



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 274 221**

51 Int. Cl.:
G01N 35/10 (2006.01)
B01L 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03718866 .1**
86 Fecha de presentación : **13.02.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1481252**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2004**

54 Título: **Dispositivo de pipetaje automático de precisión.**

30 Prioridad: **25.02.2002 FR 02 02379**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

73 Titular/es: **Stago Instruments**
125, avenue Louis Roche
92230 Gennevilliers, FR

72 Inventor/es: **Abou-Saleh, Khaled y**
Rousseau, Alain

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

ES 2 274 221 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).

ES 2 274 221 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de pipetaje automático de precisión.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de pipetaje automático de precisión con enjuague de la pipeta, permitiendo este dispositivo la reconstitución de los reactivos y siendo utilizable en un dispositivo automático de análisis.

10 La invención tiene por objeto, de una manera más particular, un dispositivo de este tipo, que presenta una estructura modular, que le permite adaptarse fácilmente, según la precisión y las especificaciones requeridas, tanto en lo que se refiere a las cantidades de productos, tomadas en la pipeta, como en lo que se refiere a las cantidades utilizadas de líquido de enjuague.

15 De una manera general, se sabe que se han propuesto ya numerosos dispositivos que permiten ejecutar ciclos de pipetaje y de enjuague, principalmente en el seno de un dispositivo de análisis automático.

20 Habitualmente, estos dispositivos hacen intervenir, al menos, dos motorizaciones, una de las cuales sirve para accionar una jeringuilla de dosificación, mientras que la otra sirve para el arrastre en rotación de una bomba, que sirve para la inyección del líquido de enjuague. En efecto, la jeringuilla de dosificación, que está prevista para pequeñas cantidades de líquido, no tiene una capacidad suficiente para efectuar un enjuague.

25 Esta solución es, por lo tanto, relativamente compleja y costosa. La misma hace intervenir una bomba, cuya motorización es energéticamente costosa y cuya fragilidad y duración de vida son menos buenas que las de la jeringuilla. La fiabilidad del conjunto no se encuentra, por lo tanto, a la altura de lo que sería esperable. Ahora bien, este tipo de dispositivo debe poder funcionar, sin ningún mantenimiento, durante al menos siete años al ritmo de un dispositivo automático en el que es utilizado. En el caso de un dispositivo automático tal como el que se ha descrito en la patente FR 2 779 827, este ritmo es desde 60 ensayos por hora durante al menos dos horas por día y esto durante 220 días por año (es decir aproximadamente 185.000 ensayos).

30 Ahora bien, se comprueba que el mecanismo de accionamiento de la jeringuilla es la base de un desgaste que engendra, a la larga, un juego cada vez mayor. Principalmente este es el caso que se presenta cuando este mecanismo comprende un motorreductor acoplado con el vástago de la jeringuilla por intermedio de un dispositivo de conversión del movimiento de rotación del motor en movimiento lineal de dicha jeringuilla. El juego se debe entonces al desgaste de las dentaduras de los piñones y/o de las cremalleras utilizadas tanto en el reductor como en el dispositivo de conversión.

35 Evidentemente, la precisión del dispositivo de pipetaje queda afectada por este juego que actúa a modo de una histéresis para limitar la carrera del vástago de la jeringuilla hasta sus dos extremidades. Este juego se manifiesta, de una manera más particular, en cada inversión en el sentido de rotación del motor. Éste es tanto más perjudicial para la precisión del dispositivo cuanto que los datos numéricos relativos a las cantidades de líquido tomadas por la pipeta sean suministrados por un codificador numérico que equipa el motor y, en consecuencia, el juego mecánico induce una desviación entre el volumen determinado según los datos suministrados por el codificador y el volumen de líquido realmente tomado o descargado por la pipeta.

40 Por otra parte, con el fin de realizar un dispositivo de pipetaje cuya fiabilidad y duración de vida sea del mismo orden que el de la jeringuilla de pipetaje, la solicitante ha realizado un dispositivo de pipetaje que comprende, al menos, dos unidades de bombeo, comprendiendo cada una de ellas una cavidad cilíndrica en el interior de las cuales se desliza, con estanqueidad, un conjunto vástago/pistón que delimita con la cavidad una cámara de trabajo cuyo volumen varía en función de la posición axial del conjunto vástago/pistón.

50 Las extremidades de los dos vástagos/pistones que emergen de las dos cavidades están acopladas con un órgano de accionamiento arrastrado en traslación por una motorización común.

55 La cámara de trabajo de cada una de las unidades de bombeo está conectada, a su vez, con un circuito, que comprende, sucesivamente, un conducto que desemboca en una reserva de líquido de enjuague, dos electroválvulas sucesivas y un tubo, eventualmente flexible, conectado con medios de pipetaje, por ejemplo una aguja.

60 La cámara de trabajo mayor está conectada, entonces, con la parte del circuito que asegura la unión entre las dos electroválvulas, mientras que la otra cámara de trabajo está conectada con la parte del circuito situada entre la segunda electroválvula y los medios de pipetaje.

Este dispositivo comprende, además, medios de accionamiento de la motorización y de las electroválvulas, concebidos de manera que aseguren un ciclo que comprende, al menos:

- 65 - una fase de pipetaje, en la que la primera electroválvula está abierta, estando cerrada la segunda electroválvula y la motorización arrastra en traslación los dos conjuntos vástago/pistón con el fin de acrecentar el volumen de las dos cámaras de trabajo, engendrando el aumento de volumen de la cámara pequeña la aspiración del líquido a ser analizado o del reactivo en los medios de pipetaje, mientras que el aumento del volumen de la cámara mayor provoca la aspiración del líquido de enjuague hasta el interior de esta cámara,

ES 2 274 221 T3

- una fase de descarga en la que las dos electroválvulas se encuentran en el mismo estado que durante la fase de pipetaje, actuando la motorización entonces con el fin de provocar una reducción de los volúmenes de dichas cámaras de trabajo y una descarga del líquido a ser analizado o del reactivo,

- 5
- una fase de enjuague en la que la primera electroválvula está cerrada, mientras que la segunda está abierta; la motorización arrastra en traslación los dos conjuntos vástago/pistón con el fin de reducir el volumen de las dos cámaras de trabajo expulsando el líquido de enjuague que contienen hacia los medios de pipetaje.

10 Para suprimir los inconvenientes debidos a los juegos mecánicos, la invención ha previsto una electroválvula suplementaria dispuesta en el circuito que conecta la segunda unidad de bombeo con la pipeta y no efectuar la apertura de esta electroválvula para no ejecutar la fase de toma y/o de descarga más que cuando los conjuntos vástago/pistón se encuentren en curso de desplazamiento, en un sentido o en el otro, tras las fases transitorias de puesta en marcha o de inversión y/o las fases transitorias de detención.

15 Merced a esta medida se asegura que las dentaduras de los piñones y de la cremallera de la cadena cinemática, que engranan entre sí, estén firmemente apoyadas entre sí y que, por lo tanto, el juego mecánico (si existe) no se manifieste durante estos períodos.

20 Evidentemente, el dispositivo según la invención podría comprender un número n de unidades de bombeo, cuyos conjuntos vástago/pistón estuviesen conectados con un mismo órgano de accionamiento y cuyas cámaras de trabajo estuviesen conectadas, respectivamente, con un circuito que comprendiese un número n de electroválvulas en serie, conectadas respectivamente en las partes del circuito que aseguran las uniones entre las electroválvulas, en lo que se refiere a las n-1 primeras válvulas, estando conectada la cámara de trabajo de la enésima válvula, de pequeña dimensión, por su parte con los medios de pipetaje por intermedio de un circuito que comprendiese una n+1^{ésima} electroválvula. Los medios citados de accionamiento estarán concebidos entonces de tal manera que en cada una de dichas fases se encuentre en estado cerrado un número determinado i de electroválvulas mientras que las otras electroválvulas, es decir un número n-i, se encuentren en estado abierto.

30 Ventajosamente, el dispositivo según la invención podrá comprender una pluralidad de módulos, cada uno de los cuales comprenda una unidad de bombeo del tipo anteriormente citado, cuya cámara de trabajo esté conectada con una porción de circuito, que incluya una electroválvula. Esta porción de circuito comprende entonces, en cada una de sus extremidades, medios de conexión con la porción de circuito de otro módulo y/o con el conducto que desemboca en la reserva del líquido de enjuague y/o con el tubo conectado con los medios de pipetaje. Los medios de acoplamiento entre la motorización y los conjuntos vástago/pistón están concebidos entonces para permitir el acoplamiento del número deseado de módulos.

A continuación se han descrito modos de ejecución de la invención, a títulos de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 la figura 1 es un esquema de principio de un dispositivo de pipetaje según la invención que utiliza dos jeringuillas;

la figura 2 es un cronograma de una secuencia completa de funcionamiento del dispositivo de pipetaje representado en la figura 1;

45 la figura 3 es el cronograma de una variante de secuencias, simplificada, del funcionamiento del dispositivo de pipetaje representado en la figura 1;

la figura 4 es una vista en sección esquemática de un modo de ejecución del dispositivo representado en la figura 1;

50 la figura 5 es una vista en perspectiva, despiezada, de un modo de ejecución ilustrado en la figura 4;

la figura 6 es una vista en perspectiva del dispositivo de la figura 5 en estado ensamblado;

55 la figura 7 es una sección esquemática de un conjunto de bombeo modular, utilizable en un dispositivo de pipetaje según la invención;

la figura 8 es una representación esquemática del conjunto de bombeo de la figura 6.

60 En el ejemplo representado en la figura 1, el dispositivo de pipetaje comprende dos unidades de bombeo 1, 2, cada una de las cuales comprende un cuerpo cilíndrico C, C' en el que se desplaza un pistón P, P', que delimita con un fondo F, F' y una cámara de trabajo de volumen variable.

Este pistón es solidario con un vástago T, T' que emerge del cuerpo, por el lado opuesto al del fondo F, y que está acoplado con un mecanismo de accionamiento en traslación que hace intervenir:

- una pieza de acoplamiento AC, sobre la que se fijan los vástagos T y T' (existe un juego entre T, T' y AC para paliar los defectos de paralelismo),

ES 2 274 221 T3

- una cremallera CR solidaria con la pieza de acoplamiento AC, que se extiende paralelamente al eje de los cuerpos cilíndricos C, C',
- un piñón PN, arrastrado por un motor paso a paso MP que engrana con la cremallera CR.

5 El fondo de cada uno de los cuerpos C, C' está dotado con un conducto CO, CO', que hace comunicar la cámara de trabajo correspondiente con un circuito que comprende, en serie, un conducto CP₁, que desemboca en una reserva de líquido de enjuague RL, tres electroválvulas sucesivas EV₁, EV₂ y EV₃ y un tubo flexible TS que conecta la electroválvula EV₃ con una aguja de pipetaje móvil AP.

10 Esta aguja AP es accionada de modo que pueda insertarse en diversos recipientes tales como, por ejemplo, una reserva RE, que contiene una muestra o un reactivo, un recipiente de análisis RA y un pocillo de enjuague PR.

15 De una manera más precisa, el conducto CO está conectado con el circuito que une las electroválvulas EV₁, EV₂. El conducto CO' desemboca, por su parte, en la porción de circuito, que asegura la conexión entre la electroválvula EV₂ y la electroválvula EV₃.

20 El accionamiento de las electroválvulas EV₁, EV₂, EV₃ y del motor MP está asegurado por un microcontrolador MC, un captador óptico que proporciona la posición "cero" del sistema.

El funcionamiento del dispositivo de pipetaje, precedentemente mencionado, se describirá a continuación con relación al cronograma de la figura 2.

25 Según este cronograma, en estado inicial, la aguja AP está insertada en la reserva RE, las válvulas EV₁, EV₂ se encuentran en posición abierta, mientras que la válvula EV₃ está en posición cerrada. El motor MP está detenido, los pistones están en posición de reposo (posición 0). Las dos cámaras de trabajo de las unidades de bombeo 1, 2 están llenas con líquido de enjuague.

30 En el transcurso de una fase transitoria, que precede al pipetaje, el motor MP es arrastrado en rotación en el sentido negativo, con el fin de arrastrar los dos pistones P, P' hacia abajo. Este desplazamiento crea una aspiración del líquido de enjuague en las dos cámaras de trabajo. La incidencia del juego presente en la cadena cinemática (que provoca un ligero desfase en la aspiración) no tiene ninguna incidencia sobre el funcionamiento del dispositivo.

35 La fase de pipetaje se obtiene, a continuación, por cierre de la válvula EV₂ y apertura de la válvula EV₃. En este caso, el pistón P' crea una aspiración del líquido contenido en la reserva RE, en el interior de la aguja AP y una parte del tubo flexible TS, mientras que el pistón P aspira el líquido de enjuague contenido en la reserva RL.

40 Al final del pipetaje, el dispositivo pasa por una segunda fase transitoria, marcada por el cierre de la válvula EV₃ y la apertura de la válvula EV₂, de manera que el pipetaje ha concluido mientras que el motor, que continua girando, provoca la aspiración por las dos cámaras de líquido de enjuague procedente del recipiente RL.

Al final de esta segunda fase transitoria, el motor MP es detenido y la aguja AP es desplazada, por ejemplo, para colocarse por encima del recipiente de análisis RA.

45 Una vez alcanzada esta posición, el dispositivo comienza una tercera fase transitoria, en la que el motor MP gira en el sentido inverso (sentido positivo) con el fin de arrastrar a los pistones P, P' hacia sus posiciones de reposo (posición 0). En el transcurso de esta fase transitoria, la válvula EV₃ permanece cerrada mientras que las válvulas EV₁ y EV₂ están abiertas, para permitir una descarga del líquido de enjuague hacia el recipiente RL.

50 La fase de descarga se inicia entonces abriéndose la válvula EV₃ y cerrándose la válvula EV₂, permaneciendo abierta la válvula EV₁. En el transcurso de esta fase, el pistón P' descarga el líquido previamente tomado en la aguja AP, en el interior del recipiente RA, mientras que el pistón P descarga el líquido en enjuague en el interior del recipiente RL.

55 La fase de descarga se termina mediante el cierre de la válvula EV₃ y por la apertura de la válvula EV₂, permaneciendo abierta la válvula EV₁.

El motor continúa girando durante una cuarta fase transitoria y a continuación se detiene.

60 El dispositivo comienza entonces una fase, en el transcurso de la cual, la aguja AP es conducida hasta pocillos de enjuague para permitir la ejecución de una fase de enjuague.

65 Al comienzo de esta nueva fase, la válvula EV₁ está cerrada mientras que las válvulas EV₂ y EV₃ están abiertas. El motor MP es accionado con el fin de descargar el líquido de enjuague contenido en las dos jeringuillas hacia la aguja de pipetaje.

En efecto, esta descarga se efectúa en varios tramos que corresponden respectivamente a uno o varios pasos del motor MP.

ES 2 274 221 T3

Una vez efectuada la fase de enjuague, el dispositivo comienza una fase de retorno a cero con llenado de las cámaras con líquido de enjuague. A este efecto, las válvulas EV_1 y EV_2 están abiertas mientras que la válvula EV_3 está cerrada. El motor gira en sentido inverso (sentido negativo) con el fin de llevar a los pistones ligeramente más allá de la posición de reposo (posición 0) aspirando líquido de enjuague procedente del recipiente RL.

5

El dispositivo procede, a continuación, a una fase de evacuación de aire de la aguja AP abriendo las válvulas EV_2 y EV_3 y cerrando la válvula EV_1 y haciendo girar el motor MP en el sentido positivo con el fin de provocar una descarga de líquido de enjuague hacia la aguja de pipetaje AP y conducir los pistones y TP_2 hasta la posición de reposo.

10 Una vez que ha sido efectuada esta fase de evacuación, el dispositivo retorna hasta la posición de reposo, la electroválvula EV_3 está cerrada entonces mientras que las electroválvulas EV_1 y EV_2 están abiertas.

El dispositivo está listo, entonces, para efectuar un nuevo ciclo de funcionamiento.

15 En la secuencia simplificada, ilustrada en la figura 3, en estado inicial las válvulas EV_1 y EV_3 están abiertas mientras que la válvula EV_2 está cerrada. De hecho, se trata de las posiciones de reposo (en estado no excitado) de estas válvulas. El motor está detenido y su posición angular está situada ligeramente por debajo de su posición cero.

20 A partir de este estado inicial, el motor es arrastrado en rotación en el sentido negativo, de manera que el pistón P' engendre una aspiración en la pipeta (pipetaje de una burbuja de aire) mientras que el pistón P engendra una aspiración de líquido de enjuague presente en la reserva RL.

25 La pipeta se inserta entonces en el depósito de reactivo, mientras que es acelerada la rotación del motor en sentido negativo. Se obtiene entonces una fase de pipetaje que se prosigue durante una duración determinada, en el transcurso de la cual es aspirado el reactivo en la pipeta merced a la acción del pistón P'. Esta fase de pipetaje se termina por la detención del motor, por el cierre de la válvula EV_3 y a continuación de la válvula EV_2 30 milisegundos más tarde. El motor inicia una fase transitoria de inversión de sentido de rotación de una duración relativamente corta.

30 El líquido de enjuague, descargado por los pistones, retorna entonces hasta la reserva RL.

Una vez concluida la compensación del juego, la válvula EV_2 es cerrada y la válvula V_3 es abierta 30 milisegundos más tarde.

35 La pipeta se desplaza entonces de manera que sea conducida hasta la altura del recipiente de análisis RA. Una vez alcanzada esta posición, el dispositivo inicia una fase de descarga del producto en el recipiente de análisis RA, acelerándose la rotación del motor en el sentido positivo. Esta fase de descarga se termina mediante la parada del motor.

40 La pipeta se conduce entonces hasta el pocillo de enjuague mientras que se efectúa un control de la posición cero del motor.

El motor es arrastrado a continuación en el sentido positivo para efectuar una descarga del líquido contenido en la pipeta, en el pocillo.

45 El dispositivo comienza a continuación una fase de enjuague, en la que las válvulas EV_2 y EV_3 están abiertas mientras que la válvula EV_1 está cerrada.

En el transcurso de esta fase, el motor efectúa una sucesión de movimientos de rotación en el sentido positivo, con el fin de obtener una descarga en varios tramos, cada uno de los cuales corresponde a uno o varios pasos del motor.

50

Al final del enjuague, la válvula EV_3 está cerrada, mientras que las válvulas EV_1 y EV_2 están abiertas. El motor es arrastrado en rotación en el sentido negativo con el fin de provocar una aspiración de líquido de enjuague por los pistones P y P'. Esta fase se prosigue hasta que la posición del motor se sitúe ligeramente por debajo del nivel cero.

55 Este dispositivo comienza entonces una fase de control de cero, en el transcurso de la cual el motor es arrastrado en rotación en el sentido positivo hasta que sea detectada la posición cero.

La válvula EV_1 está cerrada entonces y el motor es arrastrado en rotación en el sentido negativo hasta que el motor retorne hasta una posición situada ligeramente por debajo del nivel cero (compensación del juego).

60

El ciclo ha concluido entonces y el dispositivo retorna al estado inicial, estando abiertas las válvulas EV_1 y EV_3 , estando cerrada la válvula EV_2 , estando parado el motor MP.

65 Ventajosamente, el dispositivo descrito precedentemente podrá dimensionarse de tal manera que pueda ser compatible con los dispositivos automáticos de análisis actualmente utilizados.

A título de ejemplo, en este dispositivo utilizado en un dispositivo automático tal como el que se ha descrito en la publicación FR 2 779 827:

ES 2 274 221 T3

- el volumen mínimo a ser pipetado podrá ser igual a $5 \mu\text{l}$, siendo el volumen máximo igual a $250 \mu\text{l}$, (estando determinado este volumen por regulación del número de pasos del motor durante fases de aspiración o de descarga),
- 5 - para la función de reconstitución de los reactivos, el volumen máximo a ser pipetado podrá ser igual a 8 ml,
- el caudal de inicio podía ser de $24,4 \mu\text{l}/\text{segundo}$ o de $73,2 \mu\text{l}/\text{segundo}$, siendo el caudal alto del orden de $366 \mu\text{l}/\text{s}$,
- 10 - el dispositivo podrá efectuar incluso 10 enjuagues sucesivos con un volumen de $150 \mu\text{l}$ con una duración de 100 milisegundos por enjuague, pudiendo ser de 3 bares la presión de los tramos de enjuague,
- el motor MP, utilizado, puede estar constituido por un motorreductor paso a paso que comprenda 200 pasos por vuelta,
- 15 - el diámetro del pistón del cuerpo de la unidad de pipetaje 1 podrá ser igual a 14 mm, mientras que el diámetro del pistón del cuerpo de la unidad de pipetaje 2 podrá ser de 3 mm,
- la longitud de las dos cavidades podrá ser de 55 mm.

20 En el ejemplo ilustrado en las figuras 4, 5 y 6, los cuerpos de las dos unidades de pipetaje 1, 2 están integrados en un mismo bloque BL de materia plástica, por ejemplo de Plexiglas (marca registrada); de forma sensiblemente paralelepípedica.

25 Este cuerpo comprende dos cavidades AL_1 y AL_2 de ejes paralelos al eje vertical del sistema del bloque que desemboca en el exterior, a nivel de la cara inferior del bloque, en sus partes superiores, estados dos cavidades se terminan en dos porciones cónicas PC_1 , PC_2 respectivas, situadas a una distancia predeterminada de la cara superior.

30 En el volumen comprendido entre las dos cavidades AL_1 , AL_2 se ha previsto una cavidad CA que desemboca sobre la cara inferior y sobre la cara anterior, así como un pasaje vertical PV que se extiende entre la cara superior de la cavidad CA y la cara superior del bloque.

35 Sobre la cara inferior del bloque se ha fijado un asiento EM que comprende dos pasajes verticales pasantes, en los que se han montado deslizantemente, con estanqueidad, dos vástagos/pistón respectivos TP_1 , TP_2 , por ejemplo de acero inoxidable, que se insertan respectivamente en las cavidades AL_1 , AL_2 , obteniéndose la estanqueidad al deslizamiento por medio de juntas de estanqueidad dinámica.

40 Las extremidades superiores de estos vástagos/pistón son cónicas, mientras que sus extremidades inferiores comprenden dos gargantas respectivas que permiten su fijación desmontable con las extremidades de la rama horizontal de una pieza de accionamiento PA en forma de T invertida.

45 La rama vertical de esta pieza de accionamiento PA está fijada con la extremidad inferior de un rail vertical RV, móvil en traslación vertical, que pasa a través de la cavidad merced a un orificio previsto en el asiento, y a continuación por el pasaje PV.

Este rail RV porta una cremallera CR sobre la cual engrana un piñón PN, accionado por un motorreductor (bloque de trazos discontinuos MP) y que se encuentra alojado en la cavidad.

50 Por otra parte, están montadas tres electroválvulas EV_1 , EV_2 , EV_3 sobre la cara anterior del cuerpo, en comunicación con conductos realizados en el bloque B, de acuerdo con el circuito representado en la figura 1.

Una horquilla óptica FO está prevista, además, para efectuar la detección de la posición "cero" del rail RV.

55 El funcionamiento de este dispositivo es idéntico al que se ha descrito precedentemente y por lo tanto no será expuesto de nuevo.

Sin embargo, se ha observado que esta solución es particularmente ventajosa debido a su compacidad, su facilidad de integración, a su aptitud para eliminar las burbujas merced a las formas cónicas, a su precisión, que depende de las del vástago/pistón TP_1 , TP_2 , que pueden mecanizarse con una precisión muy elevada y a su fiabilidad.

60 En particular, la eliminación de las burbujas se debe a la vez a las formas cónicas de los vástagos/pistón TP_1 , TP_2 y a las cavidades cilíndricas AL_1 , AL_2 así como al estado superficial de estos elementos. Por otra parte, el paso de las burbujas está facilitado merced a que la forma cónica PC_1 de la cavidad cilíndrica AL_2 de menor diámetro comunica directamente con el conducto conectado con los medios de pipetaje AP.

65 Evidentemente, la invención no se limita a esta solución.

ES 2 274 221 T3

La invención propone, igualmente, un dispositivo modular que utiliza módulos de bombeo que puede ensamblarse entre sí en la forma indicada en las figuras 7 y 8.

5 En este ejemplo, cada módulo M_1 hasta M_4 comprende una cavidad cilíndrica CC_1 , CC_2 en la que puede deslizarse con estanqueidad un vástago/pistón TP'_1 , TP'_2 accionado por una motorización (bloque MO) común a todos los vástago/pistón TP'_1 , TP'_2 .

10 Este módulo comprende un cuerpo, que presenta dos caras de ensamblaje paralelas FA_1 , FA_2 en las que desemboca un conducto pasante CT, en comunicación con la cavidad cilíndrica CC_1 y una de cuyas porciones puede ser obturada por una aguja accionada por un electroimán (el conjunto constituye una electroválvula EV'_1).

15 Al nivel de las caras de ensamblaje, los orificios de este conducto CT están equipados con medios de conexión que permiten asegurar un enlace estanco de los segmentos de los conductos CT de varios módulos cuando estos últimos estén ensamblados entre sí por sus caras de ensamblaje y fijados en esta posición, por ejemplo por medio de tirantes TR.

20 De una manera análoga a la precedente, el conducto obtenido por el empalme de los diferentes conductos pasantes CT, está conectado, por un lado, con el recipiente de líquido en enjuague RL y, por otro lado, con una aguja de pipetaje AP por intermedio de una electroválvula EV'_3 .

Las electroválvulas EV'_1 , EV'_2 y EV'_3 así como la motorización MO están conectadas, por su parte, con un circuito de accionamiento por microprocesador MC.

25 Por otra parte, cada uno de los módulos M_1 hasta M_4 comprende, además, un conducto CP de comunicación con la cavidad cilíndrica CC_1 y que desemboca sobre la cara superior del módulo a través de un orificio que constituye una salida paralela SP. Este conducto CP es obturable por una aguja accionada por un electroimán, formando el conjunto una electroválvula EV'_2 similar a las electroválvulas EV'_1 y accionada por el circuito de accionamiento.

30 Estas salidas paralelas SP pueden conectarse con la aguja de pipetaje AP por intermedio de un colector común.

Es evidente que esta estructura modular se beneficia de una gran flexibilidad y que puede adaptarse a numerosas situaciones, haciendo variar el número de los módulos y eligiéndose los módulos que presenten cavidades de diámetro apropiado, efectuándose reagrupamientos de módulos cuyas electroválvulas presenten los mismos estados, seleccionándose las salidas más apropiadas para las funciones que se quieren ejecutar, etc.... Evidentemente, esta selección puede asegurarse por medio de un programa implementado por un circuito de accionamiento MC.

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de pipetaje automático de precisión con enjuague de la pipeta, comprendiendo este dispositivo, al menos, dos unidades de bombeo de capacidad diferente, cada uno de los cuales comprende una cavidad cilíndrica (AL₁, AL₂), en cuyo interior se desliza con estanqueidad un conjunto vástago/pistón (TP₁, TP₂), que delimita con dicha cavidad una cámara de trabajo, cuyo volumen varía en función de la posición axial del conjunto vástago/pistón (TP₁, TP₂), estando acopladas las extremidades de los dos conjuntos vástago/pistón (TP₁, TP₂), que surgen de las dos cavidades, con un órgano de accionamiento arrastrado en rotación por una motorización común (MO y MP), estando conectada la cámara de trabajo, de cada una de las unidades de bombeo (1, 2) con un circuito, que comprende sucesivamente un conducto, que desemboca en una reserva de líquido de enjuague (RL), dos electroválvulas sucesivas (EV₁, EV₂) y una porción de circuito que conecta la segunda electroválvula (EV₂) con medios de pipetaje (AP), estando conectada la cámara de trabajo mayor en la parte del circuito que asegura la conexión entre las dos electroválvulas (EV₁, EV₂), mientras que la segunda cámara de trabajo está conectada con dicha porción de circuito por medio de un empalme,

caracterizado porque esta porción de circuito comprende una electroválvula (EV₃), situada entre dicho empalme y dichos medios de pipetaje, estando accionadas dichas electroválvulas y dicha motorización por medios de accionamiento concebidos con el fin de obtener un ciclo de pipetaje, que comprenda, al menos, una secuencia de aspiración, en la que el motor gira en continuo en el sentido negativo, con el fin de provocar una aspiración del líquido de enjuague en las dos cámaras, comprendiendo esta secuencia, al menos, los siguientes pasos sucesivos:

- una fase transitoria en la que la primera válvula (EV₁) está en posición abierta,
- una fase de toma de una muestra en la que la segunda válvula (EV₂) está cerrada y la tercera válvula (EV₃) está abierta,
- una fase de fin de toma de la muestra, que comprende el cierre de la tercera válvula (EV₃).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque durante dicho ciclo de pipetaje, durante dicha fase transitoria, las dos primeras válvulas (EV₁, EV₂) están abiertas mientras que la tercera válvula (EV₃) está en posición cerrada y, durante dicha fase de fin de toma de la muestra, la tercera válvula (EV₃) está cerrada y ésta abierta la segunda válvula (EV₂).

3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicho ciclo de pipetaje comprende una secuencia de descarga en la que el motor gira en el sentido positivo con el fin de provocar una descarga del líquido de enjuague en las dos cámaras, comprendiendo esta secuencia las siguientes fases sucesivas:

- una fase transitoria, en la que la tercera válvula (EV₃) está cerrada mientras que las dos primeras válvulas (EV₁, EV₂) están abiertas para permitir una descarga del líquido de enjuague contenido en las cámaras hacia el recipiente (RL),
- una fase de descarga en la que la tercera válvula (EV₃) está abierta mientras que la segunda válvula (EV₂) está cerrada, permaneciendo abierta la primera válvula (EV₁) para permitir la descarga del producto en el recipiente de análisis,
- una fase de fin de descarga, que comprende el cierre de la tercera válvula (EV₃) y la apertura de la segunda válvula (EV₂), permaneciendo abierta la válvula (EV₁).

4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** porque dicho ciclo de pipetaje comprende una fase de enjuague, en el transcurso de la cual está cerrada la primera válvula (EV₁) mientras que las válvulas segunda y tercera (EV₂ y EV₃) están abiertas, estando accionado el motor (MP) paso a paso con el fin de descargar el líquido de enjuague contenido en las dos jeringuillas hacia los medios de pipetaje.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque dicho ciclo de pipetaje comprende una fase de retorno a cero, que comprende el llenado de las cámaras con líquido de enjuague, estando abiertas las dos primeras válvulas (EV₁, EV₂) mientras que la tercera válvula (EV₃) está cerrada, girando el motor en el sentido negativo con el fin de atraer a los pistones por debajo de la posición "cero", a continuación una fase de evacuación de aire de los medios de pipetaje por apertura de la segunda y de la tercera válvulas (EV₂ y EV₃) y cerrándose la primera válvula (EV₁), girando el motor en el sentido positivo con el fin de provocar una descarga del líquido de enjuague hacia los medios de pipetaje (AP) y conducir los pistones (TP₁, TP₂) hasta la posición de reposo, cerrándose a continuación la tercera electroválvula (EV₃) mientras que las primeras electroválvulas (EV₁ y EV₂) están abiertas.

6. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque, durante dicho ciclo de pipetaje, durante dicha fase transitoria, están abiertas dichas válvulas segunda y tercera (EV₁, EV₃) y está cerrada la segunda válvula (EV₂) y, durante dicha fase de fin de toma de la muestra, la válvula EV₃ está cerrada y el motor inicia una fase transitoria de inversión de sentido de rotación.

ES 2 274 221 T3

7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado** porque dicho ciclo de pipetaje comprende una secuencia de descarga con, por una parte, una descarga de líquido de enjuague en las dos cámaras y, por otra parte, una descarga de la muestra en el recipiente de análisis, comprendiendo esta secuencia las siguientes fases sucesivas:

- 5 - una fase en la que están abiertas las válvulas primera y segunda (EV_1 , EV_2) y está cerrada la tercera válvula (EV_3) para permitir una descarga del líquido de enjuague contenido en las cámaras hacia el recipiente (RL),
- 10 - una fase transitoria de compensación del juego, en la que la segunda válvula (EV_2) está cerrada, permaneciendo abierta la primera válvula (EV_1) y estando cerrada la tercera válvula,
- una fase en la que la tercera válvula (EV_3) está abierta mientras que la primera válvula (EV_1) permanece abierta y está cerrada la segunda válvula (EV_2), para permitir descargar el producto en el recipiente de análisis (RA),
- 15 - una fase de control de la posición cero del motor.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado** porque dicho ciclo de pipetaje comprende una secuencia de enjuague, en el transcurso de la cual es descargado el líquido contenido en la pipeta en el pocillo de enjuague y a continuación se abren las válvulas segunda y tercera (EV_2 , EV_3) mientras que se cierra la primera válvula (EV_1), estando accionado el motor paso a paso con el fin de obtener una descarga en varios tramos.

9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicho ciclo de pipetaje comprende una fase de retorno al estado inicial, que comprende:

- 25 - el llenado de las cámaras con líquido de enjuague, estando abiertas las válvulas primera y segunda (EV_1 , EV_2) y estando cerrada la tercera válvula (EV_3), girando el motor en el sentido negativo hasta una posición ligeramente por debajo del nivel cero,
- 30 - una fase de control de cero, en el transcurso de la cual el motor es arrastrado en rotación en el sentido positivo hasta que sea detectada la posición cero,
- una fase de compensación del juego, en la que está cerrada la primera válvula (EV_1) y el motor es arrastrado en rotación en el sentido negativo hasta que éste llegue a una posición situada ligeramente por debajo del nivel cero,
- 35 - una fase final de retorno al estado inicial, en la que están abiertas las válvulas primera y tercera (EV_1 , EV_3) mientras que está cerrada la segunda válvula (EV_2), estando detenido el motor.

40 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque las cavidades cilíndricas (AL_1 , AL_2) de las dos unidades de bombeo (1, 2) están conectadas en un mismo bloque (B) de materia.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque dicha motorización comprende un motor (MP) que arrastra un piñón (PN), que engrana con una cremallera (CR) solidaria con dicho órgano de accionamiento.

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque las extremidades superiores de las cavidades cilíndricas (AL_1 , AL_2) y de los conjuntos vástago/pistón (TP_1 , TP_2) son cónicas.

50 13. Dispositivo según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la forma cónica (PC_1) de la cavidad cilíndrica (AL_1) más pequeña, comunica directamente con el conducto conectado con los medios de pipetaje (AP).

14. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichas unidades de bombeo consiste en módulos (M_1 hasta M_4) cada uno de los cuales comprende un cuerpo, que presenta dos caras de ensamblaje paralelas (FA_1 , FA_2), en las que desemboca un conducto pasante (CT) en comunicación con dicha cavidad cilíndrica (CC_1 , CC_2) y una de cuyas porciones puede ser obturada una electroválvula (EV'_1), estando equipados los orificios de dicho conducto con medios de conexión que permiten asegurar un empalme estanco con un orificio correspondiente de otro módulo (M_1 hasta M_4), cuando los dos módulos estén ensamblados entre sí por sus caras de ensamblaje y estén fijados en esta posición con ayuda de medios de fijación (TR), pudiendo estar conectados dichos orificios, por otra parte, bien con el conducto de admisión de líquido de enjuague, o bien con el conducto conectado con los medios de pipetaje (AP).

15. Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado** porque cada uno de los módulos (M_1 hasta M_4) comprende un conducto (CP) en comunicación con la cavidad cilíndrica (CC_1) y que desemboca en el exterior a través de un orificio que constituye una salida paralela (SP), siendo obturable dicho conducto (CC_1) por medio de una electroválvula (EV'_2).

ES 2 274 221 T3

16. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque dichas electroválvulas (EV_1 , EV_2 - EV'_1 , EV'_2) y dicha motorización (MO y MP) son accionados por un procesador (MC), que recibe informaciones relativas a la posición de los conjuntos vástago/pistón (TP_1 , TP_2 - TP'_1 , TP'_2).

5 17. Dispositivo según la reivindicación 16, **caracterizado** porque dichas informaciones son obtenidas por medio de una horquilla óptica asociada con dicha cremallera (CR).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

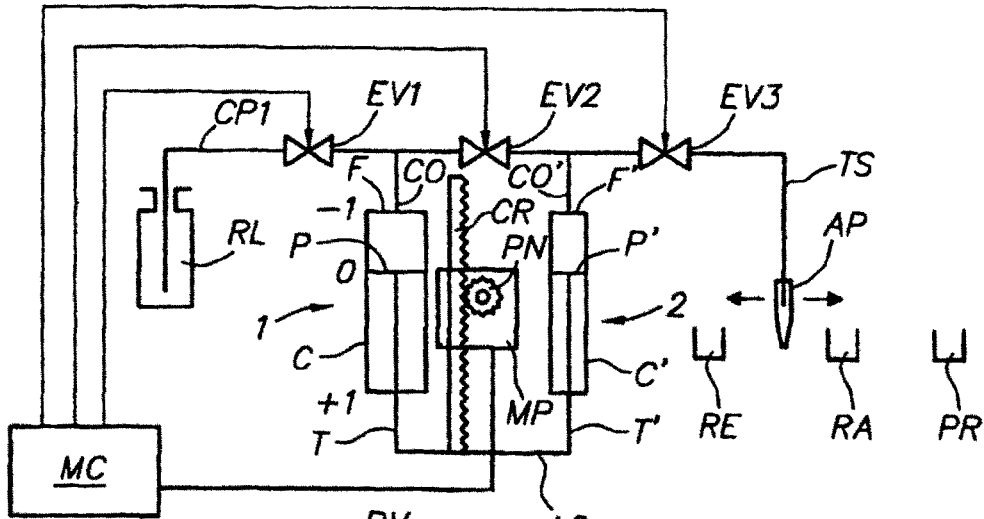


FIG.4

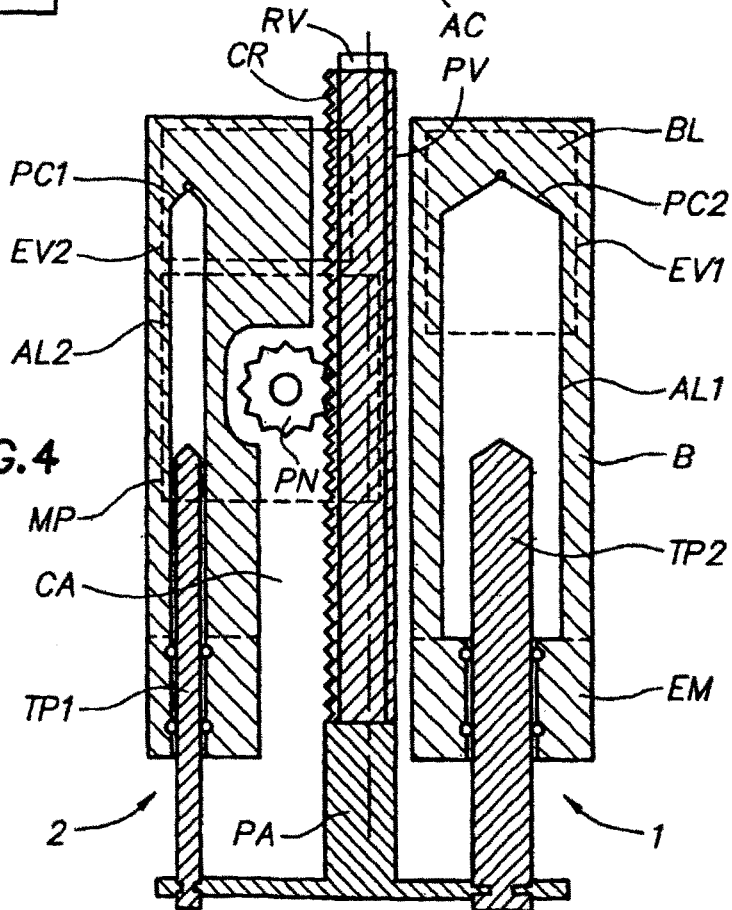


Fig.2

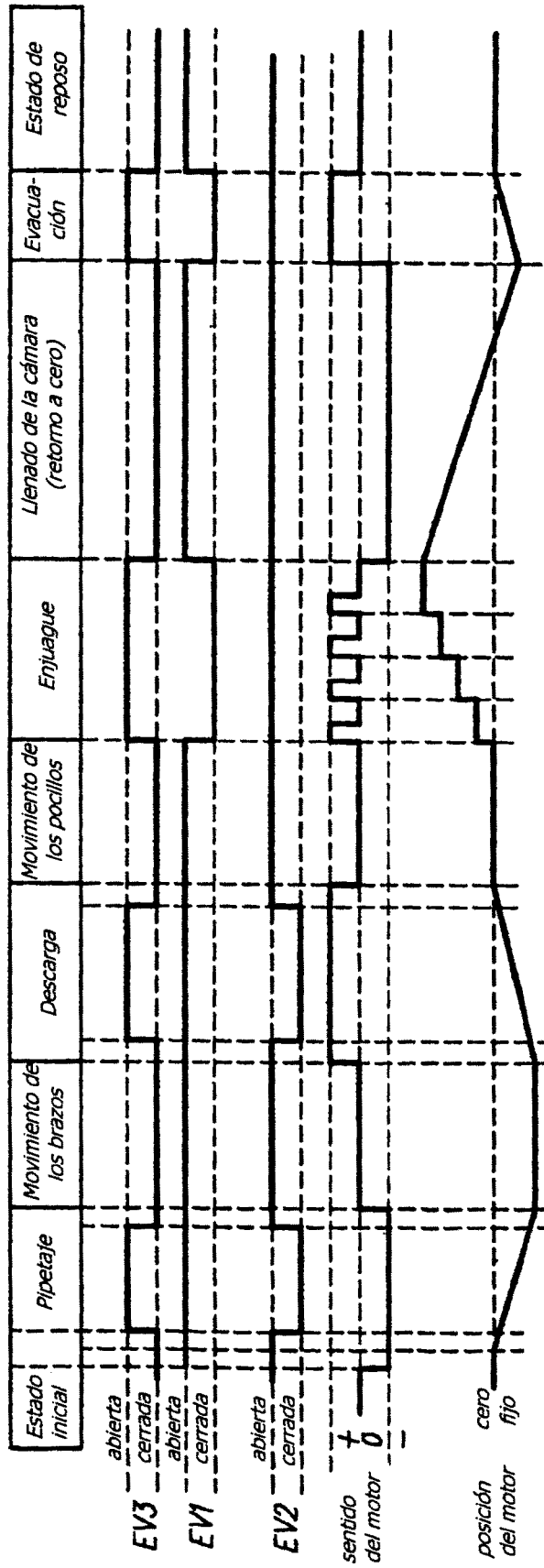
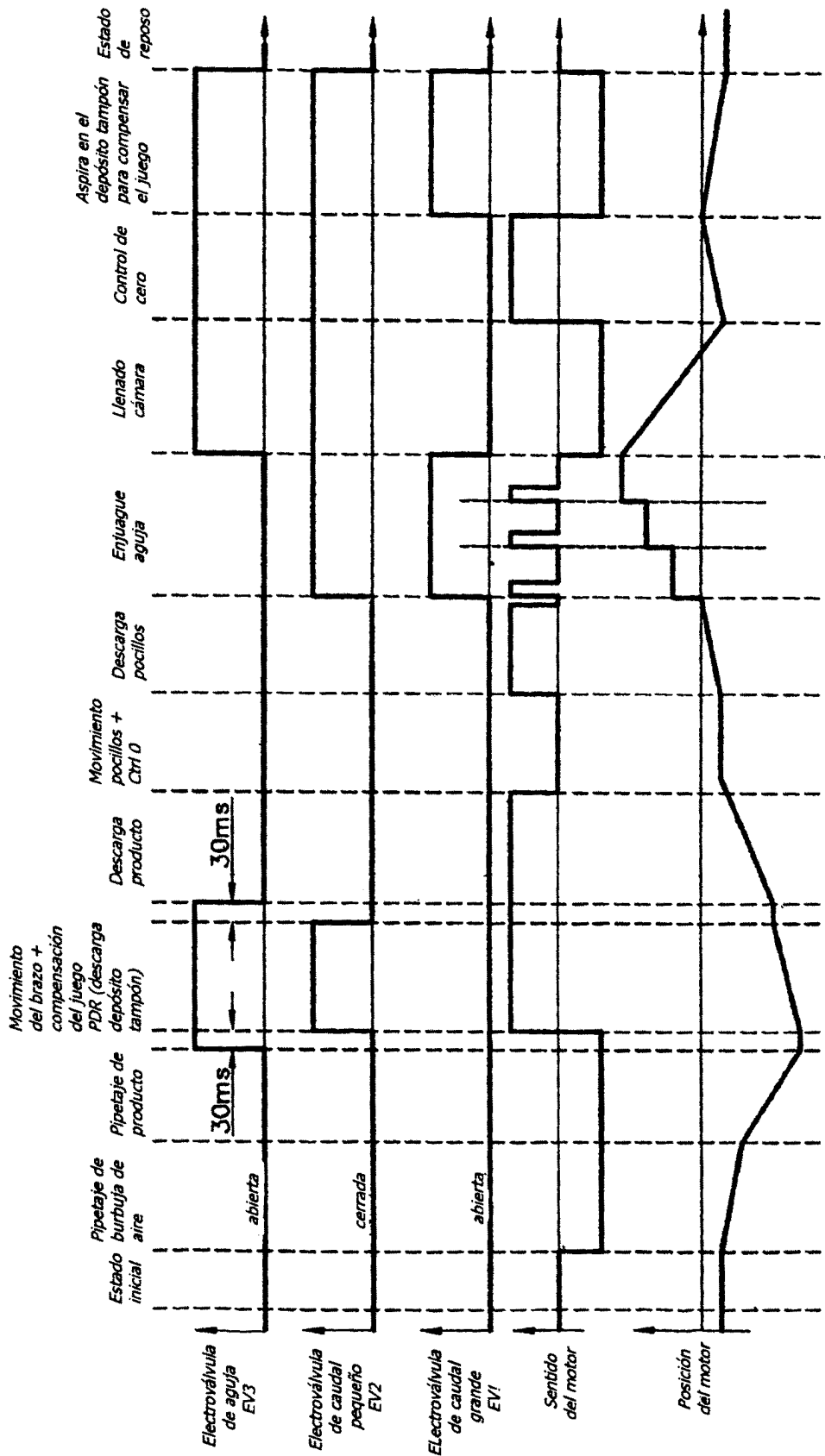


Fig.3



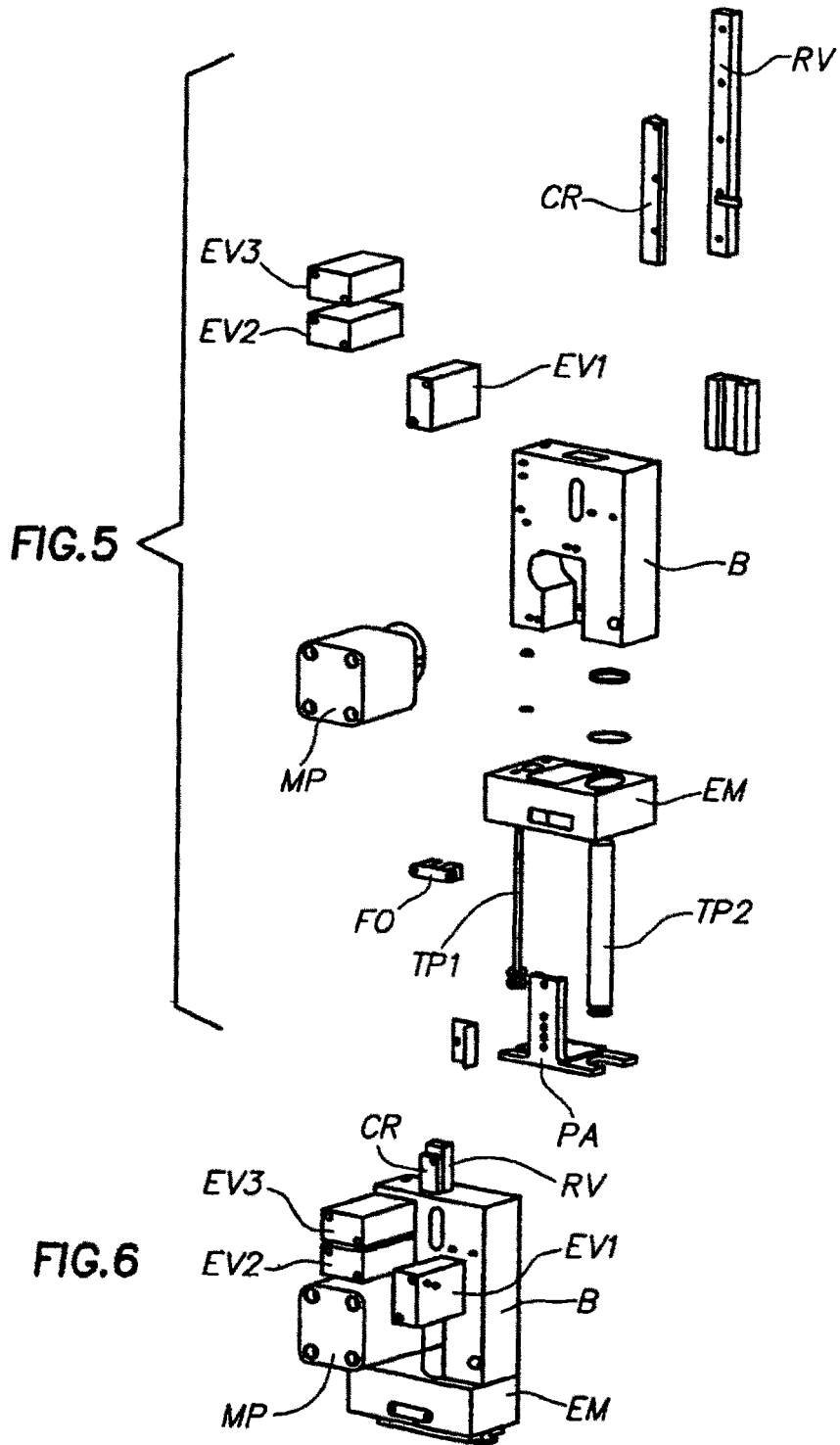


FIG. 7

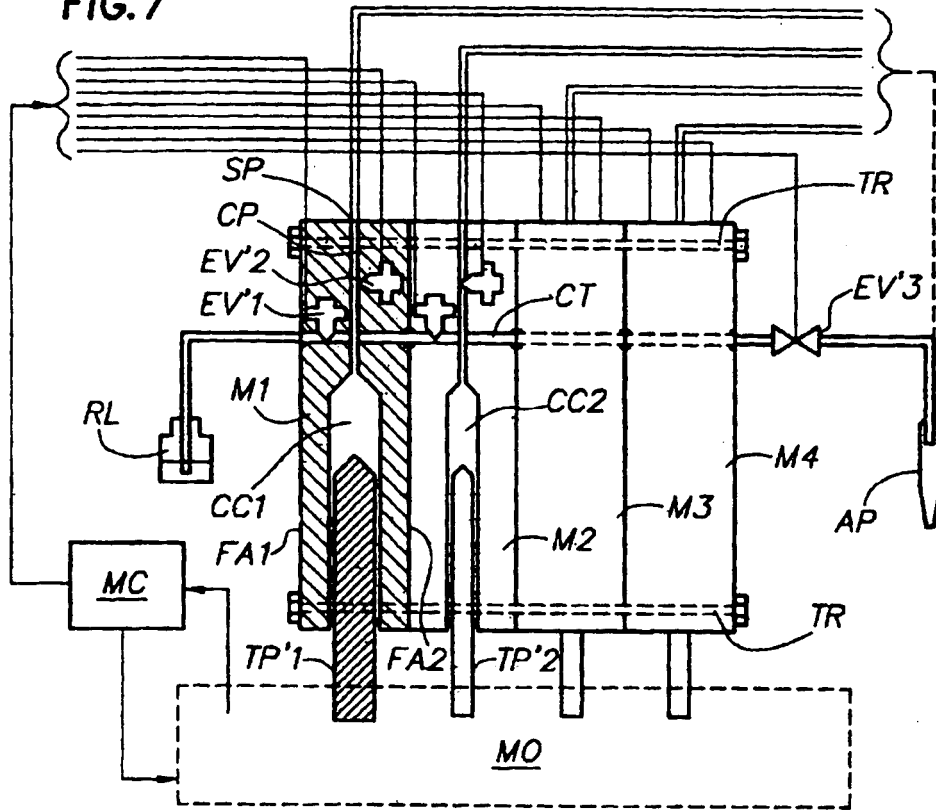


FIG. 8

