

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 509**

51 Int. Cl.:

C02F 1/00 (2013.01)

C02F 1/66 (2013.01)

C12M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2021** **PCT/EP2021/069425**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2022** **WO22013201**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2021** **E 21749536 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2024** **EP 4179061**

54 Título: **Instalación de limpieza de biorreactor con un tanque de ácido, así como un dispositivo para la neutralización del ácido**

30 Prioridad:

13.07.2020 DE 202020104033 U

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

13.12.2024

73 Titular/es:

VOGELSANG GMBH & CO. KG (100.0%)
Holthöge 10-14
49632 Essen, DE

72 Inventor/es:

HEINRICHS, MARTIN

74 Agente/Representante:

ERVITI ARBAIZA, Blanca María

ES 2 992 509 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

Instalación de limpieza de biorreactor con un tanque de ácido, así como un dispositivo para la neutralización del ácido

La invención se refiere a una instalación de limpieza de biorreactor para limpiar un biorreactor, preferiblemente un biorreactor en un material rodante, con una unidad de succión para la succión de líquido del biorreactor, donde la unidad de succión comprende una conexión de succión para conectarse al biorreactor, una unidad de suministro para el suministro de líquido al biorreactor, donde la unidad de suministro comprende al menos una primera conexión de suministro para conectarse al biorreactor, una unidad de control electrónica para el control de la unidad de succión y la unidad de suministro, un tanque de ácido para recibir una solución ácida acuosa, un tanque colector para recibir líquido succionado del biorreactor y una conexión de agua dulce para suministrar agua dulce a la instalación de limpieza de biorreactor, donde la unidad de suministro está conectada a la conexión de agua dulce y al tanque de ácido para proporcionar selectivamente agua dulce y/o solución ácida acuosa a la primera conexión de suministro, y donde la unidad de succión para la succión de líquido del biorreactor se puede conectar selectivamente al tanque de ácido o al tanque colector para suministrar solución ácida succionada del biorreactor al tanque de ácido y fluido residual sustancialmente neutro en términos de pH succionado del biorreactor al tanque colector. En instalaciones estacionarias también se puede prescindir del tanque colector y el líquido succionado del biorreactor se puede conducir directamente a un desagüe. La invención se refiere además a un procedimiento para operar una instalación de limpieza de biorreactor y a un programa de computadora.

La publicación Nn/Et. al: "Bioengineering AG, CH-8636 Wald CIP-Reinigung CIP-Cleaning", 12 de julio de 2019, páginas 139-150, divulga un sistema de limpieza de biorreactor en el que la instalación de producción se divide en circuitos de limpieza para eliminar impurezas y garantizar la esterilidad. Además de los factores químicos como la concentración del producto de limpieza, la actividad y la temperatura, existe el efecto mecánico, que se ve influido por la velocidad del flujo y las turbulencias. El aparato dispone de varios cabezales rociadores y de un agitador. La calidad de la limpieza se comprueba midiendo la conductividad del líquido de enjuague.

Los biorreactores convencionales tienen un tanque de sólidos con una cesta filtrante en la que se introducen aguas residuales que contienen componentes sólidos y líquidos. La cesta filtrante separa los componentes sólidos de los líquidos. Para ello, la cesta filtrante presenta en las paredes delimitadoras, como por ejemplo en la pared inferior y en las paredes laterales, elementos filtrantes a través de los cuales pueden fluir elementos líquidos y mediante los cuales se recogen elementos sólidos. Los elementos sólidos se acumulan en el fondo dentro de la cesta filtrante, se separan de los elementos líquidos y forman una torta de filtración. Los elementos líquidos fluyen a través de los elementos filtrantes hacia el tanque de sólidos y desde allí hacia un tanque de líquido que está en comunicación de fluido con el tanque de sólidos.

Se sabe que los elementos sólidos se depositan en la cesta filtrante en forma de torta de filtración. Primero, se forma una torta de filtración que comienza en un lado inferior de la cesta filtrante y luego en los lados de la cesta filtrante. Esto evita que el agua fluya hacia el tanque de sólidos a través de la torta de filtración. Una torta de filtración con cierta permeabilidad conduce a un proceso de filtración eficiente. Sin embargo, una torta de filtración cada vez más espesa e impermeable puede provocar que la cesta filtrante se obstruya. Esto conduce a un proceso de filtrado ineficiente ya que el líquido apenas pasa a través del filtro. Por lo tanto, es necesario limpiar la cesta filtrante de sólidos a intervalos regulares para asegurar un drenaje suficiente del agua al tanque de sólidos.

Se sabe cómo eliminar la torta de filtración para solucionar esta obstrucción. La torta de filtración suele eliminarse en cuanto aparecen los primeros efectos de una obstrucción. Sin embargo, esto tiene el inconveniente de que ya se ha producido un filtrado ineficiente. También es conocido comprobar la cantidad de torta de filtración de vez en cuando para determinar si es necesaria su eliminación. Sin embargo, esto tiene el inconveniente de que la comprobación se realiza de forma aleatoria y no se puede determinar de forma fiable el momento adecuado, es decir, ni demasiado pronto ni demasiado tarde, para retirar la torta de filtración. Además, no es posible evaluar de forma fiable si la torta de filtración ya es tan impermeable que sea necesario eliminarla.

Sin embargo, un problema con tales procesos de limpieza es que las instalaciones de biorreactor generalmente se construyen como un sistema cerrado y, por lo tanto, es muy difícil determinar el grado de contaminación y la causa de un filtrado inadecuado. En particular, los biorreactores existentes a menudo no tienen interfaces que permitan leer la información necesaria para determinar la causa de un error o el grado de contaminación, o incluso simplemente datos útiles para este propósito. Esto es especialmente difícil si se instala un biorreactor de este tipo a bordo de un vehículo, como por ejemplo un vagón de ferrocarril, para limpiar el agua sucia que se produce allí. En tales aplicaciones, a menudo se desea mantener y garantizar el funcionamiento del biorreactor de forma descentralizada y sin su ampliación, pero al mismo tiempo, debido a la compacidad necesaria, no es posible ni el acceso al biorreactor ni a los datos que describen su estado, o solo es posible con un gran esfuerzo.

También existe un problema al reciclar, eliminar o neutralizar el ácido utilizado durante la limpieza. Generalmente se añade ácido al biorreactor para eliminar depósitos de cal o similares. Esto no sólo debería ocurrir en el propio biorreactor, sino también en las tuberías. Sin embargo, el ácido no se puede eliminar fácilmente después, sino que primero se debe neutralizar. Esto, por un lado, requiere mucho tiempo, pero, por otro lado, existe el problema de

5

ajustar correctamente el valor del pH para poder eliminar el ácido neutralizado.

El objeto de la invención es proporcionar una instalación de limpieza de biorreactor, un procedimiento y programa informático del tipo mencionado al principio, que permitan utilizar el ácido de manera más eficiente.

Esta tarea se logra en una instalación de limpieza de biorreactor del tipo mencionado porque tiene una unidad de dosificación que tiene una o más conexiones de bidón de ácido para conectar bidones de ácido y una o más conexiones de recipiente de base para conectar bidones de base, un dosificador de ácido que se puede conectar en el lado de entrada a una o más conexiones de bidón de ácido y en el lado de salida al tanque de ácido y/o al biorreactor, y tiene un dosificador de base que se puede conectar en el lado de entrada a una o más conexiones de bidón de base y en el lado de salida al tanque de ácido y/o al biorreactor, y comprende un mezclador, donde el mezclador se puede conectar en el lado de entrada a una conexión de agua dulce y al dosificador de ácido y/o al dosificador de base y en el lado de salida al tanque de ácido y/o al biorreactor para suministrar a este una solución utilizable para neutralizar la solución ácida presente en el tanque de ácido y/o en el biorreactor.

10

15

20

25

30

La invención se basa en el descubrimiento de que mediante el uso del mezclador conectado al dosificador de ácido y/o al dosificador de base se puede obtener un líquido que, por un lado, se puede utilizar directamente en el tanque de ácido como solución ácida acuosa, pero por otro lado es posible tanto una dosificación posterior de ácido como también una neutralización mediante la adición selectiva de base. Esto significa que ya no es necesario recoger primero el ácido en el tanque de ácido, que por ejemplo fue succionado del biorreactor después de un proceso de limpieza, y luego transportarlo a una estación donde la solución ácida succionada del biorreactor se neutraliza luego mediante la adición de base. Más bien, el ácido usado se neutraliza directamente en la instalación de limpieza de biorreactor y luego se puede eliminar. La unidad de dosificación también puede conectarse directamente al biorreactor a través de tuberías y válvulas correspondientes, por ejemplo, a través de la unidad de suministro. De esta manera, se puede añadir líquido ácido que se puede utilizar para la limpieza directamente desde la unidad de dosificación al biorreactor. Además, una vez completada la limpieza, es posible neutralizar la solución ácida acuosa presente en el biorreactor añadiendo apropiadamente una base usando la unidad de dosificación en el propio biorreactor. Esto hace posible ahorrar agua dulce, que de otro modo tendría que usarse para enjuagar el biorreactor después de limpiar el biorreactor con una solución ácida acuosa.

35

40

La instalación de limpieza de biorreactor tiene preferiblemente un primer sensor de pH para detectar un primer valor de pH de un líquido suministrado al tanque de ácido y para proporcionar una primera señal de pH a la unidad de control electrónica. El primer sensor de pH está situado preferiblemente aguas abajo del mezclador y aguas arriba de una entrada del tanque de ácido. De esta manera, el primer sensor de pH puede detectar el valor de pH del líquido en el tanque de ácido. Preferiblemente no se proporcionan entradas distintas de la entrada del primer sensor de pH al tanque de ácido.

45

50

Además, se prefiere que esté previsto un segundo sensor de pH para detectar un segundo valor de pH de un líquido succionado a través de la conexión de succión. El segundo sensor de pH también puede estar dispuesto adicional o alternativamente aguas arriba del mezclador. Preferiblemente, el líquido succionado del biorreactor a través de la conexión de succión se conduce a través de la instalación de limpieza de biorreactor de tal manera que el segundo sensor de pH y/o el primer sensor de pH puedan detectar el valor de pH de este líquido. Preferiblemente, el líquido se dirige desde la conexión de succión dentro de la instalación de limpieza de biorreactor de tal manera que primero se suministra al segundo sensor de pH, luego al mezclador, luego al primer sensor de pH y luego al tanque de ácido. La instalación de limpieza de biorreactor presenta preferiblemente en su interior tuberías correspondientes y válvulas correspondientes, pudiéndose controlar las válvulas parcial o totalmente mediante la unidad de control electrónica.

55

En una configuración preferida, el dosificador de ácido presenta un eyector de ácido que se puede conectar en el lado de entrada a la conexión de agua dulce. Por lo tanto, el eyector de ácido tiene dos conexiones de entrada, concretamente una que está conectada o se puede conectar a la una o más conexiones de bidón de ácido y otra que está conectada o se puede conectar a la conexión de agua dulce. En el eyector de ácido se mezclan luego el ácido del al menos un bidón de ácido y agua dulce y luego se suministran al mezclador.

60

De manera análoga, el dosificador de base presenta preferentemente un eyector de base, que se puede conectar en el lado de entrada a la conexión de agua dulce. Por lo tanto, el eyector de base también tiene dos entradas, a saber, una que está conectada o puede conectarse a la una o más conexiones de bidón de base y otra que puede estar o está conectada a la conexión de agua dulce. Luego, la base y el agua dulce se mezclan en el eyector de base y se suministran al mezclador. De esta manera se puede conseguir una dosificación especialmente sencilla

de ácido y base. Preferiblemente los eyectores de ácido o de base tienen válvulas conectadas aguas arriba y aguas abajo para poder controlar mejor la mezcla de ácido y base en agua dulce. Estas válvulas aguas arriba y aguas abajo están conectadas preferiblemente a la unidad de control electrónica de modo que pueden ser controladas por la unidad de control electrónica. Preferiblemente, el mezclador también tiene un regulador de agua dulce para regular el agua dulce suministrada al mezclador. Esto permite controlar aún mejor la dosificación de ácido, base y agua dulce. El regulador también está conectado preferiblemente a la unidad de control electrónica de modo que puede ser controlado y ajustado por la unidad de control electrónica.

En otra realización preferida, la instalación de limpieza de biorreactor tiene un primer caudalímetro para medir el agua dulce suministrada al mezclador y/o al dosificador de ácido y/o al dosificador de base. El primer caudalímetro puede estar dispuesto aguas arriba del mezclador y aguas abajo de una conexión de agua dulce. Para proporcionar la dosis adecuada de ácido, base y agua dulce para el tanque de ácido, es beneficioso conocer el caudal de agua dulce. Preferiblemente, el caudalímetro proporciona una señal de flujo volumétrico a la unidad de control electrónica para que pueda controlar la dosificación de ácido y base dependiendo de esto y dependiendo de un valor de pH deseado.

Preferiblemente, también está previsto un segundo caudalímetro para medir el ácido suministrado al dosificador de ácido. También en este caso es ventajoso conocer el caudal. Esto es especialmente relevante si, por ejemplo, el tanque de ácido debe llenarse al principio o antes de la limpieza con una solución ácida acuosa y para ello sólo se mezclan ácido y agua dulce. Aunque también es posible medir el valor del pH en el tanque de ácido, el caudalímetro puede detectar un caudal que ya se encuentra antes de la mezcla, de modo que se puede crear una mezcla basándose en los flujos volumétricos de ácido y agua dulce.

En otra realización preferida, la unidad de succión y/o la unidad de suministro son operables para bombear líquido desde el tanque de ácido hacia el mezclador y de regreso al tanque de ácido. De esta manera, se puede mezclar ácido y/o base adicional con el líquido que está presente en el tanque de ácido. Si se añadiera ácido o base directamente al tanque de ácido, habría que mezclarlo allí. Dado que esto no es posible hacer de una manera sencilla, en el estado de la técnica generalmente existe un gradiente de concentración en el tanque de ácido. Bombeando cíclicamente desde el tanque de ácido al mezclador y de regreso al tanque de ácido, es posible conseguir un líquido muy homogéneo en el tanque de ácido, que puede usarse ventajosamente para limpiar el biorreactor. De esta manera también es más fácil neutralizar el ácido en el tanque de ácido. En el estado de la técnica, por el contrario, existe el problema de que, aunque en el tanque de ácido se añada suficiente base al ácido, debido al gradiente de concentración, durante el proceso de eliminación, se superan los valores límite en determinados puntos y/o por tramos, con lo que se dañan las tuberías y se incumplen las normas medioambientales. Al alimentar el líquido presente en el tanque de ácido al mezclador y desde allí nuevamente al tanque de ácido, se elimina este problema y se puede lograr un líquido homogéneo.

Alternativa o adicionalmente, la unidad de succión y/o la unidad de suministro son operables para bombear líquido desde el biorreactor hacia el mezclador y de regreso al biorreactor. Esto significa que la solución ácida acuosa también se puede neutralizar en el propio biorreactor después de su limpieza. Para ello se succiona el líquido del biorreactor, preferentemente mediante la unidad de succión, después se transporta a la unidad de dosificación, en la que a continuación se dosifica la base, y de nuevo se transporta al biorreactor, preferentemente mediante la unidad de suministro. Este ciclo se puede repetir hasta alcanzar el valor de pH neutro deseado. Si mientras tanto se ha agregado demasiada base, es posible que sea necesario agregar ácido para acidificarla nuevamente.

Adicional o alternativamente, la unidad de succión y/o la unidad de suministro se pueden operar preferiblemente para bombear líquido desde el tanque de ácido y/o el biorreactor al primer o segundo sensor de pH y de regreso al tanque de ácido y/o biorreactor. De esta manera se puede determinar fácilmente el valor del pH del líquido en el tanque de ácido o en el biorreactor. Si el segundo sensor de pH está dispuesto aguas arriba del mezclador, el líquido se dirige primero al segundo sensor de pH, luego al mezclador, luego al primer sensor de pH y de nuevo al tanque de ácido. Esto significa que en el segundo sensor de pH se puede determinar primero el valor de pH del líquido succionado del tanque de ácido y luego, si es necesario, el ácido o la base se suministra al mezclador. Esta mezcla puede entonces comprobarse en el primer sensor de pH, devolverse al tanque de ácido y así sucesivamente hasta que se detecte un valor de pH correspondiente en el segundo sensor de pH, es decir, en la entrada del mezclador. Preferiblemente, el valor de pH es el mismo en la entrada y en la salida del mezclador cuando se ha alcanzado el valor de objetivo de pH.

En otra realización preferida, la unidad de control electrónica está configurada para determinar un valor de calidad de ácido que indica una calidad de la solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido, comparar el valor de calidad de ácido determinado con un valor de comparación de ácido predeterminado y, dependiendo de la comparación: iniciar una neutralización de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido. Un valor de calidad de ácido de este tipo puede ser, por ejemplo, una carga de sólidos, un grado de contaminación o similares.

De manera particularmente preferida, el valor de calidad de ácido es el primer valor de pH y la unidad de control electrónica está configurada para determinar el primer valor de pH de la solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido, comparar el primer valor de pH determinado con un valor umbral de pH predeterminado y en el caso de que el primer valor de pH determinado supere el valor umbral de pH: iniciar una neutralización de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido. La solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido se usa preferiblemente para al menos un ciclo de limpieza de un biorreactor. Durante un ciclo de limpieza, la solución ácida acuosa se suministra al biorreactor a través de la conexión de suministro, se hace pasar a través de varias líneas y/o tamices o similares dentro del biorreactor, y luego el ácido usado de esta manera y por lo tanto consumido parcial o completamente se succiona a través de la conexión de succión hacia la instalación de limpieza de biorreactor y desde allí se conduce al tanque de ácido. Se ha demostrado que con esta solución ácida acuosa se pueden realizar dos o más procesos de limpieza, aunque no tantos como se desearía. Después de un cierto número de procesos de limpieza, dependiendo del grado de contaminación del biorreactor, finalmente se agota la solución ácida. Esto se determina preferentemente mediante el valor de calidad de ácido o preferentemente mediante el primer valor de pH que supera el valor umbral de pH.

Preferiblemente, la unidad de control electrónica está configurada para determinar y cargar el valor de comparación de ácido y/o el valor umbral de pH predeterminado de una base de datos. El valor de comparación de ácido o el valor umbral de pH predeterminado puede depender del tipo de biorreactor, del tipo de ácido utilizado o de otros parámetros. En función de estos parámetros, la unidad de control electrónica determina los valores correspondientes y los carga desde una base de datos o desde una memoria ubicada remotamente, por ejemplo, a través de Internet, o desde un servicio en la nube.

En otra realización preferida, la unidad de control electrónica está configurada, para la neutralización de la solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido, mientras que la unidad de succión y/o la unidad de suministro bombean el líquido desde el tanque de ácido al primer o segundo sensor de pH y de regreso al tanque de ácido, para hacer que el dosificador de base dispense base en el mezclador hasta que se alcance un valor de objetivo de pH neutro en el tanque de ácido. De este modo se puede conseguir una neutralización continua, utilizándose sólo la cantidad de base necesaria. Además, siempre se consigue un líquido homogéneo, de modo que no se añade ni demasiada ni poca base y se consigue una neutralización eficaz de la base.

En un segundo aspecto, la invención resuelve el problema mencionado al principio mediante un procedimiento para operar una instalación de limpieza de biorreactor, preferiblemente una instalación de limpieza de biorreactor de acuerdo con una de las realizaciones preferidas descritas anteriormente de una instalación de limpieza de biorreactor de acuerdo con el primer aspecto de la invención, teniendo el procedimiento las etapas: determinar una calidad de la solución ácida acuosa presente en un tanque de ácido de la instalación de limpieza de biorreactor, comparar el valor de calidad de ácido determinado con un valor de comparación de ácido predeterminado, y dependiendo de la comparación: iniciar una neutralización de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido.

El procedimiento se basa en la idea de que se debe realizar un proceso de neutralización dependiendo de la calidad de la solución ácida en el tanque de ácido. La solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido se usa al menos una vez para limpiar el biorreactor. Cada vez que se utiliza la solución ácida acuosa en el tanque de ácido suministrándola al biorreactor, luego succionándola fuera del biorreactor y devolviéndola al tanque de ácido, la calidad de la solución ácida acuosa puede deteriorarse. Por consiguiente, según el procedimiento se lleva a cabo preferentemente una comparación de un valor de calidad de ácido con un valor de comparación de ácido predeterminado. Dependiendo de esta comparación, especialmente si el valor de calidad de ácido cae por debajo del valor de comparación de ácido predeterminado, se inicia la neutralización de la solución ácida acuosa. Esto es necesario para poder eliminar la solución ácida acuosa después de la neutralización. La neutralización es preferentemente una neutralización continua.

De manera especialmente preferida, el valor de la calidad del ácido es un primer valor de pH. El valor de pH de la solución ácida acuosa es especialmente adecuado como valor de calidad de ácido, ya que con él se puede indicar la capacidad de la solución ácida acuosa para disolver la calcificación en el biorreactor. En este caso, el procedimiento comprende entonces preferiblemente las etapas: determinar el primer valor de pH de la solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido, y comparar el primer valor de pH determinado con un valor umbral de pH predeterminado, que es entonces el valor de comparación de ácido en este caso. Si el primer valor de pH determinado supera el valor umbral de pH, es decir, la solución ácida acuosa ya no es lo suficientemente ácida, se inicia la neutralización de la solución ácida acuosa.

Además, se prefiere que el procedimiento comprenda: determinar y cargar el valor de comparación de ácido y/o el valor umbral de pH predeterminado de una base de datos. La base de datos puede proporcionarse internamente dentro de la instalación de limpieza del biorreactor o transmitirse a través de un sistema remoto, por ejemplo, Internet o un servicio en la nube. El valor de comparación de ácido o el valor umbral de pH predeterminado puede

depender de parámetros que un usuario ingresa en el dispositivo o de valores que se registran a través de la solución ácida acuosa usando uno o más sensores.

Preferiblemente, el procedimiento comprende además las etapas de: bombear líquido desde el tanque de ácido a un mezclador de la instalación de limpieza de biorreactor y de regreso al tanque de ácido. Preferiblemente, el procedimiento comprende, además, mientras se bombea líquido desde el tanque de ácido hacia un mezclador de la instalación de limpieza de biorreactor y de regreso al tanque de ácido: neutralizar el líquido. Preferiblemente, el procedimiento comprende, además: mezclar en el mezclador ácido y/o base y/o agua dulce. Mezclando ácido, base o agua dulce, el líquido se puede neutralizar o se ajustar aún más su valor de pH. Esto se hace preferentemente en el mezclador y no directamente en el tanque de ácido. De este modo es posible una neutralización continua o una acidificación continua, para poder ajustar con precisión el valor del pH de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido.

Preferiblemente también se detecta un primer valor de pH aguas abajo del mezclador. Preferentemente se detecta un segundo valor de pH aguas arriba del mezclador. Al detectar el primer y segundo valor de pH, es posible regular la mezcla de ácido, base o agua dulce en el flujo de líquido en el mezclador. Por esta razón, el procedimiento preferiblemente comprende además la etapa de: dependiendo del primer y/o segundo valor de pH, mezclar ácido y/o base en el mezclador para lograr un valor de objetivo de pH neutro en el tanque de ácido. El valor de objetivo de pH neutro está preferiblemente en un rango de 6,5 - 10. También se prefiere un intervalo de 6,5 - 9, 7 - 9 o en particular 7 - 8. En lugar del valor de objetivo de pH neutro también se puede ajustar cualquier otro valor de pH. Básicamente, basta con registrar un valor de pH, es decir, el primer o segundo valor de pH, para formar un circuito de control cerrado. Sin embargo, la detección de dos valores de pH, aguas arriba y aguas abajo del mezclador, permite un control más preciso y también permite que el líquido pase evitando el mezclador directamente al primer sensor de pH, por ejemplo, si no se desea mezclar ácido, base o agua dulce. Por ejemplo, puede ser concebible y preferible suministrar líquido succionado del biorreactor sólo al primer sensor de pH sin pasarlo a través del mezclador y el segundo sensor de pH.

Preferiblemente, el procedimiento comprende además la etapa: Cuando se alcanza el valor de objetivo de pH neutro: bombear el líquido desde el tanque de ácido a un tanque colector de la instalación de limpieza de biorreactor y/o a un canal de eliminación. Otros líquidos, como por ejemplo el líquido residual succionado del biorreactor o el líquido utilizado en un proceso de limpieza mecánico, se pueden recoger en el tanque colector de la instalación de limpieza de biorreactor. El líquido allí contenido se puede eliminar del tanque colector. El tanque de ácido generalmente se hace significativamente más pequeño que el tanque colector, por lo que se prefiere llevar el líquido neutralizado del tanque de ácido al tanque colector. A continuación, se vacía el tanque de ácido y se puede mezclar una nueva solución ácida acuosa, por ejemplo, para realizar otro proceso de limpieza de un biorreactor sin tener que vaciar primero el tanque colector. Si la instalación de limpieza de biorreactor no está diseñada como un sistema móvil sino como un sistema estacionario, no es necesario almacenar temporalmente el líquido neutralizado en el tanque colector; en este caso se puede conducir directamente a un canal de eliminación.

En el procedimiento puede estar previsto además que, dependiendo de la comparación del valor de calidad de ácido determinado con el valor de comparación del ácido predeterminado, se lleven a cabo las etapas de: suministrar líquido desde el tanque de ácido al biorreactor para limpiar el biorreactor, succionar líquido del biorreactor y suministrar el líquido succionado al tanque de ácido. Estas etapas se llevan a cabo preferiblemente cuando el valor de calidad de ácido determinado excede el valor de comparación de ácido o se determina que la calidad de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido es suficiente.

Para mejorar el efecto de limpieza de la solución ácida acuosa, el procedimiento puede comprender además la etapa de hacer burbujear burbujas de aire en el líquido cuando se suministra el líquido al biorreactor. De esta manera, se añade oxígeno a la solución ácida acuosa suministrada como líquido al biorreactor, con lo que se puede mejorar una reacción química entre la solución ácida acuosa y la cal en el biorreactor. Además, cuando un líquido y/o solución ácida acuosa circula a través de las líneas de la instalación de limpieza de biorreactor y/o del biorreactor, también se puede burbujear aire. Como resultado, también se puede lograr una limpieza mecánica de las líneas usando las burbujas de aire.

En un tercer aspecto, la invención resuelve la tarea mencionada al principio mediante un producto de programa de ordenador que comprende medios de código que, cuando se ejecutan en un ordenador, hacen que una instalación de limpieza de biorreactor lleve a cabo las etapas según el procedimiento según uno de los anteriores. realizaciones preferidas de un procedimiento según el segundo aspecto de la invención. Preferiblemente, el ordenador forma parte de la instalación de limpieza de biorreactor. El producto de programa de ordenador se presenta preferentemente en una memoria, como por ejemplo en un medio de almacenamiento óptico, o como descarga.

A continuación, se describirán realizaciones de la invención con referencia a los dibujos. Estos no pretenden necesariamente representar las realizaciones a escala; más bien, si esto es útil para la explicación, los dibujos están realizados de forma esquemática y/o ligeramente distorsionada. Con respecto a ampliaciones a las enseñanzas que se desprenden inmediatamente de los dibujos, se hace referencia al estado de la técnica correspondiente. Cabe señalar que se pueden realizar diversas modificaciones y cambios en la forma y detalle de una realización sin apartarse de la idea general de la invención. Las características de la invención divulgadas en la descripción, en los dibujos y en las reivindicaciones pueden ser esenciales para el desarrollo de la invención tanto individualmente como en cualquier combinación. Además, todas las combinaciones de al menos dos de las características descritas en la descripción, los dibujos y/o las reivindicaciones entran dentro del alcance de la invención. La idea general de la invención no se limita a la forma exacta o el detalle de las realizaciones preferidas que se muestran y describen a continuación ni se limita a un tema que estaría limitado en comparación con el tema reivindicado en las reivindicaciones. Para rangos de diseño específicos, los valores dentro de los límites especificados también deben divulgarse como valores límite y pueden usarse y reclamarse según se desee. En aras de la simplicidad, a continuación, se utilizan los mismos números de referencia para piezas idénticas o similares o piezas con funciones idénticas o similares.

Otras ventajas, características y detalles de la invención se desprenden de la siguiente descripción de las formas de realización preferidas y de los dibujos; se muestran en:

- Figura 1 una representación esquemática de la instalación de limpieza de biorreactor en conexión con un biorreactor y otros elementos;
- Figura 2 una vista lateral esquemática de la instalación de limpieza de biorreactor, parcialmente recortada;
- Figura 3a - 3d cuatro representaciones de bidones de ácido;
- Figura 4 un diagrama de circuito de la instalación de limpieza de biorreactor;
- Figura 5 una sección transversal de un eyector;
- Figura 6 un diagrama de circuito esquemático de un mezclador con otros elementos; y en
- Figura 7 un diagrama de la neutralización de la solución ácida acuosa.

Una instalación de limpieza de biorreactor 1 puede estar diseñado como instalación de limpieza de biorreactor móvil, como se muestra en la figura 1, o como instalación de limpieza de biorreactor estacionaria. Normalmente, una instalación de limpieza de biorreactor móvil puede llevarse a un tren en el que está dispuesto un biorreactor 2. Los biorreactores 2 en trenes son generalmente conocidos y no se describirán aquí con más detalle. La figura 1 muestra un ejemplo de un biorreactor 2 alineado verticalmente, con un tanque de sólidos 4, un tanque de líquido 5 y un desinfectante 6, que tiene una salida 7 para drenar líquido. En el tanque de sólidos 4 está prevista una cesta filtrante 8, en la que termina una manguera 9 de 2 pulgadas cerca del suelo y una boquilla de limpieza 10 para suministrar agua a alta presión al tanque de sólidos 4 para limpiar la torta de filtración acumulada en la cesta filtrante 8. También está formada una conexión 11 de 1 pulgada en el tanque de líquido 5 para aspirar líquido del tanque de líquido 5 o suministrarlo al mismo. Además, el biorreactor 2 incluye un controlador 12, que puede leer, por ejemplo, sensores del biorreactor 2.

La instalación de limpieza de biorreactor 1 presenta conexiones a través de las cuales se puede conectar con el biorreactor 2. Para, por ejemplo, succionar líquido del biorreactor 2, la instalación de limpieza de biorreactor 1 tiene una conexión de succión 20, que se puede conectar a través de una tubería de succión 22 con la conexión de 1 pulgada 11 del depósito de líquido 5 del biorreactor 2. Además, la instalación de limpieza de biorreactor 1 tiene una conexión de suministro 24, que se puede conectar a la manguera de 2 pulgadas 9 del biorreactor 2 a través de una línea de suministro 26 para suministrar líquido al biorreactor 2, más precisamente al tanque de sólidos 4 a través de ella. La instalación de limpieza de biorreactor 1 también tiene una conexión de alta presión 28, que se puede conectar con la boquilla de limpieza 10 a través de una manguera de alta presión 30, y una conexión de control electrónica 32, que se puede conectar con el controlador 12 del biorreactor 2 a través de una línea de señal 34.

La instalación de limpieza de biorreactor 1 también tiene una conexión de eliminación 36, a través de la cual la instalación de limpieza de biorreactor 1 se puede conectar a un tanque externo 38, que está conectado a una fuente de vacío externa 39 para succionar líquido de la instalación de limpieza de biorreactor 1. En el lado de entrada, la instalación de limpieza de biorreactor 1 tiene una conexión de tensión 40 y una conexión de agua dulce 42.

En el interior de la instalación de limpieza de biorreactor 1 (Figura 2), esta tiene una unidad de control electrónica 44, que tiene una memoria con código de programa, así como un procesador para ejecutar el código de programa. La unidad de control electrónica 44 controla diversas funciones de la instalación de limpieza de biorreactor 1, como se puede ver en particular en la descripción adicional. Por ejemplo, la unidad de control electrónica 44 controla una bomba 46 y una bomba de alta presión 48. La bomba 46 se puede utilizar tanto para proporcionar vacío en la conexión de succión 20 como para bombear líquido a la conexión de suministro 24. La bomba de alta presión 48 sirve para proporcionar un líquido a alta presión a la conexión de alta presión 28. Además, se proporcionan un tanque colector 50 y un tanque de ácido 52 dentro de la instalación de limpieza de biorreactor 1, donde están provistos un primer sensor de nivel 51 para el tanque colector 50 y un segundo sensor de nivel 53 para el tanque de ácido 52.

En una zona inferior de la instalación de limpieza de biorreactor 1 están previstos varios bidones de ácido 56 y varios bidones de base 58. Los bidones de ácido 56 y los bidones de base 58 están almacenados cada uno en cajones de ácido 57 y cajones de base 59 provistos para ello. La Figura 3b muestra dos bidones de ácido 56 en detalle. Una lanza de succión 60 está dispuesta en el bidón de ácido 56 y puede conectarse al tanque de ácido 52 a través de válvulas adicionales, como se describirá con referencia a la figura 4. Además de la lanza de succión 60, que está insertada en una conexión de succión 61, está prevista una válvula de ventilación 62. La lanza de succión 60 tiene un tapón de rosca 63 (véase figura 3c), un cuerpo de lanza 64 y una válvula de pie 65 con un filtro instalado de forma fija. Si es necesario cambiar uno de los bidones 56, 58, la lanza de succión 60 se puede insertar en los soportes de lanza 66a, 66b provistos en los respectivos cajones para que no se dañe.

La figura 4 ilustra ahora un diagrama de circuito o un diseño de la instalación de limpieza de biorreactor 1. La conexión de tensión 40 y la unidad de control electrónica 44 no se muestran. El diagrama de circuito según la figura 4 está dividido en tres sistemas, con límites de sistema A, B y C. El límite de sistema A en el lado derecho de la figura 4 incluye, además de la conexión de succión 20, la conexión de suministro 24 y la conexión de alta de presión 26, una unidad de bomba y válvula 70, que aquí se representa sólo esquemáticamente como un bloque, en cuyo interior pueden estar dispuestas varias válvulas, tuberías, sensores y similares. Como parte de la unidad de bomba y válvula 70 se muestra aquí, por ejemplo, la bomba 46, así como esquemáticamente una unidad de succión 72 y una unidad de suministro 74 de la instalación de limpieza de biorreactor 1. La unidad de succión 72 sirve para succionar líquido del biorreactor 2 y para ello comprende la conexión de succión 20. La bomba 46 actúa sobre esta para proporcionar un vacío en la conexión de succión 20. Además, en la unidad de bomba y válvula 70 está formada la unidad de suministro 74, que tiene la conexión de suministro 24.

El límite de sistema B incluye una unidad de dosificación 80, así como varios bidones de ácido 56 y varios bidones de base 58. La conexión de agua dulce 42 está asignada aquí al sistema B, concretamente a la unidad de dosificación 80. En la realización ejemplar mostrada, la unidad de dosificación 80 tiene cuatro conexiones de bidón de ácido 82a, 82b, 82c, 82d y dos conexiones de bidón de base 84a, 84b. La unidad de dosificación 80 está entonces conectada a su vez con una unidad estructural en el límite de sistema C, a la que en el ejemplo de realización aquí representado (figura 5) están asignados el tanque colector 50 y el tanque de ácido 52. A este límite de sistema están asignados igualmente el primer sensor de nivel de llenado 51 y el segundo sensor de nivel de llenado 53, al igual que la conexión de succión 36. Los límites de sistema A, B y C son sólo para fines ilustrativos, pero no tienen influencias estructurales más allá de eso. En determinadas realizaciones, los límites del sistema también pueden formar límites estructurales.

En el marco de una limpieza del biorreactor 2, el líquido residual presente en el biorreactor 2, en particular en el tanque de líquido 5, se puede succionar primero a través de la conexión de succión 20 bajo la acción de la bomba 46 en el primer paso con la unidad de succión 72. Este fluido residual se alimenta entonces al tanque colector 50 a través de una primera línea L1. Para ello se debe abrir una válvula BV82, configurada preferentemente como válvula de bola, que es activada preferentemente por la unidad de control electrónica 44. En la conexión de succión 20 está dispuesta una primera válvula manual HA1, que se puede abrir manualmente. A continuación, está dispuesta una primera unidad de medición de caudal VF1, que incluye un sensor capacitivo, en dirección a la unidad de bomba y válvula 70. Con el sensor capacitivo de la unidad de medición de caudal VF1 se puede determinar la presencia de líquido para cerrar la línea si no hay líquido, para no generar más vacío o para utilizarla en una posición diferente. Este también está conectado a la unidad de control electrónica 44 para proporcionarle las señales de flujo correspondientes. Si el fluido residual ahora ha sido succionado del biorreactor 2, puede ser útil y necesario realizar primero una limpieza mecánica usando el cabezal de boquilla 10 o introducir líquido a través de la manguera 9 de 2 pulgadas para registrar la permeabilidad de la cesta filtrante 8. Para ello se puede suministrar agua dulce, por ejemplo, a través de la conexión de suministro 24. Para ello, en este ejemplo de realización debe abrirse manualmente una segunda válvula manual HA2. La unidad de suministro 74 está conectada a la conexión de agua dulce 42 a través de una segunda línea L2 y recibe agua dulce de ella. La unidad de suministro 74 puede entonces enviar este líquido a la conexión de suministro 24 mediante la intervención de la bomba 46.

En el marco de la limpieza química, el biorreactor 2 se limpia con un producto químico, en particular una solución ácida acuosa. Puede ser necesario preparar primero la solución ácida acuosa. En la realización ejemplar mostrada aquí, esto se hace usando la unidad de dosificación 80. La unidad de dosificación 80 está conectada a la conexión de agua dulce 42 a través de una tercera línea L3. En la tercera línea L3 está dispuesta una válvula BV78, preferentemente una válvula de bola, que puede controlarse mediante la unidad de control electrónica 44. A continuación están dispuestos un primer sensor de flujo FT60, un sensor de presión PT60 y un segundo sensor de pH QT60. Aguas abajo del segundo sensor de pH QT60, la línea se bifurca en una cuarta línea L4, que conduce a un dosificador de ácido 86, una quinta línea L5, que conduce a un dosificador de base 88 y una sexta línea L6, que proporciona una derivación para agua dulce al dosificador de ácido 86 y al dosificador de base 88. El dosificador de ácido 86, que en este ejemplo de realización está configurado como eyector de ácido 87 (véase figura 5), no sólo recibe agua dulce a través de la cuarta línea L4, sino que también puede conectarse o conectarse a las conexiones de bidón de ácido 82a - 82d a través de una séptima línea L7. Más específicamente, la séptima línea L7 está conectada a las conexiones de bidón de ácido 82a - 82d a través de una primera válvula solenoide MV71, un segundo sensor de flujo FT61 y un tercer caudalímetro VF61. El caudalímetro VF61 está equipado con un sensor capacitivo y detecta la presencia de líquido. Así se puede utilizar como detector de bidón vacío. El sensor de caudal FT61, por el contrario, mide un caudal volumétrico y utiliza preferentemente un impulsor. La primera válvula de solenoide MV71, el segundo sensor de flujo FT61 y el tercer caudalímetro VF61 están a su vez conectados a la unidad de control electrónica 44 para proporcionarle señales o para ser controlados por ella. Aguas abajo del dosificador de ácido 86 está dispuesta una válvula BV60, que a su vez está configurada preferentemente como válvula de bola y puede controlarse mediante la unidad de control electrónica 44.

De manera análoga, el dosificador de base 88 está configurado en este ejemplo de realización como eyector de base 89 y no sólo se alimenta con agua dulce a través de la quinta línea L5, sino también con base a través de una octava línea L8. Para ello, la octava línea L8 está conectada con las conexiones primera y segunda del bidón de base 84a, 84b a través de una válvula MV73, preferentemente una válvula de bola, y un caudalímetro VF63. El caudalímetro VF63 se puede diseñar de forma idéntica al caudalímetro VF61. También se puede utilizar como detector de bidón vacío. Aguas abajo del dosificador de base 88 está dispuesta nuevamente una válvula BV62, que está configurada preferentemente como válvula de bola y puede ser controlada por la unidad de control electrónica 44.

El eyector de ácido 87, el eyector de base 89 y la sexta línea L6 desembocan juntos en un mezclador 90. Según el ejemplo de realización aquí representado, entre la sexta línea L6 y el mezclador 90 está dispuesto opcionalmente un regulador 92, que puede ajustarse mediante un actuador BV61. El actuador BV61 también puede controlarse mediante la unidad de control electrónica 44. De esta manera, controlando las válvulas BV60, BV62 o el regulador 92 a través del actuador BV61, se pueden controlar la mezcla de los caudales de agua dulce mezclada con ácido a través de la cuarta línea L4, agua dulce a través de la sexta línea L6 y agua dulce mezclada con base a través de la quinta línea L5 según sea necesario. Un primer sensor de pH QT61 está dispuesto aguas abajo del mezclador 90 y proporciona una primera señal de pH a la unidad de control electrónica 44. El mezclador 90 está conectado con el tanque de ácido 52 a través de una novena línea L9 y otra válvula BV83, que está configurada preferentemente como válvula de bola. El valor de pH del líquido que se suministra al tanque de ácido 52 a través de la válvula BV83 se puede detectar a través del primer sensor de pH QT61. Alternativamente, comenzando desde el mezclador 90, el líquido también puede alimentarse al tanque colector 50. Para ello está prevista una válvula BV80, que conecta una décima línea L10, que se bifurca de la novena línea L9, con el depósito colector 50.

De esta manera, se puede generar una solución ácida acuosa en el tanque de ácido 52, que luego se puede usar para limpiar el biorreactor 2. Para suministrar la solución ácida acuosa desde el tanque de ácido 52 al biorreactor 2, se cierra la válvula BV83 y se abre la válvula BV85, que está colocada entre el tanque de ácido 52 y la primera línea L1. Posteriormente, con la ayuda de la bomba 46, se puede generar una presión negativa en la primera línea L1 y la solución ácida acuosa se puede alimentar al biorreactor 2 a través de la conexión de suministro 24 a través de la válvula BV85, la primera línea L1 y la unidad de suministro 74.

La solución ácida acuosa fluirá entonces a través del biorreactor 2, más precisamente a través de la cesta filtrante 8 y luego al tanque de líquido 5. De este modo, el ácido de la solución ácida acuosa reacciona con los depósitos de cal adheridos y los disuelve. También es posible añadir burbujas de aire al mismo tiempo para aumentar el efecto de limpieza. Esto es especialmente preferente para los conductos del biorreactor 2, que también pueden y deben limpiarse.

Una vez que el líquido haya pasado por el biorreactor 2, se puede succionar a través de la conexión de 1 pulgada 11. Esto se hace entonces a través de la unidad de succión 74 por medio de la bomba 46.

El líquido así succionado del biorreactor 2 puede entonces ser transportado por la unidad de succión 72 directamente al tanque de ácido 52 a través de la primera línea L1 y la válvula BV85. Sin embargo, también es

posible conducir el líquido succionado partiendo de la unidad de succión 72 a través de una undécima línea L11 a la tercera línea L3, concretamente en el ejemplo de realización aquí representado (figura 4), entre la válvula BV78 y el sensor de flujo FT60. Si las válvulas BV60, BV62 permanecen cerradas, el líquido succionado se puede conducir a través del segundo sensor de pH QT60, el regulador 92 y el primer sensor de pH 61, luego a través de la novena línea L9, la válvula BV83 y al tanque de ácido 52. En otras formas de realización también puede estar previsto que la línea L11 desemboque en otros puntos en la tercera, sexta o novena línea L3, L6, L9, por ejemplo, la undécima línea L11 también podría desembocar en la sexta línea aguas debajo del segundo sensor de pH QT60 L6, por ejemplo, entre el regulador 92 y el primer sensor de pH 90. También podría estar previsto que en la primera línea L1 esté previsto otro valor de pH para medir directamente el valor de pH del líquido succionado del biorreactor 2.

Mientras el valor de pH del líquido succionado, que pasa por el primer sensor de pH QT61, esté por debajo de un valor umbral de pH predeterminado, la solución ácida acuosa se puede utilizar de nuevo para limpiar el biorreactor 2 u otro biorreactor. Como valor de calidad de ácido se utiliza aquí el valor de pH del líquido succionado. También se pueden utilizar otros valores, como una carga del líquido con partículas de suciedad o similares.

Si se determina que el primer valor de pH, que es detectado por el primer sensor de pH QT61, excede un valor umbral de pH predeterminado, la solución ácida acuosa en el tanque de ácido 52 debe neutralizarse para luego poder ser eliminada. Para llevar a cabo la neutralización, el líquido succionado se conduce directamente desde la conexión de succión 20 o desde el tanque de ácido 52 mediante la unidad de succión 72 a través de la undécima línea L11 a la unidad de dosificación 80. Aquí, la solución ácida acuosa a neutralizar pasa por el sensor de flujo FT60, el segundo sensor de pH QT60 y luego se divide entre las líneas cuarta, quinta y sexta L4, L5, L6. En este caso se añade base a través del dosificador de base 88, de modo que se aumenta el valor del pH de la solución ácida acuosa a neutralizar. El valor de pH aumentado se puede medir a su vez con el primer sensor de pH QT61. A continuación, el líquido se puede devolver al tanque de ácido 52 o, a través de una duodécima línea L12, de regreso a la unidad de succión 72 y desde allí de nuevo a la undécima línea L11. Por lo tanto, la solución ácida acuosa se neutraliza mientras circula dentro de la instalación de limpieza del biorreactor 1 y de esta manera se lleva a cabo la neutralización del flujo. Tan pronto como se alcanza un valor de pH suficientemente alto, el líquido no se devuelve a través de la válvula BV83 al tanque de ácido 82, sino a través de la válvula BV80 al tanque colector 50 para ser eliminado desde allí.

Además del eyector de ácido 87 y del eyector de base 89, también podrían estar previstos uno o más eyectores adicionales, por ejemplo, para producir mezclas de agua azul para baños químicos en trenes utilizando la instalación de limpieza de biorreactor 1.

La figura 5 ilustra un eyector usado como eyector de ácido 87 y eyector de base 89. La figura 5 ilustra esto como un ejemplo usando el eyector de ácido 87. Lo mismo se aplica al eyector de base 89. El eyector de ácido 87 tiene una primera entrada 92 conectada a la cuarta línea L4 y que recibe agua dulce bajo presión. También tiene una segunda entrada 94 que está conectada a la séptima línea L7 y así recibe ácido. El eyector tiene entonces una salida 96, que está conectada a la válvula BV60 (véase figura 4). En el interior está prevista una boquilla 97 que se abre a modo de bomba Venturi en un espacio 98 para succionar ácido de la segunda entrada 94 y transportarlo a una cámara eyectora común 99. Esto conduce luego a la salida 96, donde se mezclan agua dulce y ácido. Para una dosificación precisa del ácido en la segunda entrada 94, la válvula MV71 se puede abrir de forma pulsada para ajustar el valor de pH del líquido mezclado en la salida 96 con la mayor precisión posible.

La figura 6 ilustra esquemáticamente el ciclo de neutralización del flujo. La bomba 46 o la conexión de agua dulce 42 se designan allí con P. Lo único importante aquí es que se inicie el ciclo. Desde allí, el líquido llega al primer caudalímetro FT60, al sensor de presión PT60 y al segundo sensor de pH QT60. La línea se bifurca entonces, por un lado, en la línea L6 y en la línea L5, que conduce al eyector de base 89, más precisamente a la primera entrada 92. La válvula MV73 está conectada a la segunda entrada 94, a través de la cual se puede suministrar luego una base a la segunda entrada 94 en el ejemplo de realización mostrado en la figura 6. La dosificación se puede ajustar posteriormente a través de la válvula BV62, mientras que el otro recorrido se puede regular en la sexta línea L6 a través del regulador 92 y la válvula BV61.

En el mezclador 90, en el que se combinan la sexta línea L6 y la quinta línea L5, así como la cuarta línea L4 (véase la figura 4), está previsto adicionalmente un difusor 100 en el ejemplo de realización aquí mostrado. Éste se muestra aquí sólo esquemáticamente y puede estar configurado, por ejemplo, como mezclador estático con diferentes elementos mezcladores. El primer sensor de pH QT61 se proporciona aguas abajo del difusor 100. Este ciclo se lleva a cabo hasta que se haya alcanzado un valor de pH suficientemente alto en el tanque de ácido 52 para que se pueda eliminar la solución acuosa.

La figura 7 ilustra ahora una curva característica de una neutralización de una solución ácida acuosa. En ordenadas se muestra el valor de pH y en abscisas la cantidad de base añadida. Como se puede ver fácilmente en este

gráfico, el valor del pH al principio sólo aumenta ligeramente, incluso cuando se añade una cantidad sustancial, en un primer tramo hasta alrededor de pH 2, luego muy bruscamente, hasta un pH de aproximadamente 11/12, y luego vuelve a aplanarse. Aquí está marcado el rango neutro entre 6,5 y 9 y también el valor de objetivo de pH ZpH. La solución acuosa debe estar en esta zona para poder ser eliminada. Este gráfico ilustra por qué es difícil lograr la neutralización en un proceso estacionario dentro del tanque de ácido 52. En el caso de la neutralización continua, tal como se propone en el contexto de la presente invención, el rango neutro entre 6,5 y 9 de pH se puede ajustar gradualmente mediante el circuito de control cerrado sin provocar un "sobrepulso". El diagrama también muestra el valor umbral de pH SpH, que se usa para medir si la solución ácida acuosa en el tanque de ácido 52 puede continuar usándose para limpieza o no. Si se determina que la solución acuosa en el tanque de ácido 52 excede el umbral de pH SpH, se inicia el proceso de neutralización. En una zona 102 la solución ya no se puede utilizar para la limpieza, pero tampoco es todavía neutra para poder ser eliminada.

REIVINDICACIONES

1. Una instalación de limpieza de biorreactor (1) para limpiar un biorreactor (2), preferiblemente un biorreactor en un material rodante, con
 - una unidad de succión (72) para la succión de líquido del biorreactor (2), donde la unidad de succión (72) comprende una conexión de succión (20) para conectarse al biorreactor (2);
 - una unidad de suministro (74) para el suministro de líquido al biorreactor (2), donde la unidad de suministro (74) comprende al menos una conexión de suministro (24) para conectarse al biorreactor (2);
 - una unidad de control electrónica (44) para el control de la unidad de succión (72) y de la unidad de suministro;
 - un tanque de ácido (52) para recibir una solución ácida acuosa;
 - un tanque colector (50) para recibir líquido succionado del biorreactor; y
 - una conexión de agua dulce (42) para suministrar agua dulce a la instalación de limpieza de biorreactor (1);
- donde la unidad de suministro (74) está conectada a la conexión de agua dulce (42) y al tanque de ácido (52) para proporcionar selectivamente agua dulce y/o solución ácida acuosa a la conexión de suministro (24), y donde la unidad de succión (72) para la succión de líquido del biorreactor (2) se puede conectar selectivamente al tanque de ácido (52) o al tanque colector (50) para suministrar solución ácida succionada del biorreactor (2) al tanque de ácido (52) y fluido residual sustancialmente neutro en términos de pH succionado del biorreactor (2) al tanque colector (50);
- y con una unidad de dosificación (80), que
 - comprende una o más conexiones de bidón de ácido (82a, 82b, 82c, 82d) para la conexión de bidones de ácido (56) y una o más conexiones de bidón de base (84a, 84b) para la conexión de bidones de base (58),
 - un dosificador de ácido (86) que se puede conectar en el lado de entrada a la una o más conexiones de bidón de ácido (82a, 82b, 82c, 82d) y en el lado de salida al tanque de ácido (52), y un dosificador de base (88) que se puede conectar en el lado de entrada a la una o más conexiones de bidón de base (84a, 84b) y en el lado de salida al tanque de ácido (52), así como
 - que comprende un mezclador, donde el mezclador se puede conectar en el lado de entrada a una conexión de agua dulce y al dosificador de ácido (86) y/o al dosificador de base (88), y en el lado de salida al tanque de ácido, para suministrar a este una solución utilizable para neutralizar la solución ácida presente en el tanque de ácido (52).
2. Instalación de limpieza de biorreactor según la reivindicación 1, que comprende un primer sensor de pH (QT61) para detectar un primer valor de pH de un líquido suministrado al tanque de ácido (52) y para proporcionar una primera señal de pH a la unidad de control electrónica (44) y/o que comprende un segundo sensor de pH (QT60) para detectar un segundo valor de pH de un líquido succionado a través de la conexión de succión (20).
3. Instalación de limpieza de biorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el dosificador de ácido (86) comprende un eyector de ácido (87) que se puede conectar en el lado de entrada a la conexión de agua dulce (42), y donde el dosificador de base (88) comprende preferiblemente un eyector de base (89) que se puede conectar en el lado de entrada a la conexión de agua dulce (42).
4. Instalación de limpieza de biorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el mezclador (90) comprende un regulador (92) para la regulación del agua dulce suministrada al mezclador (90).
5. Instalación de limpieza de biorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un primer caudalímetro (FT60) para medir el agua dulce suministrada al mezclador (90) y/o al dosificador de ácido (86) y/o al dosificador de base (88), y que comprende preferiblemente un segundo caudalímetro (FT61) para medir el ácido suministrado al dosificador de ácido (86).
6. Instalación de limpieza de biorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de succión (72) y/o la unidad de suministro (74) se pueden operar para bombear líquido desde el tanque de ácido (52) y/o biorreactor (2) al mezclador (90) y de regreso al tanque de ácido (52) y/o biorreactor (2).
7. Instalación de limpieza de biorreactor según la reivindicación 2, donde la unidad de succión (72) y/o la unidad de suministro (74) se pueden operar para bombear líquido desde el tanque de ácido (52) y/o biorreactor (2) al primer y/o segundo sensor de pH (QT60, QT61) y de regreso al tanque de ácido (52) y/o biorreactor (2).
8. Instalación de limpieza de biorreactor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de control electrónica (44) está configurada para:
 - determinar un valor de calidad de ácido que indica la calidad de la solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido (52);
 - comparar el valor de calidad de ácido determinado con un valor de comparación de ácido predeterminado; y

- dependiendo de la comparación: iniciar una neutralización de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido (52).

9. Instalación de limpieza de biorreactor según la reivindicación 8, donde el valor de calidad de ácido es el primer valor de pH, y la unidad de control electrónica (44) está configurada para:

- determinar el primer valor de pH de la solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido (52);
- comparar el primer valor de pH determinado con un valor umbral de pH predeterminado (SpH); y en caso de que el primer valor de pH determinado supere el valor umbral de pH (SpH):
- iniciar una neutralización de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido (52).

10. Instalación de limpieza de biorreactor según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, donde la unidad de control electrónica (44) está configurada, para la neutralización de la solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido (52), mientras que la unidad de succión (72) y/o la unidad de suministro (74) bombean el líquido desde el tanque de ácido (52) al primer o segundo sensor de pH (QT60, QT61) y de regreso al tanque de ácido (52), para hacer que el dosificador de base (88) dispense base en el mezclador (90) hasta que se alcance un valor de objetivo de pH (ZpH) neutro en el tanque de ácido (52).

11. Procedimiento para operar una instalación de limpieza de biorreactor (1), preferiblemente una instalación de limpieza de biorreactor (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos:

- determinar un valor de calidad de ácido que indica la calidad de una solución ácida acuosa presente en un tanque de ácido (52) de la instalación de limpieza de biorreactor (1);
- comparar el valor de calidad de ácido determinado con un valor de comparación de ácido predeterminado; y
- dependiendo de la comparación:
- iniciar una neutralización de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido (52).

12. Procedimiento según la reivindicación 11, donde el valor de calidad de ácido es un primer valor de pH, y en que el procedimiento comprende los pasos de:

- determinar el primer valor de pH de la solución ácida acuosa presente en el tanque de ácido (52);
- comparar el primer valor de pH determinado con un valor umbral de pH predeterminado (SpH); y en caso de que el primer valor de pH determinado supere el valor umbral de pH (SpH):
- iniciar la neutralización de la solución ácida acuosa en el tanque de ácido (52).

13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, que comprende:

- bombear líquido desde el tanque de ácido (52) a un mezclador (90) de la instalación de limpieza de biorreactor (1) y de regreso al tanque de ácido (52); y
- mezclar en el mezclador (90) ácido y/o base y/o agua dulce; y/o
- determinar un primer valor de pH aguas abajo del mezclador (90); y/o
- determinar un segundo valor de pH aguas arriba del mezclador (90); y
- en función del primer y/o segundo valor de pH, mezclar en el mezclador (90) ácido y/o base para conseguir un valor de objetivo de pH (ZpH) neutro en el tanque de ácido (52); y
- cuando se alcanza el valor de objetivo de pH neutro: bombear el líquido desde el tanque de ácido (52) a un tanque colector (50) de la instalación de limpieza de biorreactor (1) y/o a un canal de eliminación.

14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende:

- dependiendo de la comparación: suministrar líquido desde el tanque de ácido (52) al biorreactor (2) para limpiar el biorreactor (2); y
- succionar líquido del biorreactor (2) y suministrar el líquido succionado al tanque de ácido (52).

15. Un producto de programa de ordenador que comprende medios de código que, cuando se ejecutan en un ordenador, hacen que una instalación de limpieza de biorreactor (1) realice los pasos de acuerdo con el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14.

DIBUJOS

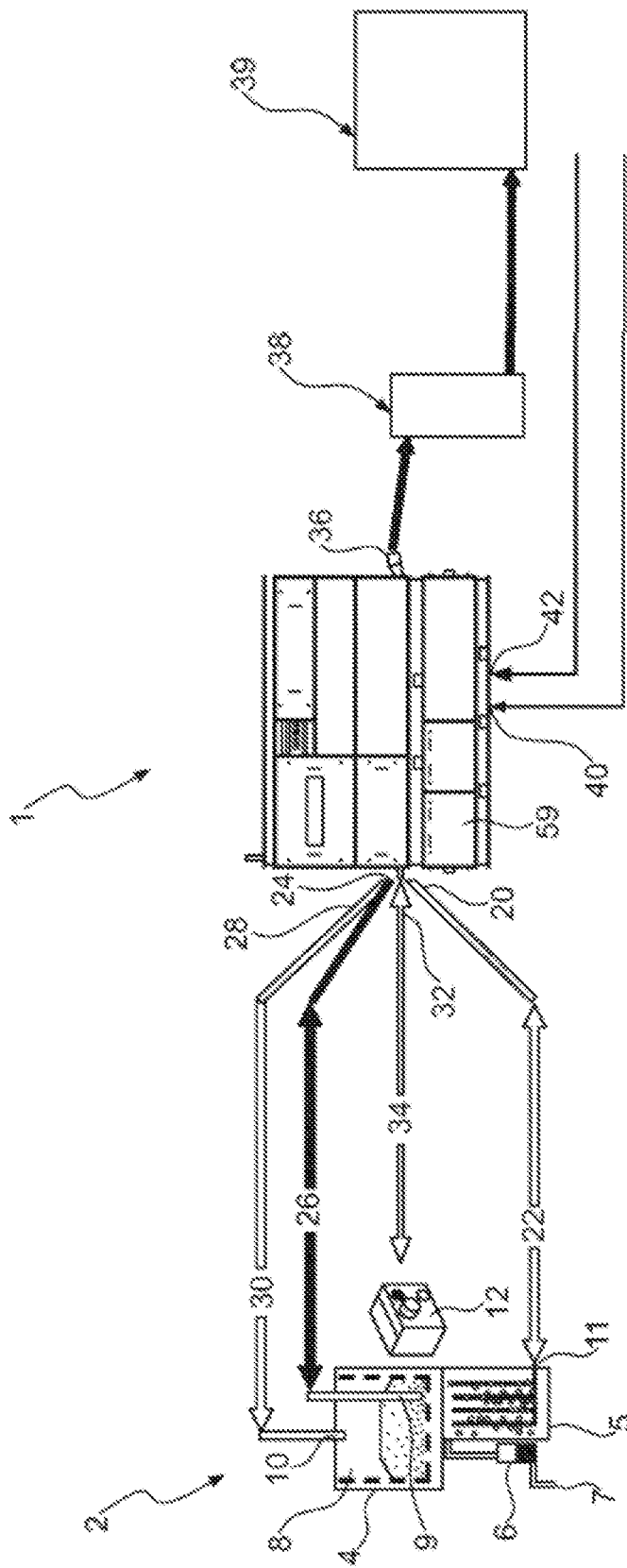


FIG. 1

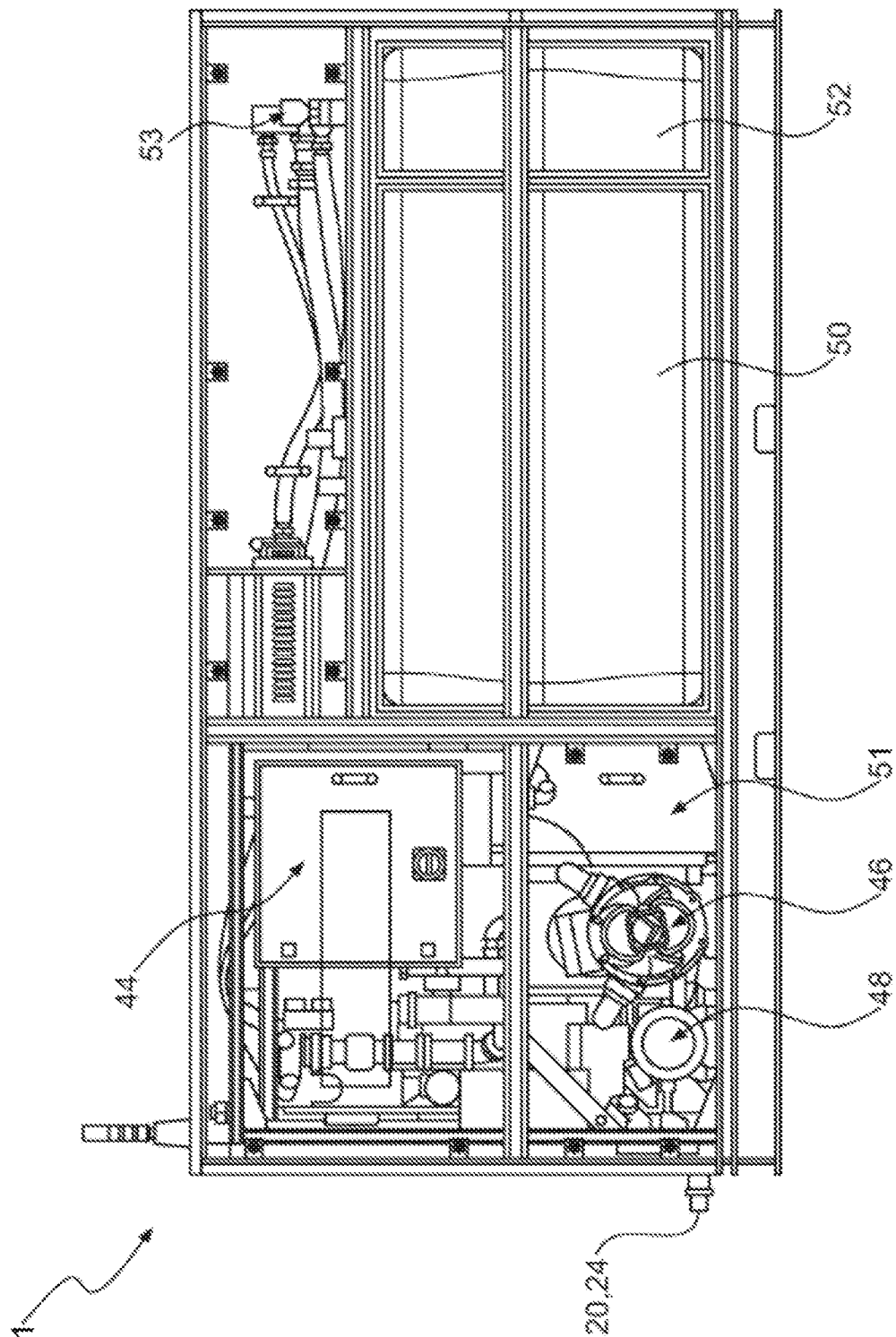
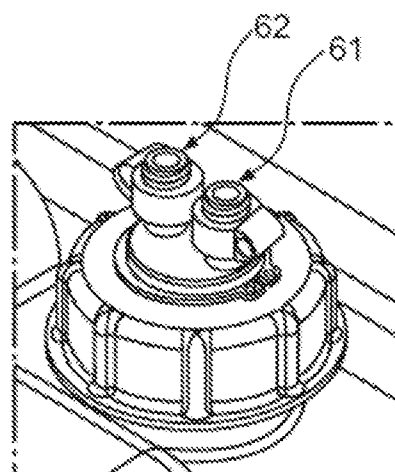
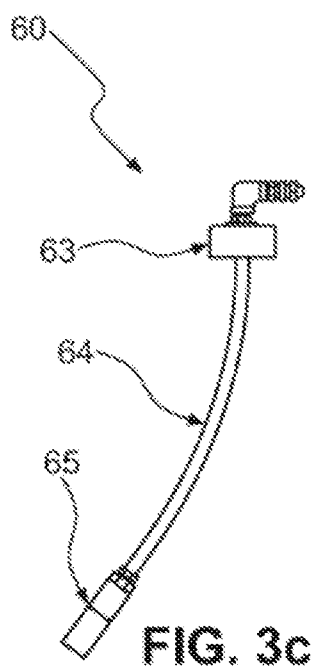
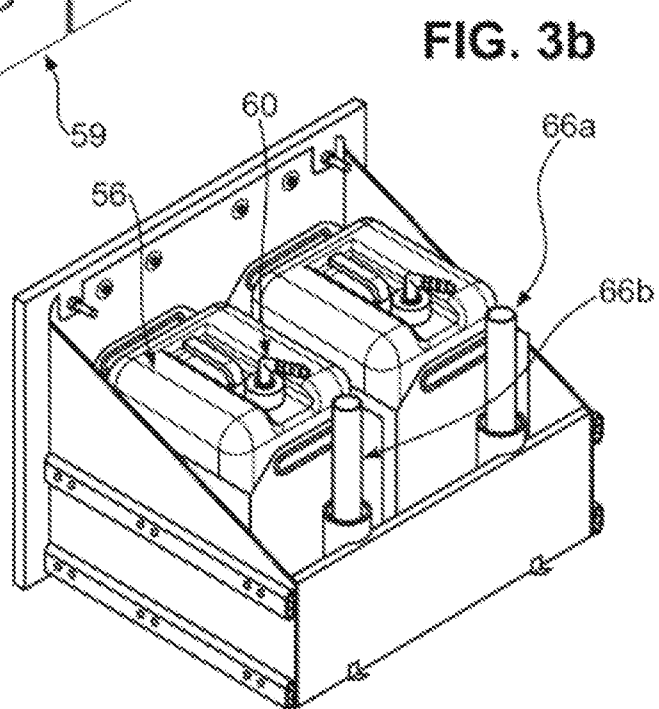
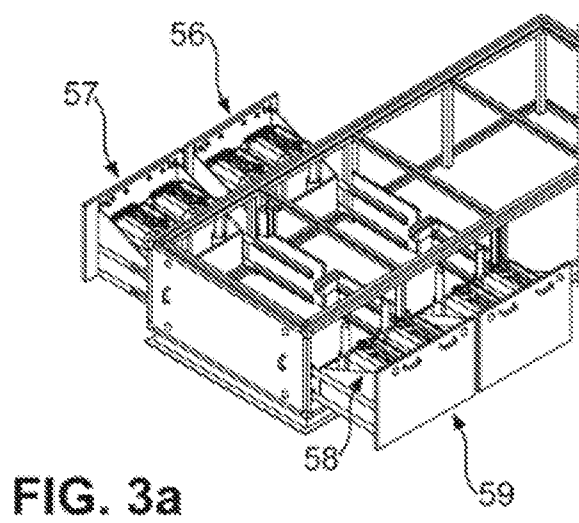


FIG. 2



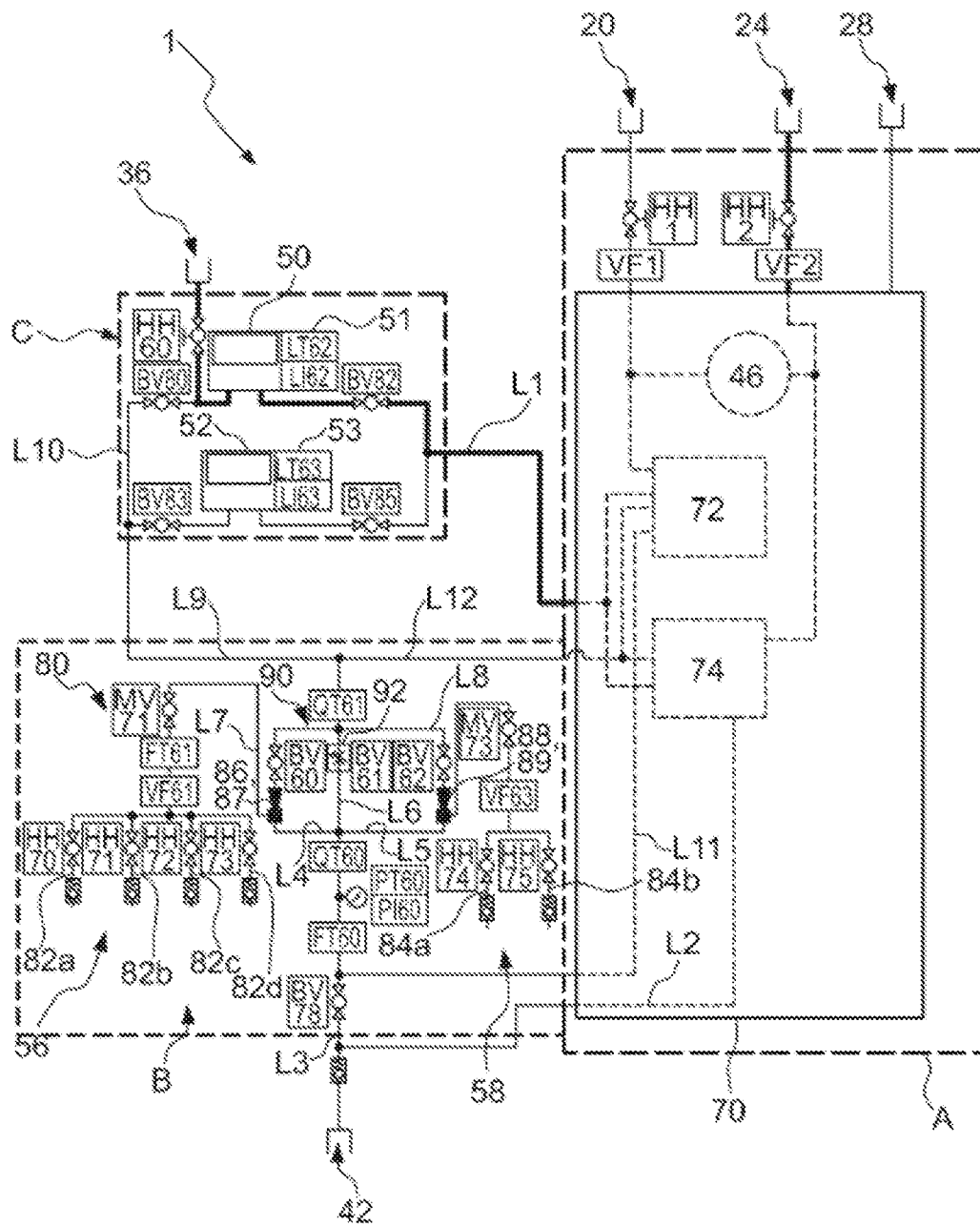


FIG. 4

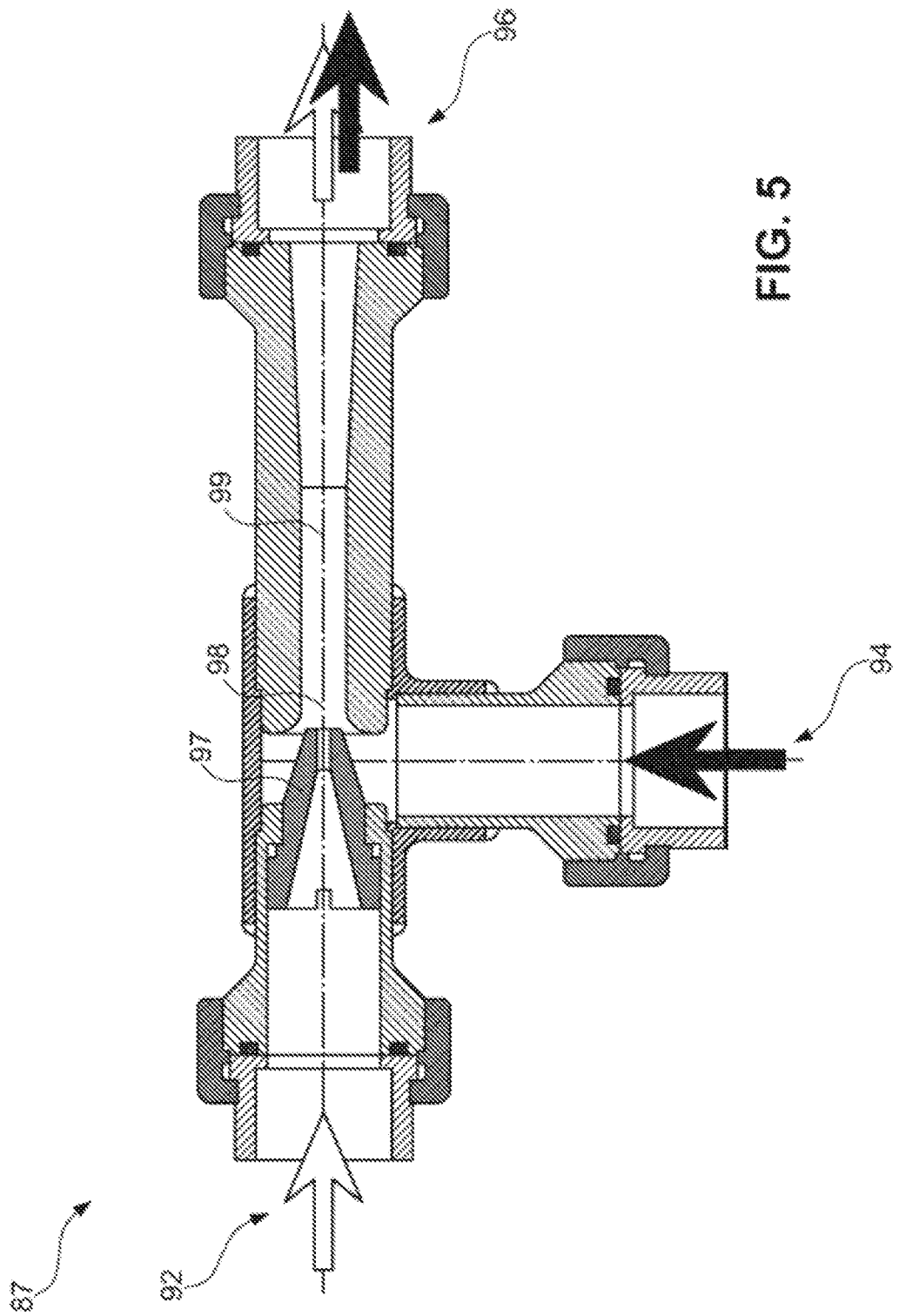


FIG. 5

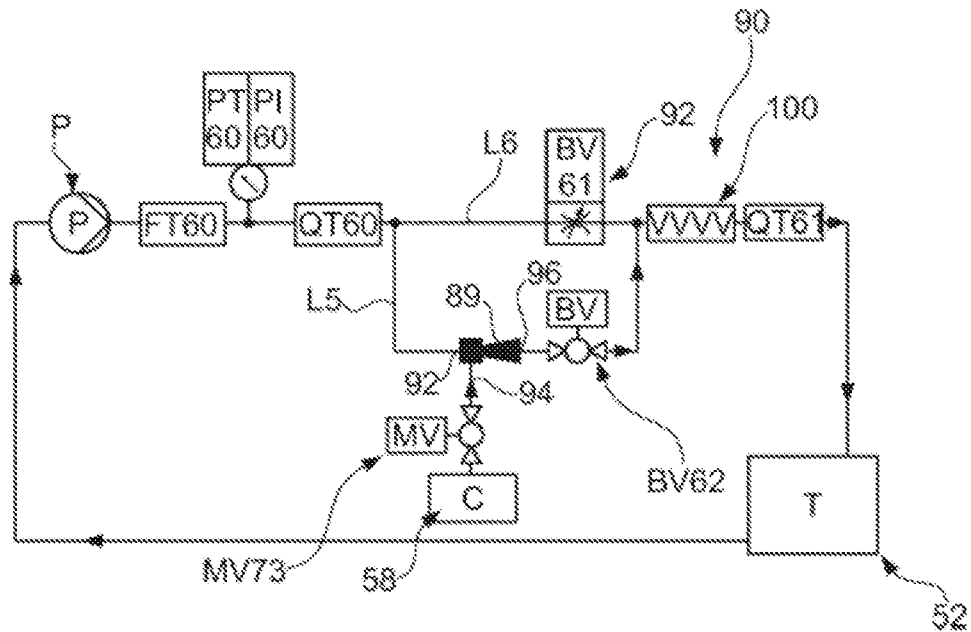


FIG. 6

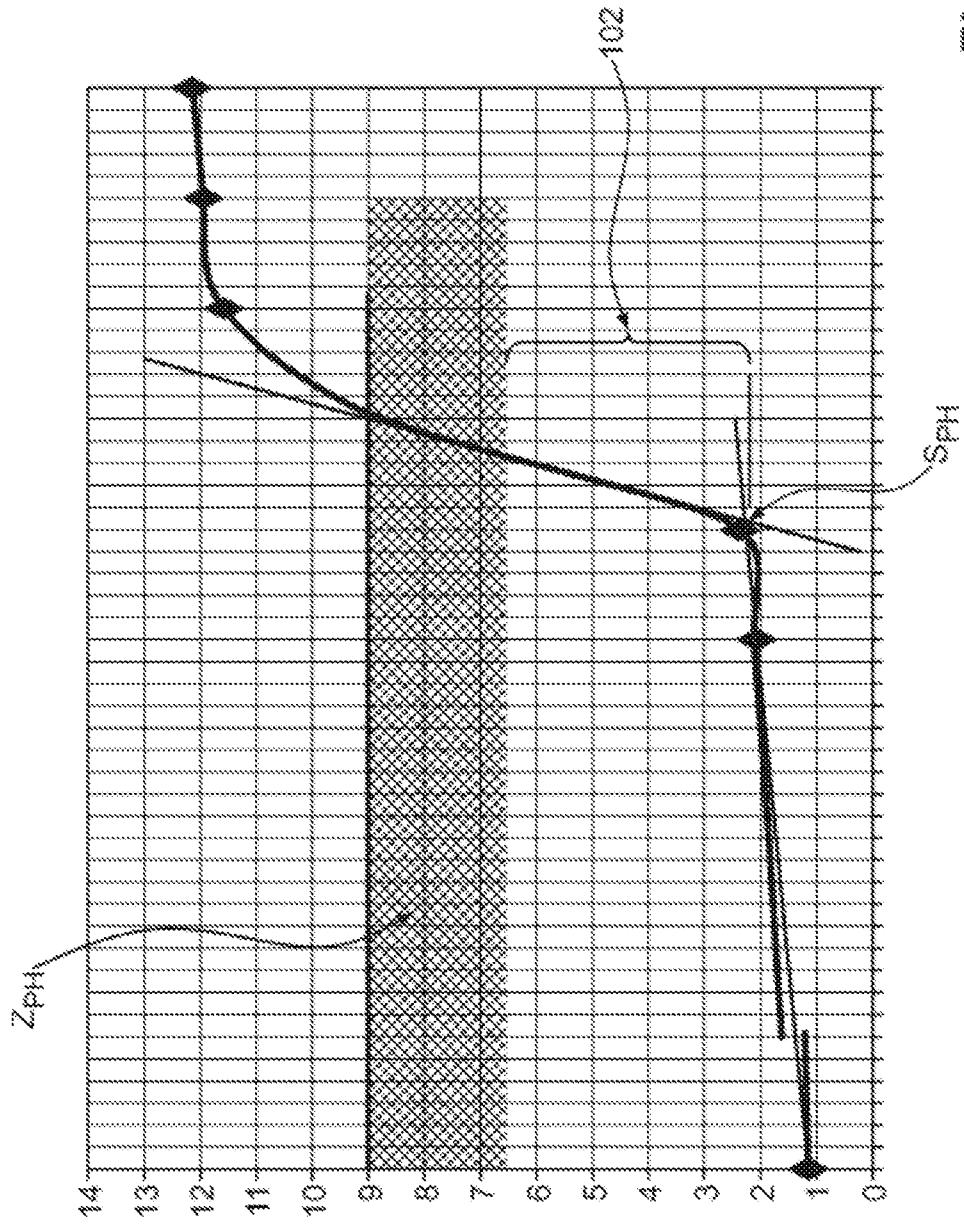


FIG. 7