

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 519**

51 Int. Cl.:
A61M 1/28 (2006.01)
G05B 19/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09714488 .5**
96 Fecha de presentación: **26.02.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2247323**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA EL ACCIONAMIENTO DE VÁLVULAS PARA EL CONTROL DEL TRAYECTO DE FLUJO Y MÁQUINA, ESPECIALMENTE MÁQUINA DE TRATAMIENTO MÉDICO.**

30 Prioridad:
29.02.2008 DE 102008011827

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2011

73 Titular/es:
**Fresenius Medical Care Deutschland GmbH
Else-Kröner-Strasse 1
61352 Bad Homburg, DE**

72 Inventor/es:
**HEDMANN, Frank L. y
KLATTE, Stephan**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 369 519 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

Procedimiento para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo y máquina, especialmente máquina de tratamiento médico

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo, especialmente en una máquina de tratamiento médico. La presente invención hace referencia, además, a un procedimiento para la supervisión del estado actual y/o planeado de una multiplicidad de válvulas en el control del trayecto de flujo, especialmente en una máquina de tratamiento médico, así como a una máquina, especialmente una máquina de tratamiento médico, con un sistema de control para la ejecución de los procedimientos correspondientes.

10 La presente invención hace referencia especialmente a procedimientos para el funcionamiento de una máquina en la que se utiliza un sistema de casetes para el transporte de, especialmente, líquidos medicinales. De manera especialmente ventajosa la presente invención se utiliza en el caso de máquinas de tratamiento en el área de la diálisis, especialmente la diálisis peritoneal. En el caso de estas máquinas de tratamiento, usualmente se utilizan sistemas de casetes para el transporte de los líquidos de tratamiento o para la ejecución del tratamiento. En este caso, la presente invención hace referencia especialmente a máquinas para diálisis peritoneal como las que se representan en US 2007/0112297 A1 y US 2006/0195064 A1, así como a procedimientos para el funcionamiento de tales máquinas de diálisis peritoneal.

15 Los casetes desechables utilizados en estos sistemas de casetes presentan trayectos de fluidos y puntos de válvula a través de los que se pueden establecer en el casete los trayectos de flujo necesarios para el paso de tratamiento respectivo. Los trayectos de fluido de los casetes usualmente se encuentran conformados por canales que conducen líquidos y que en el área de los puntos de válvula presentan, al menos, una pared flexible. La pared flexible puede ser presionada por un actuador de válvula hacia el canal que conduce líquido y bloquearlo. En ese caso, pueden ser utilizados como actuadores, por ejemplo, actuadores accionables de manera hidráulica que se expanden al someter el actuador a presión y de este modo sirven como empujador de la válvula. También se pueden utilizar actuadores de válvula hidráulicos o electromotores. Usualmente, los canales que conducen líquido con los puntos de válvula se encuentran dispuestos en el casete desechable y los actuadores de válvula, en la máquina de tratamiento. Los casetes son colocados luego en la máquina de tratamiento y acoplados a la misma, de manera que los actuadores de válvula en la máquina de tratamiento encastran con los puntos de válvula en el casete y determinan el estado de conmutación de las válvulas del casete.

20 Para el accionamiento de las válvulas, el control de la máquina normalmente se encuentra dotado de programas a través de los cuales se acciona el grupo de válvulas necesario para establecer un trayecto de flujo necesario (por ejemplo desde una cámara de bombeo hacia el paciente). Se entiende bajo trayecto de flujo a la conexión entre dos fuentes y/o destinos que se encuentran unidos por válvulas, por ejemplo la conexión entre una bolsa y una bomba que se establece con la apertura de las válvulas que se encuentran entre la bolsa y la bomba, así como con el cierre de válvulas de conductos de conexión que conducen hacia otros componentes. Usualmente se encuentran previstas una multiplicidad de válvulas, en el caso de sistemas conocidos por ejemplo, nueve o dieciséis válvulas con cuyo accionamiento diferente se pueden establecer una multiplicidad de trayectos de flujo distintos entre el paciente, las cámaras de bombeo del casete así como distintas bolsas con líquido o para el drenaje.

25 En el caso de procedimientos conocidos, el procedimiento utilizado predetermina de manera fija un trayecto de flujo necesario, por ejemplo, para un determinado ciclo de bombeo. En ese caso la máquina conoce el trayecto de flujo correspondiente para el procedimiento utilizado, ya que está registrado en la aplicación. Si el procedimiento requiere una conexión desde un punto A a un punto D, que teóricamente se podría realizar a través de B como también de C, entonces esta conexión se encuentra registrada previamente en la aplicación – por ejemplo a través de B. La aplicación no puede escoger libremente sino que en el caso mencionado tiene asignada una conexión determinada.

30 Por lo tanto, no es necesario un control del trayecto de flujo permitido A – B - D, ya que en el sistema de protección se encuentran registradas conexiones permitidas y determinadas previamente. De este modo, durante la programación de los procedimientos se registran los trayectos de flujo necesarios para una aplicación completa. Si se desea integrar un nuevo procedimiento en la aplicación de la máquina, se debe comprobar si los trayectos de flujo necesarios para ello se encuentran registrados en el sistema de protección o si deben ser registrados, lo cual conduce a una revisión general, ya que eventualmente se debe comprobar también si tienen sentido los cambios entre cada uno de los trayectos de flujo a conmutar. Otra desventaja de los sistemas hasta ahora conocidos es, además, el cambio entre dos ciclos de bombeo predeterminados, ya que para ello por seguridad se deben cerrar primero todas las válvulas. Esto conduce a un aumento del desgaste de los componentes de la válvula. Por ello, los sistemas conocidos son inflexibles y dificultan la implementación de nuevos procedimientos.

35 Es objeto de la presente invención, poner a disposición un procedimiento para el accionamiento o la supervisión de válvulas para el control del trayecto de flujo en el que la implementación de nuevos procedimientos sea flexible, pero

teniendo en cuenta los aspectos de seguridad necesarios. También es objeto de la presente invención, poner a disposición máquinas, especialmente máquinas de tratamiento médico, con correspondientes accionamientos de válvulas o de actuadores de válvula.

5 Este objeto es resuelto por procedimientos conforme a las reivindicaciones 1 y 24 y máquinas conforme a las reivindicaciones 12 y 31. Diseños ventajosos de los procedimientos conforme a la invención resultan de las reivindicaciones secundarias.

10 La presente invención comprende un procedimiento para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo, especialmente en una máquina de tratamiento médico, y que contiene una multiplicidad de procesos para establecer trayectos de flujo a través del accionamiento de un grupo de válvulas, con lo que, para ser llevado a cabo, cada proceso ocupa para sí un grupo adecuado de válvulas, de manera que otros procesos no pueden modificar el estado de conmutación de estas válvulas, y porque cada proceso decide acerca de la liberación de las válvulas ocupadas por el mismo. Con este procedimiento es posible, por un lado, asignar de manera flexible válvulas o grupos de válvulas a procesos individuales.

15 En este caso, dentro del control de válvulas de la máquina un proceso representa una parte de procedimiento que pone a disposición un determinado trayecto de flujo. Para ello un proceso necesita de un grupo de válvulas y ajusta el estado de conmutación de las mismas de manera tal, que las válvulas establecen el trayecto de flujo. Este grupo de válvulas usualmente sólo representa una parte de todas las válvulas, de manera que un proceso no ocupa todas las válvulas para su ejecución. En ese caso, para el mismo trayecto de flujo, por ejemplo desde una cámara de bombeo hacia una bolsa, puede haber varias posibilidades distintas de realización, es decir, un proceso puede ser
20 realizado por diferentes grupos de válvulas.

Con el procedimiento conforme a la invención ahora es posible, que procesos individuales ocupen de forma flexible distintos grupos de válvulas, sin perjudicar la seguridad del sistema. Mientras un proceso ocupa el grupo de válvulas necesario para establecer el trayecto de flujo otros procesos no pueden modificar el estado de conmutación de estas válvulas, de manera que solamente el proceso que pone a disposición un trayecto de flujo decide si se este se deshace.
25

En ese caso, cada proceso decide de acuerdo a criterios de proceso internos y/o externos acerca de la liberación de las válvulas ocupadas por el mismo. Criterios internos de proceso pueden ser, por ejemplo, posiciones de bomba, pasos ya ejecutados o la finalización del proceso. Circunstancias externas pueden ser, por ejemplo, una prioridad más alta de otro proceso. Sin embargo, en el presente procedimiento es decisivo, que solamente el proceso que
30 ocupa las válvulas las puede liberar, de manera que se encuentra garantizada una interacción coordinada y segura de varios procesos.

De manera ventajosa, conforme a la invención cada proceso libera el grupo ocupado de válvulas tras su finalización. De esta manera estas pueden ser ocupadas por otros procesos y ser utilizados para su ejecución.

35 En este caso, de manera ventajosa un proceso puede ocupar distintos grupos de válvulas de acuerdo a la disponibilidad de las válvulas. Esto hace posible un manejo flexible de las válvulas, en el que los recursos disponibles son utilizados de manera óptima. En una primera variante de procedimiento, una válvula es considerada como disponible para un proceso cuando no es ocupada por ningún otro proceso. De este modo, sin embargo, una válvula solamente puede ser ocupada por un único proceso, incluso si dos procesos necesitan el mismo estado de conmutación para una válvula y por ello en principio son compatibles.

40 Por ello, en una segunda variante de procedimiento, una válvula es considerada como disponible para un segundo proceso, cuando no es ocupada por ningún otro proceso o cuando ya ha sido ocupada por un primer proceso pero presenta el estado de conmutación que necesita el segundo proceso. Una válvula de este tipo, ya ocupada por un primer proceso, no puede ser modificada en su estado de conmutación por el segundo proceso. Pero si esto no es necesario para establecer el trayecto de flujo por parte del segundo proceso, entonces el segundo proceso puede
45 utilizar esta válvula. Para ello, de manera ventajosa también el segundo proceso ocupa la válvula, de manera que su estado de conmutación tampoco puede ser modificado por el primer proceso. De este modo ambos procesos pueden utilizar la misma válvula, con lo que a través de la ocupación de la válvula por parte de ambos procesos se impide que el trayecto de flujo de un proceso sea deshecho involuntariamente por parte del otro proceso.

50 En este caso, de manera ventajosa cada uno de los procesos representan partes del procedimiento dentro del control de válvulas de la máquina y establecen un determinado trayecto de flujo y lo mantienen hasta su finalización. La modificación de un trayecto de flujo tiene lugar con la ejecución de un nuevo proceso.

De manera ventajosa, conforme a la invención, antes de su ejecución cada proceso consulta la disponibilidad de un grupo adecuado de válvulas para su ejecución. De este modo, un proceso que desea establecer un determinado trayecto de flujo primero consulta si un grupo de válvulas adecuadas para ello ya se encuentra disponible.

5 Así, de manera ventajosa se ejecuta un proceso, cuando un grupo adecuado de válvulas se encuentra disponible, con lo que el proceso ocupa para sí este grupo de válvulas. Si un grupo de válvulas de este tipo se encuentra disponible, el proceso puede ser ejecutado independientemente de otros procesos que pueden estar siendo llevados a cabo paralelamente. Para ello es suficiente, si de varias combinaciones de válvulas posibles, que son adecuadas para establecer el trayecto de flujo deseado, se encuentra disponible una combinación de válvulas. Sin embargo, si el trayecto de flujo deseado no puede ser establecido con las válvulas disponibles, el proceso en principio no puede iniciarse.

10 De manera ventajosa en ese caso, la solicitud de una válvula no disponible por parte de un segundo proceso tiene como resultado una petición al primer proceso, que ha ocupado esta válvula, para que libere esa válvula, con lo que únicamente el primer proceso decide acerca de esta solicitud. Este es el caso, especialmente, cuando no se encuentra disponible ningún grupo adecuado de válvulas para la ejecución del segundo proceso. Entonces el segundo proceso solicita al primer proceso que libere la válvula que necesita. Ahora el primer proceso decide de forma autónoma acerca de esta solicitud, con lo que se pueden considerar criterios de proceso internos y externos. Únicamente cuando el primer proceso ha liberado la válvula necesaria o el grupo de válvulas necesario el segundo proceso puede modificarlas en su estado de conmutación y establecer el trayecto de fluido deseado.

15 En ese caso, de manera ventajosa, con la petición el proceso que lo realiza ocupa para sí todas las válvulas solicitadas y disponibles. De esta manera, en el caso de una multiplicidad de procesos se garantiza que un proceso pueda ocupar para sí todas las válvulas disponibles y de este modo solamente deba esperar a las válvulas que deben ser liberadas por otros procesos para poder modificar su estado de conmutación.

20 De manera ventajosa, además, el proceso que realiza la petición obtiene con la petición un derecho de ocupación para todas las válvulas solicitadas pero no disponibles, de manera que puede ocupar para sí esas válvulas cuando estas hayan sido liberadas. De esta manera es posible una transición segura de un proceso al siguiente, incluso en el caso de múltiples procesos. En este caso, especialmente, se pueden otorgar diferentes derechos de prioridad para distintos procesos.

25 De manera ventajosa, el procedimiento conforme a la invención comprende un proceso central de asignación de válvulas en el que todos los demás procesos ocupan, liberan y/o solicitan las válvulas necesarias. Este proceso central de asignación de válvulas asume la gestión de distribución de cada una de las válvulas y de los grupos de válvulas, con lo que la liberación de cada una de las válvulas solamente puede ser realizada por el proceso que la utiliza actualmente.

30 De manera ventajosa, el procedimiento conforme a la invención comprende los pasos: ocupación de un primer grupo de válvulas para la ejecución de un primer proceso en el que se establece un primer trayecto de flujo a través del accionamiento del primer grupo correspondiente de válvulas; consulta de la disponibilidad de un segundo grupo de válvulas para la ejecución de un segundo proceso en el que se debe establecer un segundo trayecto de flujo a través del accionamiento del segundo grupo correspondiente de válvulas; y ejecución del segundo proceso cuando todas las válvulas necesarias se encuentran disponibles, con lo que la petición de válvulas que no se encuentran disponibles por parte del segundo proceso tiene como resultado una solicitud al primer proceso para que libere esas válvulas y con lo que únicamente el primer proceso decide acerca de esta petición.

35 De esta manera, la presente invención posibilita una planificación flexible de los trayectos de flujo. Se entiende bajo trayecto de flujo a la conexión entre dos fuentes y/o destinos que se encuentran unidos por válvulas, por ejemplo la conexión entre una bolsa y una bomba. Si un trayecto de flujo de este tipo es puesto a disposición por un primer proceso, entonces las válvulas accionadas para ello son ocupadas por este primer proceso y no pueden ser modificadas en su estado de conmutación por el segundo proceso para establecer otros trayectos de flujo. Si un segundo proceso, por ejemplo un segundo ciclo de bombeo del procedimiento, solicita un determinado trayecto de flujo, entonces se consultan todas las válvulas necesarias para el trayecto de flujo. Las válvulas disponibles se pueden ocupar. Las válvulas ya asignadas al primer proceso, por ejemplo un primer ciclo de bombeo, que deberían ser modificadas en su estado de conmutación son consultadas en este primer proceso. En ese caso, únicamente el primer proceso tiene poder de decisión acerca de cuando y si libera las válvulas para el segundo proceso. Cuando las válvulas correspondientes han sido liberadas por el primer proceso, el segundo proceso que las solicita puede utilizar las válvulas y formar su trayecto de flujo.

40 Para impedir un flujo libre indeseado durante un cambio de un primer proceso a un segundo proceso, las válvulas necesarias que ya se encuentran en el estado correcto para el proceso correspondiente son dejadas en su estado. Para las válvulas que deben modificar su estado rige, que en un primer paso se cierran las válvulas que deben ser cerradas. En un segundo paso se abren las válvulas que el segundo proceso necesita en estado abierto.

45 Con este procedimiento conforme a la invención para el accionamiento de las válvulas es posible que una multiplicidad de procesos accedan de manera flexible a cada una de las válvulas, con lo que, sin embargo, las reglas de liberación conforme a la invención garantizan un funcionamiento seguro. Esta arquitectura flexible y abierta de los

procedimientos conforme a la invención hace posible, implementar de manera especialmente sencilla nuevos procedimientos. Especialmente ya no es necesario modificar toda la arquitectura del sistema. Más bien se pueden agregar sin dificultades nuevos procesos a los ya existentes.

5 En la conformación flexible de la implementación de nuevos procedimientos que pueden desarrollarse en la máquina de tratamiento, como por ejemplo una cicladora, este tipo de formación de trayecto de flujo conlleva además considerablemente menos procesos de conmutación de válvulas, y con ello un menor desgaste de los componentes de válvula. Una cicladora de este tipo representa una máquina de tratamiento para diálisis, especialmente para diálisis peritoneal, que permite un intercambio automático de los líquidos de diálisis. Especialmente se puede evitar, durante un cambio entre ciclos de bombeo, cerrar primero todas las válvulas como era necesario en el estado actual del arte debido a cuestiones de seguridad.

15 La presente invención comprende, además, una máquina, especialmente una máquina de tratamiento médico, con una multiplicidad de actuadores de válvula para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo, especialmente en un sistema de casetes, con un accionamiento de actuadores de válvula para la ejecución de una multiplicidad de procesos para establecer trayectos de flujo a través del accionamiento de un grupo de actuadores de válvula, con lo que el control de actuadores de válvula se encuentra conformado de manera tal, que para su ejecución cada proceso ocupa para sí un grupo adecuado de actuadores de válvula, de forma que otros procesos no pueden modificar el estado de conmutación de estos actuadores de válvula, y cada proceso decide acerca de la liberación de los actuadores de válvula ocupados por el mismo. En ese caso, a través de los actuadores de válvula se accionan válvulas que pueden estar dispuestas, especialmente, en un sistema de casete, para poner a disposición correspondientes trayectos de flujo en el casete. Con una máquina de este tipo resultan las mismas ventajas que se describieron en relación con el procedimiento. De esta manera es posible, especialmente, asignar de forma flexible a cada uno de los procesos distintos grupos de válvulas, sin perjudicar la seguridad del sistema. El control de actuadores de válvula conforme a la invención se encuentra programado especialmente de manera tal, que los procesos conforme a la invención se realizan conforme a la invención, con lo que, de manera ventajosa, el procedimiento conforme a la invención se desarrolla automáticamente en la máquina conforme a la invención.

En ese caso, de manera ventajosa cada proceso decide de acuerdo a de proceso criterios internos y/o externos acerca de la liberación de las válvulas ocupadas por el mismo. De esta manera se garantiza, como ya se ha explicado en relación con el procedimiento, la seguridad del funcionamiento de la máquina.

30 De manera ventajosa cada proceso libera el grupo ocupado de válvulas tras su finalización. De este modo estos pueden ser modificados en su estado de conmutación por otros procesos.

En este caso, de manera ventajosa un proceso puede ocupar distintos actuadores de válvula de acuerdo a la disponibilidad de los actuadores de válvula. De esta manera es posible una asignación flexible de distintos grupos de actuadores de válvulas a un proceso, de manera que el mismo proceso para establecer un trayecto de flujo puede accionar distintos grupos de actuadores de válvula.

35 De manera ventajosa, antes de su ejecución cada proceso consulta la disponibilidad de un grupo adecuado de actuadores de válvula para su ejecución. Así se ejecuta un proceso cuando un grupo adecuado de actuadores de válvula se encuentra disponible, con lo que el proceso ocupa para sí este grupo de actuadores de válvula. De este modo se garantiza, que otros procesos no puedan modificar el estado de conmutación de este grupo de actuadores de válvula, de forma que sólo el proceso puede decidir si el trayecto de flujo puesto a disposición se mantiene o se deshace.

40 De manera ventajosa, la solicitud de un actuador de válvula no disponible por parte de un segundo proceso tiene como resultado una petición al primer proceso, que ha ocupado este actuador de válvula, para que libere ese actuador de válvula, con lo que únicamente el primer proceso decide acerca de esta solicitud. Una petición tiene especialmente como resultado una solicitud para la liberación de un actuador de válvula, si no se encuentra disponible ningún grupo de actuadores de válvulas con el que el segundo proceso pueda establecer el trayecto de flujo deseado. En este caso, para poder conformar el trayecto de flujo que el segundo proceso quiere poner a disposición, primero debe ser deshecho el trayecto de flujo puesto a disposición por el primer proceso.

45 En ese caso y de manera ventajosa, con la petición, el proceso que lo realiza ocupa para sí todos los actuadores de válvula consultados y disponibles. De este modo, los actuadores de válvula disponibles, es decir, todos los actuadores de válvula no ocupados por otro proceso y, de manera ventajosa, todos los actuadores de válvula ocupados por otros procesos pero que se encuentran en el estado de conmutación deseado, pueden ser ocupados para sí por el proceso que realiza la consulta, de manera que el estado de conmutación de estos actuadores de válvula no puede ser modificado por otros procesos.

55 De manera también ventajosa, el proceso que realiza la petición obtiene con la petición un derecho de ocupación para todas las válvulas solicitadas pero no disponibles, de manera que puede requerir para sí esas válvulas cuando

estas hayan sido liberadas. Si el estado de conmutación de un actuador de válvula ya ocupado por otro proceso debe ser modificado, entonces el proceso que realiza la petición no ocupa esa válvula para sí, sino que obtiene sólo un derecho de ocupación que puede ejercer cuando este actuador de válvula haya sido liberado por el primer proceso. De esta manera es posible una sincronización de múltiples procesos diferentes.

- 5 De manera ventajosa, el control de los actuadores de válvula comprende un proceso central de asignación de válvulas en el que todos los demás procesos ocupan, liberan y/o solicitan las válvulas necesarias.

De manera ventajosa, el control de actuadores de válvula conforme a la invención se encuentra programado de manera tal, que se ejecutan los siguientes pasos: ocupación de un primer grupo de actuadores de válvula para la ejecución de un primer proceso en el que se establece un primer trayecto de flujo a través del accionamiento del primer grupo correspondiente de válvulas; consulta de la disponibilidad de un segundo grupo de actuadores de válvula para la ejecución de un segundo proceso en el que se debe establecer un segundo trayecto de flujo a través del accionamiento del segundo grupo correspondiente de válvulas; y ejecución del segundo proceso cuando todos los actuadores de válvula necesarios se encuentran disponibles, con lo que la petición de actuadores de válvula que no se encuentran disponibles por parte del segundo proceso tiene como resultado una solicitud al primer proceso para que libere esos actuadores de válvula y con lo que únicamente el primer proceso decide acerca de esta petición.

De manera ventajosa, la máquina conforme a la invención presenta una superficie de acoplamiento para acoplar un casete, con lo que el casete comprende canales conductores de válvulas y de líquidos, y con lo que, para establecer diferentes trayectos de flujo en el casete, los actuadores del lado de la máquina determinan el estado de conmutación de las válvulas del lado del casete. De manera ventajosa, los actuadores de válvula se encuentran dispuestos en la superficie de acoplamiento de la máquina. El casete usualmente es una pieza desechable que se coloca en la máquina.

De este modo, conforme a la invención resulta un procedimiento así como una máquina correspondiente, en el que la conformación de trayectos de flujo se puede implementar de modo considerablemente más flexible.

- 25 También el sistema de seguridad debería ser adaptado a la planificación flexible de trayectos de flujo, especialmente para no perder la flexibilidad adquirida en la planificación de trayectos de flujo.

Por ello, la presente invención comprende, además, un procedimiento para la supervisión del estado actual y/o planeado de una multiplicidad de válvulas en el control del trayecto de flujo, especialmente en una máquina de tratamiento médico, con los pasos: determinación del estado de conmutación actual y/o planeado de las válvulas, determinación de las conexiones resultantes del estado de conmutación de las válvulas y comparación de las conexiones resultantes con una cantidad predeterminada de conexiones no admisibles.

Es decir que ya no se registran todos los trayectos de flujo permitidos, que luego en el caso de modificación o nuevo ingreso de un proceso deberían ser retocados, sino que se determinan y registran una única vez todos los trayectos prohibidos para la disposición total de las válvulas, bombas y uniones, es decir, para todas las válvulas, destinos y/o fuentes del sistema. Entonces, para la supervisión del estado actual y/o planeado de las válvulas o del sistema solamente se deben determinar las conexiones resultantes del estado de conmutación de las válvulas y compararlas con esta cantidad predeterminada de conexiones no admisibles.

Como conexiones no admisibles se deben considerar sólo conexiones entre las entradas o salidas del sistema, por ejemplo una conexión entre la unión que lleva al paciente y la unión que lleva a la bolsa de drenaje. El estado de conmutación interna de las válvulas que corresponde a una conexión de este tipo, en cambio, ya no debe ser calificado de admisible o no admisible, ya que, a través del estado de conmutación de las válvulas (y las conexiones internas relacionadas con ellos), el procedimiento determina qué conexiones entre las entradas o salidas del sistema existen. Solamente estas conexiones entre las entradas y salidas del sistema deben ser comparadas con las conexiones no admisibles.

De manera ventajosa, la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación tiene lugar, siempre que el estado de conmutación de una válvula se modifica o se debe modificar. Es decir que se supervisan los estados de las válvulas. Si se modifica un estado de válvula, o si un proceso desea modificar un estado de válvula, entonces se determinan las conexiones o los trayectos de flujo que resultan del estado de conmutación modificado de la válvula y se controla si en el caso de esas conexiones o esos trayectos de flujo se trata de conexiones o trayectos de flujo no admisibles.

De manera ventajosa, para la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación se inundan virtualmente desde uno o múltiples puntos de inicio todas las válvulas abiertas. En este caso, desde un punto de inicio se controla qué conexiones resultan desde ese punto de inicio y a través de las válvulas abiertas del

sistema. Las válvulas, así como las conexiones resultantes entre las válvulas por los canales que conducen líquido, se encuentran dispuestas en la máquina de tratamiento en forma de una red, por ejemplo.

5 De manera ventajosa, como punto de inicio se escoge una válvula abierta, aún no inundada. Desde esta válvula abierta, aún no inundada se inundan virtualmente todas las válvulas abiertas conectadas con esa primera válvula, desde las que, a su vez, se inundan todas las válvulas contiguas abiertas hasta que no se encuentren más válvulas abiertas contiguas que no hayan sido inundadas. Al final de este proceso resulta la conexión entre múltiples fuentes y/o destinos establecida por todas las conexiones inundadas. Si el sistema presenta otras válvulas abiertas, aún no inundadas, el proceso es continuado con una de estas válvulas como punto de inicio para determinar todas las conexiones establecidas por el sistema.

10 De manera ventajosa y conforme a la invención todas las conexiones determinadas se registran en una matriz de conexiones. En una matriz de este tipo para todas las combinaciones de válvulas de todo el sistema se puede registrar, especialmente, si con el estado de conmutación actual de las válvulas existe una conexión entre esas dos válvulas o no. De esta manera, a su vez, como se ha descrito anteriormente, se puede proceder de modo repetitivo, para lo cual se inundan sucesivamente todas las válvulas abiertas virtualmente desde uno o múltiples puntos de inicio y las conexiones resultantes se registran en la matriz de conexiones.

15 Así solamente se debe comparar la matriz de conexiones resultante con una matriz de control en la que se encuentran registradas todas las conexiones no admisibles. Si la matriz de conexiones resultante no presenta ningún registro que corresponda a una conexión no admisible, las conexiones puestas a disposición por el estado actual o planeado de las válvulas son admisibles.

20 Si, por el contrario, se reconoce una conexión no admisible para un estado de conmutación de las válvulas, entonces se toman medidas de seguridad. Si el procedimiento reconoce una conexión no admisible para un estado de conmutación actual, de manera ventajosa el sistema conmuta a un estado seguro. Al reconocer una conexión no admisible que resultaría de un estado de conmutación planeado de las válvulas, este estado de conmutación no se realiza.

25 De esta manera, conforme a la invención resulta un procedimiento muy seguro para la supervisión de las válvulas que garantiza que no se establezcan trayectos de flujo no admisibles. Ya que los trayectos de flujo no admisibles solamente se pueden predeterminar una única vez, el sistema de seguridad no debe ser adaptado a nuevos procesos implementados y de este modo adquiere la gran flexibilidad del sistema conforme a la invención.

30 La presente invención comprende, además, una máquina, especialmente una máquina de tratamiento médico, con una multiplicidad de actuadores de válvula para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo, especialmente en un sistema de casetes, con un control de actuadores de válvula y con una unidad de control para la supervisión del estado actual y/o planeado de una multiplicidad de válvulas, con lo que la unidad de control determina el estado de conmutación actual y/o planeado de las válvulas y las conexiones resultantes del estado de conmutación de las válvulas y compara las conexiones resultantes con una cantidad predeterminada de conexiones no admisibles. La máquina conforme a la invención se encuentra equipada especialmente con un sistema de control que está programado de manera tal, que en el mismo se ejecuta de modo automático el procedimiento conforme a la invención para la supervisión de la posición de las válvulas. En ese caso, el estado de conmutación de una válvula es determinado, de manera ventajosa, por el estado de conmutación del actuador de válvula asignado, de manera que para la supervisión del estado de conmutación de las válvulas se puede utilizar la supervisión del estado de conmutación de los actuadores de válvula del lado de la máquina. Las válvulas, en cambio, generalmente son parte componente de un casete que se coloca como pieza desechable en la máquina.

Con la máquina conforme a la invención resulta una posibilidad flexible de controlar de manera segura el estado de conmutación de los actuadores de válvula o de las válvulas y, con ello, la admisibilidad de los trayectos de flujo actuales o planeados.

45 En este caso, de manera ventajosa la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación tiene lugar, siempre que el estado de conmutación de una válvula se modifica o se debe modificar. La máquina conforme a la invención comprueba así la admisibilidad de las conexiones siempre que se acciona o se debe accionar un actuador de válvula.

50 De manera ventajosa, para la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación se inundan virtualmente desde uno o múltiples puntos de inicio todas las válvulas abiertas. En este caso, la máquina conforme a la invención comprende una memoria en la que se encuentra almacenada una representación de las válvulas y de los trayectos de flujo. De manera ventajosa la máquina comprende, además, un ordenador que realiza una inundación virtual con base en estos datos.

De manera ventajosa, como punto de inicio se escoge una válvula abierta, aún no inundada. De manera ventajosa también se registran en una matriz de conexiones todas las conexiones determinadas. Para ello, la máquina conforme a la invención presenta una memoria en la que se pueden almacenar las conexiones determinadas.

5 De manera ventajosa también, la matriz de conexiones resultante es comparada con una matriz de control en la que se encuentran registradas todas las conexiones no admisibles. También para esto la máquina conforme a la invención presenta, de manera ventajosa, una memoria en la que se encuentra almacenada la matriz de control. Ventajosamente, la unidad de control compara la matriz de conexiones resultante con la matriz de control almacenada.

10 De esta manera, de manera ventajosa la máquina, al reconocer una conexión no admisible durante un estado de conmutación actual de las válvulas, conmuta a un estado seguro y/o al reconocer una conexión no admisible durante un estado de conmutación planeado no realiza esta conmutación. Así se garantiza la seguridad de la máquina.

15 De manera ventajosa, la máquina conforme a la invención presenta una superficie de acoplamiento para acoplar un casete, con lo que el casete comprende canales conductores de válvulas y de líquidos, y con lo que, para establecer diferentes trayectos de flujo en el casete, los actuadores del lado de la máquina determinan el estado de conmutación de las válvulas del lado del casete.

20 En ese caso, tanto el procedimiento conforme a la invención para el accionamiento de las válvulas como también el procedimiento conforme a la invención para la supervisión del estado de las válvulas son independientes entre sí y de gran ventaja. Sin embargo, para el especialista es evidente que justamente la combinación del sumamente flexible procedimiento de accionamiento con el, también flexible procedimiento de supervisión resulta en ventajas especiales sobre todo en la implementación de nuevos procesos.

25 La presente invención comprende, además, una máquina, especialmente una máquina de tratamiento médico, con una multiplicidad de actuadores de válvula para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo, especialmente en un sistema de casetes, con lo que la máquina presenta un sistema de control para la ejecución de uno de los procedimientos arriba descritos. El sistema de control conforme a la invención se encuentra programado especialmente de manera tal, que se ejecutan uno o múltiples procedimientos conforme a la invención. De este modo resultan las mismas ventajas que las descritas anteriormente en relación con el procedimiento.

30 La presente invención comprende, además, un producto de programa de ordenador, especialmente un medio de almacenamiento con un programa de ordenador para ser utilizado en una máquina, especialmente una máquina de tratamiento médico, con órdenes para la ejecución de un procedimiento, como se ha descrito anteriormente. Con un programa de producto de ordenador de este tipo una máquina existente, especialmente una máquina de tratamiento médico en la que hasta el momento se implementaban proceso conforme al estado actual del arte, se puede actualizar para que pueda ejecutar los procedimientos conforme a la invención.

A continuación se explica en detalle la presente invención con ayuda de ejemplos de ejecución y dibujos. Estos muestran:

35 Figura 1: una disposición de válvulas para cuyo accionamiento y/o supervisión se utilizan ejemplos de ejecución de los procedimientos conforme a la invención, así como una leyenda para los símbolos utilizados en los dibujos que siguen,

Figura 2a: un primer proceso que se utiliza en un ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para el accionamiento de válvulas,

40 Figura 2b: un segundo proceso que se utiliza en el ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para el accionamiento de válvulas,

Figura 3: un diagrama de representación del ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para el accionamiento de las válvulas,

45 Figura 4: un primer estado de una multiplicidad de válvulas, que es supervisado por un ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para la supervisión,

Figura 5: un segundo estado de una multiplicidad de válvulas, que debe ser supervisado por un ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para la supervisión,

Figuras 6a - 6d: pasos individuales del ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para la supervisión de un estado,

- Figura 7: una matriz de conexión que se utiliza en el ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para la supervisión y que corresponde al estado de una multiplicidad de válvulas mostrado en la figura 4,
- 5 Figura 8: una el punto de partida para una matriz de conexión como el que se establece en el ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para la supervisión para el estado de una multiplicidad de válvulas mostrado en la figura 5 y
- Figuras 9a - 9d: pasos individuales en la elaboración de una matriz de conexiones por parte del ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención para la supervisión de un estado que corresponden a los pasos mostrados en las figuras 6a a 6d.
- 10 En la figura 1 se muestra una disposición de válvulas para cuyo accionamiento y/o supervisión se pueden implementar los procedimientos conforme a la invención. Los trayectos de fluido mostrados y válvulas se encuentran integrados en un casete desechable que se coloca en una máquina de tratamiento conforme a la invención y allí se acopla con una superficie de acoplamiento. La superficie de acoplamiento de la máquina de tratamiento presenta actuadores de válvula que interactúan con puntos de válvula en el casete y de este modo forman válvulas.
- 15 En ese caso, los trayectos de fluido en los casetes son conformados por áreas que conducen líquidos y que, al menos, en el área de los puntos de válvulas presentan una pared flexible. Las áreas flexibles pueden ser presionadas por los actuadores de válvulas hacia las áreas que conducen líquido para cerrarlas. En este caso, el casete consiste especialmente de una pieza rígida con canales que conducen líquido y que se encuentran cubiertos por una lámina flexible. Además de los trayectos de fluido y las válvulas, el casete desechable presenta cámaras de bombeo P_A y P_B que también se encuentran conformadas como áreas que conducen líquido y que se encuentran cubiertas por una membrana flexible, con lo que la membrana puede ser presionada hacia el interior del casete por
- 20 la máquina de tratamiento y/o extraída del mismo, de manera que resulta una función de bombeo.
- En el caso del sistema de válvulas mostrado en la figura 1 se encuentran previstas múltiples entradas o salidas que a través de las válvulas pueden ser unidas entre sí y/o con las cámaras de bombeo. En este caso se encuentran previstas, especialmente, uniones para bolsas de líquidos así como para el paciente. Cada una de las uniones para conductos externos presenta una válvula propia. Además, en las entradas y salidas de ambas cámaras de bombeo P_A y P_B se encuentran previstas válvulas respectivamente.
- 25 Así, las cámaras de bombeo se encuentran conectadas a la unión del paciente a través de válvulas V1, V3 y V6. Además, las cámaras de bombeo se encuentran unidas con las bolsas de líquido a través de válvulas V2, V4 y V7 a V9. La unión del paciente también se encuentra conectada directamente con las bolsas de líquido a través de la válvula V5. En ese caso, en la disposición mostrada en la figura 1 se encuentran previstas dos uniones para bolsas de líquido para líquidos de tratamiento, así como una unión para una bolsa de drenaje.
- 30 Ambas cámaras de bombeo se encuentran dispuestas de manera paralela, entre un conducto común que conduce a las bolsas de líquido y un conducto que conduce al paciente. Además se encuentra previsto un conducto paralelo a las cámaras de bombeo con la válvula V5 a través del cual se puede establecer una conexión directa entre paciente y bolsas de líquido.
- Ejemplos de ejecución de los procedimientos conforme a la invención para el accionamiento de las válvulas V1 a V9 así como para su supervisión se describen más detalladamente con ayuda de las figuras 1 a 9. Para ello, los símbolos mostrados en la figura 1 son utilizados para los distintos estados de conmutación de las válvulas. Una válvula rellena con color blanco representa a una válvula no participante, cuyo estado de conmutación no se encuentra determinado en relación con el procedimiento correspondiente. Una válvula rellena con color negro representa una válvula cerrada, una válvula rellena con un rayado oblicuo representa una válvula abierta. Una válvula rellena con un rayado vertical, en cambio, representa una válvula abierta que ha sido inundada virtualmente para el procedimiento.
- 40 En la figura 1 se muestra una posición inicial de un procedimiento para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo en una máquina de tratamiento médico. En este caso, en principio ninguna válvula participa, es decir, pueden estar abiertas o cerradas mecánicamente. Ya que para el control de los trayectos de flujo es necesario un cierto estado de inicio, inicialmente las válvulas en el ejemplo de ejecución se encuentran cerradas.
- El ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención comprende una multiplicidad de procesos para establecer trayectos de flujo a través del control de un grupo de válvulas, con lo que durante su ejecución cada proceso ocupa para sí el grupo de válvulas necesario, de manera que otros procesos no pueden accionar esas válvulas. En ese caso, en la figura 2a se muestra un primer proceso B que establece el trayecto de flujo desde el paciente a la bomba P_B. Para ello, las válvulas V1, V4 y V5 se encuentran cerradas, mientras que las válvulas V3 y V6 se encuentran abiertas. Las demás válvulas no participan. El proceso mostrado en la figura 2a requiere para sí
- 50

entonces las válvulas V1, V3 y V4 a V6, de manera que otros procesos no pueden modificar el estado de conmutación de esas válvulas.

En la figura 2b se muestra un segundo proceso A, con el que se debe establecer un trayecto de flujo desde el paciente hacia la cámara de bombeo P_A. Para ello se deben cerrar las válvulas V2, V3 y V5 y abrir las válvulas V1 y V6, mientras que las demás válvulas no participan. El segundo proceso A necesita, entonces, las válvulas V1 a V3 así como V5 y V6. Sin embargo, salvo la válvula V2 todas las válvulas se encuentran ocupadas todavía por el primer proceso B, de manera que el proceso A no las puede accionar. En este caso, especialmente, la válvula ocupada por el primer proceso V3 se encuentra en posición abierta, mientras que para el segundo proceso debería estar cerrada. La consulta realizada por el segundo proceso acerca de la disponibilidad de las válvulas necesarias para establecer el trayecto de flujo deseado tiene como resultado, que las válvulas necesarias se encuentran parcialmente ocupadas por otro proceso, ya que la válvula V3 se encuentra ocupada por el primer proceso y su posición de conmutación debería ser modificada.

De este modo, el segundo proceso ocupa sólo las válvulas que ya están disponibles y que se necesitan para establecer el trayecto de fluido, es decir, la válvula aún no ocupada V2 así como las válvulas ocupadas por el primer proceso V1, V5 y V6 que ya se encuentran en el estado de conmutación que necesita el segundo proceso, y realiza una solicitud al primer proceso para que este libere las otras válvulas necesarias. El primer proceso decide entonces si y cuando libera las válvulas necesarias, es decir, la válvula V3 que debería ser conmutada. Mientras tanto, el segundo proceso debe esperar. La decisión del primer proceso acerca de la liberación de las válvulas solicitadas puede ser influenciada por criterios de proceso propios, como por ejemplo la posición de la bomba o circunstancias externas, como por ejemplo una prioridad más alta del otro proceso. Es decisivo, sin embargo, que únicamente el primer proceso puede liberar las válvulas ocupadas por él. Esto garantiza una interacción segura y coordinada de los procesos. Por lo tanto, conforme a la invención sólo el proceso que ha ocupado una determinada válvula la puede liberar.

Para ello, con ayuda del esquema mostrado en la figura 3, se explica nuevamente en detalle el desarrollo del procedimiento conforme a la invención para el accionamiento de las válvulas. El proceso 1 ha establecido un determinado trayecto de flujo y para ello ocupa un primer grupo de válvulas. El segundo 2 consulta ahora la disponibilidad de un segundo grupo de válvulas, con cuyo accionamiento se debe establecer un segundo trayecto de flujo. La consulta de las válvulas disponibles representa simultáneamente una solicitud al control central de válvulas para que asigne esas válvulas al segundo proceso. Sin embargo, con su consulta, el segundo proceso solamente puede requerir para si aquellas válvulas que están disponibles. Para las válvulas consultadas no disponibles, el segundo proceso puede obtener por parte del control de válvulas un derecho de ocupación, de manera que puede ocupar para si esas válvulas cuando estas sean liberadas. Así se puede impedir que, cuando las válvulas sean liberadas, un tercer proceso ocupe para si las válvulas necesitadas por el segundo proceso pero que todavía no han sido liberadas.

Respecto a las válvulas consultadas pero no disponibles el segundo proceso pregunta, a través del control de válvulas, al primer proceso y le solicita que libere las válvulas que necesita. En este caso, el proceso puede detectar con ayuda de una consulta de estado (*polling*), por ejemplo, que las válvulas se necesitan y que el trayecto de flujo establecido por el proceso 1 debe ser deshecho. Ahora el primer proceso puede decidir libremente como proceder. Especialmente sólo el primer proceso puede decidir si las válvulas solicitadas por el segundo proceso y ocupadas por el primer proceso son liberadas o no. Si el primer proceso libera las válvulas, le avisa al control central de válvulas. De este modo, todas las válvulas necesarias para el segundo proceso están disponibles, de manera que este puede ser ejecutado. Por su parte, el segundo proceso ocupa el correspondiente grupo de válvulas para poner a disposición el trayecto de flujo deseado. En correspondencia, en caso de una consulta por parte de otro proceso, solamente el segundo proceso puede decidir en qué medida libera las válvulas ocupadas por él.

Con el procedimiento conforme a la invención para el accionamiento de las válvulas para el control del trayecto de flujo resulta un accionamiento sumamente flexible de las válvulas, con la que todas las válvulas del sistema de utilizan de forma óptima. En ese caso, las válvulas representan un recurso para los trayectos de flujo que deben ser establecidos, ya que un trayecto de flujo es descrito por una disposición de válvulas abiertas y cerradas. Por ello, un trayecto de flujo se puede realizar únicamente cuando todos los recursos se encuentran disponibles, es decir, cuando todas las válvulas participantes en un trayecto de flujo se encuentran disponibles para el proceso correspondiente.

En este caso, el control de válvulas conforme a la invención permite la planificación efectiva de los recursos disponibles y para ello pone a disposición de cada uno de los procesos distintas funcionalidades: En este caso, un proceso para la puesta a disposición de un trayecto de flujo puede solicitar recursos, es decir, válvulas disponibles para si, con lo que ya no están disponibles para otros procesos o liberar válvulas ocupadas para si, con lo que están nuevamente disponibles para otros procesos. Además, los procesos pueden solicitar que se deshaga otro trayecto de flujo (preguntar) para poder ocupar para si las válvulas necesarias. Los procesos también pueden consultar, si el trayecto de flujo por ellos establecidos debe ser deshecho (estado de trayecto de flujo), por ejemplo, porque otros procesos poseen una prioridad más alta. La decisión acerca de deshacer el trayecto de flujo o la liberación de las

válvulas participantes es tomada siempre, sin embargo, por el proceso que posee los recursos que deben ser liberados.

De esta manera resulta una posibilidad, de fácil implementación, de sincronizar entre sí múltiples procesos, por ejemplo para el accionamiento de varias bombas, sin que la seguridad del sistema total se vea perjudicada.

5 Para la planificación flexible de trayectos de flujo descrita se invierte también la lógica del sistema de seguridad de la máquina de tratamiento médico conforme a la invención. Ya no se registran todos los trayectos de flujo permitidos, que luego de modificación o nuevo ingreso de un proceso deberían ser retocados, sino que se determinan y registran una única vez todos los trayectos prohibidos para la disposición total de las válvulas, bombas y uniones.

10 Para ello, la presente invención presenta un procedimiento para la supervisión del estado de las válvulas durante el control de trayectos de flujo. A tal fin se supervisan todos los estados de las válvulas. Si se modifica un estado de válvula, o si un proceso planea una modificación de un estado de válvula, entonces se determinan todas las conexiones resultantes del estado de conmutación actual o planificado de las válvulas. Las conexiones determinadas son comparadas con la cantidad predeterminada de conexiones no admisibles para reconocer conexiones no admisibles y así estados de conmutación no admisibles.

Para la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación de las válvulas se inundan virtualmente todas las válvulas abiertas desde uno o múltiples puntos de inicio y el resultado de la inundación es registrado en una matriz de conexiones. Ahora, desde la matriz de conexiones resultante se puede controlar directamente, si se utiliza o se debe utilizar un trayecto prohibido registrado en el sistema de protección.

20 Para ello, en la figura 4 se muestra un primer estado de conmutación en el que las válvulas V3, V6 y V9 se encuentran abiertas y las demás válvulas se encuentran cerradas. De esta manera, el paciente se encuentra conectado con la cámara de bombeo P_B. Este estado corresponde a la matriz de conexiones mostrada en la figura 7 en la que existe sólo una conexión entre la válvula V3 y la válvula V6. La válvula V9, también abierta, no se encuentra conectada con ninguna otra válvula abierta, de manera que esta válvula abierta no se registra en la matriz de conexiones.

Si se desea pasar del estado de conmutación mostrado en la figura 4 al estado de conmutación mostrado en la figura 5 y para ello se abre la válvula V4, entonces el procedimiento conforme a la invención para la supervisión del estado planeado de las válvulas controla si así resulta una conexión no admisible.

30 Para ello se parte de una matriz de conexiones aún vacía, como se muestra en la figura 8. Con la inundación virtual de todas las válvulas abiertas se registran una a una todas las conexiones que resultan del estado de las válvulas mostrado en la figura 5. En ese caso, las conexiones entre dos válvulas V_x y V_y son caracterizadas en la matriz de conexiones por el registro en el campo de la matriz asignado para la combinación de las válvulas V_x y V_y. A los fines de una mejor visualización, en las matrices de conexiones mostradas en las figuras 7 a 9 solamente se representan conexiones en la mitad inferior izquierda de la matriz. Los campos en la mitad superior derecha son equivalentes.

35 A continuación y con ayuda de las figuras 6a a 6d y de las correspondientes matrices de conexiones resultantes 9a a 9d se describe el procedimiento para la determinación de las conexiones resultantes de un estado de conmutación de las válvulas a través de una inundación virtual.

40 Para ello, en el estado de las válvulas mostrado en la figura 5 se selecciona e inunda virtualmente una válvula abierta, aún no inundada. En el ejemplo mostrado se inunda primero la válvula V3, como se representa en la figura 6a. En ese caso, la selección correspondiente se encuentra representada en la figura 9a por un círculo en el campo asignado en la matriz de conexiones a la válvula V3. Tomando como punto de partida la válvula V3 se inundan ahora todas las válvulas abiertas contiguas a la válvula seleccionada como punto de inicio, como se representa en las figuras 6b y 6c. Por eso, en la figura 6b se inunda la válvula V4, en la figura 6c, la válvula V6.

45 Las conexiones resultantes de esta inundación son registradas en la matriz de conexiones. De este modo, mediante una marcación del campo correspondiente en la matriz de conexiones se registra primero, como se representa en la figura 9b, la conexión establecida por la inundación de la válvula V4 entre las válvulas V3 y V4. Con la inundación mostrada en la figura 6c de la válvula V6, que también limita con la válvula V3, resulta una conexión entre las válvulas V3 y V6 que es registrada en la primera matriz de conexiones representada en la figura 9c. El sistema comprueba ahora, si con esta nueva conexión resultan otras conexiones entre válvulas. Con la conexión de la válvula V3 con la válvula V6, por un lado, y la válvula V4, por el otro, en el ejemplo de ejecución resulta una conexión entre la válvula V6 y la válvula V4, que ahora es ingresada en la matriz de conexiones en una segundo paso, como se muestra en la segunda figura 9c.

Ahora el procedimiento continua inundando otras válvulas abiertas contiguas a las válvulas ya inundadas. No hay ninguna válvula abierta no inundada que limite con la válvula V6, por lo que el procedimiento se interrumpe. En cambio, con la válvula inundada V4 limita la válvula abierta aún no inundada V9 mostrada en la figura 6c, que en el siguiente paso, mostrado en la figura 6d, también es inundada. De esta manera resulta, en principio, una conexión entre la válvula V4 y la válvula V9 que en un primer paso es registrada en la matriz de conexiones. Esto se encuentra representado en la matriz de conexiones mostrada en la primera figura 9d. Con la conexión ya existente entre la válvula V4 y V3 resulta, sin embargo, también la nueva conexión entre la válvula V9 y V3, que en un segundo paso es registrada en la matriz de conexiones. Además, con la conexión ya existente entre la válvula V6 con la válvula V3 o la válvula V4 resulta una la nueva conexión entre la válvula V9 y la válvula V6, que en el último paso también es registrada en la matriz de conexiones.

Después de que se hayan inundado todas las válvulas abiertas conectadas con la válvula escogida como punto de inicio y se hayan registrado en la matriz de conexiones todas las conexiones generadas, el sistema comprueba si existen otras válvulas abiertas aún no inundadas. Si el sistema encuentra una válvula tal, esta es escogida como punto de inicio para otra inundación virtual que se desarrolla siguiendo el mismo modelo. El sistema repite este proceso hasta que se hayan inundado todas las válvulas abiertas.

Ahora, en la matriz de conexiones resultante de esta inundación virtual se encuentran registradas todas las conexiones que resultan del estado comprobado de las válvulas.

La matriz de conexiones resultante es comparada ahora con una matriz de control en la que se encuentran registradas todas las conexiones no admisibles. Una matriz de control de este tipo contiene, por ejemplo, la conexión no admisible entre las válvulas V9 y V6, con la que se establecería una conexión entre el paciente y el drenaje. Con ayuda de la matriz de conexiones determinada para el estado mostrado en la figura 5, que se muestra en el extremo derecho de la figura 9d, el procedimiento conforme a la invención reconoce que con este estado se establecería una conexión no admisible. En consecuencia, el sistema de seguridad conforme a la invención impide que se conmute a este estado. Si, en cambio, el sistema de seguridad controla un estado de conmutación actual y determina que existe una conexión no admisible, entonces el sistema conmuta automáticamente a un estado seguro.

Para ello, en la matriz de control solamente se deben indicar conexiones no admisibles entre las uniones, es decir, entre las válvulas V6 a V9. La manera en que se realizan estas conexiones es irrelevante para la evaluación. De este modo ya no se deben registrar todos los estados de conmutación de todas las válvulas en el sistema de seguridad, sino únicamente las conexiones no admisibles entre uniones, mientras el sistema comprueba de forma autónoma si un estado de conmutación concreto conduce a una conexión no admisible de ese tipo. Se podría pensar en registrar en el sistema de seguridad, de manera alternativa a las conexiones no admisibles entre las uniones, las conexiones admisibles entre las uniones. En ese caso tampoco sería necesario almacenar todos los estados de conmutación admisibles en el sistema. Pero ya que existe una cantidad considerablemente mayor de conexiones admisibles que no admisibles, el almacenamiento de las conexiones no admisibles es más efectivo.

Además de los ejemplos de ejecución mostrados de los procedimientos, la presente invención comprende también una máquina de tratamiento, especialmente para la diálisis peritoneal, en cuyo sistema de control se encuentran implementados los correspondientes procedimientos. La presente invención comprende, además, un producto de programa de ordenador, especialmente un medio de almacenamiento en el que se encuentra almacenado un software de control correspondiente y que puede ser utilizado en correspondientes máquinas de tratamiento para implementar en las mismas los procedimientos conforme a la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo, especialmente en una máquina de tratamiento médico, y que contiene una multiplicidad de procesos para establecer trayectos de flujo a través del accionamiento de un grupo de válvulas,

5 **caracterizado porque**

para ser llevado a cabo, cada proceso ocupa para si un grupo adecuado de válvulas, de manera que otros procesos no pueden modificar el estado de conmutación de estas válvulas, y porque cada proceso decide acerca de la liberación de las válvulas ocupadas por el mismo.

10 2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1, con lo que cada proceso decide de acuerdo a criterios internos y/o externos de proceso acerca de la liberación de las válvulas ocupadas por el mismo, con lo que especialmente cada proceso libera el grupo ocupado de válvulas tras su finalización.

15 3. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores, con lo que, de acuerdo a la disponibilidad de las válvulas, un proceso puede ocupar distintos grupos de válvulas, con lo que, de manera opcional, antes de su ejecución cada proceso consulta la disponibilidad de un grupo de válvulas adecuado para su ejecución y con lo que, también de manera opcional, se ejecuta un proceso si un grupo adecuado de válvulas se encuentra disponible, con lo que el proceso ocupa para si este grupo de válvulas.

20 4. Procedimiento conforme a la reivindicación 3, con lo que la solicitud de una válvula no disponible por parte de un segundo proceso tiene como resultado una petición al primer proceso, que ha requerido esta válvula, para que libere esa válvula, con lo que solamente el primer proceso decide acerca de esta petición, con lo que el proceso que realiza la petición, mediante la petición preferentemente ocupa para si todas las válvulas solicitadas y disponibles, y con lo que, de manera especialmente preferida, el proceso que realiza la petición obtiene con la petición un derecho de ocupación para todas las válvulas solicitadas pero no disponibles, de manera que puede ocupar para si esas válvulas cuando estas hayan sido liberadas.

25 5. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores, con un proceso central de asignación de válvulas en el que todos los demás procesos ocupan, liberan y/o solicitan las válvulas necesarias.

6. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores y que incluye los pasos:

- ocupación de un primer grupo de válvulas para la ejecución de un primer proceso en el que se establece un primer trayecto de flujo a través del accionamiento del primer grupo correspondiente de válvulas;

30 - consulta de la disponibilidad de un segundo grupo de válvulas para la ejecución de un segundo proceso en el que se debe establecer un segundo trayecto de flujo a través del accionamiento del segundo grupo correspondiente de válvulas;

35 - ejecución del segundo proceso cuando todas las válvulas necesarias se encuentran disponibles; con lo que la petición de válvulas que no se encuentran disponibles por parte del segundo proceso tiene como resultado una solicitud al primer proceso para que libere esas válvulas y con lo que únicamente el primer proceso decide acerca de esta petición.

7. Máquina, especialmente máquina de tratamiento médico, con una multiplicidad de actuadores de válvula para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo, especialmente en un sistema de casetes, con un accionamiento de actuadores de válvula para la ejecución de una multiplicidad de procesos para establecer trayectos de flujo a través del accionamiento de un grupo de actuadores de válvula,

40 **caracterizada porque**

el control de actuadores de válvula se encuentra conformado de manera tal, que para su ejecución cada proceso ocupa para si un grupo adecuado de actuadores de válvula, de forma que otros procesos no pueden modificar el estado de conmutación de estos actuadores de válvula, y cada proceso decide acerca de la liberación de los actuadores de válvula ocupados por el mismo.

45 8. Máquina conforme a la reivindicación 7, con lo que cada proceso decide de acuerdo a criterios internos y/o externos de proceso acerca de la liberación de los actuadores de válvula ocupados por el mismo, con lo que cada proceso preferentemente libera el grupo ocupado de actuadores de válvula tras su finalización, con lo que, también de forma preferente, un proceso puede ocupar distintos grupos de actuadores de válvula de acuerdo a la

disponibilidad de las válvulas y con lo que, de manera especialmente preferente, antes de su ejecución cada proceso consulta la disponibilidad de un grupo de actuadores de válvula adecuado para su ejecución, con lo que opcionalmente se ejecuta un proceso si un grupo adecuado de actuadores de válvula se encuentra disponible, con lo que el proceso ocupa para si este grupo de actuadores de válvula.

5 **9.** Máquina conforme a la reivindicación 8, con lo que la solicitud de un actuador de válvula no disponible por parte de un segundo proceso tiene como resultado una petición al primer proceso, que ha ocupado este actuador de válvula, para que libere ese actuador de válvula, con lo que solamente el primer proceso decide acerca de esta petición, con lo que el proceso que realiza la petición, mediante la petición preferentemente ocupa para si todos los actuadores de válvula solicitados y disponibles.

10 **10.** Máquina conforme a la reivindicación 9, y con lo que, de manera especialmente preferida, el proceso que realiza la petición obtiene con la petición un derecho de ocupación para todas las válvulas solicitadas pero no disponibles, de manera que puede ocupar para si esas válvulas cuando estas hayan sido liberadas.

15 **11.** Máquina conforme a una de las reivindicaciones 7 a 10, con lo que el accionamiento de actuadores de válvula comprende un proceso central de asignación de válvulas en el que todos los demás procesos ocupan, liberan y/o solicitan los actuadores de válvula necesarios.

12. Máquina conforme a una de las reivindicaciones 7 a 11 con un accionamiento de actuadores de válvula en el que se ejecutan los siguientes pasos:

- ocupación de un primer grupo de actuadores de válvula para la ejecución de un primer proceso en el que se establece un primer trayecto de flujo a través del accionamiento del primer grupo correspondiente de válvulas;

20 - consulta de la disponibilidad de un segundo grupo de actuadores de válvula para la ejecución de un segundo proceso en el que se debe establecer un segundo trayecto de flujo a través del accionamiento del segundo grupo correspondiente de válvulas;

25 - ejecución del segundo proceso cuando todos los actuadores de válvula necesarios se encuentran disponibles; con lo que la petición de actuadores de válvula que no se encuentran disponibles por parte del segundo proceso tiene como resultado una solicitud al primer proceso para que libere esos actuadores de válvula, con lo que únicamente el primer proceso decide acerca de esta petición.

30 **13.** Máquina conforme a una de las reivindicaciones 7 a 12 con una superficie de acoplamiento para el acoplamiento de un casete que comprende válvulas y canales que conducen líquido, con lo que, para establecer diferentes trayectos de flujo en el casete, los actuadores del lado de la máquina determinan el estado de conmutación de las válvulas del lado del casete.

14. Procedimiento para la supervisión del estado actual y/o planeado de una multiplicidad de válvulas en el accionamiento del trayecto de flujo, especialmente en una máquina de tratamiento médico,

caracterizado porque

el procedimiento comprende los siguientes pasos:

35 determinación del estado de conmutación actual y/o planeado de las válvulas,

determinación de las conexiones que resultan del estado de conmutación de las válvulas,

comparación de las conexiones resultantes con una cantidad predeterminada de conexiones no admisibles.

40 **15.** Procedimiento conforme a la reivindicación 14, con lo que la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación tiene lugar, siempre que el estado de conmutación de una válvula se modifica o se debe modificar, con lo que para la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación de forma preferente se inundan virtualmente desde uno o múltiples puntos de inicio todas las válvulas abiertas, con lo que de manera especialmente preferida se escoge respectivamente como punto de inicio una válvula abierta, aún no inundada, con lo que de manera también preferente todas las conexiones determinadas se registran en una matriz de conexiones y con lo que de manera especialmente preferida la matriz de conexiones resultante es comparada
45 con una matriz de control en la que se encuentran registradas todas las conexiones no admisibles.

16. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 14 o 15, con lo que al reconocer una conexión no admisible durante un estado de conmutación actual de las válvulas el sistema conmuta a un estado seguro y/o al

reconocer una conexión no admisible durante un estado de conmutación planeado este estado de conmutación no es realizado.

- 5 **17.** Máquina, especialmente máquina de tratamiento médico, con una multiplicidad de actuadores de válvula para el accionamiento de válvulas para el control del trayecto de flujo, especialmente en un sistema de casetes, con un accionamiento de actuadores de válvula y con una unidad de control para la supervisión de estado actual y/o planeado de una multiplicidad de válvulas,

caracterizada porque

- 10 la unidad de control determina el estado de conmutación actual y/o planeado de las válvulas y las conexiones resultantes del estado de conmutación de las válvulas y compara las conexiones resultantes con una cantidad predeterminada de conexiones no admisibles.

- 15 **18.** Máquina conforme a la reivindicación 17, con lo que la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación tiene lugar, siempre que el estado de conmutación de una válvula se modifica o se debe modificar, con lo que, preferentemente, para la determinación de las conexiones que resultan de un estado de conmutación se inundan virtualmente desde uno o múltiples puntos de inicio todas las válvulas abiertas, con lo que también de manera preferente escoge respectivamente como punto de inicio una válvula abierta, aún no inundada, con lo que opcionalmente todas las conexiones determinadas son registradas en una matriz de conexiones y con lo que la matriz de conexiones resultante preferentemente es comparada con una matriz de control en la que se encuentran registradas todas las conexiones no admisibles.

- 20 **19.** Máquina conforme a una de las reivindicaciones 17 o 18, con lo que la máquina, al reconocer una conexión no admisible durante un estado de conmutación actual de las válvulas conmuta a un estado seguro y/o al reconocer una conexión no admisible durante un estado de conmutación planeado no realiza este estado de conmutación.

- 25 **20.** Máquina conforme a una de las reivindicaciones 17 a 19 con una superficie de acoplamiento para el acoplamiento de un casete que comprende válvulas y canales que conducen líquido, con lo que, para establecer diferentes trayectos de flujo en el casete, los actuadores del lado de la máquina determinan el estado de conmutación de las válvulas del lado del casete.

21. Producto de programa de ordenador, especialmente medio de almacenamiento con un programa de ordenador para ser utilizado en una máquina, especialmente una máquina de tratamiento médico, con órdenes para la ejecución de un procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 6 y 14 a 16.

Fig. 1

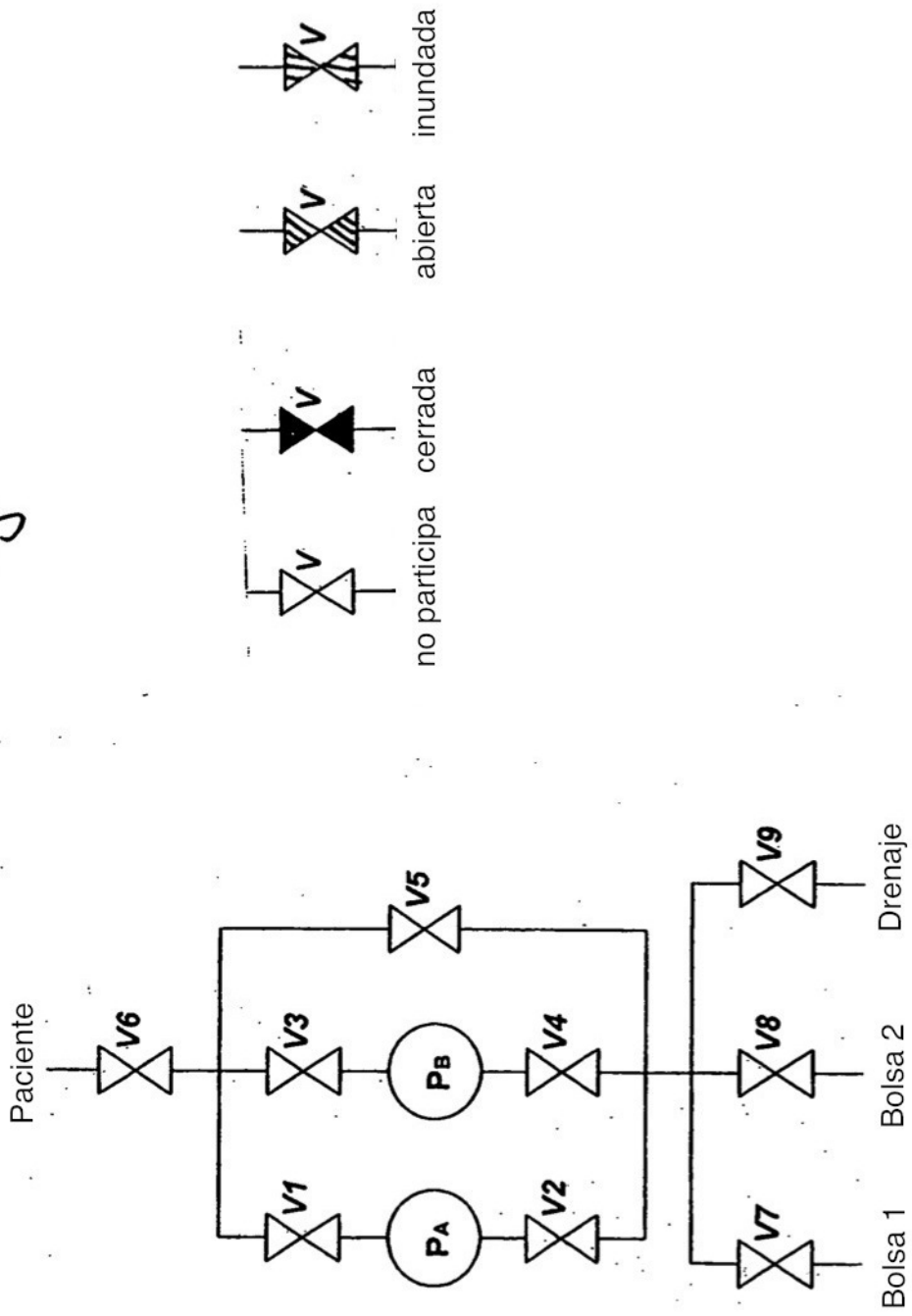


Fig. 2b

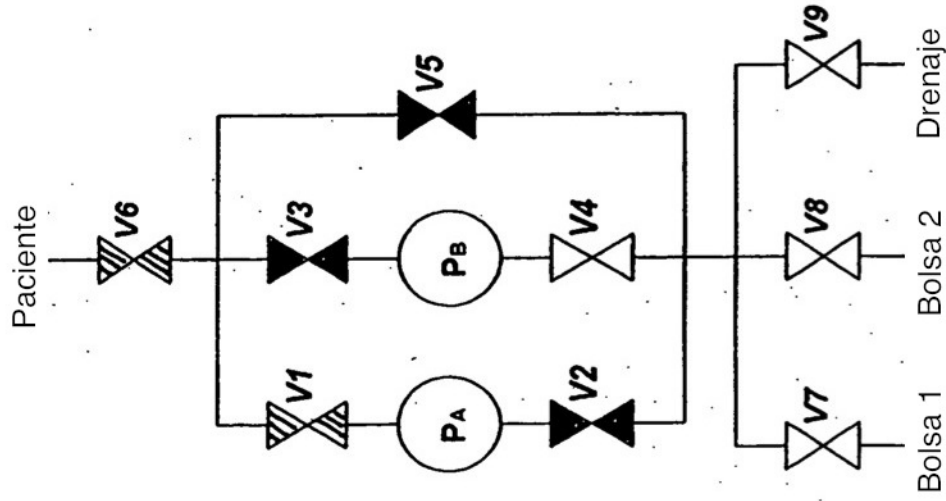


Fig. 2a

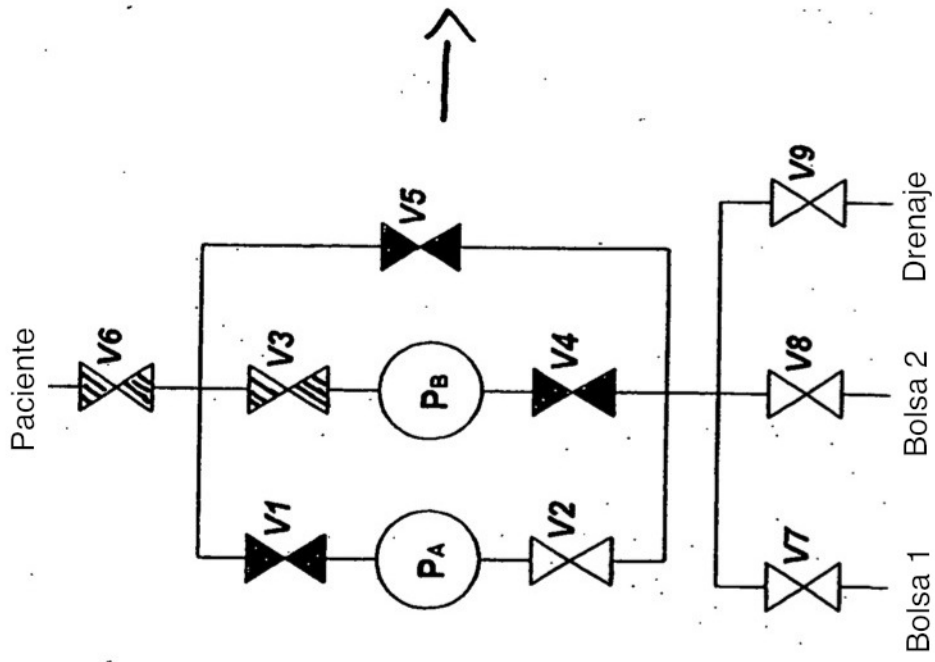


Fig. 3

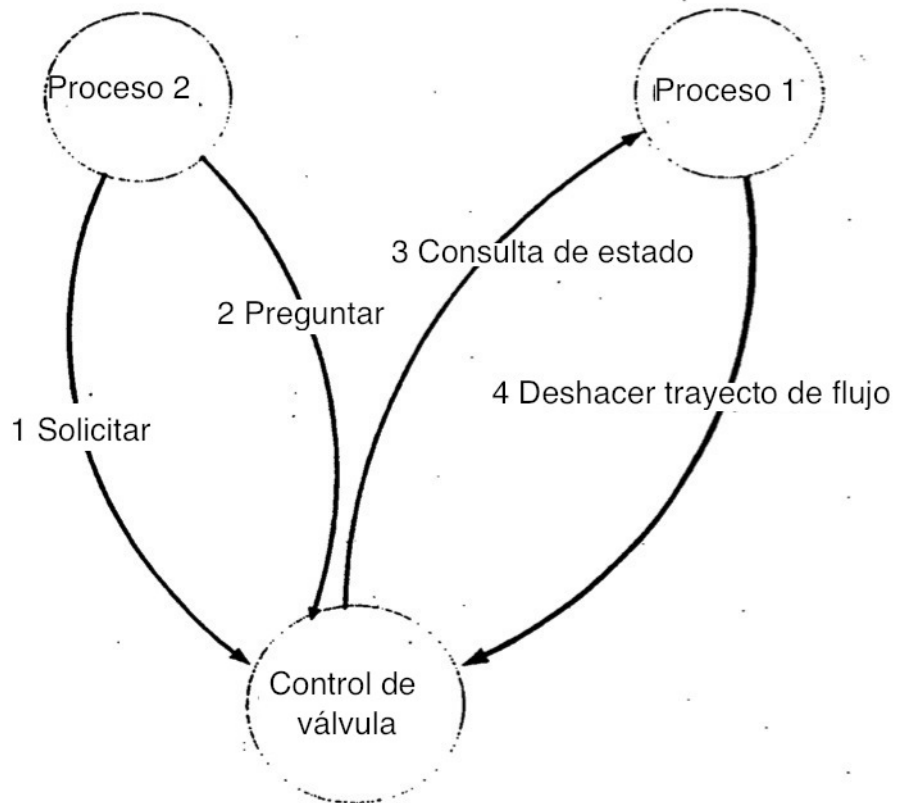


Fig. 4

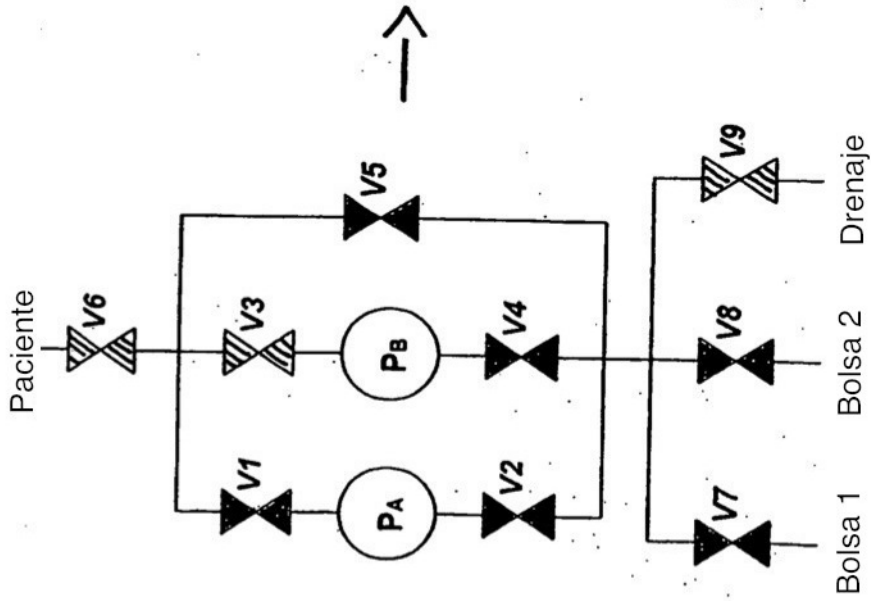


Fig. 5

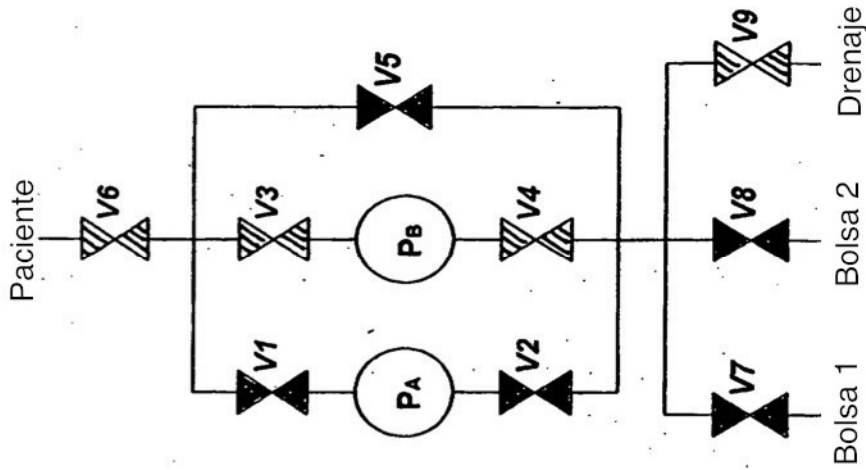


Fig. 6a

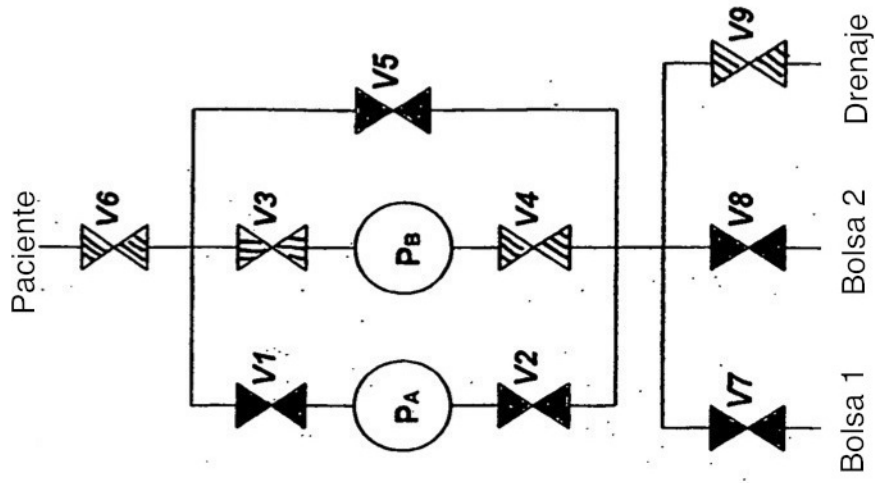


Fig. 6b

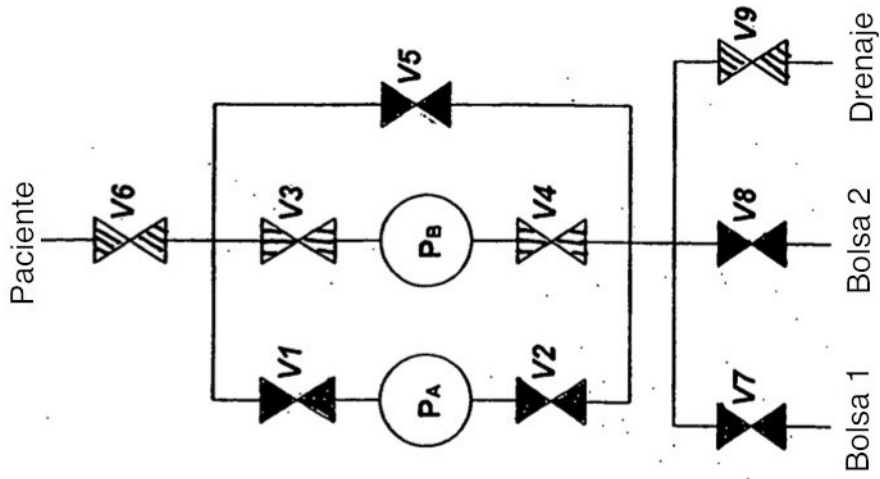


Fig. 6c

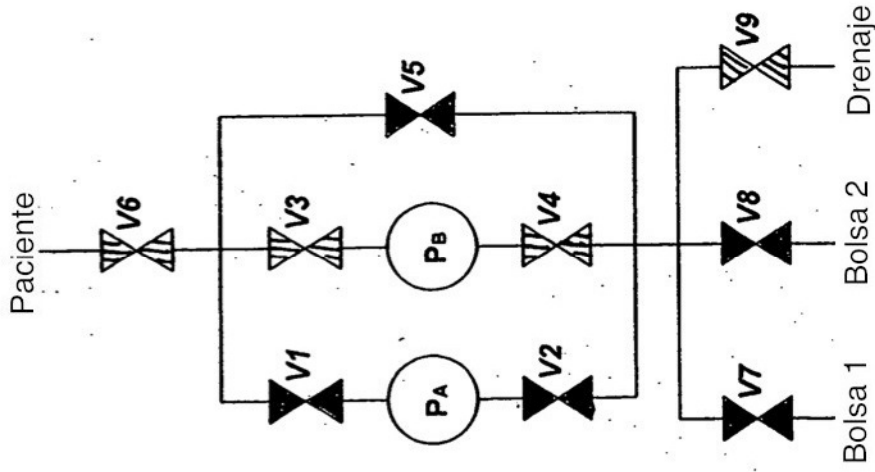


Fig. 6d

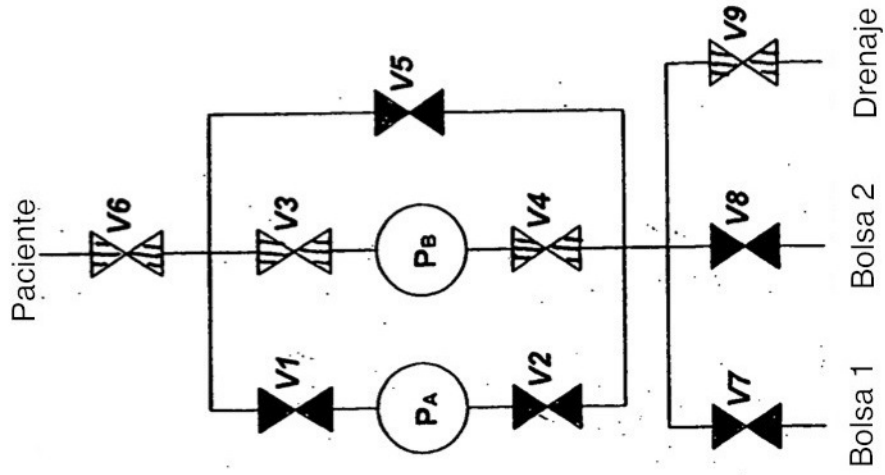


Fig. D

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	x								
V2		x							
V3			x						
V4				x					
V5					x				
V6						x			
V7							x		
V8								x	
V9									x

X = Válvula está conectada

Fig. 8

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	x								
V2		x							
V3			x						
V4				x					
V5					x				
V6						x			
V7							x		
V8								x	
V9									x

X = Válvula está conectada

Fig. 9a

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	x								
V2		x							
V3			⊕						
V4				x					
V5					x				
V6						x			
V7							x		
V8								x	
V9									x

X = Válvula está conectada

Fig. 9b

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	x								
V2		x							
V3			x						
V4			X	x					
V5					x				
V6						x			
V7							x		
V8								x	
V9									x

X = Válvula está conectada

Fig. 9c

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	x								
V2		x							
V3			x						
V4			X	x					
V5					x				
V6						x			
V7							x		
V8								x	
V9									x

X = Válvula está conectada



	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	x								
V2		x							
V3			x						
V4			X	x					
V5					x				
V6						X			
V7						X	x		
V8								x	
V9									x

X = Válvula está conectada

Fig. 9d

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
x								
	x							
		x						
		X	x					
				x				
			X		x			
						x		
							x	
								x

X = Válvula está conectada



V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
x								
	x							
		x						
		X	x					
				x				
			X		x			
						x		
							x	
								x

X = Válvula está conectada



V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
x								
	x							
		x						
		X	x					
				x				
		X	X		x			
						x		
							x	
		X	X					x

X = Válvula está conectada