

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 772**

51 Int. Cl.:

**F04B 13/00** (2006.01)

**F04B 43/02** (2006.01)

**A61M 1/16** (2006.01)

**F04B 49/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06753930 .4**

96 Fecha de presentación: **26.05.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1886018**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.02.2008**

54 Título: **DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO PARA EL DESPLAZAMIENTO DE LÍQUIDOS MÉDICOS.**

30 Prioridad:  
**27.05.2005 DE 102005024363**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.01.2012**

73 Titular/es:  
**FRESENIUS MEDICAL CARE DEUTSCHLAND  
GMBH  
ELSE-KRÖNER-STRASSE 1  
61352 BAD HOMBURG V.D.H., DE**

72 Inventor/es:  
**IMHOF, Peter y  
GAGEL, Alfred**

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

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).

ES 2 371 772 T3

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para el desplazamiento de líquidos médicos

La invención se refiere a un aparato de diálisis con un dispositivo para el desplazamiento de concentrado, que sirve para la preparación de líquidos de diálisis en un aparato de diálisis, según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un procedimiento para el desplazamiento de un concentrado de este tipo según el preámbulo de la reivindicación 11.

La utilización de bombas volumétricas se conoce en numerosos campos de aplicaciones diferentes, tal como, por ejemplo, en el campo de la técnica médica. Se conocen, por ejemplo, aparatos de diálisis, en los que se produce líquido de diálisis con la ayuda de bombas volumétricas. En los aparatos de diálisis de este tipo se produce el líquido de diálisis a partir de agua ultrapura (agua OI) así como a partir de uno o varios concentrados, que contienen los electrolitos necesarios y otras sustancias contenidas. El agua ultrapura así como los concentrados se mezclan en una razón adecuada. La razón de mezclado entre el agua ultrapura y el concentrado puede encontrarse, por ejemplo, a 34:1 ó 44:1. Naturalmente también son concebibles razones que difieran de las mismas.

El desplazamiento de concentrado se realiza con frecuencia por medio de bombas de membrana, que trabajan con el volumen de carrera definido. Un aparato de diálisis con una bomba de membrana para el desplazamiento del concentrado se conoce por el documento DE 28 38 414. En el caso del aparato conocido por este documento se mezcla agua ultrapura tras pasar por una válvula de alivio de la presión con concentrado. El desplazamiento del concentrado tiene lugar de manera sincrónica con el accionamiento del dispositivo de equilibrado, de modo que por ciclo de trabajo del dispositivo de equilibrado se realiza en cada caso un ciclo de trabajo o un número definido de ciclos de trabajo de la bomba.

En el caso de los aparatos de diálisis conocidos previamente se agrupa el líquido de diálisis con frecuencia en porciones diferenciadas, es decir, en forma de denominados lotes. La cantidad del concentrado que debe desplazarse no es constante, sino que puede variar de concentrado a concentrado o en función del tratamiento que deba realizarse. En el caso de diferentes concentrados se produce por consiguiente con frecuencia el caso de que éstos no deben desplazarse todos en la misma cantidad, sino que los volúmenes desplazados pueden diferenciarse considerablemente entre sí. Por ejemplo, es concebible que el intervalo de los volúmenes desplazados en el caso de un volumen de lote de 30 ml abarque desde 200 µl hasta 2200 µl.

En el caso de las bombas volumétricas resulta el problema de que la precisión del desplazamiento depende del volumen desplazado. Una precisión especialmente elevada resulta cuando para un lote se usa una carrera con un volumen desplazado que corresponde al máximo volumen desplazado posible por carrera o al menos se aproxima al mismo.

Un ejemplo de realización para una bomba de membrana conocida por el estado de la técnica puede observarse en la figura 2 en corte longitudinal. La bomba presenta una membrana 10, que delimita el espacio de desplazamiento de la bomba en un lado y cuyo movimiento conduce a un desplazamiento del líquido. El movimiento de la membrana 10 se realiza mediante un accionamiento 20 excéntrico con motor de pasos. La biela 22 está conectada con la membrana 10 y transforma el movimiento del accionamiento 20 excéntrico en un movimiento de la membrana 10. El número de referencia 30 muestra la carcasa de bomba, que se compone de la carcasa de accionamiento y de la cabeza de bomba atornillada a la misma, en la que también están dispuestas las válvulas, que controlan el llenado y el vaciado del espacio de desplazamiento. Una de las válvulas se identifica en la figura 2 con el número de referencia 40.

La figura 1 muestra una línea característica de bomba de la bomba según la figura 2. En el ejemplo de realización mostrado en este caso la bomba está dimensionada de tal manera que por carrera puede desplazar aproximadamente como máximo 1200 µl. En el caso de esta bomba puede realizarse bien la precisión requerida del 1% a partir de volúmenes desplazados de aproximadamente 600 µl mediante una calibración individual de la bomba. Sin embargo, con respecto a la precisión el intervalo inferior de desde 200 µl hasta 600 µl resulta problemático, siendo importante en particular el intervalo entre 200 µl y 300 µl para la aplicación de concentrado seco. Debido a la dependencia de la presión en el lado de entrada y de salida así como de la desviación temporal existente tampoco puede conseguirse en este intervalo la precisión mediante una mejor calibración.

Por consiguiente resulta el problema de que para garantizar la precisión requerida en particular para volúmenes desplazados pequeños se necesitarían bombas especiales, lo que estaría asociado con la desventaja de un gasto en aparatos comparativamente elevado.

Un aparato de diálisis con varias bombas de concentrado se conoce, por ejemplo, por el documento EP 160 272, tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 1. Una de las bombas de concentrado está prevista para

proporcionar un líquido de diálisis de base, cuya concentración iónica es necesaria de manera imprescindible para el tratamiento. La segunda bomba de concentrado provoca la adaptación de la concentración iónica del líquido de diálisis a las necesidades individuales, que pueden variar de paciente a paciente.

5 Por el documento WO 99/30756 se conoce una bomba volumétrica de un aparato de diálisis, que desplaza concentrado desde un recipiente hasta un punto de mezclado. En cuanto el recipiente pasa a estar por debajo de un nivel de llenado determinado, se llena el recipiente mediante una bomba de desplazamiento de igual construcción con concentrado hasta por encima de dicho nivel de llenado. De esta manera se garantiza que durante el funcionamiento de la bomba que vacía el recipiente siempre se emita una señal, que se genera cuando se pasa a estar por debajo de dicho nivel de llenado. La señal activa la bomba que llena el recipiente.

10 El objetivo de la presente invención es perfeccionar un dispositivo del tipo mencionado al principio en el sentido de que con un coste en aparatos reducido se posibilite una dosificación precisa del líquido también en el caso de volúmenes de desplazamiento menores.

15 Este objetivo se soluciona mediante un aparato de diálisis con las características de la reivindicación 1, así como mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 11. Según éstos, está previsto que la bomba puede controlarse mediante una unidad de control de tal manera que la bomba, con el fin de descargar un volumen desplazado teórico en un primer estado de funcionamiento en una sola carrera de aspiración, aspire un volumen que supera el volumen desplazado teórico y descargue el volumen aspirado realizando varias carreras de desplazamiento parciales en forma de volúmenes parciales en porciones, que son menores que el volumen aspirado. La invención consiste por consiguiente en que, para desplazar un volumen determinado, se aspira en una  
20 carrera de aspiración un volumen mayor. Este volumen se delimita tras la operación de aspiración preferiblemente cerrando la válvula de entrada. Debido al volumen aspirado comparativamente grande resulta una precisión elevada. El volumen aspirado se descarga tras la finalización de la carrera de aspiración en porciones, pretendiéndose preferiblemente que los volúmenes parciales correspondan al menos aproximadamente a los volúmenes desplazados teóricos.

25 Las diferencias sistemáticas en los volúmenes parciales pueden corregirse dado el caso mediante un software de bombeo. También es concebible una calibración adicional para mejorar la precisión de los volúmenes parciales.

Una ventaja esencial de la invención es que los volúmenes parciales de media se aproximan con alta precisión a los volúmenes desplazados teóricos o corresponden a éste en el caso ideal.

Las ventajas adicionales de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

30 En el caso de la bomba puede tratarse de una bomba volumétrica cualquiera, tal como, por ejemplo, de una bomba de membrana o de émbolo.

Es especialmente ventajoso que la bomba pueda controlarse mediante la unidad de control de tal manera que el volumen aspirado en una carrera de aspiración, que supera el volumen desplazado teórico, se encuentre en un intervalo de desde 0,5 hasta 1,0 del volumen desplazado máximo por carrera de la bomba. Tal como se expuso  
35 anteriormente, resulta una precisión especialmente elevada cuando se aspira un volumen que se encuentra lo más próximo posible al volumen de desplazamiento máximo. Por tanto, en una configuración adicional de la invención está previsto que la bomba pueda controlarse mediante la unidad de control de tal manera que el volumen aspirado en una carrera de aspiración, que supera el volumen desplazado teórico, corresponda al volumen desplazado máximo de la bomba al menos.

40 Si deben proporcionarse volúmenes parciales iguales o esencialmente iguales, tal como puede ser, por ejemplo, el caso cuando la bomba para el desplazamiento de concentrado sirve para la preparación de un líquido de diálisis, puede estar previsto que la bomba pueda controlarse mediante la unidad de control de tal manera que los volúmenes parciales descargados sean idénticos o esencialmente idénticos.

45 La razón del volumen aspirado en una carrera de aspiración y el volumen parcial descargado por carrera parcial es aleatoria. En una configuración está previsto que la razón del volumen aspirado y un volumen parcial descargado se encuentre a 10:1 o menos. Por consiguiente es concebible, por ejemplo, que un volumen parcial ascienda a la mitad o un tercio del volumen aspirado, es decir, que tengan lugar dos o tres carreras de desplazamiento parciales antes de realizar la siguiente carrera de aspiración.

50 El dispositivo según la invención se hace funcionar en una forma de realización de la invención siempre en dicho primer estado de funcionamiento, en el que el volumen aspirado en una carrera de aspiración se divide en varios volúmenes parciales. Además es concebible una configuración de la invención en la que la bomba pueda hacerse funcionar en un segundo estado de funcionamiento, en el que no tenga lugar ninguna división del volumen aspirado

en volúmenes parciales, sino que el volumen captado en una carrera de aspiración se descargue en una carrera de desplazamiento.

A este respecto puede estar previsto que pueda controlarse la bomba de la unidad de control de tal manera que la elección del estado de funcionamiento mediante la unidad de control dependa del volumen desplazado teórico.

- 5 Tal como se expuso anteriormente, pueden resultar imprecisiones durante el desplazamiento en particular cuando deben desplazarse volúmenes comparativamente pequeños. Por tanto una configuración adicional de la invención consiste en que pueda controlarse la bomba de la unidad de control de tal manera que se ajuste el primer estado de funcionamiento en el caso de volúmenes desplazados teóricos menores y el segundo estado de funcionamiento, en el que se descarga el volumen aspirado en una carrera de desplazamiento, en el caso de volúmenes desplazados teóricos mayores frente a esto.

Es concebible que pueda controlarse la bomba de la unidad de control de tal manera que el se ajuste primer estado de funcionamiento cuando el volumen desplazado teórico ascienda como máximo a la mitad, un tercio o un cuarto del volumen desplazado máximo por carrera de la bomba.

- 15 La invención se refiere además al uso de un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10 para el desplazamiento de un concentrado que sirve para la preparación de líquidos de diálisis.

Es concebible que el líquido de diálisis se prepare en un aparato de diálisis, siendo el dispositivo según la invención componente del aparato de diálisis. Alternativamente a esto es posible que el dispositivo no sea componente del aparato de diálisis y que por medio del dispositivo se desplace el concentrado o un líquido de diálisis formado con el concentrado al aparato de diálisis.

- 20 La invención se refiere además a un aparato de diálisis con un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10. Tal como se expuso anteriormente, el dispositivo según la invención se utiliza en particular cuando se trabaja en al menos un estado de funcionamiento en el funcionamiento discontinuo. En el caso de usar el dispositivo en un aparato de diálisis, demuestra ser ventajoso que en este caso con frecuencia no es decisivo que cada lote contenga la dosificación exacta. Desde el punto de mezclado del concentrado con el agua OI hasta el dializador están presentes componentes adicionales, tales como, por ejemplo, la cámara de mezclado, cámara de equilibrado, filtro estéril y el propio dializador, en cuyos volúmenes pueden mezclarse los lotes individuales. Además pueden tolerarse fluctuaciones de conductividad menores. Es decisivo que de media a lo largo de un número determinado (por ejemplo 4) de lotes se garantice una dosificación exacta, tal como es el caso en el presente documento.

- 30 El aparato de diálisis según la invención puede presentar un recipiente de concentrado para alojar concentrado para la preparación de líquidos de diálisis, estando conectada la bomba volumétrica del dispositivo en el lado de aspiración con el recipiente de concentrado. En el lado de presión está previsto preferiblemente un punto de mezclado, en el que se mezcla el concentrado desplazado con agua ultrapura.

- 35 La invención se refiere además a un procedimiento para el desplazamiento de un líquido, preferiblemente un líquido médico, en el que se desplaza el líquido mediante una bomba configurada como bomba volumétrica, aspirando la bomba en un primer estado de funcionamiento en una carrera de aspiración un volumen que supera el volumen desplazado teórico y descargando el volumen aspirado realizando varias carreras de desplazamiento parciales en forma de volúmenes parciales en porciones, que son menores que el volumen aspirado.

- 40 Las configuraciones ventajosas del procedimiento son objeto de las reivindicaciones dependientes. Es especialmente ventajoso que el volumen aspirado en una carrera de aspiración, que supera el volumen desplazado teórico, corresponda al volumen desplazado máximo por carrera de la bomba o se aproxime lo máximo al mismo.

Detalles y ventajas adicionales de la invención se explican más detalladamente mediante un ejemplo de realización expuesto a continuación. Muestran:

la figura 1: una línea característica de bomba (volumen desplazado frente a número de etapas) de una bomba de membrana;

- 45 la figura 2: una vista en corte de una bomba de membrana y

la figura 3: una línea característica de errores aplicando la invención en el intervalo entre 200  $\mu$ l y 300  $\mu$ l.

La figura 3 muestra una línea característica de errores de una bomba de membrana que presenta un volumen desplazado máximo de 1200  $\mu$ l/ml por carrera. La evolución de la curva muestra la desviación en  $\mu$ l del volumen desplazado con respecto al volumen desplazado teórico en función del volumen desplazado teórico en  $\mu$ l. Las rectas

de error muestran el 1% de desviación del volumen desplazado con respecto al volumen desplazado teórico tanto en desviaciones hacia arriba (+ 1%) como hacia abajo (- 1%).

A partir de la figura 3 puede reconocerse que en el caso de volúmenes desplazados teóricos mayores la desviación del valor real con respecto al valor teórico es comparativamente reducida, por consiguiente la precisión del desplazamiento es satisfactoria.

La figura 3 muestra además que resulta un desplazamiento más impreciso en particular en el intervalo por debajo de 600  $\mu\text{l}$ . Las precisiones alcanzadas en este caso se mueven en el intervalo de las rectas de error de + 1%.

En el intervalo por debajo del volumen desplazado teórico de 200  $\mu\text{l}$  y por encima de 300  $\mu\text{l}$  se descargó el volumen aspirado en una única carrera de desplazamiento, lo que corresponde al segundo estado de funcionamiento de la bomba mencionado anteriormente. En el intervalo entre 200  $\mu\text{l}$  y 300  $\mu\text{l}$  se hizo funcionar la bomba en el primer estado de funcionamiento, es decir, en este intervalo se aplicó el principio de desplazamiento según la invención. La expresión indicada en la figura 3 "volumen múltiple" aclara que en dicho intervalo entre 200  $\mu\text{l}$  y 300  $\mu\text{l}$  para descargar el volumen desplazado teórico no se aspiró este valor, sino un volumen mayor, por ejemplo 1200  $\mu\text{l}$  en una carrera de aspiración, que después se descargó en forma de varios volúmenes parciales. Para el desplazamiento en el intervalo entre 200  $\mu\text{l}$  y 300  $\mu\text{l}$  se aspiró en cada caso cuatro veces ese volumen y se desplazó en cuatro volúmenes parciales.

Naturalmente también es concebible un modo de proceder en el que en el intervalo hasta 300  $\mu\text{l}$  en función del volumen desplazado teórico se desplace un número variable de volúmenes parciales. Es concebible que en el caso de volúmenes desplazados teóricos de hasta 200  $\mu\text{l}$  se aspire seis veces el volumen desplazado teórico en una carrera de aspiración y se descargue el volumen aspirado en forma de seis volúmenes parciales. En el intervalo entre 201  $\mu\text{l}$  y 240  $\mu\text{l}$  puede estar previsto que se aspire cinco veces el volumen desplazado teórico en una carrera de aspiración y se descargue el volumen aspirado en forma de cinco volúmenes parciales. Entre 241  $\mu\text{l}$  y 300  $\mu\text{l}$  puede estar previsto que se aspire cuatro veces el volumen desplazado teórico en una carrera de aspiración y se descargue el volumen aspirado en forma de cuatro volúmenes parciales.

Una gradación de este tipo también puede estar prevista por encima del intervalo de 300  $\mu\text{l}$ . Es concebible que en el intervalo de desde 301  $\mu\text{l}$  hasta 400  $\mu\text{l}$  se aspire tres veces ese volumen y en el intervalo de desde 401  $\mu\text{l}$  hasta 600  $\mu\text{l}$  dos veces ese volumen y se descargue en forma de tres o dos volúmenes parciales. A partir de 601  $\mu\text{l}$  puede estar previsto que el volumen aspirado corresponda al volumen desplazado teórico y que el volumen aspirado se descargue en una carrera de desplazamiento.

Naturalmente también es concebible que ya a partir de 301  $\mu\text{l}$  el volumen aspirado corresponda al volumen desplazado teórico y que el volumen aspirado se descargue en una carrera de desplazamiento.

Debido al volumen aspirado comparativamente grande en el "intervalo de volumen múltiple" entre 200  $\mu\text{l}$  y 300  $\mu\text{l}$  resulta una precisión de desplazamiento excelente, tal como puede observarse en la figura 3 porque la desviación proyectada sobre las ordenadas entre el valor teórico y el real es muy reducida. Con ello resulta a ventaja de que para el desplazamiento de diferentes volúmenes y por consiguiente también para el desplazamiento de diferentes concentrados pueda usarse una única bomba, pudiendo conseguirse para el intervalo de desplazamiento teórico completo una buena precisión.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato de diálisis con un dispositivo para el desplazamiento de concentrado, que sirve para la preparación de líquidos de diálisis en un aparato de diálisis, presentando el dispositivo al menos una bomba configurada como bomba volumétrica así como al menos una unidad de control que controla el funcionamiento de la bomba, caracterizado porque la unidad de control predetermina que la bomba, con el fin de descargar un volumen desplazado teórico en un primer estado de funcionamiento en una sola carrera de aspiración, aspira un volumen que supera el volumen desplazado teórico y descarga el volumen aspirado realizando varias carreras de desplazamiento parciales en forma de volúmenes parciales en porciones, que son menores que el volumen aspirado, correspondiendo los volúmenes parciales en cada caso al volumen desplazado teórico.
2. Aparato de diálisis según la reivindicación 1, caracterizado porque en el caso de la bomba se trata de una bomba de membrana o de émbolo.
3. Aparato de diálisis según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la unidad de control predetermina que el volumen aspirado en una carrera de aspiración, que supera el volumen desplazado teórico, se encuentra en un intervalo de desde 0,5 hasta 1,0 del volumen desplazado máximo por carrera de la bomba.
4. Aparato de diálisis según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad de control predetermina que el volumen aspirado en una carrera de aspiración, que supera el volumen desplazado teórico, corresponde al volumen desplazado máximo por carrera de la bomba.
5. Aparato de diálisis según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad de control predetermina que los volúmenes parciales descargados son idénticos o esencialmente idénticos.
6. Aparato de diálisis según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la razón del volumen aspirado en una carrera de aspiración y un volumen parcial descargado se encuentra a 10:1 o menos.
7. Aparato de diálisis según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad de control en función del volumen desplazado teórico predetermina el primer o un segundo estado de funcionamiento de la bomba, en el que no tiene lugar una división del volumen aspirado en una carrera de aspiración en volúmenes parciales.
8. Aparato de diálisis según la reivindicación 7, caracterizado porque se ajusta el primer estado de funcionamiento en el caso de volúmenes desplazados teóricos menores y el segundo estado de funcionamiento en el caso de volúmenes desplazados teóricos mayores frente a esto.
9. Aparato de diálisis según la reivindicación 8, caracterizado porque se ajusta el primer estado de funcionamiento, cuando el volumen desplazado teórico asciende como máximo a la mitad, un tercio o un cuarto del volumen desplazado máximo por carrera de la bomba.
10. Aparato de diálisis según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el aparato de diálisis presenta un recipiente de concentrado para alojar el concentrado y porque la bomba del dispositivo está conectado en el lado de aspiración con el recipiente de concentrado.
11. Procedimiento para el desplazamiento de concentrado, que sirve para la preparación de líquidos de diálisis en un aparato de diálisis, desplazándose el concentrado mediante una bomba configurada como bomba volumétrica, caracterizado porque la bomba, en un primer estado de funcionamiento con el fin de descargar un volumen desplazado teórico en una sola carrera de aspiración, aspira un volumen que supera el volumen desplazado teórico y descarga el volumen aspirado realizando varias carreras de desplazamiento parciales en forma de volúmenes parciales en porciones, que son menores que el volumen aspirado, correspondiendo los volúmenes parciales en cada caso al volumen desplazado teórico.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porque el volumen aspirado en una carrera de aspiración, que supera el volumen desplazado teórico, se encuentra en un intervalo de desde 0,5 hasta 1,0 del volumen desplazado máximo por carrera de la bomba.
13. Procedimiento según la reivindicación 11 ó 12, caracterizado porque el volumen aspirado en una carrera de aspiración, que supera el volumen desplazado teórico, corresponde al volumen desplazado máximo por carrera de la bomba.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado porque los volúmenes parciales descargados son idénticos o esencialmente idénticos.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado porque la razón del volumen aspirado en una carrera de aspiración y un volumen parcial descargado se encuentra a 10:1 o menos.

5 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado porque la bomba descarga en un segundo estado de funcionamiento el volumen aspirado en una carrera de aspiración en una carrera de desplazamiento.

17. Procedimiento según la reivindicación 16 así como según una de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado porque el estado de funcionamiento de la bomba se selecciona en función del volumen desplazado teórico.

10 18. Procedimiento según la reivindicación 17, caracterizado porque la bomba trabaja en el caso de volúmenes desplazados teóricos menores en su primer estado de funcionamiento y en el caso de volúmenes desplazados teóricos mayores frente a esto en su segundo estado de funcionamiento.

19. Procedimiento según la reivindicación 18, caracterizado porque la bomba trabaja en su primer estado de funcionamiento, cuando el volumen desplazado teórico asciendo como máximo a la mitad, un tercio o un cuarto del volumen desplazado máximo por carrera de la bomba.

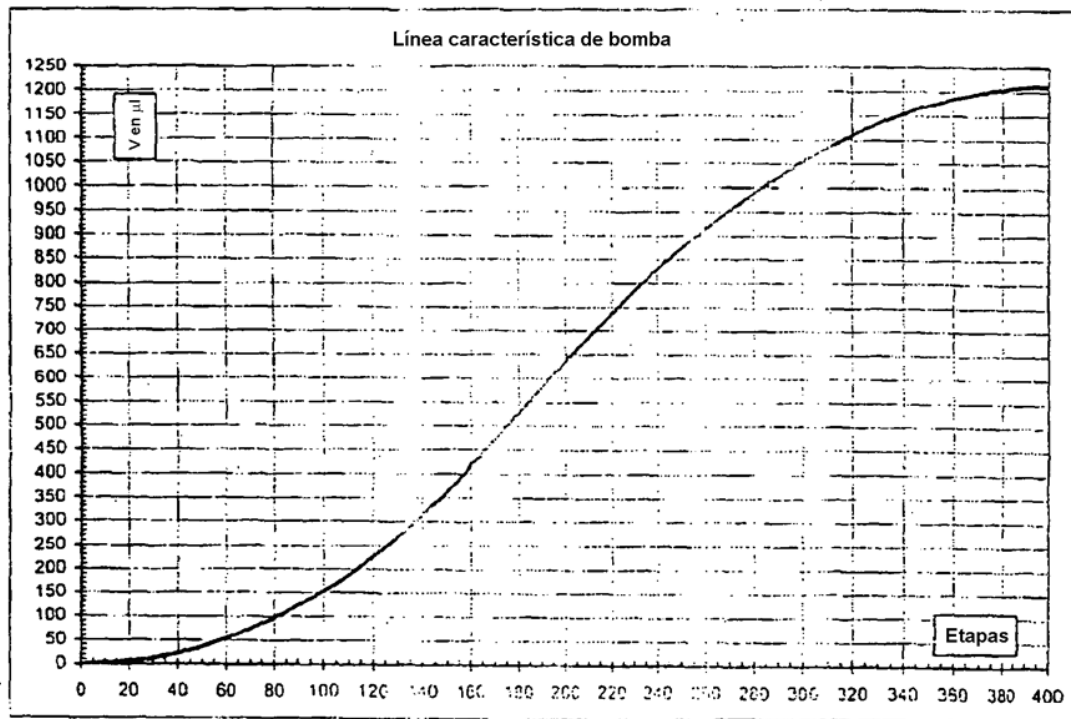


Fig. 1



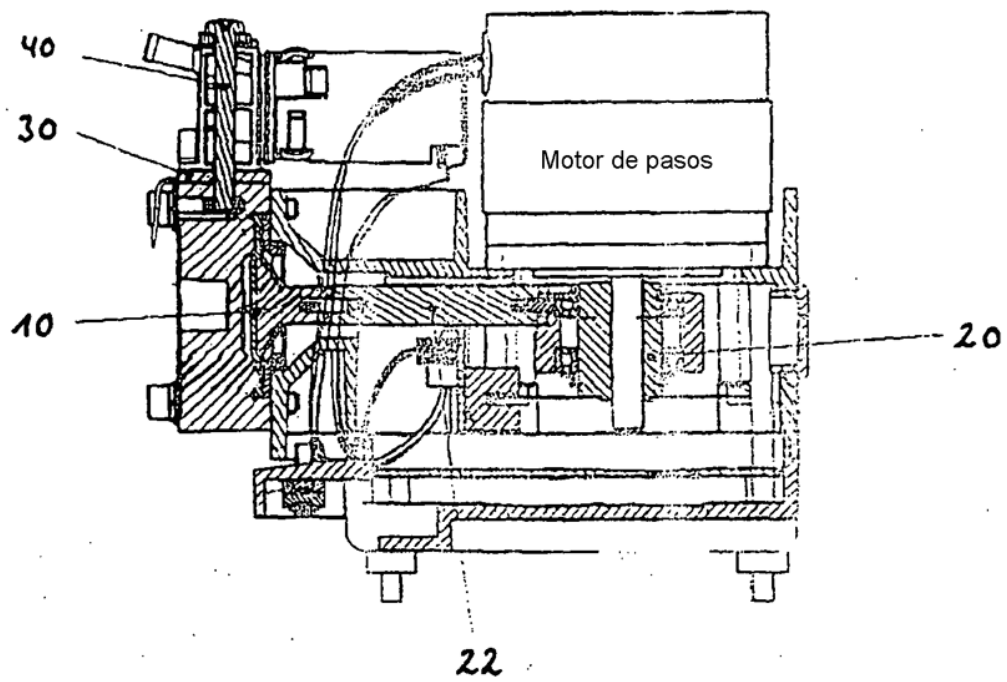


Fig. 2

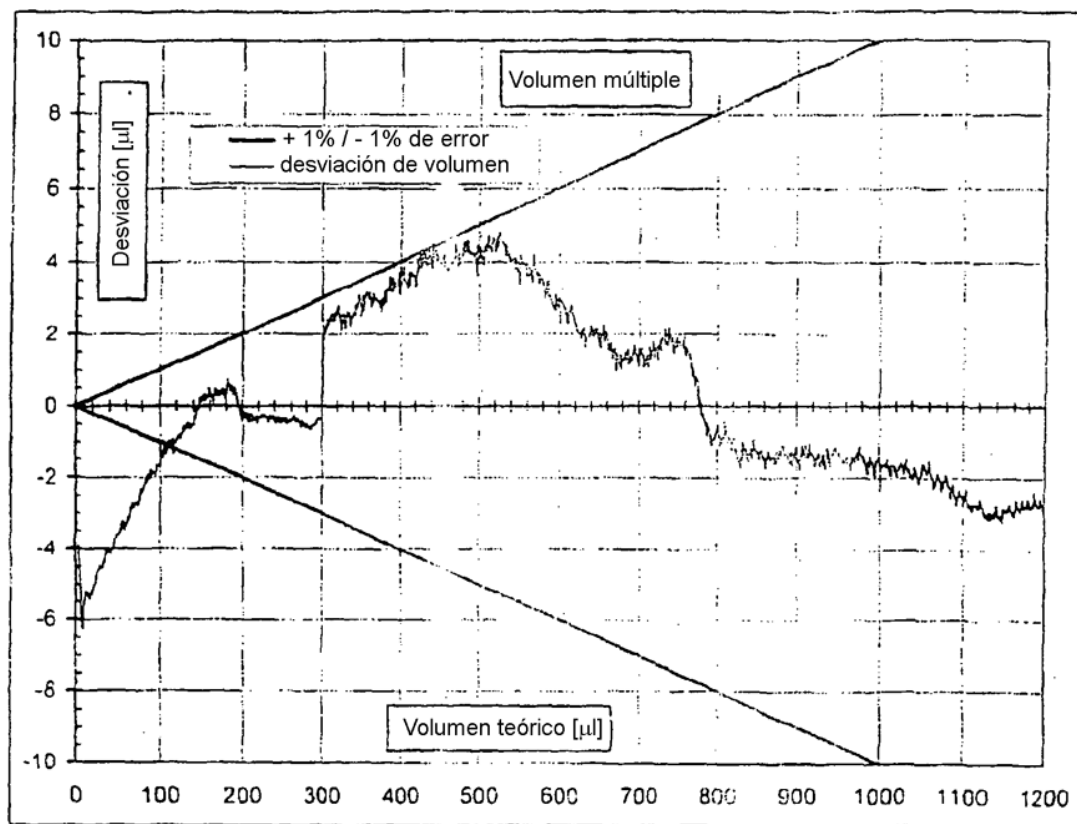


Fig. 3