempo, en las cuales a ese actuador le fue aplicada presión. Debido a ello, combinaciones que se presentan más allá de una duración prolongada son ponderadas en mayor medida que combinaciones que sólo son conmutadas brevemente. En el caso de combinaciones con fases de funcionamiento fijas prolongadas, sin embargo, también los valores de medición para el descenso de presión por unidad de tiempo son más precisos, de modo que en conjunto, gracias a ello, se incrementa la precisión.

De manera ventajosa, para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores se determina la suma de los descensos de presión y la suma de los tiempos de medición para todas  
 aquellas combinaciones de actuadores a las cuales se ha aplicado presión, en donde al respectivo actuador y/o al  
 respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión. En base al cociente de esas dos sumas puede  
 45 determinarse entonces un descenso de presión medio por unidad de tiempo, el cual se integra en el valor de estanqueidad del actuador y/o del grupo de actuadores.  
 50

Además, de manera ventajosa, en la formación del valor medio puede integrarse la cantidad de los actuadores a los  
 cuales se les ha aplicado presión en una combinación determinada. En particular, el descenso de presión  
 determinado para una combinación determinada puede integrarse tanto menos en los valores de estanqueidad de  
 los actuadores involucrados, cuanto a más actuadores se les ha aplicado presión. Gracias a ello se impide que  
 55 combinaciones con muchos actuadores a las que se les ha aplicado presión, en donde se producen pérdidas de presión comunes correspondientemente elevadas, influyan en un grado superproporcional en la formación del valor medio.

De manera alternativa, sin embargo, puede preverse también que el descenso de presión común medido para una combinación determinada de actuadores a los que se les ha aplicado presión, independientemente de la cantidad de los actuadores a los que se les ha aplicado presión en esa combinación, se integre en la formación del valor medio. Gracias a ello, no se reduce de este modo el valor de estanqueidad asociado a una tasa de fuga elevada, de manera que ese actuador es operado de forma conjunta, en combinación con otros actuadores, los cuales presentan una tasa de fuga considerablemente más reducida. Conforme a ello, a través de una combinación de esa clase, actuadores defectuosos pueden detectarse de forma particularmente buena, pero se empeoran también los valores de los actuadores que funcionan verdaderamente de forma correcta.

Asimismo, de manera ventajosa, de acuerdo con la invención, el descenso de presión común medido para una combinación determinada de actuadores a los que se les ha aplicado presión, para todos los actuadores a los que se les ha aplicado presión en la respectiva combinación, se integra en su valor de estanqueidad en la misma magnitud. Una distribución uniforme de esa clase de los valores se considera por tanto especialmente conveniente cuanto todos los actuadores están estructurados de forma idéntica.

Asimismo, de manera ventajosa, de acuerdo con la invención, los valores de estanqueidad de los actuadores individuales y/o de grupos individuales de actuadores son actualizados de forma continua durante el funcionamiento de la máquina. En particular, los valores de estanqueidad de los actuadores individuales y/o de grupos individuales de actuadores son actualizados cuando la máquina pasa de una combinación de actuadores a los que se les ha aplicado presión, a otra combinación. El descenso de presión, así como el descenso de presión medido por unidad de tiempo durante la fase de funcionamiento fija de la combinación anterior, de manera ventajosa, es empleado para actualizar los valores de estanqueidad de los actuadores individuales y/o de los grupos de actuadores individuales, donde al alcanzarse la fase de funcionamiento fija de la nueva combinación se inicia una nueva medición de presión.

Para controlar y/o monitorear los actuadores, de manera más ventajosa, se emplea el rango de los valores de estanqueidad determinados. De este modo, el valor de estanqueidad más reducido se compara con el valor de estanqueidad más elevado, determinando así el rango de los valores de estanqueidad mediante todos los actuadores. Un rango reducido es un indicador de una estanqueidad elevada de los actuadores, mientras que un rango elevado es un indicador de una fuga, ya que evidentemente se encuentra presente al menos un actuador que presenta un valor de estanqueidad considerablemente diferente que el resto de los actuadores.

Asimismo, de manera ventajosa, para controlar y/o monitorear los actuadores, se emplea la suma de todos los valores de estanqueidad determinados. También esa suma permite proporcionar una afirmación global sobre la estanqueidad del sistema.

Asimismo, de manera ventajosa, para controlar y/o monitorear los actuadores, se emplea la modificación en el tiempo de los valores de estanqueidad determinados. De este modo puede determinarse si en actuadores individuales o en grupos individuales de actuadores se presentan fuertes variaciones de la estanqueidad.

Con ello, a través de la evaluación de los valores de estanqueidad correspondientes puede detectarse una fuga durante el funcionamiento en curso de la máquina. Ventajosamente, en caso de detectarse una fuga, el funcionamiento en curso se detiene y se realiza una prueba. A través de una prueba de esa clase puede asegurarse una vez más de que los valores determinados durante el funcionamiento en curso no se tratan de una medición incorrecta, sino que realmente se encuentra presente una fuga.

Como prueba puede realizarse una prueba inicial, en donde todos los actuadores son controlados. Una rutina de prueba inicial de esa clase ya se prevé en los aparatos conocidos y se realiza al inicio, antes de la puesta en funcionamiento.

De manera alternativa puede realizarse también una prueba en la cual sólo son controlados el actuador individual y/o los grupos individuales de actuadores, en el cual o en los cuales fue detectada una fuga. Gracias a ello es posible controlar rápidamente las fugas determinadas durante el funcionamiento en curso. Si la fuga no se confirma en el actuador individual o en los grupos individuales de actuadores, entonces eventualmente puede realizarse además una prueba inicial para controlar si en otros actuadores se encuentra presente una fuga.

Además, de manera ventajosa, en caso de detectarse y/o de confirmarse una fuga el actuador no estanco deja de utilizarse o la máquina se lleva a un estado seguro. Puesto que muchas vías de fluido en un casete pueden proporcionarse a través de la conmutación de diferentes actuadores, durante el funcionamiento en curso es posible no accionar actuadores individuales y, sin embargo, continuar operando la máquina. De acuerdo con la invención, por lo tanto, pueden detenerse actuadores detectados como no estancos, sin afectar la seguridad del casete. Si esto no es posible, la máquina pasa en cambio a un estado seguro, hasta que se realice una reparación.

En general, cuando fue detectada una fuga pueden introducirse medidas de seguridad. En particular puede activarse también una alarma.

5 Preferentemente, la máquina de acuerdo con la invención para activar las válvulas de un casete se utiliza para transportar un líquido médico, en particular en la diálisis. Los casetes de esa clase presentan generalmente canales para la conducción de líquido, los cuales en el área de los puntos de la válvula presentan una pared flexible que se presiona contra los canales para bloquear los canales. En particular, los canales para la conducción de líquido están cubiertos con una membrana flexible. Presionando esa membrana hacia los canales para la conducción de líquido los mismos pueden bloquearse, de modo que resultan válvulas. De manera ventajosa, los actuadores de acuerdo con la invención trabajan como empujadores de válvula, para presionar hacia dentro la pared flexible, así como la membrana, hacia los canales para la conducción de líquido. En particular, un actuador de acuerdo con la invención puede presentar un área flexible que se extiende al ser aplicada presión, presionando así hacia dentro las áreas del casete que conducen líquido.

15 La presente invención comprende además una máquina, en particular una máquina de tratamiento médico, con varios actuadores que pueden accionarse de forma neumática o hidráulica, en particular varios actuadores de ventilador, con un aparato de medición de presión para medir la presión que se aplica de forma común en los actuadores a los que se les ha aplicado presión y con un controlador electrónico para ejecutar el método, en particular de forma automática, tal como se describió anteriormente. De manera ventajosa, el controlador electrónico de acuerdo con la invención presenta una unidad de cálculo realizada de forma correspondiente, así como un medio de almacenamiento para almacenar los valores de estanqueidad. A través de una máquina de esa clase resultan evidentemente las mismas ventajas que se describieron anteriormente con relación al método. En particular, la máquina puede ejecutar el método de acuerdo con la invención para controlar o monitorear la estanqueidad de los actuadores de la máquina, de forma automática, durante el funcionamiento en curso de la máquina, aumentando así la seguridad del funcionamiento.

25 De manera ventajosa, la máquina se trata de una máquina para activar las válvulas de un casete para transportar un líquido médico, donde en especial se trata de una máquina para la utilización en la diálisis, en particular en la diálisis peritoneal. En una máquina de esa clase el casete se introduce como elemento desechable y se utiliza para transportar un líquido médico, por ejemplo el dialisato. Los actuadores de acuerdo con la invención se acoplan al casete y se utilizan como actuadores de ventilador para activar las válvulas del casete.

30 De este modo, la presente invención comprende una máquina, en particular una máquina de tratamiento médico, con varios actuadores que pueden accionarse de forma neumática o hidráulica, en particular varios actuadores de ventilador, con un aparato de medición de presión para medir la presión que se aplica de forma común en los actuadores a los que se les ha aplicado presión y con un controlador electrónico que activa los actuadores y el aparato de medición de presión de manera que a los actuadores, durante el funcionamiento normal de la máquina, en diferentes combinaciones, se les aplica presión y para varias combinaciones diferentes de actuadores a los que se les ha aplicado presión se mide el descenso de presión que se produce en común durante una fase de funcionamiento fija en los actuadores a los que se les ha aplicado presión, en la respectiva combinación. Además, la máquina comprende una unidad de evaluación que, para actuadores individuales y/o grupos individuales de actuadores, determina respectivamente un valor de estanqueidad, en el cual se integra el descenso de presión medido para aquellas combinaciones en las cuales le fue aplicada presión al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores. Se proporciona además una unidad de control y/o de monitoreo que controla y/o monitorea la estanqueidad de los actuadores de la máquina en base a los valores de estanqueidad determinados. También la máquina de acuerdo con la invención, durante el funcionamiento en curso de la máquina, tiene la posibilidad de monitorear de forma continua la estanqueidad de los actuadores accionados de forma neumático o hidráulica, sin que para ello deba interrumpirse el funcionamiento de la máquina.

45 De manera ventajosa, en los valores de estanqueidad formados por la unidad de evaluación, junto con el descenso de presión, se integra respectivamente el tiempo de medición durante el cual se ha producido el descenso de presión. Puesto que el descenso de presión que se produce durante una fase de funcionamiento fija en los actuadores a los que se les ha aplicado presión, de forma conjunta, en la respectiva combinación, junto con las faltas de estanqueidad de los actuadores a los que respectivamente se les ha aplicado presión, depende también del tiempo de medición durante el cual se determina el descenso de presión, resulta de este modo una determinación más precisa de los valores de estanqueidad. En particular la presión puede medirse durante dos momentos diferentes de una fase de funcionamiento fija, donde el descenso de presión determinado de ese modo, junto con el lapso de tiempo entre los dos momentos, son transferidos a la unidad de evaluación. Puede preverse igualmente un medio de almacenamiento en el cual sean almacenados los valores mencionados o valores calculados en base a los mismos.

55 De manera ventajosa, en el valor de estanqueidad se integra un descenso de presión por unidad de tiempo formado a partir de los valores de descenso de presión medidos y de los tiempos de medición. El descenso de presión por unidad de tiempo se trata de una medida relativamente precisa para la estanqueidad de un actuador y/o de un grupo individual de actuadores. De este modo, en la evaluación puede integrarse el descenso de presión por unidad de tiempo medido respectivamente para las diferentes combinaciones de actuadores a los que se les ha aplicado presión, y/o en base a los valores del descenso de presión medidos y a los tiempos de medición para una pluralidad de combinaciones puede determinarse un descenso de presión medio por unidad de tiempo.

De manera ventajosa, la unidad de evaluación, para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores, forma un valor medio en donde se integra el descenso de presión y, de manera ventajosa, el tiempo de medición para todas aquellas combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en las cuales al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión. A través de la formación del valor medio mediante todos los valores de medición para todas las combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en las cuales al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión, resulta de este modo una buena aproximación al valor de estanqueidad efectivo del respectivo actuador o del respectivo grupo de actuadores.

De manera ventajosa, la unidad de evaluación calcula el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores como el valor medio eventualmente ponderado del descenso de presión y/o del descenso de presión por unidad de tiempo de todas aquellas combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en donde al respectivo actuador o al respectivo grupo de actuadores les fue aplicada presión. La ponderación de los valores de medición para el descenso de presión y/o el descenso de presión por unidad de tiempo para la respectiva combinación de actuadores a los que se les ha aplicado presión puede tener lugar de diferente modo.

En particular, la duración de las fases de funcionamiento fijas para las cuales fue medido el descenso de presión y/o el descenso de presión por unidad de tiempo, puede integrarse en la formación del valor medio. En particular, cuando se forma un valor medio de los descensos de presión medidos por unidad de tiempo, por tanto cuando los valores de medición en todo caso se integran en los valores de estanqueidad, la duración de las fases de funcionamiento fijas, así como los tiempos de medición, pueden integrarse como factores en la formación del valor medio. En particular puede formarse de ese modo el valor medio temporal.

Además, en la formación del valor medio puede integrarse la cantidad de los actuadores a los cuales se les ha aplicado presión en una combinación determinada. De manera alternativa, el descenso de presión común medido para una combinación determinada de actuadores a los que se les ha aplicado presión, independientemente de la cantidad de los actuadores a los que se les ha aplicado presión en esa combinación, puede integrarse en la formación del valor medio. Debido a ello pueden detectarse con mayor facilidad actuadores no estancos, pero los valores de estanqueidad de los actuadores verdaderamente estancos son influenciados en mayor grado.

De manera ventajosa, el descenso de presión común medido para una combinación determinada de actuadores a los que se les ha aplicado presión, para todos los actuadores a los que se les ha aplicado presión en la respectiva combinación, se integra en su valor de estanqueidad en la misma magnitud. Este procedimiento se fundamenta en el hecho de que el sistema no posee información más detallada de cómo un descenso de presión común que se produce durante una fase fija, de varios actuadores a los que se les ha aplicado presión, se debe a los actuadores individuales. A través de la utilización de valores de medición de varias combinaciones diferentes de actuadores, con el tiempo, sin embargo, para cada actuador individual o para cada grupo determinado de actuadores resulta una aproximación relativamente buena a la estanqueidad efectiva del actuador individual o del grupo de actuadores.

Para implementar concretamente el método de acuerdo con la invención, de manera ventajosa, la unidad de evaluación, para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores, puede determinar la suma de los descensos de presión y la suma de los tiempos de medición para todas aquellas combinaciones de actuadores a las cuales se ha aplicado presión, en donde al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión. En base a la suma de los descensos de presión y a esa suma de los tiempos de medición para cada actuador o para cada grupo de actuadores puede determinarse un descenso de presión medio por unidad de tiempo, a partir del cual resulta a su vez el valor de estanqueidad del respectivo actuador o del respectivo grupo de actuadores. Un procedimiento de esa clase corresponde a la formación del valor medio temporal mediante el descenso de presión por unidad de tiempo de todas aquellas combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en donde al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión.

Asimismo, de manera ventajosa, de acuerdo con la invención, la unidad de evaluación actualiza de forma continua los valores de estanqueidad de los actuadores individuales y/o de grupos individuales de actuadores durante el funcionamiento de la máquina. Gracias a ello resulta un control y/o un monitoreo seguros de la estanqueidad de los actuadores.

De manera ventajosa, la unidad de control y/o de monitoreo controla y/o monitorea la estanqueidad de los actuadores en base al rango de los valores de estanqueidad determinados. Un rango elevado de los valores de estanqueidad es un indicador de un actuador no estanco, mientras que un rango reducido es un indicador de la estanqueidad de todos los actuadores.

Además, de manera ventajosa, la unidad de control y/o de monitoreo controla y/o monitorea la estanqueidad de los actuadores en base a la suma de todos los valores de estanqueidad determinados. La suma de todos los valores de estanqueidad determinados es un valor que corresponde a la estanqueidad total del sistema.

5 Además, de manera ventajosa, la unidad de control y/o de monitoreo de la máquina de acuerdo con la invención controla y/o monitorea la estanqueidad de los actuadores en base a la modificación en el tiempo de los valores de estanqueidad determinados. Una modificación de esa clase de los valores de estanqueidad determinados puede ser un indicador para la presencia de una fuga.

De modo evidente, para controlar y/o verificar la estanqueidad de los actuadores puede emplearse también una combinación de varios valores.

10 Además, de manera ventajosa, la unidad de control y/o de monitoreo, al detectar una fuga, detiene el funcionamiento en curso de la máquina y realiza una prueba. A través de esa prueba, por ejemplo la falta de estanqueidad de un cierto actuador o de un cierto grupo de actuadores, determinada durante el funcionamiento en curso, puede ser controlada o confirmada una vez más. De manera ventajosa, como prueba puede realizarse una prueba inicial, en donde todos los actuadores son controlados. De manera alternativa, sin embargo, puede realizarse una prueba en la cual se controla un actuador individual y/o un grupo individual de actuadores en el cual fue detectada una fuga. De este modo, no deben controlarse todos los actuadores, puesto que para confirmar la fuga en principio basta con controlar el actuador o el grupo de actuadores en donde la unidad de control y/o de monitoreo había detectado la fuga.

20 De manera ventajosa, el controlador de la máquina de acuerdo con la invención, en caso de detectar y/o de confirmar una fuga, ya no utiliza el actuador no estanco. En particular, el controlador puede continuar con el funcionamiento de la máquina cuando eso es posible eludiendo el actuador no estanco. De lo contrario, la máquina pasa a un estado seguro.

25 De manera ventajosa, la máquina de acuerdo con la invención para activar las válvulas de un casete se utiliza para transportar un líquido médico, donde en particular se emplea en la diálisis. Usualmente, el casete es una pieza desechable que se coloca en la máquina, donde la máquina activa las corrientes de líquido en el casete.

30 De manera ventajosa, la máquina de acuerdo con la invención presenta una superficie de acoplamiento en la cual puede acoplarse un casete para el transporte de un líquido médico, donde los actuadores están dispuestos en la superficie de alojamiento. De este modo, los actuadores del lado de la máquina pueden intervenir en las válvulas del casete acoplado, proporcionando así diferentes vías de fluido en el casete. De manera ventajosa, la presente invención comprende además un producto de programa informático, en particular un medio de almacenamiento con un programa informático, en particular para la instalación en una máquina, con instrucciones para ejecutar un método como el descrito anteriormente. Asimismo, a través de un producto de programa informático de esa clase resultan las mismas ventajas que las descritas con relación al método. En particular, un programa informático almacenado en un medio de almacenamiento puede instalarse en una máquina existente, para ejecutar allí el método de acuerdo con la invención para controlar y/o monitorear la estanqueidad de los actuadores de la máquina. Debido a ello, máquinas existentes pueden ser modernizadas con el método de acuerdo con la invención. En particular lo mencionado es posible de forma sencilla, de manera que para ejecutar el método no se necesitan componentes adicionales.

40 La presente invención se describe en detalle mediante un ejemplo de ejecución, así como a través de los dibujos. Las figuras muestran:

Figuras 1 - 4: diferentes combinaciones de actuadores a los que se les ha aplicado presión durante el funcionamiento de una máquina de acuerdo con la invención.

45 La presente invención se representará con mayor detalle mediante un ejemplo de ejecución, en donde el método de acuerdo con la invención se utiliza para controlar o monitorear la estanqueidad de varios actuadores de ventilador accionados de forma neumática, de una máquina de tratamiento médico.

50 En las máquinas de tratamiento médico de esa clase usualmente se utilizan casetes desechables para el transporte de líquidos médicos. Los casetes desechables de esa clase presentan canales de líquido que están cubiertos por una lámina flexible. El casete desechable es insertado en una máquina de tratamiento y, de ese modo, es acoplado en una superficie de acoplamiento del lado del aparato, de manera que los actuadores dispuestos en la superficie de acoplamiento de la máquina de tratamiento pueden presionar hacia dentro la lámina flexible del casete hacia los canales para la conducción de líquido, de modo que pueden determinar así las vías de fluido en el casete. De manera ventajosa, los actuadores accionados de forma neumática presentan áreas flexibles que se extienden al aplicar presión en el actuador, presionando así la lámina flexible hacia los canales para la conducción de líquido. Debido a ello, junto con válvulas pueden realizarse también bombas o elementos similares.

5 Durante el funcionamiento en curso de la máquina de tratamiento, a diferentes combinaciones de actuadores, de forma alternada, se les aplica presión, para proporcionar así de forma correspondiente diferentes vías de fluido en el casete. De este modo, usualmente, en cada combinación a varias válvulas se les aplica presión al mismo tiempo, de modo que el descenso de presión que se produce de forma conjunta en todas las válvulas a las que se les ha aplicado presión, en una combinación específica, no puede asociarse a una válvula individual. Para verificar la estanqueidad de los actuadores individuales de la máquina de tratamiento de acuerdo con la invención se utiliza el método de acuerdo con la invención, el cual se ejecuta durante el funcionamiento normal de la máquina de tratamiento. A través del método de acuerdo con la invención, a través de la utilización de datos provenientes de varias combinaciones de actuadores a los que se les ha aplicado presión, a cada actuador individual se puede asociar un valor de estanqueidad correspondiente.

10 De este modo, en primer lugar, para varias combinaciones diferentes de actuadores a los que se les ha aplicado presión se mide el descenso de presión que se produce de forma conjunta durante una fase de funcionamiento fija en los actuadores a los que se les ha aplicado presión en la respectiva combinación, almacenándose el mismo junto con el tiempo de medición. A partir de esos datos, para actuadores individuales y/o grupos individuales de actuadores se determina respectivamente un valor de estanqueidad, en el cual se integra el descenso de presión medido y/o el descenso de presión por unidad de tiempo para aquellas combinaciones en las cuales le fue aplicada presión al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores. La evolución de la presión de servicio en el sistema puede dividirse en dos fases: En una primera fase resulta un rango de presión variable, puesto que desde una combinación de válvulas a las que se les ha aplicado presión se pasa a otra combinación, de modo que debe constituirse una presión correspondiente. Entre esas fases se conmutación se producen fases de funcionamiento fijas en las cuales no se realizan acciones. En esas fases de funcionamiento fijas se encuentra presente una presión estable que se mide entonces de acuerdo con la invención. De este modo, para las diferentes combinaciones se mide respectivamente el descenso de presión durante la fase de funcionamiento fija vinculada a una combinación específica, donde el mismo se transfiere a una unidad de evaluación junto con el tiempo de medición. El descenso de presión medido durante una fase de funcionamiento fija de esa clase y el tiempo de medición son asociados entonces a todos aquellos actuadores a los que les fue aplicada presión en esa combinación específica. El valor de estanqueidad asociado a cada actuador individual, durante el transcurso del funcionamiento, resulta entonces a partir del descenso de presión medido de las combinaciones en las cuales estaba involucrado el respectivo actuador.

15 20 25 30 35 En las figuras 1 a 4, con el fin de una ilustración, se muestran diferentes combinaciones de actuadores a los que les fue aplicada presión. De este modo, representando la cantidad de actuadores en general usualmente más elevada de actuadores (por ejemplo 16 actuadores), en una máquina de tratamiento, se muestran los actuadores 1, 2 y 3 a los que respectivamente mediante dispositivos 11, 12 y 13 se les puede aplicar presión, así como pueden ser separados del suministro de presión. Los dispositivos 11, 12 y 13 se muestran en color negro cuando a los actuadores 1, 2 y 3 correspondientes se les aplica presión, así como se muestran en blanco cuando a los actuadores correspondientes no se les ha aplicado presión. Se prevé de este modo un suministro de presión central para todos los actuadores a los que les fue aplicada presión, cuya presión puede determinarse mediante el medidor de presión 5.

40 En la figura 1 se muestra una primera combinación, en donde a todos los actuadores se les ha aplicado presión. En cambio, en la figura 2 solamente al actuador 1 le fue aplicada presión, mientras que los actuadores 2 y 3 se encuentran inactivos. En la figura 3, a los actuadores 1 y 2 les fue aplicada presión, mientras que el actuador 3 se encuentra inactivo. En la figura 4 el actuador 1 se encuentra inactivo, mientras que a los actuadores 2 y 3 le fue aplicada presión.

45 En la tabla, se muestra en forma de tabla cómo a través de la medición del descenso de presión y de la asociación de los valores a los actuadores a los que respectivamente les fue aplicada presión puede determinarse la tasa de fuga de los actuadores individuales durante el funcionamiento en curso de la máquina de tratamiento. De este modo, a través de la aplicación de presión a diferentes combinaciones de actuadores resulta respectivamente un patrón de válvulas en el casete.

50 En base a la combinación respectivamente utilizada de actuadores a los que les fue aplicada presión resulta entonces para cada combinación una cierta tasa de fuga común de los actuadores activos. El ejemplo de ejecución se basa en una tasa de fuga de los actuadores 1 a 3 asociados a las válvulas V1 a V3 de

V1 : 5 mbar/min

V2 : 15 mbar/min

V3 : 0 mbar/min

De este modo, después de una conmutación de los actuadores primero se espera hasta que se haya regulado un estado de funcionamiento fijo. A continuación, en el ejemplo de ejecución, la presión se mide hasta que se encuentre presente la combinación correspondiente. En el caso de un cambio del patrón de válvulas con una combinación correspondientemente nueva de actuadores a los que se les ha aplicado presión, el descenso de presión medido para la combinación precedente, junto con el tiempo de medición, es suministrado a una unidad de evaluación y por ejemplo es almacenado en una tabla, donde los valores de medición sólo son asociados en la combinación correspondiente con actuadores a los que les fue aplicada presión. Seguidamente, para todos los actuadores se forma el valor medio de los valores de medición asociados a los mismos.

El valor de estanqueidad asociado a cada actuador corresponde así al valor medio temporal del descenso de presión común por unidad de tiempo de todas las combinaciones anteriores en las cuales al respectivo actuador le fue aplicada presión.

En el patrón 1 mostrado en la tabla, el cual corresponde a una disposición según la figura 1, a todos los actuadores les ha sido aplicada presión y en correspondencia con ello todas las válvulas V1 a V3 se encuentran cerradas. Debido a ello resulta una tasa de fuga común de todos los actuadores, de 20 mbar/min. Se mide de este modo el descenso de presión durante la presencia del patrón 1 y, junto con el valor de medición actual para todos los actuadores involucrados, se registra en la tabla. A continuación se pasa al patrón 2, el cual corresponde a la figura 2, en donde solamente al actuador 1 le fue aplicada presión. Debido a ello resulta una tasa de fuga de 5 mbar/min. El descenso de presión correspondiente y el tiempo de medición, de modo correspondiente, son asociados también solamente al actuador 1. En el patrón 3, el cual corresponde a la figura 3, a los primeros dos actuadores se les aplica presión, debido a lo cual resulta una tasa de fuga común de 20 mbar/min. El descenso de presión que se produce debido a ello, junto con los tiempos de medición, se almacena entonces en la tabla para los actuadores 1 y 2 involucrados.

Si respectivamente el descenso de presión asociado a un actuador se divide por todo el tiempo de medición asociado a un actuador, resulta entonces un descenso de presión medio por unidad de tiempo para cada actuador. Cuantas más combinaciones influyen en un valor de estanqueidad de esa clase, en tanto mayor grado se aproxima a la tasa de fuga efectiva. Sin embargo, de este modo, las válvulas no estancas pueden detectarse con mayor claridad que las válvulas estancas, ya que las válvulas estancas, en su resultado, son influenciadas por las válvulas no estancas.

Lo mencionado puede detectarse también en la evaluación por ejemplo según el patrón 7, en donde al actuador 1 se asocia una tasa de fuga de 10 mbar/min, al actuador 2 una tasa de fuga de 16,7 mbar/min y al actuador 3 una tasa de fuga de 5 mbar/min.

El método mostrado en la tabla para determinar los valores de estanqueidad de los actuadores individuales puede implementarse de forma particularmente sencilla, ya que aquí el descenso de presión medido durante las fases de funcionamiento fijas se asocia del mismo modo a todos los actuadores a los que les fue aplicada presión durante esa fase de funcionamiento, sin haberse considerado la cantidad de válvulas a las que les fue aplicada presión. Como valor medio resulta entonces para cada actuador el medio temporal durante todas las fases de funcionamiento en las cuales al actuador le fue aplicada presión. De este modo se asegura que la tasa de fuga media determinada para cada actuador individual como valor de estanqueidad sea siempre al menos tan elevada como la tasa de fuga efectiva de ese actuador.

De manera alternativa, sin embargo, son posibles también otras formaciones del valor medio en donde por ejemplo no tenga lugar una promediación a lo largo del tiempo, sino que el descenso de presión por unidad de tiempo, el cual se determina para las diferentes combinaciones de actuadores, se integre del mismo modo en el resultado final. También es posible hacer que la cantidad de los actuadores a los que les fue aplicada presión influya en la promediación.

A través del método de acuerdo con la invención, también para una pluralidad de actuadores, es posible garantizar una detección de fugas fiable durante el funcionamiento en curso de la máquina de tratamiento. Una cantidad típica de actuadores asciende por ejemplo a 16. De acuerdo con la invención, de este modo, todas las 16 válvulas pueden ser monitoreadas durante el funcionamiento en curso mediante un único medidor de presión, donde los valores de descenso de presión determinados en diferentes combinaciones de actuadores conmutados respectivamente se asocian a los actuadores activos.

Resulta de este modo un vector de resultado en donde se almacena el valor de estanqueidad para cada actuador individual y respectivamente se actualiza al cambiar de una combinación a otra combinación. A través de la repetición frecuente del método de medición de acuerdo con la invención, con diferentes patrones resulta así una aproximación a la situación total efectiva del sistema.

El vector de resultado puede ser procesado posteriormente para una detección de fugas. De este modo, con la ayuda de una valoración de mínimo/máximo del vector de resultado puede determinarse el rango de la tasa de fuga. Un rango reducido, en donde todos los actuadores presentan tasas de estanqueidad similares, es entonces un indicador de un sistema que funciona del modo correcto. En cambio, un rango amplio indica una posible fuga. Además, con la ayuda de una valoración de sumas del vector de resultado y de su gradiente a lo largo del tiempo puede detectarse una modificación en el comportamiento de fugas. Del mismo modo, con la ayuda de una formación del valor medio puede determinarse una tasa de fuga base del sistema.

5

10

A través de la evaluación es posible detectar un actuador defectuoso, ya que ese actuador, para cada combinación en la cual al mismo le fue aplicada presión, provoca una tasa de fuga aumentada. Ésta se refleja en el valor medio aumentado para ese actuador. Puede observarse que en primer lugar, mediante la frecuencia de las mediciones individuales por componentes, puede reconocerse una tendencia. Las imprecisiones de medición que pueden producirse en el caso de cambios rápidos de vías de válvulas y, con ello, en el caso de cambios rápidos de combinaciones de actuadores, son de este modo filtradas.

15

Si el sistema descubre para un actuador un valor de estanqueidad que se valora como indicador de una fuga, entonces adicionalmente puede realizarse una prueba para verificar el resultado. Para ello se interrumpe el funcionamiento del aparato de tratamiento y se realiza una rutina de prueba. La misma puede tratarse de una prueba inicial conocida en donde todos los actuadores son controlados. De manera alternativa puede controlarse primero sólo el actuador o el grupo de actuadores en los cuales fue detectada la fuga debido al valor de estanqueidad correspondiente, ubicado por fuera de un rango admisible.

20

Si un actuador ha sido identificado como no estanco, entonces la máquina de tratamiento puede pasar a un estado seguro. Sin embargo, si se encuentran presentes alternativas suficientes para el actuador defectuoso, entonces el funcionamiento puede continuar también eludiendo ese actuador.

25

De este modo, a través del método de acuerdo con la invención, durante el funcionamiento en curso de la máquina de tratamiento, es posible monitorear permanentemente todos los actuadores en cuanto a su estanqueidad y eventualmente reaccionar.

Tabla

	abierto cerrado +	Descenso de presión actual	Tiempo de medición actual	Suma descenso de presión	Suma tiempo de medición	Evaluación Mbar/min:
Patrón 1	V1 +	20 mbar	1 min	20 mbar	1 min	20
	V2 +	20 mbar	1 min	20 mbar	1 min	20
	V3 +	20 mbar	1 min	20mbar	1 min	20
Patrón 2	V1 +	25 mbar	5 min	45 mbar	6 min	7,5
	V2 -	----	---	20 mbar	1 min	20
	V3 -	----	---	20 mbar	1 min	20
Patrón 3	V1 +	40 mbar	2 min	85 mbar	8 min	10,6
	V2 +	40 mbar	2 min	60 mbar	3 min	20
	V3 -	----	---	20 mbar	1 min	20
Patrón 4	V1 -	----	---	85 mbar	8 min	10,6
	V2 +	15 mbar	1 min	75 mbar	4 min	18,8
	V3 +	15 mbar	1 min	35 mbar	2 min	17,5

ES 2 653 856 T3

Patrón 5	V1 -	----	---	85 mbar	8 min	10,6
	V2 -	----	---	75 mbar	4 min	18,8
	V3 +	0 mbar	5 min	35 mbar	7 min	5
Patrón 6	V1 +	5 mbar	1 min	90 mbar	9 min	10
	V2 -	----	---	75 mbar	4 min	18,8
	V3 +	5 mbar	1 min	40 mbar	8 min	5
Patrón 7	V1 -	----	---	90 mbar	9 min	10
	V2 +	75 mbar	5 min	150 mbar	9 min	16,7
	V3 -	----	---	40 mbar	8 min	5

## REIVINDICACIONES

1. Método para controlar y/o monitorear la estanqueidad de varios actuadores de una máquina accionados de forma neumática o hidráulica, en particular de varios actuadores de ventilador de una máquina de tratamiento médico, donde a los actuadores, en diferentes combinaciones, durante el funcionamiento normal de la máquina, se les aplica presión, caracterizado porque para varias combinaciones diferentes de actuadores a los que se les ha aplicado presión se mide el descenso de presión que se produce de forma conjunta durante una fase de funcionamiento fija en los actuadores a los que se les ha aplicado presión en la respectiva combinación, y donde para actuadores individuales y/o grupos individuales de actuadores se determina respectivamente un valor de estanqueidad, en el cual se integra el descenso de presión medido para aquellas combinaciones en las cuales le fue aplicada presión al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores.
2. Método según la reivindicación 1, donde en el valor de estanqueidad, junto con el descenso de presión, se integra respectivamente el tiempo de medición durante el cual se ha producido el descenso de presión y donde preferentemente en el valor de estanqueidad se integra un descenso de presión por unidad de tiempo formado por los valores de descenso de presión medidos y los tiempos de medición.
3. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores se forma un valor medio en donde se integra el descenso de presión y, de manera ventajosa, el tiempo de medición para todas aquellas combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en las cuales al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión.
4. Método según la reivindicación 3, donde para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores se calcula el valor medio, eventualmente ponderado, del descenso de presión y/o del descenso de presión por unidad de tiempo de todas aquellas combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en donde al respectivo actuador o al respectivo grupo de actuadores les fue aplicada presión, donde preferentemente la duración de las fases de funcionamiento fijas, para las cuales fue determinado el descenso de presión y/o el descenso de presión por unidad de tiempo, se integra en la formación del valor medio.
5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores se determina la suma de los descensos de presión y la suma de los tiempos de medición para todas aquellas combinaciones de actuadores a las cuales se ha aplicado presión, en donde al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión.
6. Método según la reivindicación 4, donde la cantidad de actuadores a los cuales se les ha aplicado presión, en una combinación determinada, se integra en la formación del valor medio o donde el descenso de presión común medido para una determinada combinación de actuadores a los que se les ha aplicado presión se integra en la formación del valor medio independientemente de la cantidad de actuadores en esa combinación a los cuales se les ha aplicado presión.
7. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde el descenso de presión común medido para una combinación determinada de actuadores a los que se les ha aplicado presión, para todos los actuadores a los que se les ha aplicado presión en la respectiva combinación, se integra en la misma magnitud en su valor de estanqueidad, y donde ventajosamente los valores de estanqueidad de los actuadores individuales y/o de grupos individuales de actuadores son actualizados de forma continua durante el funcionamiento de la máquina, donde para controlar y/o monitorear los actuadores, de manera aún más ventajosa, se emplea el rango de los valores de estanqueidad determinados o donde para controlar y/o monitorear los actuadores, por otra parte, de manera ventajosa, se emplea la suma de todos los valores de estanqueidad determinados.
8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde para controlar y/o monitorear los actuadores se emplea la modificación a través del tiempo de los valores de estanqueidad determinados.
9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde en caso de detectar una fuga, el funcionamiento continuo se detiene y se realiza una prueba, donde preferentemente se realiza una prueba inicial, en donde todos los actuadores son controlados, y/o donde, de forma aún más ventajosa, se realiza una prueba en donde es controlado el actuador individual y/o un grupo individual de actuadores, en donde fue detectada la fuga.
10. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde en caso de detectarse y/o de confirmarse una fuga el actuador no estanco deja de utilizarse o la máquina pasa a un estado seguro.
11. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde la máquina se utiliza para activar las válvulas de un casete para transportar un líquido médico, en particular en la diálisis.

- 5 12. Máquina, en particular máquina de tratamiento médico, con varios actuadores que pueden accionarse de forma neumática o hidráulica, en particular varios actuadores de ventilador, con un aparato de medición de presión para medir la presión que se aplica de forma común en los actuadores a los que se les ha aplicado presión y con un controlador electrónico que activa los actuadores y el aparato de medición de presión de manera que a los actuadores, durante el funcionamiento normal de la máquina, en diferentes combinaciones, se les aplica presión y para varias combinaciones diferentes de actuadores a los que se les ha aplicado presión se mide el descenso de presión que se produce en común durante una fase de funcionamiento fija en los actuadores a los que se les ha aplicado presión, en la respectiva combinación, donde se proporciona una unidad de evaluación que, para actuadores individuales y/o grupos individuales de actuadores, determina respectivamente un valor de estanqueidad, en el cual se integra el descenso de presión medido para aquellas combinaciones en las cuales al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores les fue aplicada presión, y donde una unidad de control y/o de monitoreo controla y/o monitorea la estanqueidad de los actuadores de la máquina en base a los valores de estanqueidad determinados.
- 10
- 15 13. Máquina según una de las reivindicaciones precedentes, donde la unidad de evaluación, para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores, forma un valor medio en donde se integra el descenso de presión y, de manera ventajosa, el tiempo de medición para todas aquellas combinaciones de actuadores a las que se les ha aplicado presión, en las cuales al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión, donde la unidad de evaluación, de manera preferente, calcula el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores como el valor medio eventualmente ponderado del descenso de presión y/o del descenso de presión por unidad de tiempo de todas aquellas combinaciones de actuadores a las que les ha aplicado presión, en las cuales al respectivo actuador o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión, donde de manera opcional, de modo preferente, la duración de las fases de funcionamiento fijas para las cuales fue determinado el descenso de presión y/o el descenso de presión por unidad de tiempo, se integra en la formación del valor medio, y donde de manera opcional en la formación del valor medio se integra la cantidad de actuadores a los que se les ha aplicado presión, en una combinación determinada o donde de manera opcional se integra en la formación del valor medio el descenso de presión común medido para una combinación determinada de actuadores a los que se les ha aplicado presión, independientemente de la cantidad de actuadores a los que se les ha aplicado presión en esa combinación.
- 20
- 25
- 30 14. Máquina según una de las reivindicaciones precedentes, donde el descenso de presión común medido para una combinación determinada de actuadores a los que se les ha aplicado presión, para todos los actuadores a los que se les ha aplicado presión en la respectiva combinación, se integra en su valor de estanqueidad en la misma magnitud.
- 35 15. Máquina según una de las reivindicaciones precedentes, donde la unidad de evaluación para determinar el valor de estanqueidad de un actuador individual y/o de un grupo individual de actuadores determina la suma de los descensos de presión y la suma de los tiempos de medición para todas aquellas combinaciones de actuadores a las cuales se ha aplicado presión, en donde al respectivo actuador y/o al respectivo grupo de actuadores se les ha aplicado presión.
- 40 16. Máquina según una de las reivindicaciones precedentes, donde la unidad de control y/o de monitoreo, en caso de detectarse una fuga, detiene el funcionamiento continuo y realiza una prueba, donde preferentemente realiza una prueba inicial, en donde todos los actuadores son controlados.
- 45 17. Máquina según la reivindicación 16, donde se realiza una prueba en la cual se controla un actuador individual y/o un grupo individual de actuadores en el cual fue detectada una fuga.
18. Máquina según una de las reivindicaciones precedentes, donde el controlador, en caso de detectarse y/o de confirmarse una fuga, no utiliza más el actuador no estanco o conmuta la máquina a un estado seguro.
19. Máquina según una de las reivindicaciones precedentes para activar las válvulas de un casete para transportar un líquido médico, en particular para la utilización en la diálisis.
20. Máquina según una de las reivindicaciones precedentes, con una superficie de acoplamiento a la cual puede acoplarse un casete para transportar un líquido médico, donde los actuadores están dispuestos en la superficie de acoplamiento.
- 50 21. Producto de programa informático, en particular medio de almacenamiento con un programa informático, en particular para la instalación en una máquina, con instrucciones para ejecutar un método según una de las reivindicaciones precedentes.

Figura 1

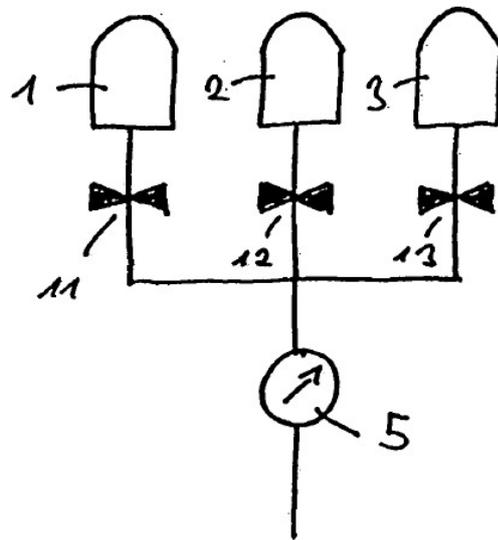
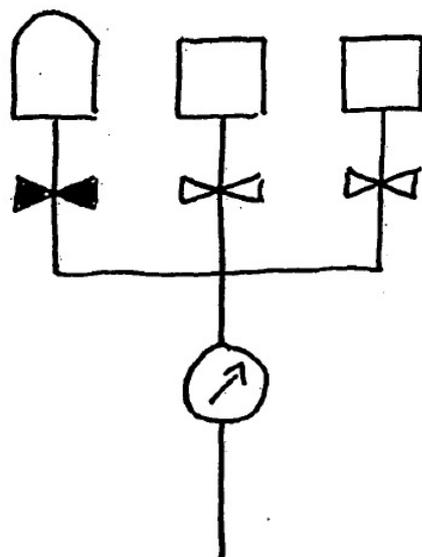
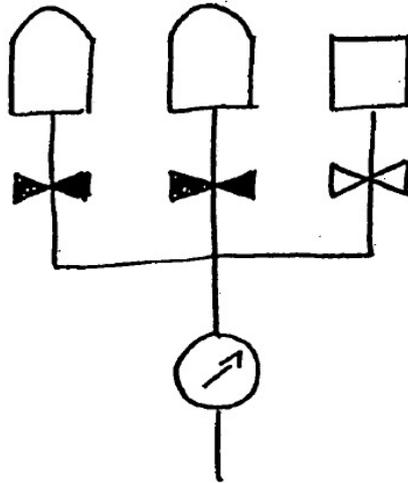


Figura 2



**Figura 3**



**Figura 4**

