



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

Organización CSA Ltda

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
INVENTARIO

SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

21. **EXPEDIENTE No.**

00-15619

54. **TITULO**

MECANISMO PARA SUMINISTRO DE FLUIDOS

51. **CLASIFICACION INTERNACIONAL**

5/152

71. **SOLICITANTE**

BAXTER INTERNATIONAL INC.

DOMICILIO

Deerfield, Illinois, Estados Unidos de América

74. **APODERADO**

EMILIO FERRERO

Código No. 1092

22. **SANTAFE DE BOGOTA, D.C.**

00-03-03

202037



00 15619

CITI
ENT
ENC

TRAMITE: 02 EVENTO: 01 ACTUACION: 01

DATOS DEL SOLICITANTE

(71) Nombres y Apellidos o Razón Social

BAXTER INTERNATIONAL INC.

No. de identificación

Representante Legal (Persona Jurídica)

País de Domicilio

Estados Unidos de América,

Departamento o Estado

Dirección

Illinois 60015,

Ciudad

Deerfield,

(74) DATOS DEL APODERADO

Nombre

EMILIO FERRERO

Dirección y Domicilio

Carrera 4 No. 72-35 Piso 4o.,

Ciudad

BOGOTA, COLOMBIA

DATOS DEL INVENTOR

(72) Nombre del Inventor (es)

**1- Khoi Minh NGUYEN 2- Stephen O. ROSS
3- Scott Wayne BEAVER**

Identificación

1- 5426 West Henderson Place, Santa Ana, CA 92704,

Dirección

2- 3745 Southridge Way, Oceanside, CA 92056,

3- 6658 Montevideo, Rancho Santa Fe, CA 92067,

Ciudad

Estados Unidos de América, respectivamente.

DATOS DE LA PATENTE DE INVENCION

(54) Título de la Invención

MECANISMO PARA SUMINISTRO DE FLUIDOS

PRIORIDAD REIVINDICADA

SI ☒

NO ☐

TIPO DE PRIORIDAD

ANDINA ☐

UNIONISTA ☒

(33) País

US.

Fecha

04 de Marzo de 1999

No. Solicitud

09/264.199

Convención de París

Para Publicar a los ☐ 6 meses

☐ 12 meses

☒ 18 meses a partir de la fecha de la presente solicitud

Colo: 05873- 801-022-0

MR/mrm-Id-219

10 CLASIFICACION INTERNACIONAL

5/152

RESUMEN CON EL OBJETO Y LA FINALIDAD DE LA INVENCION

La presente invención proporciona una bomba de instilación para suministrar un flujo de un líquido a través de un tubo. La bomba de instilación incluye al menos dos obstructores que tienen una posición abierta y una cerrada para pinchar el tubo de forma liberable. Hay una cámara de medición dispuesta entre los dos obstructores. Se incluye un primer pistón y un segundo pistón; cada pistón tiene una posición abierta y una posición cerrada para comprimir la cámara de medición de forma liberable. En el método de la presente invención, un obstructor pincha el tubo de forma liberable cerca de la fuente de líquido en una primera ubicación. El segundo obstructor pincha el tubo de forma liberable en una segunda ubicación más abajo de la fuente de líquido y la primera ubicación. El tubo se libera en la primera ubicación y un pistón comprime el tubo entre la primera y la segunda ubicación, lo que así genera un flujo del líquido a través del tubo en un sentido hacia la fuente del líquido.

ANEXOS DE LA SOLICITUD

Certificado de Existencia y Representación Legal cuando el solicitante sea Persona Jurídica	☒
Los poderes debidamente otorgados, o mención de su protocolización ante la SIC	☒
Recibo de la tasa respectiva <i>por v/r de \$ 608.000.-</i>	☒
Recibo de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación	☐
Si se reivindica prioridad Andina:	
Copia de la primera solicitud	☐
Traducción oficial	☐
Si se reivindica prioridad Unionista:	
Copia certificada de la primera solicitud: <i>Norteamericana No. 09/264.199</i>	☒
Nota: Debe presentarse dentro de los tres (3) meses, contados a partir de la fecha de radicación de la solicitud posterior	
Traducción simple	☒
Capítulo descriptivo	☒
Dibujos, planos necesarios <i>(26 págs.)</i>	☒
Capítulo reivindicatorio	☒
Tarjeta archivo propietarios según formato	☒
Tarjeta archivo temático según formato	☒
Extracto para publicación según formato	☒
Arte final 12 x 12 cms Y 6x6 cms	☒
Otros Documentos	☐

SOLICITO LA CONCESION DE LA PATENTE DE INVENCION Y DECLARO QUE LA INVENCION ES NUEVA Y DE MI PROPIEDAD

FIRMA

Emilio Ferrero

NOMBRE EMILIO FERRERO

CC. 438.019 de Usaquén

T.P.No. 31.929

MECANISMO PARA SUMINISTRO DE FLUIDOS

Campo de la invención

La presente invención se relaciona con un mecanismo para suministro de fluidos para suministrar líquidos y otros fluidos.

Antecedentes de la invención

Los mecanismos para suministro de fluidos son conocidos en el campo. Las bombas de desplazamiento positivo son una categoría de mecanismos para suministro de fluidos que trabajan en un tubo flexible para generar una acción de bombeado. Una categoría de bombas de desplazamiento positivo que opera en el tubo flexible también se conoce como bombas de tipo válvula. En el funcionamiento de la bomba tipo válvula, un pistón comprime el tubo flexible y fuerza el líquido contenido en el tubo flexible fuera de éste. *(bomba peristáltica)*

Una aplicación de la bomba de desplazamiento positivo es la administración de líquidos intravenosos. La administración de líquidos intravenosos a un paciente es muy conocida en el campo. Típicamente, se alimenta una solución tipo salina, glucosa o electrolito de un recipiente flexible al sistema intravenoso de un paciente a través de un conducto, como ser un tubo de cloruro polivinílico, (PVC) que se accede al paciente mediante catéter. Muchas veces, se instila el fluido bajo las fuerzas de gravedad, y el ritmo de fluido se controla mediante abrazadera de rodillos que se ajusta para limitar el lumen de flujo del tubo hasta obtener la velocidad de circulación deseada.

También se conoce otro medio de regulación del flujo del recipiente al paciente distinto de la abrazadera con rodillos. Cada vez es más común utilizar una bomba de instilación controlada electrónicamente. Entre esas bombas se

incluyen, por ejemplo, las bombas tipo válvula. En esos dispositivos, un recipiente o bolsa típicamente se encarga del suministro del fluido al tubo. Un mecanismo pellizca el tubo mediante un obstructor, y típicamente dos obstructores. Un pistón, que presiona el tubo entre los obstructores, proporciona la fuerza motriz para suministrar el fluido al paciente. Cuando se suministra fluido a un paciente, se abre uno de los obstructores. Se logran distintos tamaños de bolos controlando una distancia de carrera del pistón. Se logran distintas velocidades de circulación variando la frecuencia del funcionamiento del ciclo abrir/cerrar de los obstructores y pistones.

Una desventaja que presentan las bombas de instilación del pasado es que el funcionamiento de un obstructor y/o pistón en el tubo eventualmente deforma el tubo y modifica el volumen de bombeado. Esta desventaja puede surgir por distintas razones. El funcionamiento del obstructor o del pistón puede estirar el tubo, lo que modifica el volumen que está allí contenido. El funcionamiento del obstructor o del pistón puede obligar al tubo a adoptar una forma permanente, lo que también produce una modificación del volumen que contiene el tubo. Por lo tanto, con el tiempo, esos dispositivos son menos exactos respecto de la cantidad de líquido suministrado a un paciente. Si bien se han diseñado dispositivos mecánicos que devuelven el tubo a su forma original entre los ciclos de bombeado, esos dispositivos no eliminan por completo la imprecisión inherente a las bombas de tipo válvula.

Resulta necesaria una bomba para instilación medicinal que mejore la precisión de las bombas tipo válvula. También hace falta una bomba para instilación medicinal que no pierda la precisión de suministro del bolo cuantas más veces se utiliza la bomba. Asimismo, se necesita una bomba para instilación medicinal que ofrezca estas ventajas, siga utilizando tubería estándar y se adapte fácilmente para usar en múltiples entornos clínicos.

Resumen de la invención

La presente invención proporciona un mecanismo para suministro de fluidos que mejora la precisión de las bombas tipo válvula. La presente invención proporciona un mecanismo para suministro de fluidos que no pierde precisión de suministro del bolo cuanto más se use la bomba. La presente invención proporciona un mecanismo para suministro de fluido que controla la forma del tubo durante todo el ciclo de bombeado. La presente invención también proporciona un mecanismo para suministro de fluido que se adapta fácilmente para usar en múltiples entornos clínicos. Asimismo, la presente invención proporciona un mecanismo para suministro de fluidos que se adapta fácilmente para múltiples configuraciones de bomba.

La presente invención proporciona un mecanismo para suministro de fluido para brindar un flujo de un fluido suministrable a través de un tubo. Constituyen ejemplos del fluido suministrable un líquido y un líquido medicinal. El mecanismo para suministro de fluido incluye como mínimo dos obstrutores que tienen una posición abierta y una cerrada para pinchar el tubo de forma liberable. Una porción del tubo ubicada entre los dos obstrutores forma una cámara de medición. Se incluye un primer y un segundo pistón, cada uno de los cuales tiene una posición abierta y una cerrada para comprimir de forma liberable la cámara de medición. En el método de la presente invención, un obstructor pincha de forma liberable el tubo cerca de la fuente del líquido en una primera ubicación. El segundo obstructor pincha de forma liberable el tubo en una segunda ubicación más debajo de la fuente de líquido y de la primera ubicación. El tubo está liberado en la primera ubicación y un pistón comprime el tubo entre la primera y la segunda ubicación, lo que genera un flujo de líquido a través del tubo en dirección a la fuente del líquido.

Descripción sucinta de los esquemas

La Figura 1 es un ejemplo de una bomba de instilación de fluido intravenoso en la cual se puede utilizar la presente invención.

La Figura 2 es una vista en perspectiva de la bomba de instilación de fluido intravenoso de la figura 1 en posición abierta.

La Figura 3 es una vista ampliada de la bomba de instilación de fluido intravenoso de la figura 1 que ilustra los componentes internos de la bomba de instilación de fluido intravenoso.

La Figura 4 es otra vista ampliada de la bomba de instilación de fluido intravenoso de la figura 1 que ilustra otros componentes internos de la bomba de instilación de fluido intravenoso.

La Figura 5 es un esquema de un mecanismo de suministro de fluido realizado de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Figura 6 es una vista plana de sección de un mecanismo de obstrucción realizado de acuerdo con los principios de la presente invención que utiliza un solo pistón.

La Figura 7 es una vista de sección elevada del mecanismo de obstrucción de la Figura 6.

La Figura 8 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje A-A de la figura 6.

La Figura 9 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje B-B de la figura 6.

La Figura 10 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje C-C de la figura 6.

La Figura 11 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje D-D de la figura 6.

La Figura 12 es una vista seccional del obstructor inferior de la

figura 6 tomada a lo largo del eje E-E de la figura 6.

La Figura 13 es una vista seccional del obstructor superior de la figura 6 tomada a lo largo del eje F-F de la figura 6.

La Figura 14 es un diagrama de un sistema realizado de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Figura 15 es un esquema de un diseño de válvula/obstructor/pistón realizado de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Figura 16 es un diagrama de un perfil operativo del diseño de válvula/obstrucción/pistón de la figura 15.

La Figura 17 es un esquema de una realización alternativa de un diseño de válvula/obstructor/pistón según los principios de la presente invención.

La Figura 18 es un diagrama del perfil de operación del diseño de válvula/obstructor/pistón de la figura 17.

La Figura 19 es un esquema de una realización alternativa de un mecanismo de suministro de fluido según los principios de la presente invención que utiliza dos pistones.

La Figura 20 es una vista de sección plana de una realización alternativa de un mecanismo de obstrucción según los principios de la presente invención que utiliza dos pistones.

La Figura 21 es una vista de sección elevada del mecanismo de obstrucción de la figura 20.

La Figura 22 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje A-A de la figura 20.

La Figura 23 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje B-B de la figura 20.

La Figura 24 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje C-C de la figura 20.

La Figura 25 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje D-D de la figura 20.

La Figura 26 es un esquema de un diseño de doble pistón de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Figura 27 es un diagrama de perfil operativo de una instalación de alto volumen del diseño de doble pistón de la figura 26.

La Figura 28 es un diagrama del perfil de operación de una instalación de volumen medio del diseño de doble pistón de la figura 26.

La Figura 29 es un diagrama de perfil de operación de una instalación de volumen bajo del diseño de doble pistón de la figura 26.

La Figura 30 es una realización alternativa de un mecanismo de suministro de fluido según los principios de la presente invención que utiliza un mecanismo accionado por leva.

La Figura 31 es una vista de sección transversal del eje de la leva de la figura 30.

La Figura 32a es un diagrama de perfil de operación del mecanismo de obturación de la figura 30.

La Figura 32b es un diagrama de perfil de operación del mecanismo del obturador de la figura 30 que ilustra la relación de una posición angular de leva con una posición de un obstructor y un pistón.

Descripción detallada de una realización preferida

Con respecto a la figura 1, en general se hace referencia a un ejemplo de un dispositivo para suministro de fluido en el cual se puede utilizar la

presente invención como 210. Mientras que el ejemplo aquí descrito es una bomba de instilación intravenosa ambulatoria, es posible aplicar los principios de la presente invención a una cantidad de entornos de suministro de fluido distintos. La bomba 210 incluye una porción del cuerpo principal 214 y al menos un mecanismo de suministro de fluido 216. Asimismo, la bomba 210 incluye una tapa 212.

Con respecto a la figura 2, la bomba 210 de la figura 1 se ve en posición abierta. Al menos un mecanismo para suministro de fluido 216 está ubicado dentro del cuerpo principal 214 de la bomba 210. El mecanismo para suministro de fluido 216 incluye un canal de carga de tubo 228 en el cual se carga un tubo 28 en la bomba 210. El mecanismo para suministro de fluido 216 puede, además, incluir una función de carga de tubo. Relacionada con el mecanismo para suministro de fluido 216 se encuentra una placa inferior 229. Relacionada con una tapa 212 está una placa superior 227. Hay mecanismos receptores 281, 283 dispuestos en la placa inferior 229. Hay mecanismos de enganche 291, 293 dispuestos en la placa superior 227 y asociados operativamente con mecanismos receptores 281, 283.

Con respecto ahora a la figura 3, se describe una vista ampliada de la bomba 210 de la figura 1. La bomba 210 incluye, además, una almohadilla ⁶216 dispuesta sobre la tapa 212, que brinda acceso por teclado a la bomba 210. La almohadilla 216 tiene una ventana para pantalla 217. En la realización preferida, la pantalla 217 puede ser de ^{Liquid Crystal Display}LCD. La bomba 210 incluye un control electrónico 230 para controlar el funcionamiento de la bomba 210. Hay un mecanismo de obstrucción 240 dispuesto dentro de la bomba 210; dicho mecanismo 240 proporciona los medios para mover un fluido a través del tubo 228, como se describe en detalle a continuación. También hay dispuesta en la bomba 210 una fuente de alimentación 232, que proporciona una fuente de energía para operar la bomba 210. En la realización ambulatoria preferida descrita en la presente, la fuente de alimentación 232 es una

serie de baterías. Incluidas en el mecanismo de obstrucción 240 hay válvulas solenoides 242, 243, 244 y 245. Las funciones de las válvulas solenoides 242, 243, 244 y 245 se describen a continuación en más detalle.

Con respecto a la figura 4, se trata de una vista ampliada de la bomba 210 que ilustra los componentes internos de la bomba 210. La bomba 210, además, incluye obstrutores 252, 262 y pistones 272, 273. La función de los obstrutores 252, 262 y pistones 272, 273 se describe a continuación en más detalle.

Con respecto ahora a la figura 5, se ve un esquema de un mecanismo de suministro de fluido realizado de acuerdo con los principios de la presente invención. Se incluye un recipiente flexible para fluido 23 lleno de un líquido y conectado al tubo 28. El recipiente para fluido 23 está cargado en una cámara del dispositivo para suministro de fluido (no indicada). En una realización, es posible colocar opcionalmente el recipiente 23 entre una placa fija 22 y una vejiga inflable 24. En el exterior de la vejiga inflable 24 hay un límite 26. El objetivo del límite 26 es limitar la inflamación de la vejiga 24 para que ésta empuje contra el recipiente 23 al momento de inflarse. La vejiga 24 puede ser una cámara accionada por fluido.

Cuando el tubo 28 está cargado en el dispositivo de suministro de fluido, un segmento del tubo 28 está previamente comprimido entre una primera placa fija 75 y un pistón 73. El tubo 28 está precomprimido para una posición no obstruida. Dos obstrutores 152, 162 están ubicados con uno de cada lado del pistón 73 para pinchar el tubo 28. Hay una cámara de medición dispuesta entre los obstrutores 152, 162. El obstructor ubicado del lado del recipiente de fluido 23 del pistón 73 se denomina obstructor superior 152 y el otro se denomina inferior 162.

La precompresión del tubo 28 da por resultado una forma aproximadamente ovalada de sección transversal para un tubo redondo. La precompresión del tubo también produce un vacío parcial en él. Al precomprimir el

tubo en una forma ^{versal} transseccional aproximadamente ovalada, el volumen de bolo suministrable por distancia de recorrido de la unidad del pistón 73 es mayor que el volumen de bolo suministrable sin usar la precompresión. Además, la precompresión del tubo lo mantiene en estado pretensionado, lo que proporciona una fuerza para devolver el tubo a la forma que aceptó debido a la precompresión después de liberada la otra compresión del tubo por parte del pistón. Además, la precompresión impide una sobreextensión del tubo durante la generación de un flujo de líquido a través del tubo en dirección a la fuente del líquido. Cada uno de estos aspectos de precompresión está explicado en detalle a continuación.

El máximo volumen de bolo que se puede lograr se puede describir mediante la siguiente ecuación:

$$V_b = (V_d/T) (N_c/T)$$

$$= V_d N_c; \text{ donde,}$$

$$V_b = \text{volumen de bolo;}$$

$$V_d = \text{menor velocidad de flujo/volumen suministrado;}$$

$$T = \text{tiempo en el cual se suministra el volumen de bolo; y}$$

$$N_c = \text{cantidad de ciclos de suministro.}$$

Suele ser deseable que el radio de doblado que realiza el tubo como resultado de la precompresión sea igual o mayor que el espesor de pared del tubo. Esto es para minimizar las tensiones del tubo durante la precompresión que puede producir una reducción del módulo flexural del tubo. Al aplicar esta limitación de radio, la distancia de carrera máxima del pistón se define del siguiente modo:

$$St_{\max} = ID_{\min} - 2W_{\max}; \text{ donde}$$

$St_{\max}$ = máxima distancia de carrera;

$ID_{\min}$ = diámetro interior mínimo del tubo; y

$W_{\max}$ = espesor máximo de la pared del tubo.

El volumen del bolo teórico se puede definir como una función de la longitud del tubo que reside entre el obstructor superior e inferior y el diámetro del tubo como los cambios de diámetro durante el suministro del volumen del bolo. En consecuencia, se puede definir el volumen del bolo del siguiente modo:

$$V_b = V_o - V_r; \text{ donde}$$

V_b = el volumen del bolo;

V_o = el volumen original del tubo;

V_r = el volumen de fluido que queda en el tubo después de suministrar el volumen de bolo.

Se puede calcular V_r del siguiente modo:

$$V_r = V_a + V_f; \text{ donde}$$

V_a = el volumen de un arco ovalado que tiene un diámetro de arco D_a ;

$$\begin{aligned} V_a &= \pi P_L (D_a/2)^2 \\ &= \pi P_L [(D_a/2)(D_a/2)] \\ &= \pi P_L [D_a^2/4]; \text{ donde} \end{aligned}$$

P_L = la longitud del pistón;

V_f = el volumen de un segmento plano de óvalo que tiene una longitud L_f

$$V_f = D_a L_f P_L$$

$$D_a = ID - S_t; \text{ donde}$$

ID = el diámetro interior del tubo, y

$$S_t = (C_i - L_a)/2$$

$$= [(\pi ID) - (\pi D_a)]/2$$

$$= [\pi ID - \pi(ID - S_t)]/2$$

$$= (\pi S_t)/2; \text{ donde}$$

$$C_i = \text{la circunferencia}$$

interior del tubo;

$$\begin{aligned} V_a &= \pi P_L (D_a/2)^2 \\ &= \pi P_L [(ID - S_t)/2]^2 \\ &= \pi P_L \{[(ID - S_t)(ID - S_t)]/4\} \\ &= \pi P_L \{[ID^2 - 2IDS_t + S_t^2]/4\}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f &= D_a L_f P_L \\ &= P_L [ID - S_t] (\pi S_t)/2 \\ &= \pi P_L [ID - S_t] (S_t/2) \\ &= \pi P_L [IDS_t - S_t^2/2] \\ &= \pi P_L [(2IDS_t - 2S_t^2)/4]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_r &= V_a + V_f \\ &= \pi P_L \{[ID^2 - 2IDS_t + S_t^2]/4\} + \pi P_L \{2IDS_t - 2S_t^2/4\}; \\ &= \pi P_L \{[ID^2 - 2IDS_t + S_t^2] + (2IDS_t + 2S_t^2)]/4\}. \end{aligned}$$

Si se combinan los términos arriba desarrollados, se obtiene:

$$\begin{aligned} V_b &= V_o - V_r \\ &= \pi P_L [ID^2/4] - \pi P_L \{[ID^2 - S_t^2]/4\}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \pi P_L \{ [ID^2/4] - [(ID^2 - S_t^2)/4] \} \\
 &= \pi P_L [ID^2 - ID^2 - S_t^2]/4 \\
 &= \pi P_L S_t^2/4.
 \end{aligned}$$

De este modo se puede ver que debido a la precompresión, por medio de la cual el tubo adopta una forma aproximadamente ovalada, el volumen del bolo no depende de la magnitud del diámetro interior del tubo. Asimismo, puesto que la forma del tubo cambia de redonda a ovalada, el volumen del bolo no cambia en forma lineal respecto de la distancia de recorrido del pistón.

Cuando el pistón 73 empuja el tubo 28, durante una distancia de recorrido fija, el volumen de bolo suministrado será menor cuando se empieza con un tubo redondo, comparado con el caso en que se utiliza un tubo ovalado 28 al comienzo del recorrido del pistón 73. Pero debido a que la distancia del recorrido es fija, la energía que se consume al mover le pistón en el recorrido será la misma independientemente de la forma del tubo al principio. Por lo tanto, precomprimir el tubo 28 ocasiona un menor consumo de energía para empujar el fluido por el tubo 28 para un volumen de bolo dado. Cuando se deja de empujar el tubo 28 con el pistón 73, se retira el pistón 73 para que se restaure la precompresión del tubo 28. Por lo tanto, se descomprime el tubo 28 a una segunda posición no relajada.

Las Figuras 6 a 13 describen una realización de un mecanismo de obstructor 40 hecho según los principios de la presente invención. La Figura 6 es una vista de sección plana del mecanismo de obstructor 40. La Figura 7 es una vista de sección elevada del mecanismo de obstructor 40.

El obstructor superior 152 y el inferior 162 están cargados con resorte para derivar los obstructores 152, 162 a una posición cerrada. El pistón 73 está cargado con resorte para derivar el pistón 73 a una posición abierta. Los obstructores

152, 162 y el pistón 73 están conectados a cilindros neumáticos, accionados con aire comprimido y controlados por controlador (no indicado). Cada cilindro neumático relacionado con los obstructores 152, 162 preferiblemente se controla mediante válvula solenoide de 3 vías 43, 45 y el cilindro neumático asociado con el pistón 73 preferiblemente se controla mediante válvula solenoide 42. Es posible usar las dos válvulas solenoides 42, 44 para controlar el cilindro neumático asociado con el pistón 73, según el diseño neumático y las secuencias de operación controladas del mecanismo de obstrucción 40.

Para garantizar que el tubo 28 se abra y esté listo para suministro, el obstructor inferior 162 se abre antes que el pistón 73 y se mueve a una posición cerrada. Para evitar el flujo inverso, también se cierra el obstructor inferior 162 antes de que el pistón 73 vuelva a la posición abierta.

No se abre el obstructor superior 152 durante el período de apertura del obstructor inferior. Este método de secuencias de operación está diseñado para evitar la circulación libre del fluido.

Los obstructores superior e inferior 152, 162 son válvulas mecánicas que abren y cierran el trayecto del fluido entre el recipiente 23, la cámara de medición y el extremo distante del tubo 28. Los obstructores superior e inferior 152, 162 también permiten que el líquido llene la cámara de medición y salga de ella sin flujo libre o flujo inverso de líquido.

Los obstructores superior e inferior 152, 162 normalmente están cerrados. Dichos obstructores 152, 162 pinchan el tubo 28 mediante una fuerza preferiblemente de unas 2,5 libras generadas por el resorte precargado. Tanto el obstructor superior como el inferior 152, 162 están diseñados para que se pueda regular la fuerza del resorte precargado. Dicha fuerza debe ser suficiente para que los obstructores 152, 162 puedan pinchar el tubo 28. El pistón 73 está diseñado como

placa móvil para aplicar presión al tubo 28. Con preferencia, se realiza el pistón de aluminio, aunque hay otros materiales, metales y plásticos, adecuados para realización. Opcionalmente, la placa 75 está configurada como canal que de modo operativo recibe al pistón 73. La placa 75 y el pistón 73 están ubicados dentro del mecanismo de obstrucción 40.

Del mismo modo, es posible realizar el mecanismo de obstrucción 40 de aluminio u otro material apropiado. El mecanismo de obstrucción 40 está realizado con tres cilindros neumáticos incorporados para el funcionamiento de los obstrutores superior e inferior 152, 162 y del pistón 73. Cada uno de los cilindros neumáticos asociados con los obstrutores superior e inferior 152, 162 está conectado directamente a la válvula solenoide en línea. El pistón 73 está conectado al menos a una válvula solenoide en línea.

La Figura 8 presenta una vista de sección elevada del mecanismo de obstrucción 40 tomada a lo largo del eje A-A de la figura 6. Se muestra el obstructor superior 152 en posición cerrada y, del mismo modo, se muestra el pistón 73 en posición cerrada. Tanto el obstructor inferior 162 como el pistón 73 se muestran en posición abierta. Se muestra la posición de la válvula solenoide 42 operativamente asociada con el pistón 73.

La Figura 9 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje B-B de la figura 6. Se ilustra la conexión neumática de entrada 47 entre la válvula solenoide 42 y el pistón 73.

La Figura 10 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje C-C de la figura 6. Se puede ver la ubicación de la conexión neumática desde la válvula solenoide 43 y desde la válvula solenoide 45 hasta el obstructor superior 152 y el obstructor inferior 162.

La Figura 11 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del

eje D-D de la Figura 6. Se ilustra la conexión neumática de salida 82 entre la válvula solenoide 42 y el pistón 73.

Las Figuras 12 y 13 ilustran vistas de sección elevadas de los obstructores inferior y superior 162, 152, respectivamente. La Figura 12 es una sección tomada a lo largo del eje E-E de la figura 6, donde la figura 10 es una sección tomada a lo largo del eje F-F de la figura 6. En la figura 12, se puede ver el obstructor superior en posición cerrada pinchando el tubo 28. En la figura 13, se muestra el obstructor inferior ⁵162 en posición abierta.

En una realización, se utiliza un compresor de aire convencional y existente en el comercio, para proporcionarle al mecanismo de obstrucción 40 y a la vejiga 24 toda la presión de aire. Como alternativa, se puede usar un compresor de aire para suministrar presión de aire a la vejiga 24, y se puede usar un segundo compresor de aire para suministrar presión de aire al mecanismo de obstrucción 40. También se puede utilizar una pluralidad de compresores de aire.

Con respecto ahora a la figura 14, se ve un diagrama de un sistema realizado de acuerdo con los principios de la presente invención. El sistema utiliza un compresor de fluido 39. Una fuente de alimentación 32 alimenta un control de válvula 35. El control de válvula 35 controla una válvula de control de vejiga 31. La válvula de control de vejiga 31 proporciona aire comprimido a la vejiga 24 que, a su vez, presiona el recipiente 23 para crear una fuente de líquido presurizado.

La fuente de alimentación 32 también alimenta un control 33 y el compresor 39. El control 33 controla el compresor 39 que se utiliza para generar presión de fluido para guardar en un tanque de almacenamiento de energía 37. El tanque de almacenamiento de energía 37 permite el funcionamiento intermitente del compresor 39, lo que conserva la fuente de alimentación 32. En la realización preferida, el fluido es aire. El control 33 también controla un circuito de retención y

corriente de fuga de la solenoide opcional 36. El circuito de retención y corriente de fuga de la solenoide 36 controla los solenoides que controlan el mecanismo de obstrucción 40. A falta de circuito de retención y corriente de fuga 36 el control 33 directamente controla el mecanismo de obstrucción 40. El control 33 controla el circuito de retención y la corriente de fuga de la solenoide 36. Se distribuye el aire comprimido desde el tanque de almacenamiento de energía 37 hasta el mecanismo de obstrucción 40, incluyendo el obstructor superior 152 y el inferior 162, el pistón 73, y la vejiga 24. A continuación se amplía la descripción del funcionamiento de las válvulas solenoides.

Preferiblemente, el tanque de almacenamiento de energía 37 está realizado de aluminio soldado de unos 0,3175 cm (0,125 pulgadas) de espesor con una capacidad de unos 315 cm³ (19,2 pulgadas cúbicas). Sin embargo, es posible utilizar otros materiales y métodos de realización, así como otros tamaños. Se puede construir el tanque de almacenamiento de energía 37 para que contenga de modo seguro la presión de aire necesaria para operar la vejiga 24, los obstructores superior e inferior 152, 162 y los pistones 73. La presión puede variar de 1 psig (presión manométrica) a 50 psig y, con preferencia, de 3 psig a 15 psig. Se puede seleccionar el tamaño del tanque de almacenamiento de energía 37 y la presión de aire para minimizar el tiempo de trabajo del compresor de aire y así conservar energía. El obstructor superior e inferior 152, 162 con preferencia trabaja a una presión de aire de 9 psig con una escala de 7 psig a 11 psig, mientras que la vejiga 24 funciona a una presión de aire de 3 psig con una escala de 2 psig a 4 psig.

Cuando la presión del tanque de almacenamiento de energía 37 cae por debajo de un punto fijo mínimo, según determina un transductor de presión (no indicado) que es parte del control 33, el control 33 activa el compresor de aire 39 para volver a llenar el tanque de almacenamiento de energía 37, lo que aumenta la presión

de aire en dicho tanque 37 hasta una presión máxima determinada por un segundo transductor de presión. La escala de presión definida por los puntos fijos de los transductores de presión se denomina envolvente de presión operativa.

Monitorea la presión de la vejiga 24 un transductor de presión y la controla el control 33. La presión de aire de la vejiga 24 se aplica al recipiente de fluido 23. La presión del recipiente 23 se aplica al tubo 28. Cuando el fluido escapa del recipiente 23, la presión de la vejiga 24 se reduce a un punto fijo inferior de presión determinado por un transductor. En ese punto, el control 33 activa una válvula solenoide para permitir que el aire comprimido fluya a la vejiga 24 y así aumente su presión de aire hasta alcanzar un punto fijo superior de presión de aire determinado por el transductor de presión. Luego el control 33 reactiva la válvula solenoide para cortar y aislar la presión entre el tanque de almacenamiento de energía 37 y la vejiga 24.

Las válvulas solenoide, por ejemplo, están disponibles de PACKER CORPORATION. Con preferencia, las válvulas solenoides tienen una tensión de funcionamiento de 1 a 12 voltios de CC, un consumo de energía ^{a potencia} de 50 milivatios a 1000 milivatios, y un tiempo de respuesta de 1 milisegundo a 1000 milisegundos. El índice de flujo a través de las válvulas solenoides es de 0,25 mL/minuto ($6,6 \times 10^{-5}$ galones/minuto) a 1000 mL/minuto (0,26 galones/minuto). La válvula solenoide utilizada para controlar la presión de la vejiga tiene una tensión de funcionamiento de 4 voltios CC y un consumo de energía de unos 500 milivatios.

Un microprocesador 36, incluido en el control 33, incluye una pluralidad de programas independientes. El microprocesador 36 también puede incluir una pluralidad de microprocesadores. Un programa controla la vejiga 24 y el otro programa controla el mecanismo de obstrucción 40. Se sabe que cuanto más se expande la vejiga 24, transfiere con menos eficacia energía al recipiente 23. Por lo

tanto, el programa del microprocesador está diseñado para que el punto fijo de presión de la vejiga 24 aumente una determinada presión en cada ciclo de recarga. Este incremento de presión se denomina presión de compensación de eficacia de la vejiga o presión de ajuste. Idealmente, la presión de la vejiga 24 es tan baja como sea posible para evitar fugas o explosiones del recipiente 23 y la expansión interna del tubo 28, pero tan fuerte para empujar el líquido fuera del recipiente 23. El programa también controla periódicamente la presión del tanque de almacenamiento de energía 37 y la presión de la vejiga 24.

El programa utilizado para operar el mecanismo de obstrucción 40 cumple tres funciones primarias: interfaz de usuario, control de presión de funcionamiento y control de sincronización de funcionamiento. Una subrutina Munich u otra de presión de ajuste conocida en la materia se incluye en el programa utilizado para controlar la vejiga 24. Cuando se extiende la vejiga 24, determinado por la actividad del compresor acumulador sensible 39, se desvía hacia arriba el punto fijo máximo de presión. Este método de control de presión acumulativa reduce la ineficacia de la transferencia de energía a través de la vejiga 24; por lo tanto, la cámara de medición se llena consistentemente y produce volúmenes de bolo consistentes, lo que lleva a una mayor precisión de velocidad de flujo.

Cuando se activa el dispositivo de suministro de fluido, al accionar un interruptor, el programa que controla la vejiga 24 ejecuta una verificación automática. Una vez completada con éxito la verificación, el programa inicia la presurización de la vejiga 24 y comienza un control de los componentes neumáticos del dispositivo para suministro de fluido para detectar fugas, y controla la posición de los obstructores 152, 162 y del pistón 73. La prueba de fugas demora unos 30 segundos; durante este tiempo, si se permite que el líquido escape del recipiente 23, falla la prueba de fugas y probablemente se active una alarma. Si no hay fugas, el

programa indica una señal de listo emitiendo un zumbido alto-bajo. Luego, el programa verifica el ingreso de usuario, preferiblemente como contraseña, desde la interfaz del usuario 38. Desde el momento en que se activa la alimentación, el programa activa periódicamente la secuencia antes descrita si no se recibe ninguna contraseña. Si durante esta secuencia la presión de aire cae por debajo de los puntos fijos, el microprocesador activa el compresor de aire 39. Es posible utilizar otros programas.

La interfaz de usuario 38 incluye tres funciones: un panel de programación, una pantalla de LCD, y un puerto de comunicaciones IR. El panel de programación incluye un teclado que se utiliza para programar, por ejemplo, las velocidades de flujo, los volúmenes de bolo, la cantidad de dosis, el volumen que se debe instilar, el tiempo de suministro, el estado del dispositivo de suministro de fluido, y/o la presión que se debe aplicar a los obstructores superior e inferior 152, 162. También se puede utilizar el teclado para programar una secuencia de operaciones para el mecanismo de obstrucción 40. Cada pulsación de la tecla se reconoce con un sonido corto. Se puede seleccionar un volumen para instilar de una lista de volúmenes de bolo que incluye, por ejemplo, 5 ml (0,00132 galones), 10 ml (0,00264 galones), 50 ml (0,0132 galones), 100 ml (0,0264 galones), 250 ml (0,066 galones), 300 ml (0,079 galones) y 999 ml (0,264 galones). Con preferencia, se puede seleccionar los índices de flujo de una lista que incluye, por ejemplo, 0,5 ml/h (0,000132 galones/hora), 1ml/h (0,000264 galones/hora), 2 ml/h (0,000528 galones/hora), 3 ml/h (0,000793 galones/hora), 4 ml/h (0,00106 galones/hora), 5 ml/h (0,00132 galones/hora), 10 ml/h (0,00264 galones/hora), 20 ml/h (0,00528 galones/hora), 50 ml/h (0,0132 galones/hora), 100 ml/h (0,0264 galones/hora), y 200 ml/h (0,0528 galones/hora). El estado del dispositivo de suministro del fluido es direccionable a través de un interruptor utilizado para activar y/o detener el dispositivo de suministro

de fluido. Cuando se acciona el interruptor, el microprocesador 36 inicia la infusión basada en los parámetros programados que se reciben de la interfaz del usuario 38, y se opera según un ciclo de tiempo ingresado a través del puerto de comunicación IR. Se vuelve a pulsar el interruptor para detener el suministro de fluido. También se puede incluir un interruptor de menú que permita una vista preliminar del estado de suministro de fluido.

La presión que se aplica a los obstrutores superior e inferior 152, 162 es direccionable a través de un interruptor de carga que activa manualmente la ventilación de las válvulas solenoides 42, 44 del pistón 73, respectivamente, y presuriza las válvulas solenoides 43, 45 que controlan los obstrutores superior e inferior 152, 162, respectivamente. Esta función está diseñada para facilitar la carga del tubo 28 en el mecanismo de obstrucción 40.

La [pantalla de] LCD proporciona una salida visual de los parámetros programados de suministro de fluido. Por ejemplo, cuando se usa como bomba de instilación, la [pantalla de] LCD indica volumen del bolo, velocidad de flujo y estado, y también indica un volumen actual acumulativo de líquido suministrado a un paciente. El volumen actual acumulativo se determina sobre la base de la cantidad de veces que se ha suministrado un volumen de bolo a un paciente.

El puerto de comunicaciones IR examina y/o modifica los parámetros de operación del dispositivo de suministro de fluido, incluyendo la sincronización del suministro de un volumen de bolo, el volumen de bolo, y los parámetros de presión de funcionamiento. Un programa muestra un menú de parámetros junto con la configuración actual cuando se activa la alimentación del dispositivo de suministro de fluido cuando un usuario o siempre que un usuario solicite esa indicación a través de la interfaz del usuario 38. Se mantienen los parámetros de operación en una memoria programable y borrrable de sólo lectura

(EPROM) y los cambios realizados son persistentes.

El programa de mecanismo de obstrucción también controla el compresor de aire 39 que suministra el aire comprimido al tanque de almacenamiento de energía 37; el aire comprimido del tanque de almacenamiento de energía 37 se utiliza para operar los obstrutores superior e inferior 152, 162 y el pistón 73. Se puede ajustar un punto fijo de presión y un envolvente de presión a través del puerto de comunicaciones IR. La presión del tanque de almacenamiento de energía 37 no es fundamental para el rendimiento del mecanismo de obstrucción 40 para que la presión permanezca sobre un nivel mínimo que se define sobre la base de los requisitos de presión operativa de los componentes del mecanismo de obstrucción 40.

El programa del mecanismo de obstrucción también controla la sincronización de las válvulas solenoides 42, 43, 44, 45 y la sincronización del suministro del líquido. Se utiliza un programa de control de sincronización de la válvula solenoide para operar los obstrutores superior e inferior 152, 162 y el pistón 73.

El programa de control de sincronización programado se basa en la velocidad de flujo seleccionada y el tamaño de bolo. Cuando la velocidad de flujo y el tamaño de bolo se ingresan a través de la interfaz de usuario 38, el programa calcula automáticamente el tiempo programado para suministro. Por ejemplo, para encontrar el cronograma para suministrar a una velocidad de flujo de 100 ml/h con un tamaño de bolo de ,083 ml, primero el programa supone que el tamaño de bolo es consistente durante todo el suministro. Para suministrar 100 ml a ,083 ml por bolo, se necesitan 1204,8 ciclos de suministro; para operar el mecanismo de obstrucción 40 a 1204,8 ciclos por hora, o 3600 segundos, el mecanismo de obstrucción 40 ejecuta un ciclo en 2988 segundos. En consecuencia, se puede calcular el cronograma de suministro.

Con respecto a la figura 15, se muestra un esquema de un diseño que utiliza tres válvulas solenoides con un solo pistón, para usar en el mecanismo de obstrucción 40. Se utiliza la válvula solenoide 43 para controlar el obstructor superior 152, la válvula solenoide 45 para controlar el obstructor inferior 162, y la válvula solenoide 42 para controlar el pistón 73.

Con respecto a la figura 16, se presenta un perfil operativo del mecanismo de obstrucción 40 que utiliza el diseño de la figura 15. Se alimenta la válvula solenoide 45, y se conectan los puertos común y normalmente cerrados, lo que permite que la presión de aire entre en el cilindro neumático del obstructor inferior 162, y empuje contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor inferior 162. Esta acción permite que el líquido salga de la cámara de medición cuando el pistón 73 empuja el tubo 28. El obstructor inferior 162 sigue abierto (la válvula solenoide 45 sigue alimentada) durante el movimiento de avance del pistón 73 y hasta que el pistón 73 llega al recorrido máximo durante el período (m). Transcurrido el período (m), se desactiva la válvula solenoide 45 y los puertos comunes y normalmente abiertos se conectan para ventilar el cilindro neumático del obstructor inferior 162. En este momento, el resorte precargado aplica una fuerza para pinchar el tubo 28 en el obstructor inferior 162.

Una vez abierto el obstructor inferior 162 para el período (c), se activa la válvula solenoide 46 y los puertos común y normalmente cerrados se conectan y permiten que la presión de aire entre en el cilindro neumático del pistón 73, lo que empuja contra la fuerza del resorte precargado para activar el pistón 73 hacia delante por el período (d). El período (d-e) está diseñado para permitir suficiente tiempo para que la válvula solenoide 42 esté abierta, de modo que se acumule suficiente presión dentro del cilindro neumático del pistón 73. Luego se desactiva la válvula solenoide 42, y ventila el cilindro neumático del pistón 73 para permitir que

el pistón 73 vuelva a su posición original.

Aunque se muestren las funciones temporales como funciones de pasos, son posibles las funciones no lineales.

Después de desactivar la válvula solenoide 45 por el período (f), se alimenta la solenoide 43 y los puertos común y normalmente cerrados se conectan, lo que permite que la presión de aire entre en el cilindro neumático del obstructor superior 152, y así empuje contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor superior 152. Esta acción permite que el líquido vuelva a escapar a la fuente de fluido a través del obstructor superior 152, en forma de chorro inverso, lo que a su vez vuelve a abrir una zona pinchada del tubo 28 creada por el obstructor superior 152.

Después del ciclo de chorro inverso, mientras el obstructor superior 152 sigue abierto, se desactiva la válvula solenoide 42. Los puertos comunes y normalmente abiertos se conectan y permiten que ventile el aire del cilindro neumático del pistón 73. En este punto, el resorte precargado del pistón 73 aplica una fuerza para abrir el pistón 73, y así libera el tubo 28 y crea una fuerza de succión para arrastrar el líquido del recipiente 23 para llenar la cámara de medición.

Después del período temporal (a/h), se desactiva la solenoide 43, y los puertos comunes y normalmente abiertos se conectan para ventilar el cilindro neumático del obstructor superior 152. En este punto, el resorte precargado del obstructor superior 152 aplica una fuerza para pinchar el tubo 28 en el obstructor superior 152 y el control 33 cambia al modo de espera durante el período programado restante antes de despertarse para realizar el siguiente ciclo de suministro. Nuevamente, todas las actividades y secuencias precedentes se operan dentro del período temporal programado (T) que representa la frecuencia de los ciclos de suministro a ciertas velocidades de flujo y un volumen de bolo dado.

Con respecto a la figura 17, se muestra un esquema de un diseño que emplea cuatro válvulas solenoides, para usar en el mecanismo de obstrucción 40. Se utiliza la válvula solenoide 43 para controlar el obstructor superior 152, la válvula solenoide 45 para controlar el obstructor inferior 162, la válvula solenoide 42 para controlar el movimiento de avance del pistón 73, y la válvula solenoide 44 para ventilar el pistón 73.

Con respecto a la figura 18, se presenta un perfil de operación del mecanismo de obstrucción 40 que utiliza cuatro válvulas solenoides. Cuando se alimenta la válvula solenoide 45, los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del obstructor inferior 162, y empuje contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor inferior 162. Esto permite que el fluido escape del tubo 28 cuando el pistón 73 empuja el tubo 28. El obstructor inferior 162 sigue abierto mientras el pistón 73 se mueve para comprimir el tubo 28 durante el período temporal (c+d+e).

Después de abrir el obstructor inferior 162, se activa la válvula solenoide 42, los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del pistón 73 y empuje contra la fuerza del resorte precargado para activar el pistón hacia delante para el período temporal (d). El período (d) está diseñado para permitir suficiente tiempo abierto para la válvula solenoide 42 para que se acumule suficiente presión de aire dentro del cilindro neumático del pistón 73. Luego se desactiva la solenoide 44. En este punto, el pistón 73 llega al final de su recorrido y sigue en esta posición hacia delante.

Después de desactivar la válvula solenoide 42 durante el período temporal (e), se desactiva la válvula solenoide 45, los puertos común y normalmente abiertos se conectan para ventilar el cilindro neumático asociado con el obstructor inferior 162. En este punto, el resorte precargado del obstructor inferior 162 aplica una

fuerza para pinchar el tubo 28 en el obstructor inferior 162. El período temporal (e) está diseñado como variable para definir la cantidad de tiempo que el obstructor inferior 162 está en posición abierta; se puede eliminar esta variable si se establece un valor para el tiempo en que el obstructor inferior 162 permanece en posición abierta.

Después de desactivar la válvula solenoide 45 durante el período temporal (f), se desactiva la válvula solenoide 43, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del obstructor superior 152 y empuje contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor superior 152. Esta acción permite que el líquido llene la cámara de medición cuando el pistón 73 vuelva a una posición abierta. El obstructor superior 152 sigue abierto durante el período temporal para garantizar que el fluido llene por completo la cámara de medición. El período temporal (f) está diseñado para garantizar que el obstructor inferior 162 se cierre antes de abrir el obstructor superior 152.

También se desactiva la válvula solenoide 44 al mismo tiempo que se activa la válvula solenoide 43, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que el aire ventile del cilindro neumático del pistón 73. En este punto, el resorte de precarga del pistón 73 empuja el pistón 73 otra vez a la posición abierta, lo que libera el tubo 28 y crea una fuerza de succión para arrastrar líquido del recipiente 23 para llenar la cámara de medición. El obstructor superior 152 sigue abierto durante el período temporal a para garantizar que el fluido llene por completo la cámara de medición.

En la realización del dispositivo de suministro de fluido descrita en las figuras 17 y 18, es posible una operación de chorro inverso del fluido. En la operación de chorro inverso del fluido, se empuja el fluido a través del tubo 28 de vuelta hasta la fuente del fluido. De esta forma, se puede utilizar la fuerza del flujo inverso para reabrir un tubo desplomado 28. El chorro inverso es funcional mientras

haya fluido en el tubo 28.

Con respecto ahora a la figura 19, se ve un esquema de una realización alternativa de un mecanismo de suministro de fluido hecho según los principios de la presente invención, en el cual se utiliza un diseño de doble pistón. De forma consistente con la descripción de la realización relacionada descrita en las figuras 5 a 18, donde es posible se usan números iguales para identificar elementos iguales. Cuando el tubo 28 está cargado en el dispositivo de suministro de fluido, un segmento del tubo 28 se precomprime entre una primera placa fija 75 y un primer pistón 72, mientras otro segmento del tubo 28 se precomprime entre una segunda placa fija 76 y un segundo pistón 73. La primera placa fija 75 y la segunda placa fija 76 pueden ser porciones de una placa continua. Los dos obstrutores 152, 162 están instalados uno a cada lado de los pistones 72, 73 para pinchar el tubo 28. Una cámara de medición está dispuesta entre los dos obstrutores 152, 162.

Las figuras 20 a 25 describen la realización alternativa del mecanismo de obstrucción 40 de la figura 19. La figura 20 es una vista seccional plana del mecanismo de obstrucción 40. La figura 21 es una vista de sección elevada del mecanismo de obstrucción 40.

El obstructor superior 152 y el inferior 162 están cargados con resorte en una posición cerrada. Los pistones 72, 73 están cargados con resorte en una posición abierta. Los obstrutores 152, 162 y los pistones 72, 73 están conectados a cilindros neumáticos que se operan por aire comprimido. Cada cilindro neumático asociado con los obstrutores 152, 162 está preferiblemente controlado por una válvula solenoide de 3 vías 43, 45 y los dos cilindros neumáticos asociados con los pistones 72, 73 están preferiblemente controlados por válvulas solenoides 42, 44, respectivamente. Un control 33, que incluye un microprocesador 36, controla el funcionamiento de las válvulas solenoides 42, 43, 44, 45. El microprocesador 36

puede incluir una pluralidad de microprocesadores. La función y la operación del control 33 y el microprocesador 36 de la presente realización es similar a la función y operación de estos componentes como se describió antes.

Opcionalmente, se puede utilizar un transductor de presión (no indicado) para facilitar el control de una distancia de recorrido de los pistones 72, 73. Asociada al transductor de presión hay una válvula solenoide extra (no indicada) para cada pistón 72, 73. La solenoide extra ofrece la capacidad de abrir y cerrar la ventilación de aire de los cilindros neumáticos. El transductor de presión brinda una señal de salida proporcional a la presión en cada cilindro neumático. El control 33 detecta la señal de salida. El control 33 controla la apertura y el cierre de las válvulas solenoides 42, 44 y las válvulas solenoides asociadas con cada pistón. De esta forma, las válvulas solenoides 42, 44 y las válvulas solenoides extra se pueden abrir y cerrar para presionar incrementalmente o ventilar los cilindros neumáticos y controlar el recorrido de los pistones 72, 73.

Para garantizar que el tubo 28 se abra y esté listo para suministro, el obstructor inferior 162 se abre antes de que los pistones 72, 73 se muevan a una posición cerrada. Para evitar el flujo inverso, también se cierra el obstructor inferior 162 antes de que los pistones 72, 73 vuelvan a una posición abierta. No se abre el obstructor superior 152 durante el período en que el obstructor inferior está abierto. Este método de secuencias operativas está diseñado para evitar el flujo libre del líquido.

Los obstructores superior e inferior 152, 162 son válvulas mecánicas según se describió antes. El diseño, la manufactura y la función que brindan los obstructores 152, 162 de la presente realización es consistente con la descripción precedente. Los pistones 72, 73 están diseñados como placas móviles para aplicar presión en el tubo 28, tal como se describió antes. En consecuencia, el diseño

la manufactura y la función que brindan los pistones 72, 73 de la presente realización es consistente con la descripción precedente.

El mecanismo de obstrucción 40 está realizado con cuatro cilindros neumáticos incorporados para el funcionamiento de los obstructores superior e inferior 152, 162 y los pistones 72, 73. Cada uno de los cilindros neumáticos asociados con los obstructores superior e inferior 152, 162 está conectado directamente a una válvula solenoide en línea. Cada uno de los pistones 72, 73 está conectado al menos a una válvula solenoide en línea.

La figura 22 presenta una vista de sección elevada del mecanismo de obstrucción 40 tomada a lo largo del eje A-A de la figura 20. El obstructor superior 152 se muestra en posición cerrada y el pistón 72 también se muestra en posición cerrada. El obstructor inferior 162 y el pistón 73 se muestran en posición abierta. Se muestra la posición de la válvula solenoide 42 asociada operativamente con el pistón 72. Del mismo modo, se muestra la posición de la válvula solenoide 44, operativamente asociada con el pistón 73.

La figura 23 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje B-B de la figura 20. Se ilustra la conexión neumática de entrada 47 entre la válvula solenoide 42 y el pistón 72. Del mismo modo, se ilustra la conexión neumática de entrada 49 entre la válvula solenoide 44 y el pistón 73.

La figura 24 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje C-C de la figura 20. Se puede ver la ubicación de la conexión neumática desde la válvula solenoide 43 y desde la válvula solenoide 45 hasta el obstructor superior 152 y el obstructor inferior 162, respectivamente.

La figura 25 es una vista de sección elevada tomada a lo largo del eje D-D de la figura 20. Se ilustra la conexión neumática de salida 82 entre la válvula solenoide 42 y el pistón 72. Del mismo modo, se ilustra la conexión neumática de

salida 84 entre la válvula solenoide 44 y el pistón 73. Las salidas 82, 84 ventilan los cilindros neumáticos asociados con cada pistón 72, 73, respectivamente.

Las vistas en sección transversal de los obstructores inferior y superior 152, 162 son similares a las vistas presentadas en las figuras 12 y 13, respectivamente. De esta forma, la vista a lo largo de la sección E-E de la figura 20 tiene el mismo aspecto que el indicado en la figura 12. Igualmente, la vista a lo largo de la sección F-F de la figura 20 tiene el mismo aspecto que el indicado en la figura 13.

Con respecto a la figura 26, se muestra un esquema de un diseño con pistón doble que utiliza cuatro válvulas solenoides, para usar en el mecanismo de obstrucción. Se utiliza la válvula solenoide 43 para controlar el obstructor superior 152, se utiliza la válvula solenoide 45 para controlar el obstructor inferior 162, se utiliza la válvula solenoide 42 para controlar el pistón 72, y se utiliza la válvula solenoide 44 para controlar el pistón 73. El diseño de doble pistón ofrece las siguientes funciones: a mayores velocidades de flujo, es posible programar los dos pistones 72, 73 para funcionar en paralelo y producir mayores volúmenes de bolo; a velocidades de flujo de líquido medias, uno de los pistones, el 72 por ejemplo, se puede operar mientras el pistón 73 está inhabilitado para producir un flujo más estable, o es posible programar ambos pistones 72, 73 para funcionar en serie y ahorrar energía; y a velocidades de flujo más lentas donde el obstructor superior 152 pincha el tubo 28 durante un largo período, es posible programar los pistones 72, 73 para realizar un funcionamiento de chorro inverso. Cuando los obstructores 152, 162 pinchan el tubo 28 durante un largo período, es probable que el tubo 28 no se reabra para permitir que el fluido rellene la cámara de medición. La operación de chorro inverso empuja el líquido de vuelta al tubo 28 hacia el recipiente 23, y así abre el tubo 28 en el obstructor superior abierto 152. En la realización preferida, se ofrece el

funcionamiento de chorro invertido utilizando un mínimo de dos pistones. El uso de dos pistones asegura la existencia de fluido en el tubo 28 para el chorro invertido.

En general, el funcionamiento de chorro invertido es el proceso por el cual el tubo 28 se restaura o se vuelve a expandir a su diámetro original para instilar a un paciente un volumen de bolo preciso. Cuando el obstructor inferior 152 pincha el tubo 28 durante un largo período de tiempo, el tubo 28 sólo se descomprime lentamente una vez que el obstructor 152 se mueve a la posición abierta. Posteriormente, es probable que la cámara de medición no se llene por completo antes de que el obstructor inferior 152 se cierre en anticipación de instilar a un paciente un volumen de bolo. Una consecuencia de que la cámara de medición esté incompleta es que se instila a un paciente un volumen de bolo no preciso. Al empujar el líquido en un sentido de flujo que es inverso hacia la fuente del líquido a través del tubo 28, donde el tubo 28 estaba pinchado, el tubo se puede volver a expandir a su diámetro original antes de que la cámara de medición se rellene con el líquido. A continuación se lo describe con más detalle.

A altas velocidades de flujo de líquido, se activa la válvula solenoide 45, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión entre en el cilindro neumático del obstructor inferior 162 y así empujar contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor inferior 162. Esto permite que el líquido escape de la cámara de medición cuando el pistón 72 o el pistón 73 empuja el tubo 28.

Con respecto a la figura 27, el obstructor inferior 162 sigue abierto (la válvula solenoide 45 sigue activada) durante el movimiento de avance de los pistones 72, 73 y hasta que los pistones 72, 73 alcancen el recorrido máximo durante el período de tiempo (m). Tras este período de tiempo (m), la válvula solenoide 45 se desactiva y los puertos común y normalmente abiertos se conectan para ventilar el

cilindro neumático del obstructor inferior 162. En este punto, el resorte precargado aplica su fuerza para pinchar el tubo 28 en el obstructor inferior 162.

Después de abierto el obstructor inferior 162 durante un período de tiempo (c), se activa la válvula solenoide 42 y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del pistón 72, y empuje contra la fuerza del resorte precargado para activar el pistón 72 hacia delante durante un período de tiempo (d). Este período de tiempo (d-e) permite suficiente tiempo de apertura para la válvula solenoide 42, de modo que se acumule suficiente presión dentro del cilindro neumático del pistón 72 para suministrar el primer bolo. Luego, después de abrir el obstructor inferior 162 durante un período de tiempo (n), se activa la solenoide 44, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del pistón 73, para empujar contra la fuerza del resorte precargado y activar el pistón 73 hacia delante por un período de tiempo (o). Este período de tiempo (o-e) permite suficiente tiempo de apertura de la válvula solenoide 44, de modo que se acumule suficiente presión dentro del cilindro neumático del pistón 73, para suministrar el segundo bolo. Aunque se muestran las funciones temporales como funciones de pasos, las funciones no lineales son posibles.

Después de desactivar la válvula solenoide 45 por un período de tiempo (f), la válvula solenoide 43 se activa y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del obstructor superior 152, y así empuje contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor superior 152. Esta acción permite que el líquido llene la cámara de medición cuando vuelven los pistones 72, 73. Se abre el obstructor superior 152 por un período de tiempo (a/h) para garantizar que el líquido llene por completo la cámara de medición. El período de tiempo (f) está diseñado para garantizar que se cierre el

obstructor inferior 162 antes de abrir el obstructor superior 152.

Al tiempo que se activa la válvula solenoide 43, también se desactivan las válvulas solenoides 42 y 44, y los puertos común y normalmente abiertos se conectan para permitir que ventile el aire de los cilindros neumáticos de los pistones 72, 73. En este punto, los resortes precargados aplican una fuerza para empujar los pistones 72, 73 hacia atrás, y así liberar el tubo 28 y crear una fuerza de succión para arrastrar el líquido del recipiente 23 para llenar la cámara de medición. El obstructor superior 152 sigue abierto durante el período de tiempo (a/h) para garantizar que el líquido llene por completo la cámara de medición.

Tras el período temporal (a/h), se desactiva la válvula solenoide y los puertos común y normalmente abiertos se conectan para ventilar el cilindro neumático del obstructor superior 152. En este punto, el resorte precargado del obstructor superior 152 aplica una fuerza para pinchar el tubo 28 en el obstructor superior 28. El control 33 pasa al modo de espera durante el período restante programado antes de despertarse para realizar el siguiente ciclo de suministro.

Todas las secuencias y actividades precedentes se operan dentro del período temporal (T). El período temporal programado (T) representa la frecuencia del ciclo de suministro a determinadas velocidades de flujo y a un volumen de bolo dado.

Con respecto ahora a la figura 28, en la escala de velocidad media de flujo de suministro, el perfil operativo es similar a las mayores velocidades de flujo, con la excepción de que el pistón 73 está inhabilitado o programado para activarse en serie con el pistón 72. Si el pistón 73 está programado para trabajar, se extienden los períodos (m), (d), (f) y (T) para aceptar el segundo bolo en un único ciclo de suministro.

En la escala de velocidad inferior de flujo de suministro, el tiempo

programado entre un ciclo de suministro y otro es largo, lo cual hace que el tubo 28 se pinche y deforme en el obstructor superior 152 como se describió antes. El tubo pinchado 28 puede impedir que el líquido llene rápidamente la cámara de medición.

Con respecto a la figura 29, para encargarse de la velocidad inferior de flujo de suministro, se desactiva la válvula solenoide 45, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del obstructor inferior 162, que empuja contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor inferior 162. Esta acción permite que el líquido escape de la cámara de medición cuando el pistón 72 y/o el pistón 73 empuja el tubo 28. El obstructor inferior 162 sigue abierto (la válvula solenoide 45 sigue activada) durante el movimiento de avance de los pistones 72, 73 y hasta que los pistones 72, 73 alcancen el recorrido máximo durante el período temporal (m). Tras el período temporal (m), se desactiva la válvula solenoide 45 y los puertos común y normalmente abiertos se conectan para ventilar el cilindro neumático del obstructor inferior 162. En este punto, el resorte precargado aplica una fuerza para pinchar el tubo 28 en el obstructor inferior 162.

Después de abrir el obstructor inferior 162 por el período temporal (c), se activa la válvula solenoide 42, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del pistón 72, y empuja contra la fuerza del resorte precargado para activar el pistón 72 hacia el período temporal (d). El pistón 72 permanece en su posición hacia delante hasta completar el ciclo de chorro inverso. El período temporal (d-e) está diseñado para permitir suficiente tiempo de apertura de la válvula solenoide 42, para que se acumule suficiente presión dentro del cilindro neumático del pistón 72. Luego se desactiva la válvula solenoide 42 y ventila el cilindro neumático del pistón 72 para permitir que el pistón 72 vuelva a su posición original.

programado entre un ciclo de suministro y otro es largo, lo cual hace que el tubo 28 se pinche y deforme en el obstructor superior 152 como se describió antes. El tubo pinchado 28 puede impedir que el líquido llene rápidamente la cámara de medición.

Con respecto a la figura 29, para encargarse de la velocidad inferior de flujo de suministro, se desactiva la válvula solenoide 45, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del obstructor inferior 162, que empuja contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor inferior 162. Esta acción permite que el líquido escape de la cámara de medición cuando el pistón 72 y/o el pistón 73 empuja el tubo 28. El obstructor inferior 162 sigue abierto (la válvula solenoide 45 sigue activada) durante el movimiento de avance de los pistones 72, 73 y hasta que los pistones 72, 73 alcancen el recorrido máximo durante el período temporal (m). Tras el período temporal (m), se desactiva la válvula solenoide 45 y los puertos común y normalmente abiertos se conectan para ventilar el cilindro neumático del obstructor inferior 162. En este punto, el resorte precargado aplica una fuerza para pinchar el tubo 28 en el obstructor inferior 162.

Después de abrir el obstructor inferior 162 por el período temporal (c), se activa la válvula solenoide 42, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del pistón 72, y empuja contra la fuerza del resorte precargado para activar el pistón 72 hacia el período temporal (d). El pistón 72 permanece en su posición hacia delante hasta completar el ciclo de chorro inverso. El período temporal (d-e) está diseñado para permitir suficiente tiempo de apertura de la válvula solenoide 42, para que se acumule suficiente presión dentro del cilindro neumático del pistón 72. Luego se desactiva la válvula solenoide 42 y ventila el cilindro neumático del pistón 72 para permitir que el pistón 72 vuelva a su posición original.

Después de desactivar la solenoide 45 durante el período (f), se activa la solenoide 43, y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del obstructor superior 152 y empuje contra la fuerza del resorte precargado para abrir el obstructor superior 152. Esta acción permite que el líquido vuelva a la fuente de fluido a través del obstructor superior 152, por chorro inverso, que a su vez reabre una zona pinchada del tubo 28 creada por el obstructor superior 152.

Al mismo tiempo que se activa la válvula solenoide 43, también se activa la válvula solenoide 44 y los puertos común y normalmente cerrados se conectan para permitir que la presión de aire entre en el cilindro neumático del pistón 73 y empuje contra la fuerza del resorte precargado para activar el pistón 73 hacia delante durante el período temporal (o). El período temporal (o) permite suficiente tiempo de apertura de la válvula solenoide 44 para que se acumule suficiente presión en el cilindro neumático del pistón 73, para realizar el suministro inverso. Luego se desactiva la solenoide 44 y ventila el cilindro neumático del pistón 73 para permitir que dicho pistón 73 vuelva a su posición original. Cuando el pistón 73 avanza, se empuja hacia atrás un cierto volumen de líquido para abrir el obstructor superior 152. Se denomina ciclo de chorro inverso.

Después del ciclo de chorro inverso, mientras el obstructor superior 152 sigue abierto, se desactivan las dos válvulas solenoides 42 y 44. Los puertos común y normalmente abiertos se conectan para permitir que el aire ventile del cilindro neumático de los pistones 72, 73. En este punto, los resortes precargados de los pistones 72, 73 aplican una fuerza para abrir los pistones 72, 73 y así liberar el tubo 28 y crear una fuerza de succión para arrastrar el líquido del recipiente 23 con el fin de llenar la cámara de medición.

Después del período temporal (a/h), se desactiva la solenoide 43,

y los puertos común y normalmente abiertos se conectan para ventilar el cilindro neumático del obstructor superior 152. En este punto, el resorte precargado del obstructor superior 152 aplica una fuerza para pinchar el tubo 28 en el obstructor superior 152 y el control 33 conmuta al modo de espera durante el tiempo programado restante antes de despertarse para realizar el siguiente ciclo de suministro. Nuevamente, todas las actividades y secuencias antedichas se operan en el período temporal programado (T) que representa la frecuencia de ciclos de suministro a determinadas velocidades de flujo y a un volumen de bolo dado.

Es importante controlar las fases operativas y la sincronización relacionada para lograr la precisión de flujo de la presente invención. Hay tres fases dinámicas distintas en el funcionamiento del mecanismo de obstrucción 40. Se trata de la fase de llenado, la fase de suministro y la fase de retardo o espera.

La fase de llenado comienza desde el momento en que se activa la válvula solenoide 43 para abrir el obstructor superior 152; los pistones 72, 73 retornan para crear una fuerza de succión generada por la elasticidad del tubo 28 y el recipiente presurizado 23 para arrastrar el líquido hacia la cámara de medición. La fase de llenado termina cuando el obstructor superior 152 cierra el tubo de corte 28 y separa la cámara de medición del recipiente 23.

La fase de suministro comienza desde el momento en que se activa la válvula solenoide 45 para abrir el obstructor inferior 162; los pistones 72, 73 se mueven hacia delante y empujan el tubo 28 para suministrar el bolo. Se desactiva la válvula solenoide 45 (o se reactiva) para cerrar el obstructor inferior 162, seguido por un período de retardo. Se utiliza este período de retardo para garantizar que el obstructor inferior 162 esté completamente cerrado antes de abrir el obstructor superior 152.

La última fase de un ciclo de suministro es la fase de retardo o

espera. Con preferencia, la fase de espera es el período temporal que queda desde el tiempo programado (T_s) después de las fases de suministro y llenado. La siguiente fórmula describe la fase de espera:

$$T_w = T_s - (T_f + T_d)$$

Donde T_w es el tiempo de la fase de espera, T_s es el tiempo programado, T_f es el tiempo de la fase de llenado, y T_d es el tiempo de la fase de suministro. Puesto que el tiempo programado varía sobre la base de las velocidades de flujo, el tiempo de espera también se basa en dichas velocidades. Los tamaños de bolo también se verán afectados según qué fase comience secuencialmente el ciclo de suministro y el método de rellenar la cámara de medición.

Los mecanismos neumáticos de suministro de fluido de la presente invención pueden operarse como sistemas modulares mediante el uso de un solo compresor, como un compresor de aire, para brindar fluido comprimido a un pistón y un obstructor y, opcionalmente, a un tanque de almacenamiento de energía. Es posible incluir una vejiga inflable opcional con cada mecanismo de suministro de fluido utilizado en el sistema modular. De esta forma, se podría suministrar a un paciente una pluralidad de líquidos medicinales, por ejemplo, mediante ese sistema modular.

Una opción para usar un compresor de aire para activar los componentes del mecanismo de obstrucción 40 es un mecanismo con leva descrito en la figura 30. Un motor eléctrico 181 impulsa por rotación un eje de leva 189 y provoca una rotación incremental de levas dispuestas en el eje de leva 189. Los seguidores de leva están operativamente asociados con las levas. La rotación del eje de leva 189 provoca la rotación de las levas que, a su vez, actúan sobre los seguidores

de leva de un modo conocido en la materia. Los seguidores de leva, a su vez, operan los componentes del mecanismo de obstrucción 40.

Una leva 172 y un seguidor de leva asociado 182 ilustran el funcionamiento del mecanismo actuado por leva 180. Cuando gira la leva 172, el seguidor de leva 182 se mueve en plano hacia el eje de leva y desde dicho eje 189. El seguidor de leva 182 sigue operativamente asociado con el obstructor inferior 162 de modo que cuando el seguidor de leva se mueve hacia el eje 189 y se aleja de él, el obstructor inferior se abre y cierra. Como se ilustra, el obstructor inferior 162 está íntegramente formado en el extremo lejano del seguidor de leva 172. De modo similar, un seguidor de leva 183 operativamente asociado con el obstructor superior 152 y el obstructor superior 152 se abren por la rotación de la leva 173.

Es posible tener una pluralidad de levas operativamente asociadas con una pluralidad de pistones. Como se ilustra en la figura 30, cinco seguidores de leva 185a, 185b, 185c, 185d, 185e están operativamente asociados con cinco levas distintas 175a, 175b, 175c, 175d, 175e. En el extremo lejano de cada uno de los seguidores de levas 185a, 185b, 185c, 185d, 185e hay dispuestos ^{señales} ~~cinco~~ pistones respectivamente. Los pistones se abren y cierran por la rotación de las levas 175a, 175b, 175c, 175d, 175e que actúan sobre los seguidores de levas 185a, 185b, 185c, 185d, 185e, respectivamente.

La figura 30 también ilustra una realización para colocar el tubo 28 (no indicado) en posición para que actúe el mecanismo de obstrucción 40. Una tapa 195, por ejemplo, puede tener un canal 193 dispuesto en una de sus caras. La tapa 195 puede estar unida con bisagras al mecanismo de obstrucción 40. Cuando la tapa 195 gira hacia ^{de las levas} los pistones 175a, 175b, 175c, 175d, 175e y los obestructores 152, 162, se puede llevar el tubo 28 en posición para que actúen sobre ^{de las levas} los pistones 175a, 175b, 175c, 175d, 175e y los obestructores 152, 162.

Con respecto a las figuras 31, se ve la leva 175a en forma transversal dispuesta en el eje de la leva 189. El seguidor de leva 185a está operativamente asociado con la leva 175a. Típico de levas, la leva 175a define un cambio en su elevación de superficie. Se ve como una región superior 211 y una región inferior 213.

Cuando la leva 175a gira sobre el eje de leva 189, el seguidor de leva 185a se aleja del eje 189 cuando el seguidor 175a está en contacto con la región superior 211. Cuando el seguidor de leva 175a comienza a moverse hacia la región inferior 211, se acerca al eje de leva 189. El eje longitudinal del seguidor de leva es aproximadamente coextensivo con el eje transversal del eje de leva 189.

Las levas del mecanismo de levas 180 están dispuestas en el eje de leva 189 de modo que cuando el motor eléctrico rota el eje de leva 189, los seguidores de leva operan los componentes del mecanismo de obstrucción 40 en secuencia correcta. La secuencia correcta está controlada por el controlador 33 y el programa incluido en el microprocesador 36, como se describió antes. De esta forma, se puede ver que el mecanismo accionado por levas 180 de la presente invención puede operar los pistones 175a, 175b, 175c, 175d, 175e y los obstrutores superior e inferior 152, 162. Al hacerlo, el mecanismo accionado por leva reemplaza las válvulas solenoides 42, 43, 44 y 45, y produce la eliminación de los cilindros neumáticos operativamente asociados con cada pistón 175a, 175b, 175c, 175d, 175e y los obstrutores superior e inferior 152, 162, respectivamente.

Las figuras 32a y 32b ilustran un diagrama de perfil operativo para el mecanismo de obstrucción 40 de la figura 30. Las dos figuras 32a y 32b son idénticas respecto de una identificación de posición abierta y cerrada para las levas 175a, 175b, 175c, 175d, 175e y 173. La figura 32a describe las posiciones, mientras que la figura 32b identifica el ángulo a través del cual gira el eje de leva 189 para

realizar las posiciones descritas en la figura 32a. Con el mecanismo accionado por leva es posible realizar la operación de chorro inverso usando un solo pistón. Cuando se utiliza una pluralidad de pistones, se puede realizar el chorro inverso activando simultáneamente todos los pistones. En la figura 32a se ilustra el proceso de chorro inverso.

Se debe comprender que diversos cambios y modificaciones a las realizaciones preferidas aquí descritas serán evidentes para las personas versadas en la materia. Es posible realizar dichos cambios y modificaciones sin alejarse del espíritu y el alcance de la presente invención, y sin reducir sus ventajas concomitantes. Por lo tanto, es la intención que esos cambios y modificaciones queden cubiertos por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Un dispositivo para proporcionar un flujo de fluido suministrable a través de un tubo; el dispositivo comprende:

una cámara de medición en el tubo formada entre un par de obstructores;

un primer obstructor ubicado en la parte superior de la cámara de medición;

un segundo obstructor ubicado en la parte inferior de la cámara de medición;

cada obstructor tiene una posición abierta y una cerrada para cerrar de forma liberable la cámara de medición; y

un primer pistón y un segundo pistón, cada uno de los cuales tiene una posición abierta y una cerrada para comprimir de forma liberable la cámara de medición.

2 **1.1.** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 que, además, incluye los medios para proporcionar una fuente del fluido suministrable a la cámara de medición bajo presión.

3 **1.1.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1 donde, además, los medios para proporcionar la fuente del fluido suministrable bajo presión incluyen una vejiga inflable.

4 **1.1.1.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.1 donde, además, los medios para proporcionar la fuente del fluido suministrable bajo presión incluye un compresor de fluido para brindar fluido comprimido a la vejiga inflable.

5 **1.1.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1 donde, además, los medios para proporcionar la fuente del fluido suministrable bajo presión incluyen un tanque para almacenamiento de energía en comunicación fluida con un compresor de fluido y la vejiga inflable, el tanque de almacenamiento de energía guarda el fluido

comprimido bajo presión.

- 6 1.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.2 donde el compresor de fluido proporciona con intermitencia fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.
- 7 1.1.2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.2 donde, además, la presión del tanque de almacenamiento de energía aumenta con el tiempo.
- 8 1.1.2.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.2 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que cuando hay alta presión, se apaga el compresor de fluido.
- 9 1.1.2.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.2 donde el compresor de fluido brinda presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido brinda presión a la vejiga inflable.
- 10 1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 que, además, incluye un sistema cerrado de presión definido hacia arriba de la cámara de medición.
- 11 1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.2 donde, además, el sistema cerrado de presión es una presión negativa.
- 12 1.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el obstructor está accionado por fluido.
- 13 1.3.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.3 donde el obstructor accionado por fluido incluye una solenoide.
- 14 1.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el obstructor está desviado a una posición cerrada.
- 15 1.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el pistón está accionado por fluido.
- 16 1.5.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.5 donde el pistón

accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

- 17 1.6 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el pistón está desviado a una posición abierta.
- 18 1.7 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el fluido es un líquido medicinal.
- 19 1.8 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 que, además, incluye los medios para abrir y cerrar el obstructor y el pistón.
- 20 1.8.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.8 donde los medios para abrir y cerrar el obstructor y el pistón incluyen un mecanismo accionado por leva.
- 21 2.- Un dispositivo para proporcionar un flujo de líquido a través de un tubo; el dispositivo comprende:
 - un primer medio para obstruir el tubo en una primera ubicación;
 - un segundo medio para obstruir el tubo en una segunda ubicación;
 - un primer medio entre la primera ubicación y la segunda ubicación para comprimir el líquido del tubo; y
 - un segundo medio entre la primera y la segunda ubicación para comprimir el líquido del tubo.
- 22 2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 que, además, incluye los medios para proporcionar al tubo una fuente de líquido bajo presión.
- 23 2.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen un compresor de fluido para proporcionar fluido comprimido a una vejiga inflable.
- 24 2.1.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.1 donde el fluido incluye aire.
- 25 2.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen un tanque de

almacenamiento de energía en comunicación fluida con un compresor de fluido y la vejiga inflable; el tanque de almacenamiento de energía guarda el aire comprimido bajo presión.

26 2.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.2 donde el compresor de fluido proporciona, de forma intermitente, fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

27 2.1.2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.2 donde, además, la presión del tanque de almacenamiento de energía aumenta con el tiempo.

28 2.1.2.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.2 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo tal que cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

29 2.1.2.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.2 donde el compresor de fluido brinda presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido brinda presión a la vejiga inflable.

30 2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 que, además, incluye un sistema cerrado de presión definido hacia arriba de una cámara de medición; la cámara de medición dispuesta entre el primer medio de obstrucción y el segundo medio de obstrucción.

31 2.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.2 donde, además, el sistema cerrado de presión ^{opera bajo} es una presión negativa.

32 2.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 donde el medio para obstruir el tubo incluye un obstructor.

33 2.3.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.3 donde el obstructor está accionado por fluido.

34 2.3.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.3.1 donde el obstructor

accionado por fluido incluye una solenoide.

35 2.3.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.3 donde el obstructor está desviado a una posición cerrada.

36 2.3.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.3 donde el obstructor está accionado por leva.

37 2.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 donde el medio para comprimir el tubo incluye un pistón.

38 2.4.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.4 donde el pistón está accionado por fluido.

39 2.4.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.4.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

40 2.4.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.4 donde el pistón está desviado a una posición abierta.

41 2.4.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.4 donde el pistón está accionado por leva.

42 2.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 donde el líquido es un líquido medicinal.

43 3.- Un método para suministrar un líquido; el método comprende:
 proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con una cámara de medición;
 pinchar de forma liberable la cámara cerca de la fuente de líquido en una primera ubicación;
 pinchar de forma liberable la cámara en una segunda ubicación más debajo de la fuente de líquido y la primera ubicación;
 liberar la primera ubicación; y
 comprimir la cámara entre la primera ubicación y la segunda ubicación, y

generar así un flujo del líquido a través del tubo.

AA 3.1 El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde el paso de proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con la cámara, además, incluye proporcionar el líquido bajo presión.

AS 3.2 El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde el paso de proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con la cámara, además, incluye proporcionar un sistema cerrado de presión definido más arriba de la cámara.

Ab 3.2.1 El método de acuerdo con la reivindicación 3.2 donde, además, el paso de proporcionar un sistema cerrado de presión incluye proporcionar una presión negativa.

LA 3.3 El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde el paso de pinchar de forma liberable la cámara, además, utiliza accionamiento fluido.

LS 3.4 El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde el paso de comprimir la cámara, además, utiliza accionamiento fluido.

LD 4.- Un dispositivo para proporcionar un flujo de líquido desde una fuente de líquido a través de un tubo, que comprende:

los medios para pinchar una sección del tubo;

un primer medio para empujar el líquido en el tubo en un sentido de flujo;

y

un segundo medio para dirigir el flujo del líquido a través de la sección pinchada del tubo hacia la fuente de líquido;

de modo que se reabra el tubo usando el líquido empujado hacia la fuente de líquido y a través de la sección pinchada del tubo, lo que mejora la precisión del flujo de líquido.

SO 4.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de empuje incluye un pistón.

SI 4.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.1 donde el pistón es un

pistón accionado por fluido.

52 4.1.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.1.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

53 4.1.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.1.1 donde el fluido incluye aire.

54 4.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.1 donde el pistón es un pistón accionado por leva.

55 4.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de dirección incluye un obstructor.

56 4.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.2 donde el obstructor es un obstructor accionado por fluido.

57 4.2.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.2.1 donde el obstructor accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

58 4.2.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.2.1 donde el fluido incluye aire.

59 4.2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.2 donde el obstructor es un obstructor accionado por leva.

60 4.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de empuje incluye una pluralidad de pistones.

61 4.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de dirección incluye una pluralidad de obstructores.

62 4.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de dirección incluye un pistón y un obstructor.

63 5.- Un método para instilar un líquido desde una fuente de líquido a través de un tubo, que comprende:

obstruir el tubo, y

comprimir el tubo para empujar el líquido de su interior en un sentido hacia la fuente de líquido y a través de la sección obstruida del tubo;

tal que se reabre el tubo usando el líquido empujado hacia la fuente de líquido y a través de la sección pinchada del tubo, lo que mejora la precisión del flujo de líquido.

6A 5.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5 donde el pistón es un pistón accionado por fluido.

6S 5.1.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

66 5.1.1.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5.1.1 donde el fluido incluye aire.

67 5.2 El método de acuerdo con la reivindicación 5 donde el pistón es un pistón accionado por leva.

68 5.3 El método de acuerdo con la reivindicación 5 donde el obstructor es un obstructor accionado por leva.

69 5.4 El método de acuerdo con la reivindicación 5 donde el obstructor es un obstructor accionado por fluido.

70 5.4.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5.4 donde el obstructor accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

71 5.4.1.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5.4.1 donde el fluido incluye aire.

72 6.- Un dispositivo para reabrir un tubo conectado a una fuente de líquido; el dispositivo comprende:

los medios para pinchar de forma liberable una sección del tubo;

un primer medio para empujar el líquido del tubo en un sentido de flujo; y

un segundo medio para dirigir el flujo del líquido a través de la sección

pinchada del tubo hacia la fuente de líquido;

tal que el flujo de líquido reabre el tubo y mejora la precisión de flujo del líquido.

73 **6.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de empuje incluye un pistón.

74 **6.1.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.1 donde el pistón es un pistón accionado por fluido.

75 **6.1.1.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.1.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

76 **6.1.1.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.1.1 donde el fluido incluye aire.

77 **6.1.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.1 donde el pistón es un pistón accionado por leva.

78 **6.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de dirección incluye un obstructor.

79 **6.2.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.2 donde el obstructor es un obstructor accionado por fluido.

80 **6.2.1.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.2.1 donde el obstructor accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

81 **6.2.1.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.2.1 donde el fluido incluye aire.

82 **6.2.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.2 donde el obstructor es un obstructor accionado por leva.

83 **6.3** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de empuje incluye una pluralidad de pistones.

84 **6.4** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de

dirección incluye una pluralidad de obstructores.

§ 6.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de dirección incluye un pistón y un obstructor.

§ 7.- Un dispositivo para usar con un tubo y un recipiente que contiene un líquido en comunicación fluida con el tubo; el dispositivo comprende:

una cámara de medición en el tubo;

una vejiga para comprimir el recipiente y presurizar el líquido del tubo y hacer que fluya hacia la cámara de medición; y

un pistón para comprimir de forma liberable la cámara de medición y así generar un flujo del líquido desde la cámara de medición.

§ 7.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 que, además, incluye un tanque de almacenamiento de energía en comunicación fluida con la vejiga y en comunicación fluida con un compresor de fluido para guardar fluido comprimido bajo presión.

§ 7.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1 donde el compresor de fluido de forma intermitente proporciona fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

§ 7.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1.2 donde, además, la presión de la vejiga aumenta con el tiempo.

§ 7.1.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

§ 7.1.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1 donde el compresor de fluido proporciona presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido proporciona presión al obstructor.

- 92 7.1.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1 donde el fluido incluye aire.
- 93 7.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde el líquido es un líquido medicinal.
- 94 7.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde, además, la cámara de medición se define por dos obstructores que tienen una posición abierta y una cerrada para pinchar el tubo de forma liberable.
- 95 7.3.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.3 donde los obstructores están desviados a una posición cerrada.
- 96 7.3.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.3 donde los obstructores están accionados por fluido.
- 97 7.3.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.3.2 donde los obstructores accionados por fluido incluyen una ^{solenoide} solenoide.
- 98 7.3.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.3 donde el obstructor es un obstructor accionado por leva.
- 99 7.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde el pistón es accionado por fluido.
- 100 7.4.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.4 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.
- 101 7.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde el pistón está desviado a una posición abierta.
- 102 7.6 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde el pistón es accionado por leva.
-
- 103 8.- Un dispositivo que comprende:
al menos un compresor de fluido para proporcionar fluido comprimido;
un tanque de almacenamiento de energía en comunicación fluida con el

compresor de fluido para guardar el fluido comprimido bajo presión;

un mecanismo accionado por fluido en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía; y

un tubo operativamente asociado con el mecanismo accionado por fluido.

104 **8.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el compresor de fluido de modo intermitente proporciona fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

105 **8.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

106 **8.3** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el compresor de fluido proporciona presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido proporciona presión a la vejiga inflable.

107 **8.4** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el fluido incluye aire.

108 **8.5** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el dispositivo es una bomba medicinal.

109 **8.5.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.5 donde la bomba es ambulatoria.

110 **8.6** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde, además, el mecanismo accionado por fluido incluye dos obstrutores que poseen una posición abierta y una posición cerrada para pinchar el tubo de forma liberable.

111 **8.6.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.6 donde los obstrutores están desviados a una posición cerrada.

112 **8.6.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.6 donde los obstrutores

están accionados por fluido.

113 **8.6.2.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.6.2 donde los obstrutores accionados por fluido incluyen una solenoide.

114 **8.6.3** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.6 donde los obstrutores están accionados por leva.

115 **8.7** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde, además, el mecanismo accionado por fluido incluye un pistón para comprimir una cámara de forma liberable.

116 **8.7.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.7 donde el pistón está accionado por fluido.

117 **8.7.1.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.7.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

118 **8.7.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.7 donde el pistón está desviado a una posición abierta.

119 **8.7.3** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.7 donde el pistón está accionado por leva.

120 **8.8** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el mecanismo accionado por fluido incluye una pluralidad de mecanismos accionados por fluido.

121 **9.-** Un método para guardar y distribuir energía a un dispositivo; el método comprende:

proporcionar fluido comprimido a un tanque de almacenamiento de energía;

proporcionar un mecanismo accionado por fluido; y

proporcionar fluido comprimido al mecanismo accionado por fluido desde

122 el tanque de almacenamiento de energía.

9.1 El método de acuerdo con la reivindicación 9 donde el paso de proporcionar un mecanismo accionado por fluido, además, incluye proporcionar una bomba

accionada por fluido.

123 **9.1.1** El método de acuerdo con la reivindicación 9.1 donde el paso de proporcionar una bomba accionada por fluido, además, incluye proporcionar una bomba de instilación medicinal accionada por fluido.

124 **9.2** El método de acuerdo con la reivindicación 9 donde el paso de proporcionar fluido comprimido a un mecanismo accionado por fluido, además, comprende:

utilizar el fluido comprimido para comprimir un tubo;

utilizar el fluido comprimido para pinchar el extremo del tubo al tubo comprimido en una primera ubicación;

detener el fluido comprimido para liberar el tubo comprimido;

utilizar el fluido comprimido para pinchar el tubo en una segunda ubicación cercana al tubo comprimido y la primera ubicación;

detener el fluido comprimido para liberar el tubo pinchado en la primera ubicación; y

utilizar el fluido comprimido para recomprimir el tubo.

125 **9.3** El método de acuerdo con la reivindicación 9 donde el paso de proporcionar fluido comprimido a un tanque de almacenamiento de energía, además, incluye proporcionar fluido comprimido de forma intermitente al tanque de almacenamiento de energía.

126 **9.4** El método de acuerdo con la reivindicación 9 donde el paso de proporcionar fluido comprimido a un tanque de almacenamiento de energía, además, incluye monitorear la presión del tanque de almacenamiento de energía, de modo que cuando haya alta presión se detenga el suministro de fluido comprimido.

127 **10.-** Un dispositivo para proporcionar un flujo de líquido a través de un tubo;
el dispositivo comprende:

los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión y en

comunicación fluida con el tubo;

un primer medio para obstruir el tubo en una primera ubicación;

un segundo medio para obstruir el tubo en una segunda ubicación; y

los medios para comprimir el tubo entre la primera ubicación de obstrucción y la segunda ubicación de obstrucción.

128 **10.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen una vejiga inflable.

129 **10.1.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen un compresor de fluido para proporcionar fluido comprimido a la vejiga inflable.

130 **10.1.1.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.1 donde el fluido incluye aire.

131 **10.1.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen un tanque de almacenamiento de energía en comunicación fluida con un compresor de fluido y la vejiga inflable; el tanque de almacenamiento de energía guarda el aire comprimido bajo presión.

132 **10.1.2.1** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.2 donde el compresor de fluido proporciona de forma intermitente fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

133 **10.1.2.2** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.2 donde, además, la presión del tanque de almacenamiento de energía aumenta con el tiempo.

134 **10.1.2.3** El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.2 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que

cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

135 10.1.2.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.2 donde el compresor de fluido brinda presión al tanque de almacenamiento de energía y donde un segundo compresor de fluido proporciona presión al obstructor.

136 10.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 donde el dispositivo es ambulatorio.

137 10.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 donde los medios para obstruir el tubo incluyen un obstructor.

138 10.3.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.3 donde el obstructor está accionado por fluido.

139 10.3.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.3.1 donde los obstructores accionados por fluido incluyen una ^{válvula} solenoide.

140 10.3.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.3 donde los obstructores están desviados a una posición cerrada.

141 10.3.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.3 donde el obstructor está accionado por leva.

142 10.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 donde los medios para comprimir el tubo incluyen un pistón.

143 10.4.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.4 donde el pistón está accionado por fluido.

144 10.4.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.4.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

145 10.4.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.4 donde el pistón está desviado a una posición abierta.

146 10.4.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.4 donde el pistón está accionado por leva.

140

11.-

Un método para instalar líquido; el método comprende:

proporcionar una fuente de líquido bajo presión en comunicación fluida con un tubo;

comprimir el tubo entre la primera ubicación y la segunda ubicación;

pinchar el tubo lejos de la fuente de líquido en una primera ubicación;

liberar el tubo entre la primera ubicación y la segunda ubicación;

pinchar el tubo en una segunda ubicación próxima a la fuente de líquido y la primera ubicación; y

comprimir el tubo entre la primera ubicación y la segunda ubicación.

148

11.1

El método de acuerdo con la reivindicación 11 donde el paso de pinchar el tubo de forma liberable, además, utiliza accionamiento por fluido.

149

11.2

El método de acuerdo con la reivindicación 11 donde el paso de comprimir el tubo, además, utiliza accionamiento por fluido.

150

12.-

Un dispositivo para proporcionar un fluido de un líquido a través de un tubo; el dispositivo comprende:

una cámara accionada por fluido para colocar una fuente de líquido bajo presión conectada al tubo;

al menos dos obstrutores accionados por fluido que tienen una posición abierta y una cerrada para pinchar el tubo de forma liberable;

una cámara de medición dispuesta entre los obstrutores; y

un pistón accionado por fluido que tiene una posición abierta y una cerrada para comprimir la cámara de medición de forma liberable.

151

12.1

El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 que, además, incluye un tanque de almacenamiento de energía en comunicación fluida con un compresor de fluido para guardar el fluido comprimido bajo presión.

152

12.1.2.

El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1 donde el compresor de

fluido proporciona, en forma intermitente, fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

153 12.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1.2 donde, además, la presión del tanque de almacenamiento de energía aumenta con el tiempo.

154 12.1.3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

155 12.1.4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1 donde el compresor de fluido proporciona presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido proporciona presión al obstructor.

156 12.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1 donde el fluido incluye aire.

157 12.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde el dispositivo es ambulatorio.

158 12.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde, además, la cámara accionada por fluido está conectada a un tanque de almacenamiento de energía inflado mediante compresor.

159 12.4.1. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.4 donde el tanque de almacenamiento de energía está conectado a una vejiga inflable.

160 12.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde los obstructores accionados por fluido incluyen una solenoide.

161 12.6 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

162 12.7 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde los obstructores están desviados a una posición cerrada.

163 12.8 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde el pistón está desviado en una posición abierta.

164 13.- Un método para bombear fluido, que comprende:
proporcionar un sistema cerrado de fluido de presión que incluye una fuente de fluido y un tubo;
cerrar el tubo en una primera ubicación para aislar el sistema cerrado de presión;
comprimir el tubo hacia abajo del tubo cerrado;
cerrar el tubo en una segunda ubicación hacia abajo del tubo comprimido para mantener la aislación del sistema cerrado de presión; y
abrir el tubo en la primera ubicación.

165 13.1 El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el sistema cerrado de presión es un sistema negativo de presión.

166 13.2 El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el sistema cerrado de presión es un sistema positivo de presión.

167 13.2.1. El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el paso de proporcionar un sistema positivo de fluido de presión, además, incluye proporcionar el fluido bajo presión.

168 13.3 El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el paso de cerrar el tubo en una primera ubicación, además, incluye utilizar accionamiento por fluido.

169 13.4 El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el paso de comprimir el tubo, además, incluye utilizar accionamiento por fluido.

170 14.- Un método para medir el fluido de un tubo, que comprende:
cerrar el tubo en una primera ubicación;
hacia abajo de la primera ubicación, comprimir el tubo a una primera posición sin obstrucción;

hacia abajo de la compresión del tubo, cerrar el tubo en una segunda ubicación;

liberar el tubo en la primera ubicación;

descomprimir el tubo en una segunda posición sin relajar.

171 14.1 El método de acuerdo con la reivindicación 14 que, además, incluye el paso de proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con el tubo.

172 14.2 El método de acuerdo con la reivindicación 14 que, además, incluye el paso de proporcionar un sistema cerrado de presión.

173 14.2.1. El método de acuerdo con la reivindicación 14.2 donde, además, el paso de proporcionar un sistema cerrado de presión incluye suministrar una presión negativa.

174 14.3 El método de acuerdo con la reivindicación 14 donde el paso de cerrar el tubo, además, incluye utilizar accionamiento por fluido.

175 14.4 El método de acuerdo con la reivindicación 14 donde el paso de comprimir el tubo, además, incluye utilizar accionamiento por fluido.

RESUMEN

La presente invención proporciona una bomba de instilación (10) para suministrar un flujo de un líquido a través de un tubo (28). La bomba de instilación (10) incluye al menos dos obstructores (152), (162) que tienen una posición abierta y una cerrada para pinchar el tubo (28) de forma liberable. Hay una cámara de medición dispuesta entre los dos obstructores (152), (162). Se incluye un primer pistón (72) y un segundo pistón (73); cada pistón (72), (73) tiene una posición abierta y una posición cerrada para comprimir la cámara de medición de forma liberable. En el método de la presente invención, un obstructor (152) pincha el tubo de forma liberable cerca de la fuente de líquido en una primera ubicación. El segundo obstructor (162) pincha el tubo de forma liberable en una segunda ubicación más abajo de la fuente de líquido 23 y la primera ubicación. El tubo (28) se libera en la primera ubicación y un pistón (72) comprime el tubo (28) entre la primera y la segunda ubicación, lo que así genera un flujo del líquido a través del tubo (28) en un sentido hacia la fuente del líquido (23).

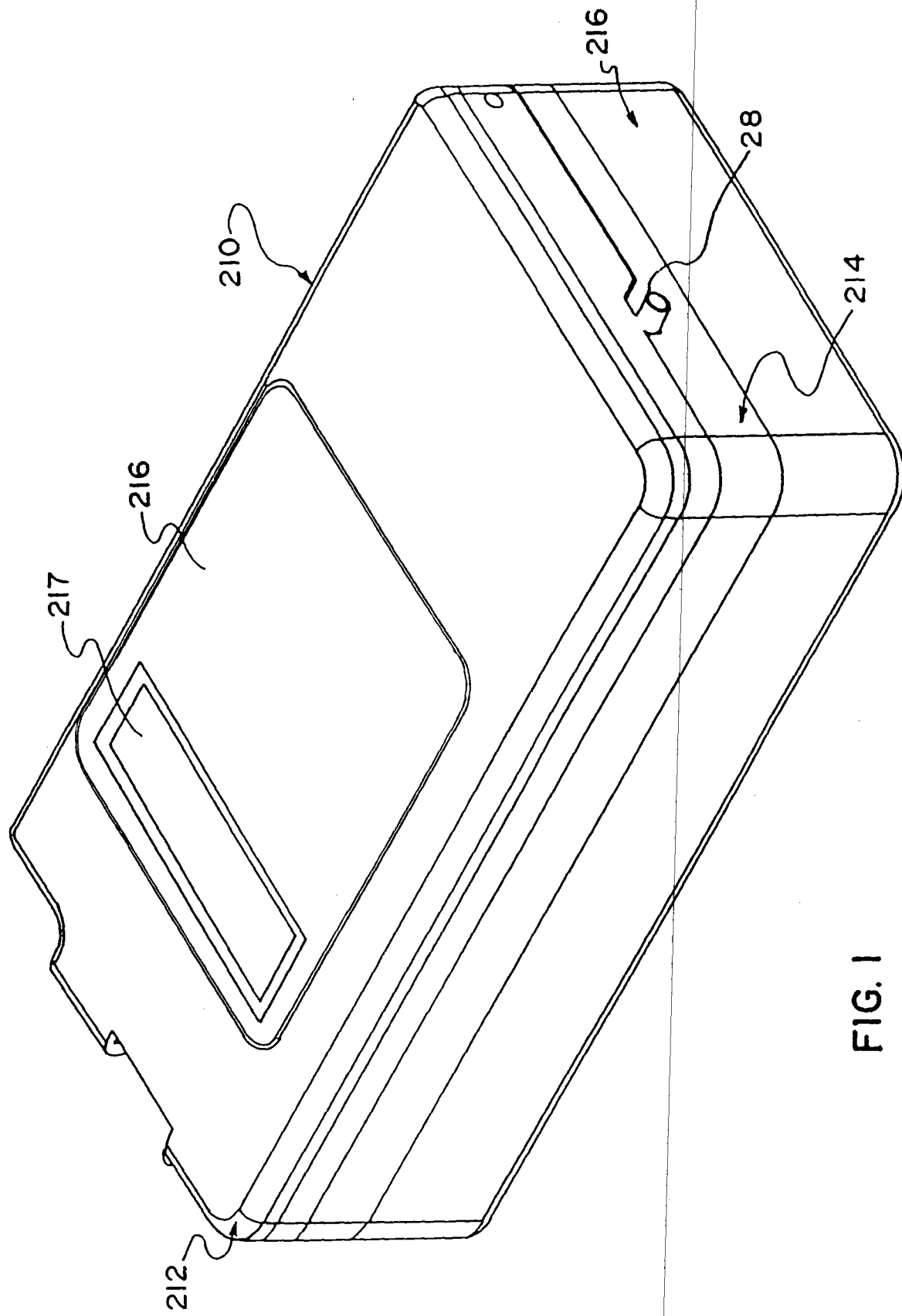


FIG. 1

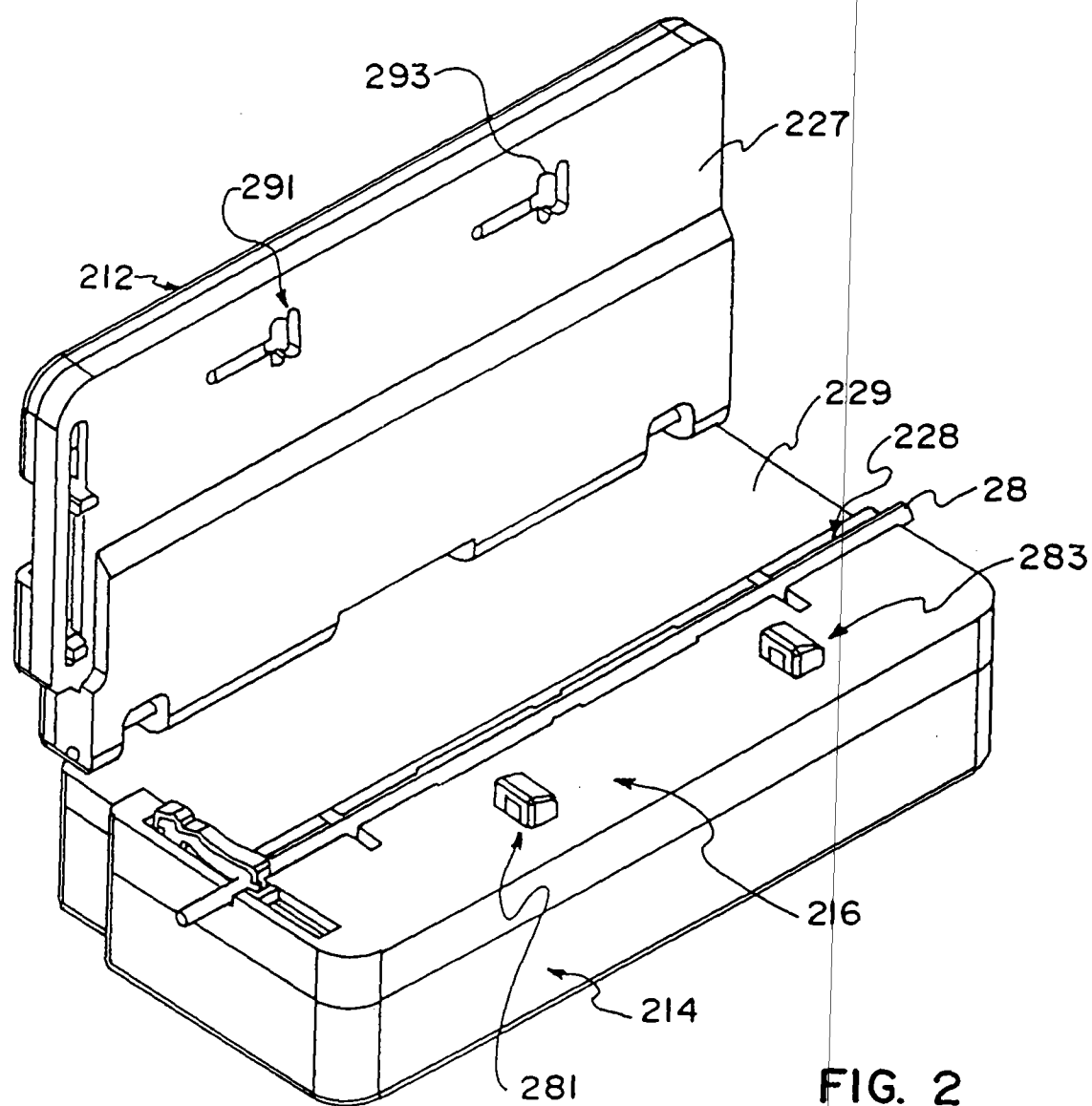


FIG. 2

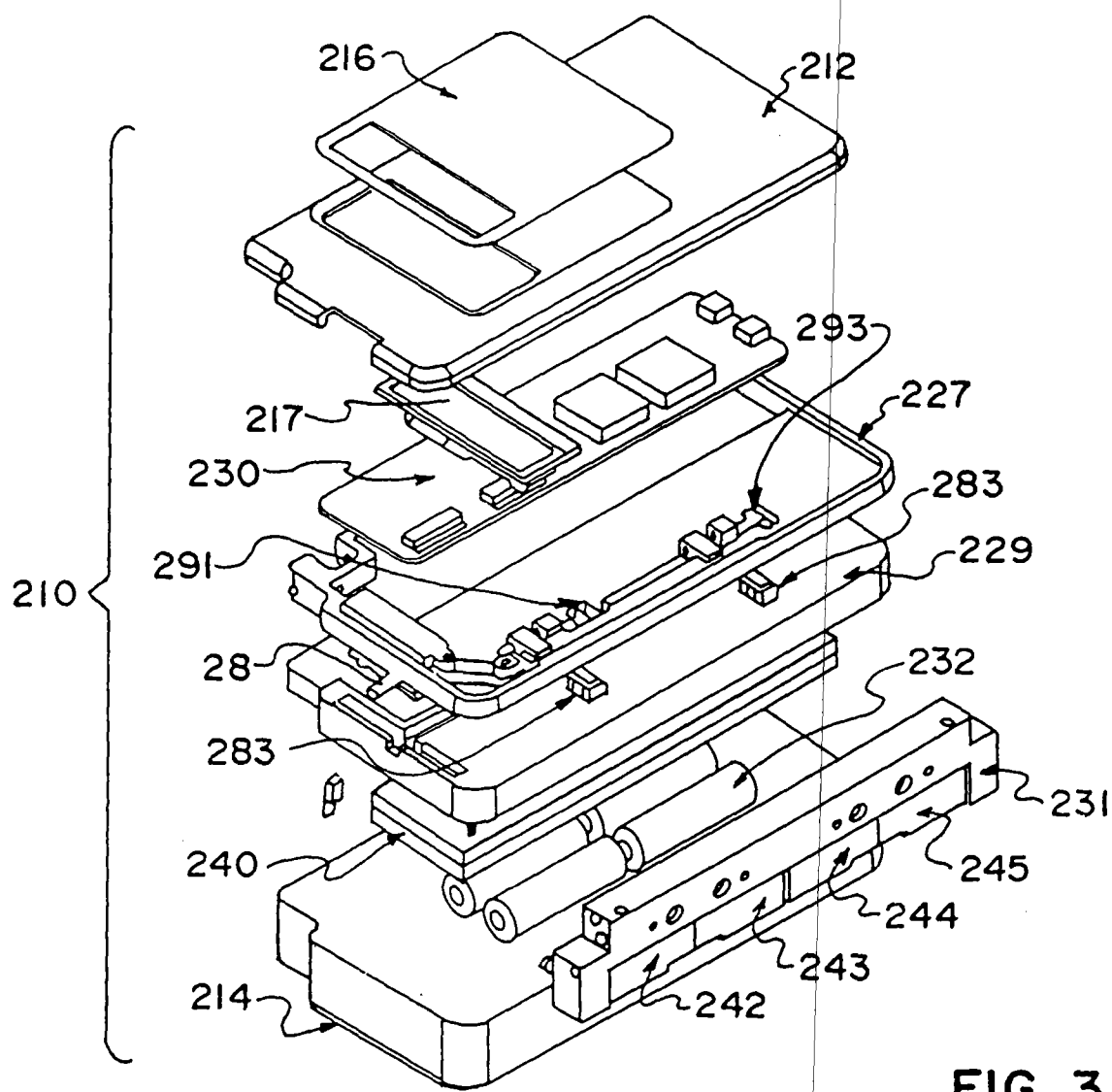


FIG. 3

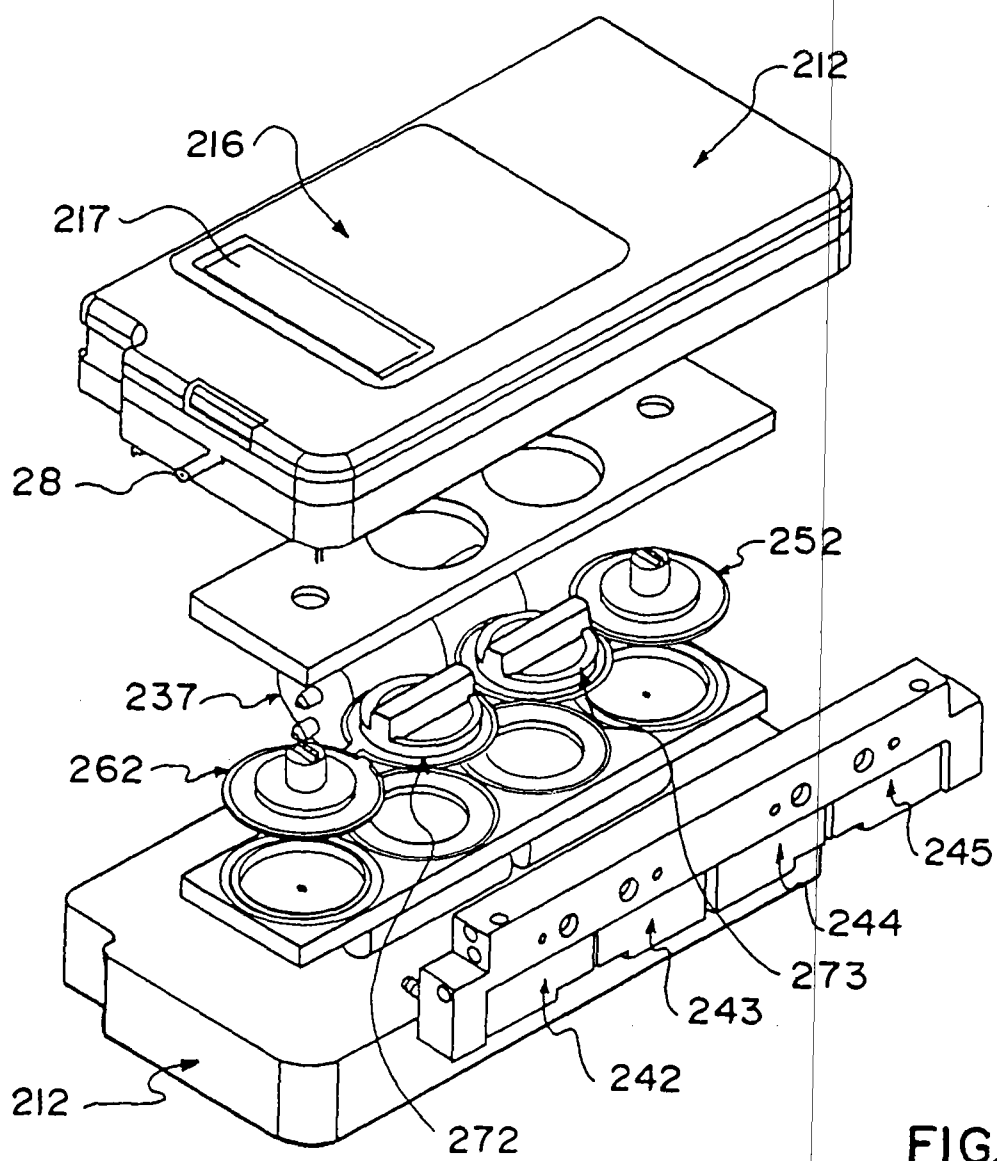


FIG. 4

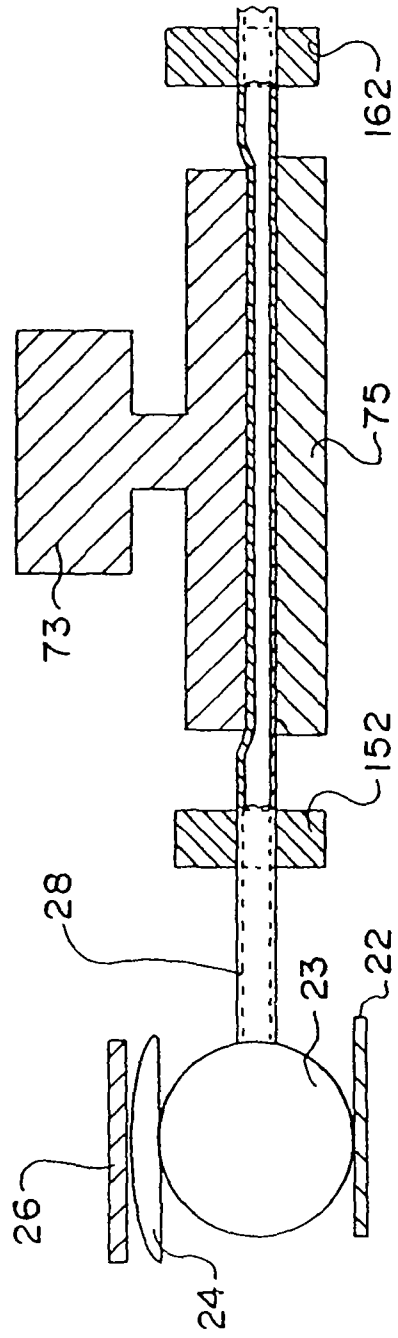


FIG. 5

27

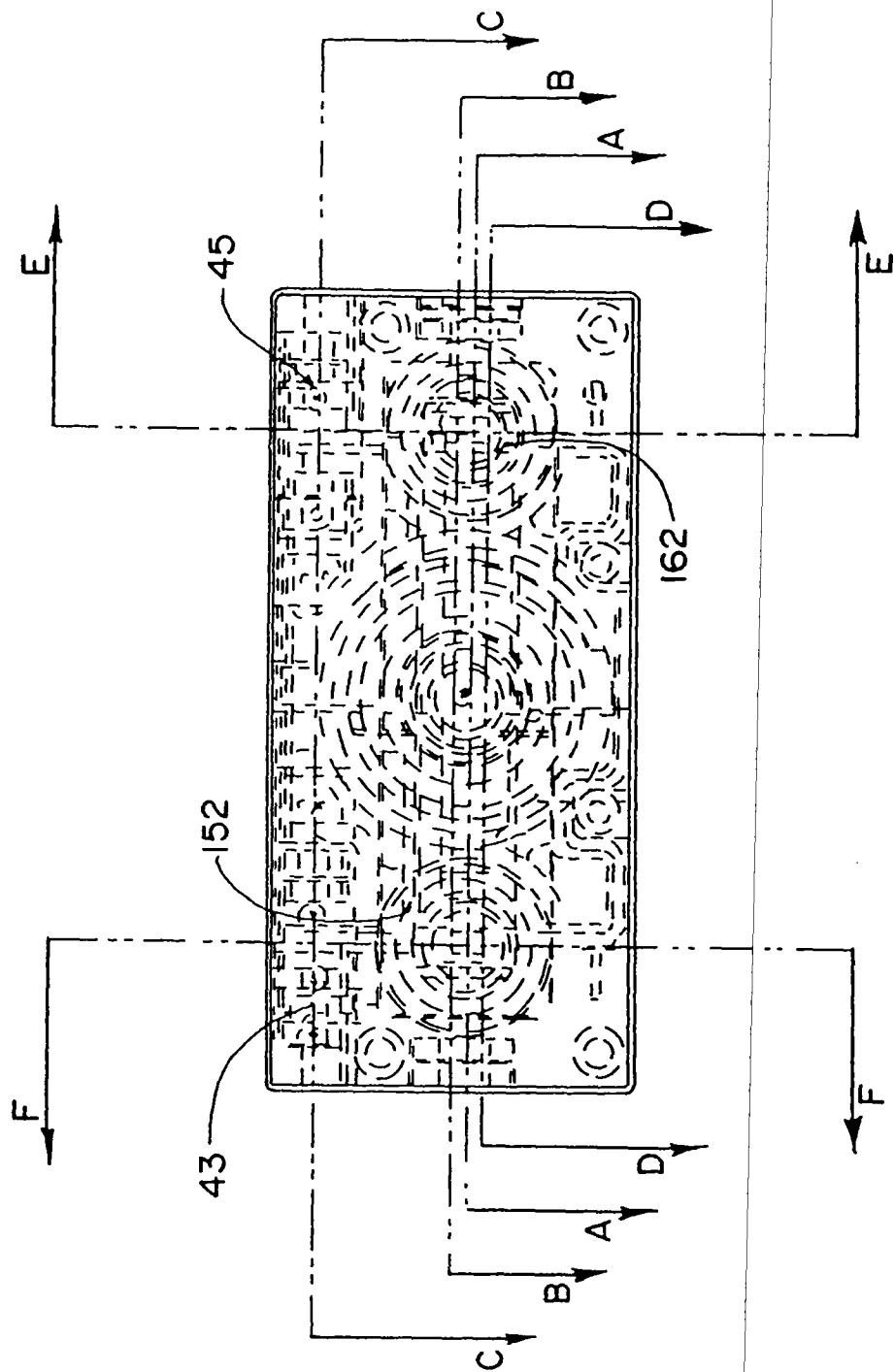


FIG. 6

~~4~~

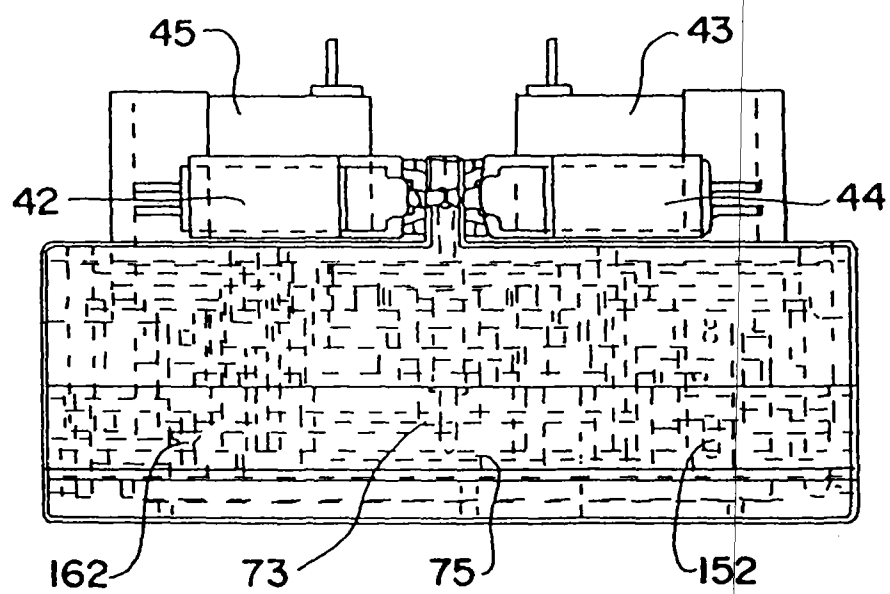


FIG. 7

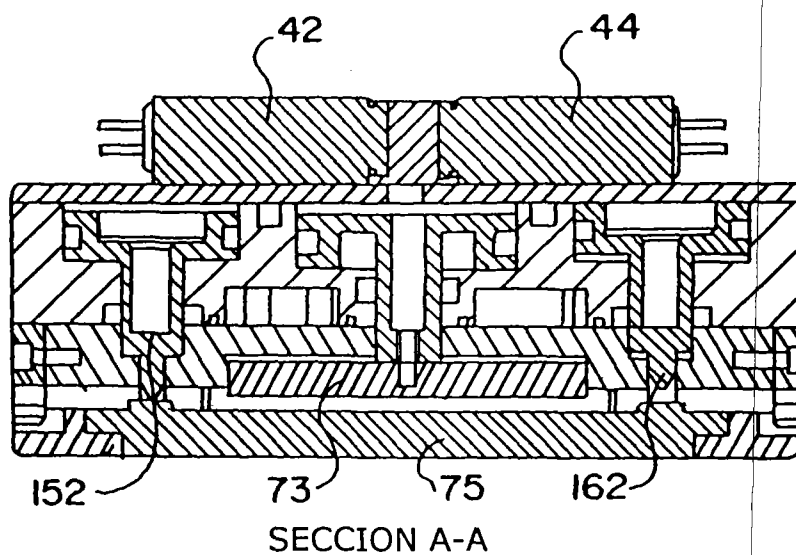


FIG. 8

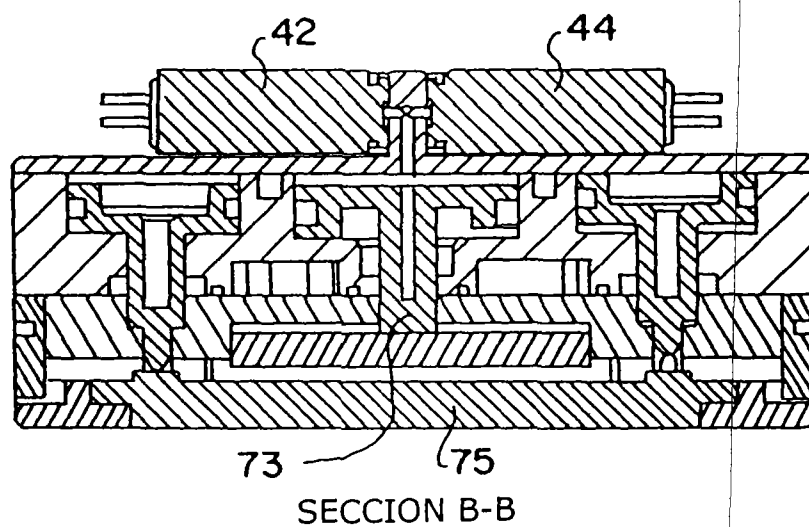
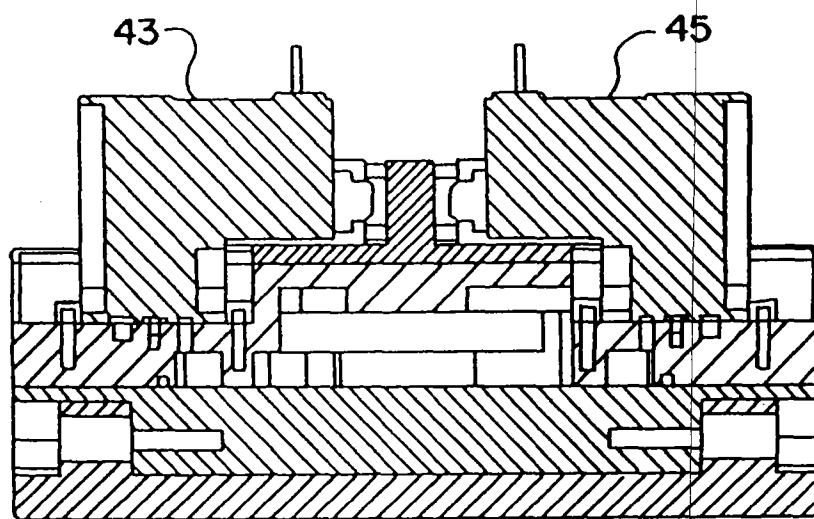
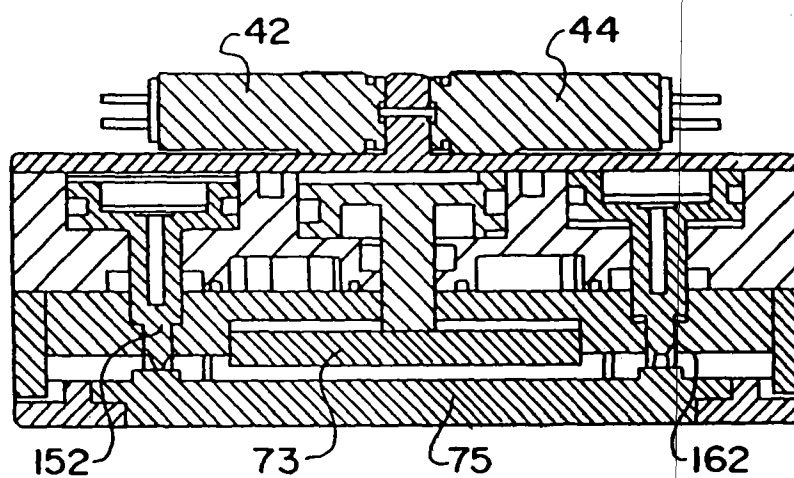


FIG. 9



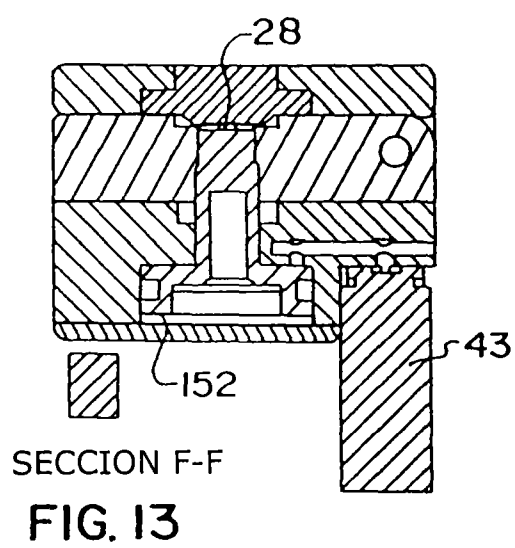
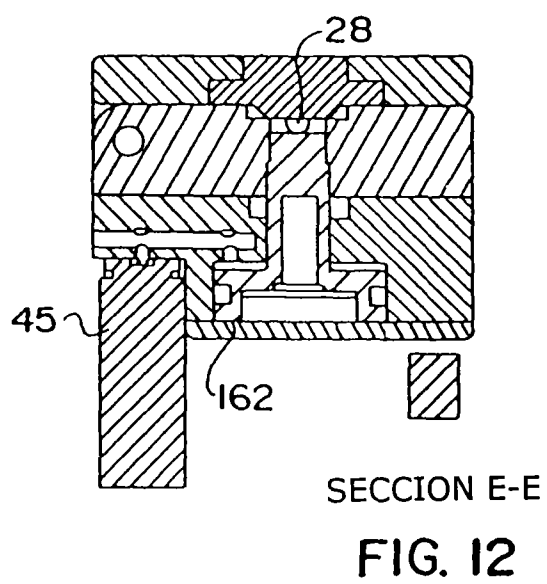
SECCION C-C

FIG. 10



SECCION D-D

FIG. 11



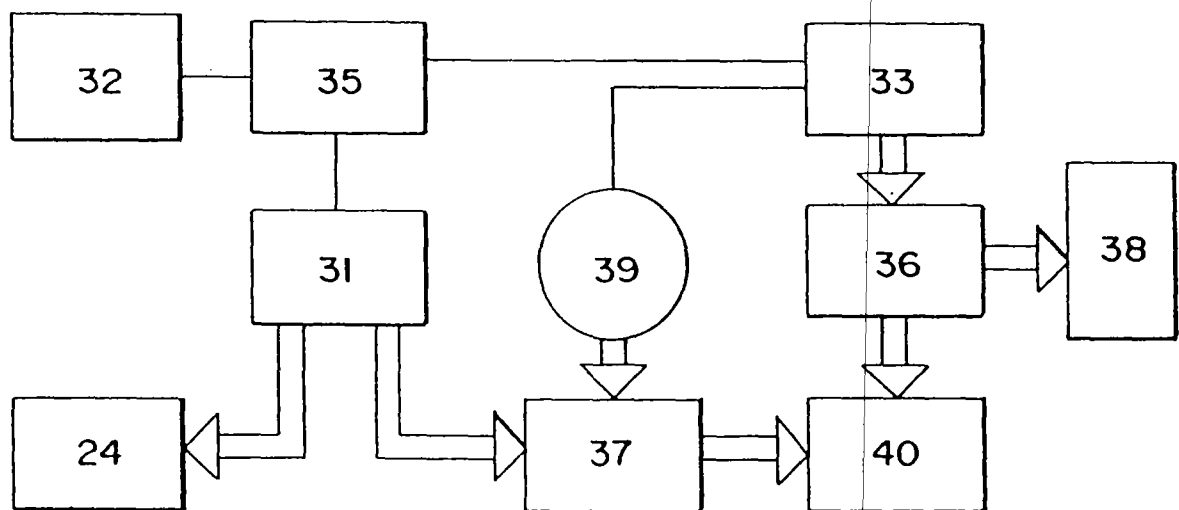


FIG. 14

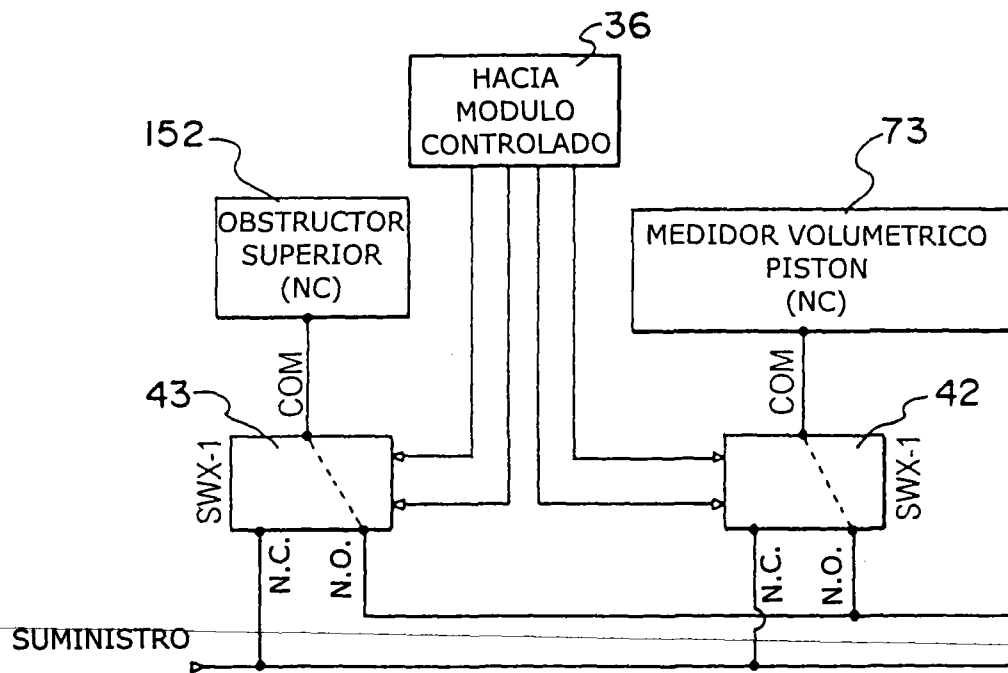
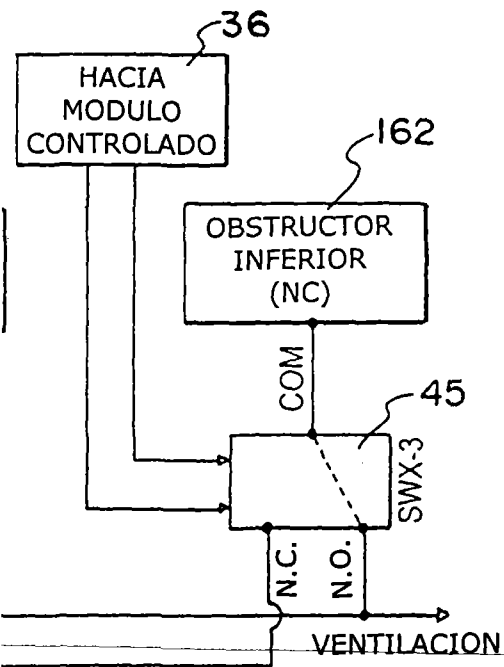


FIG. 15



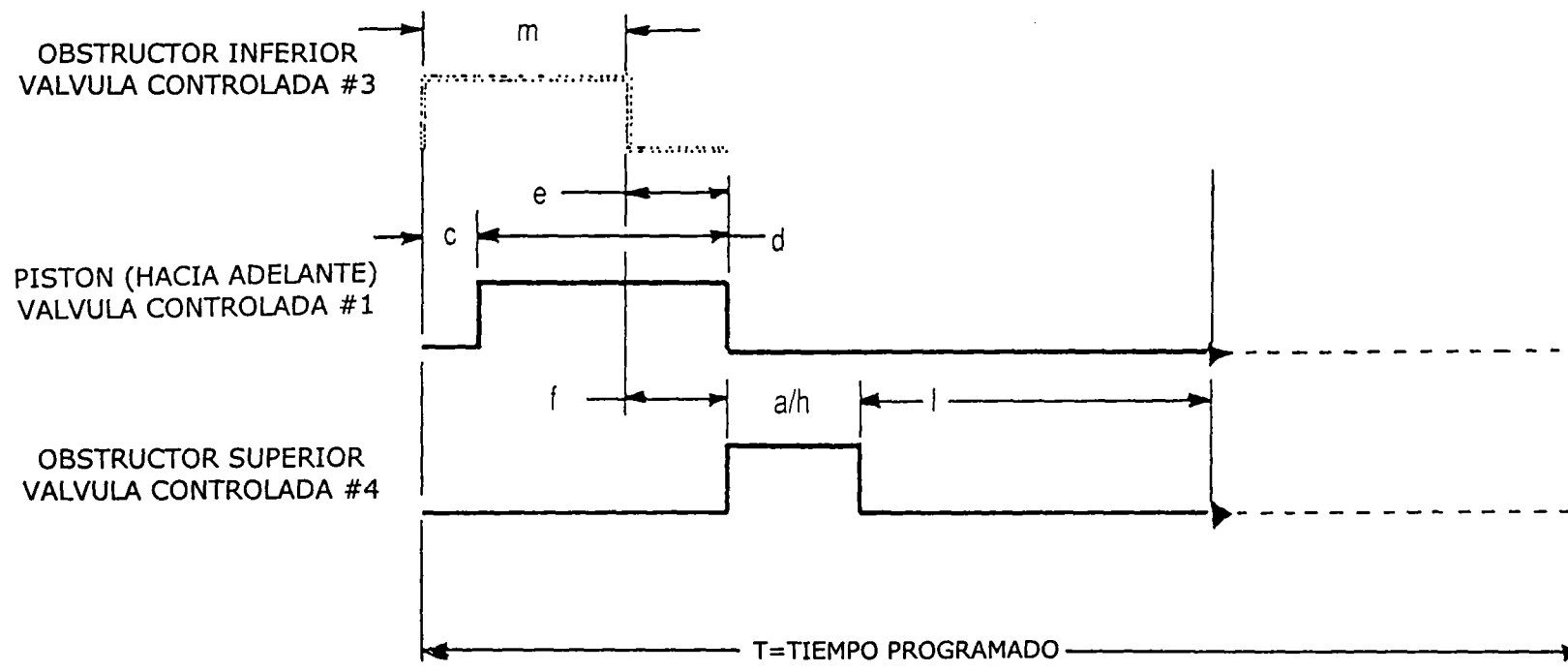


DIAGRAMA DE PERFIL OPERATIVO

FIG. 16

75

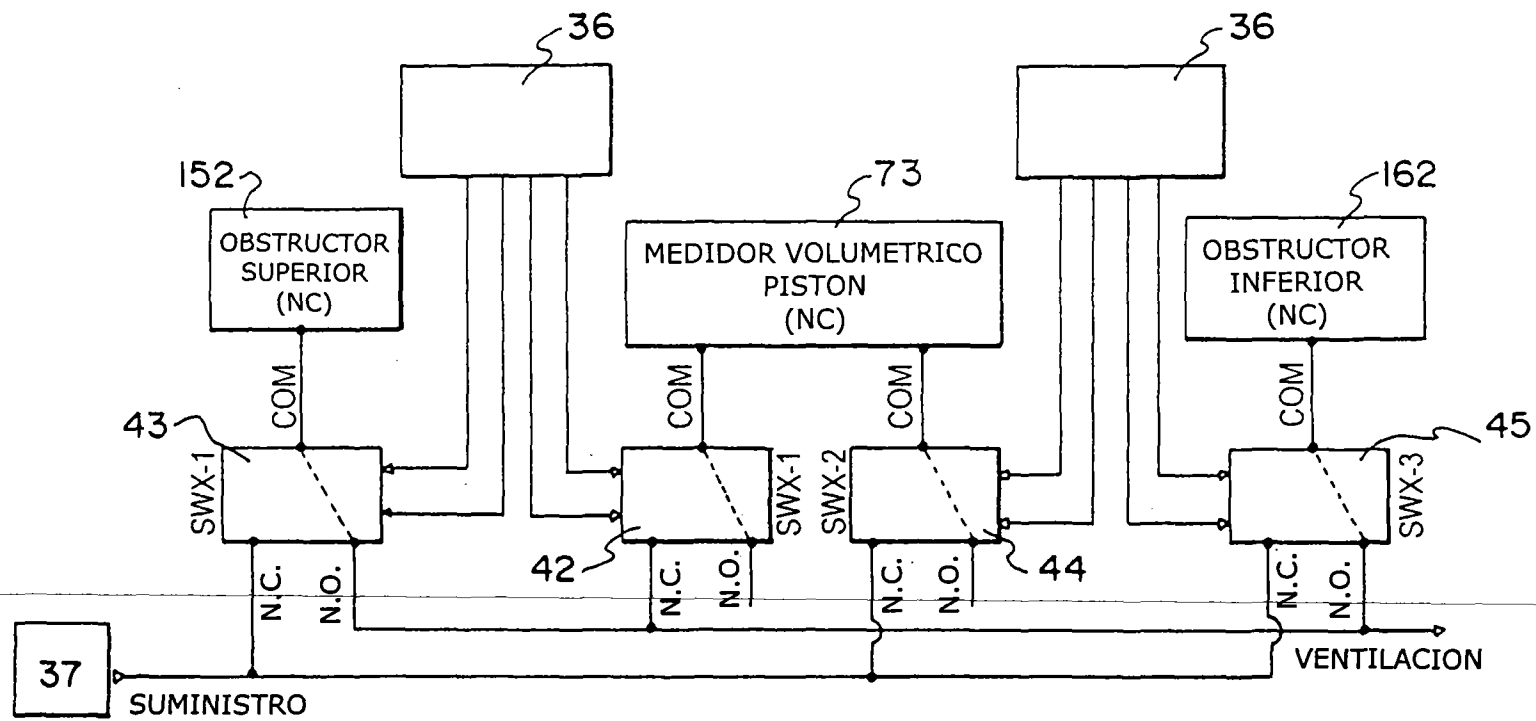


FIG. 17

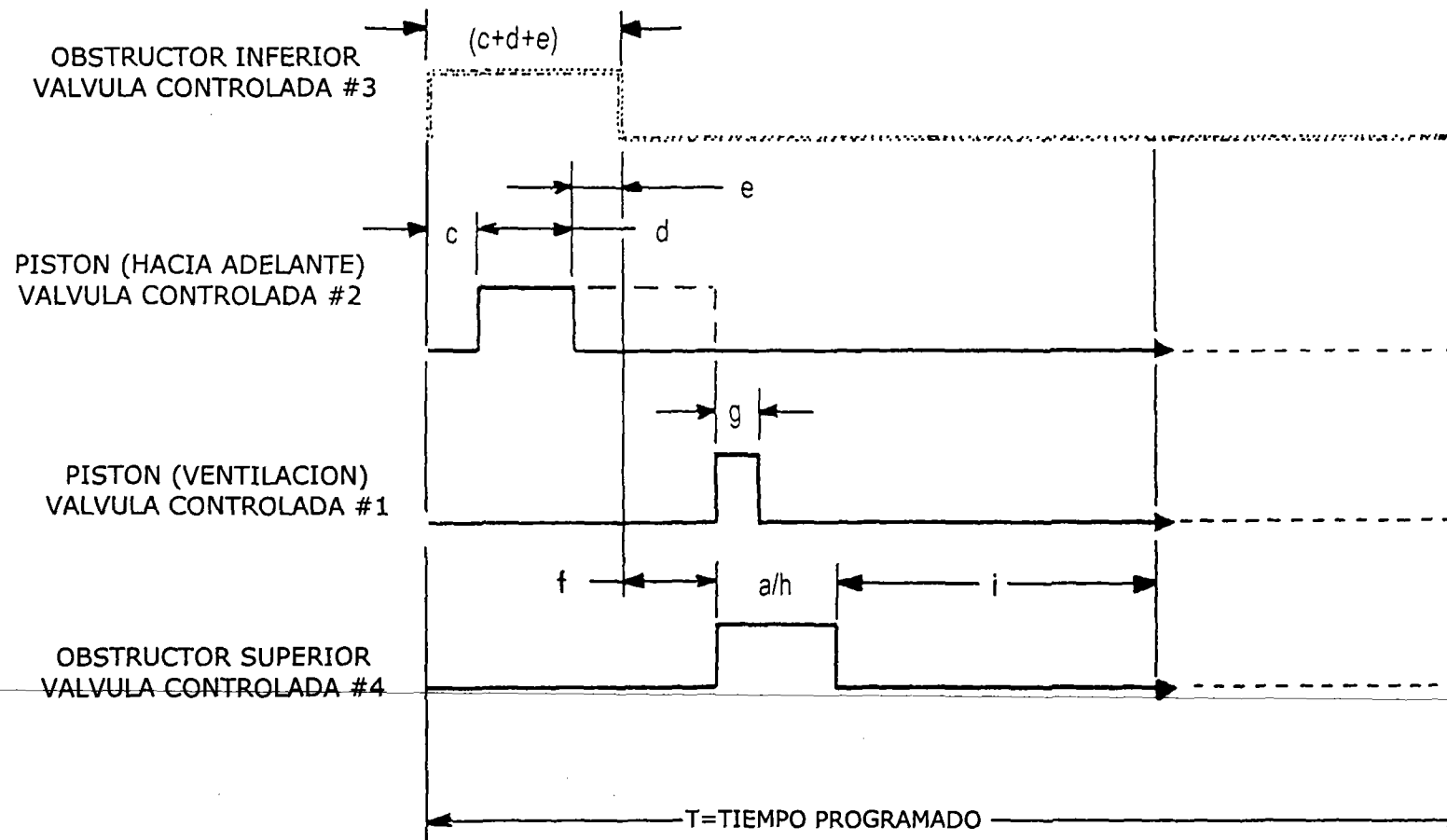


DIAGRAMA DE PERFIL OPERATIVO

FIG. 18

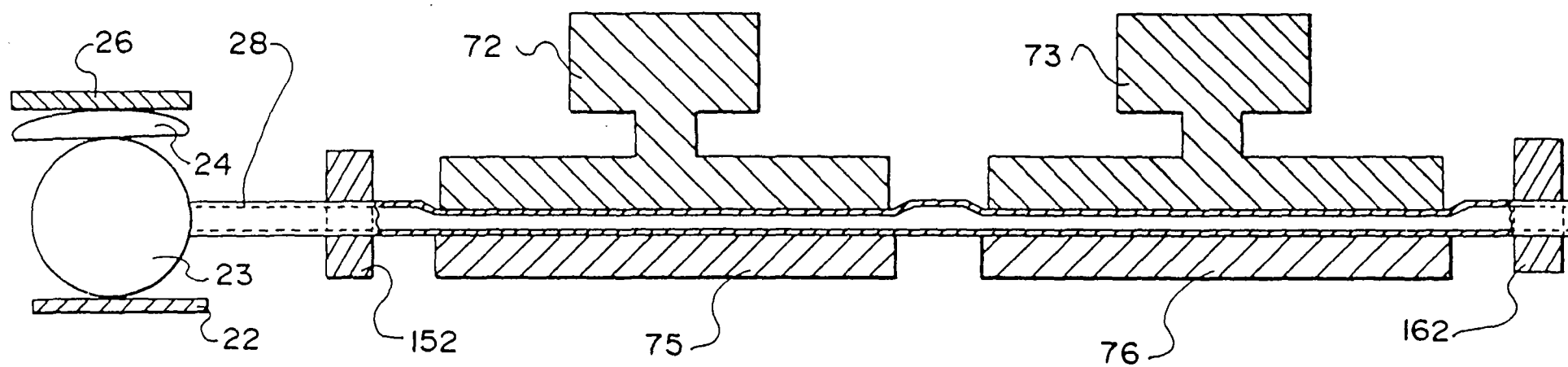


FIG. 19

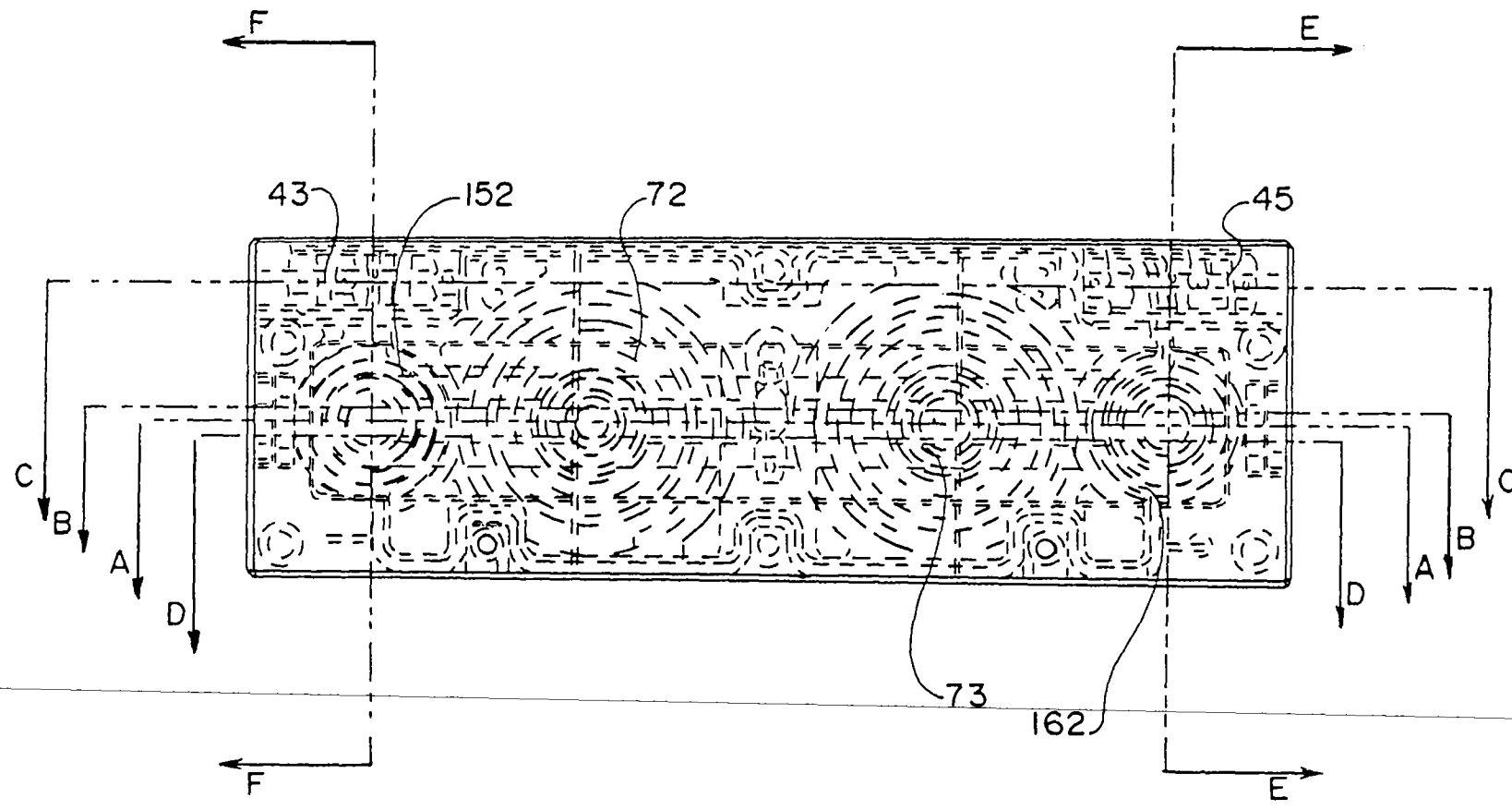


FIG. 20

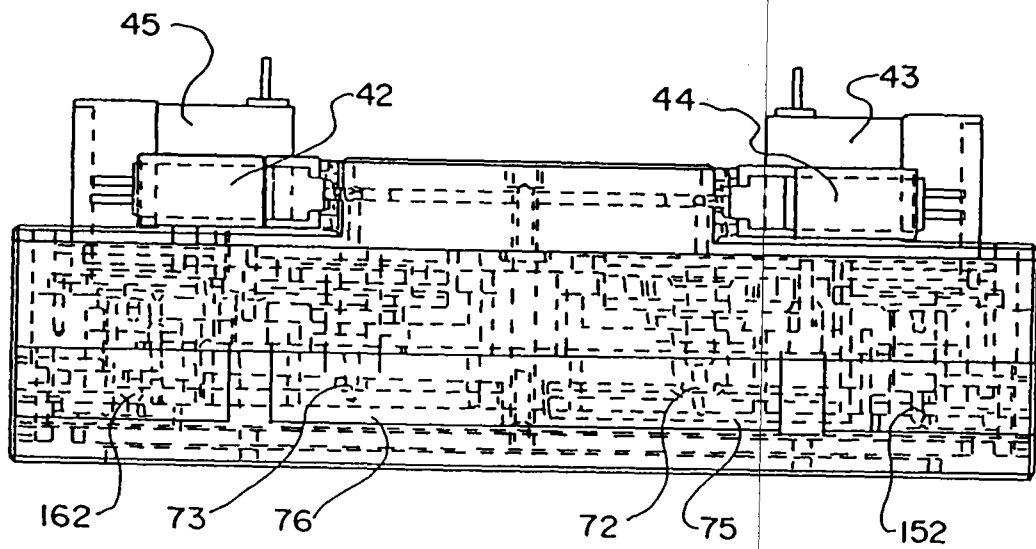
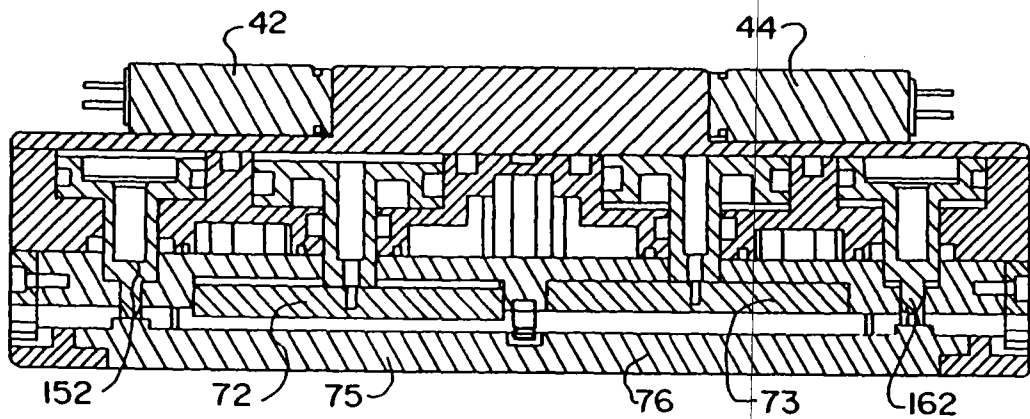
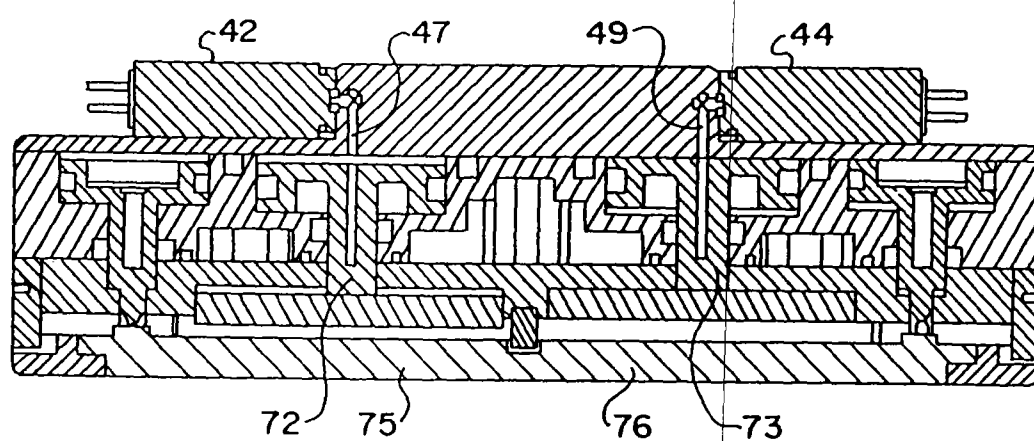


FIG. 21



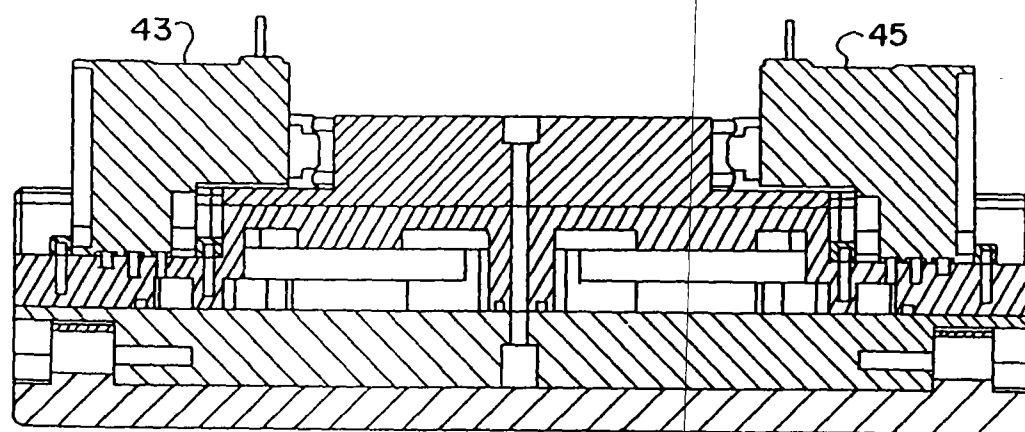
SECTION A-A

FIG. 22



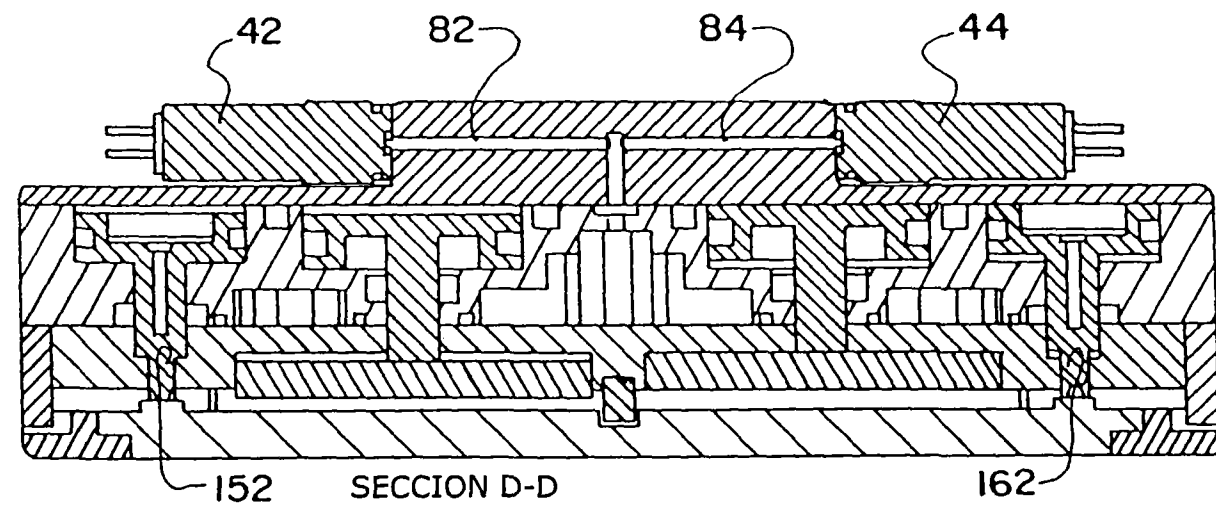
SECTION B-B

FIG. 23



SECTION C-C

FIG. 24



SECCION D-D

FIG. 25

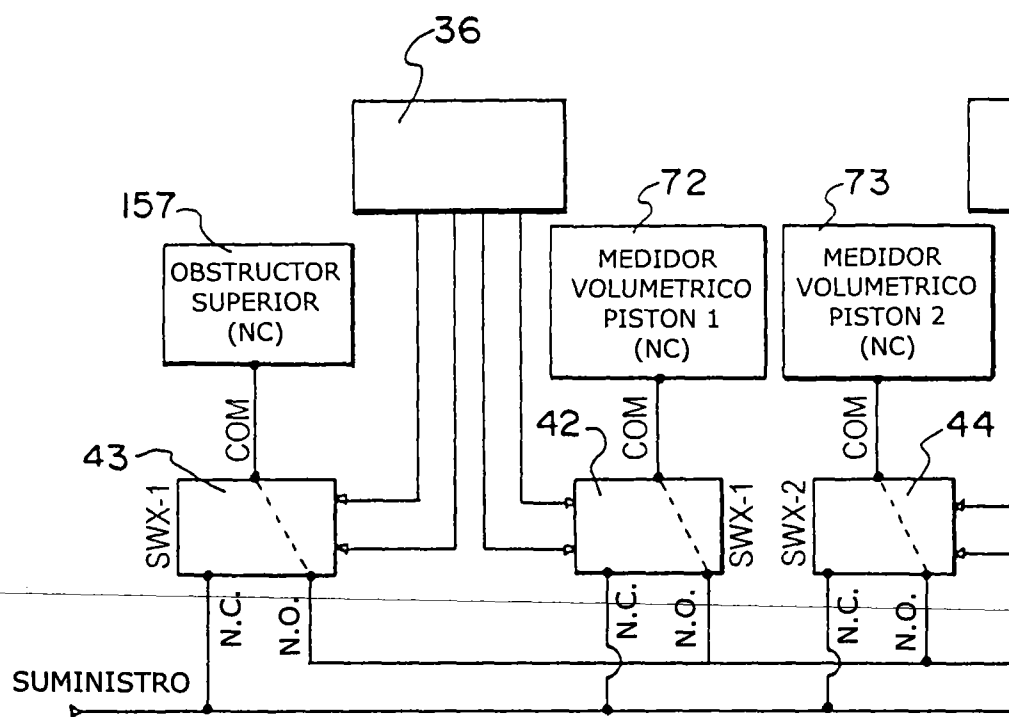
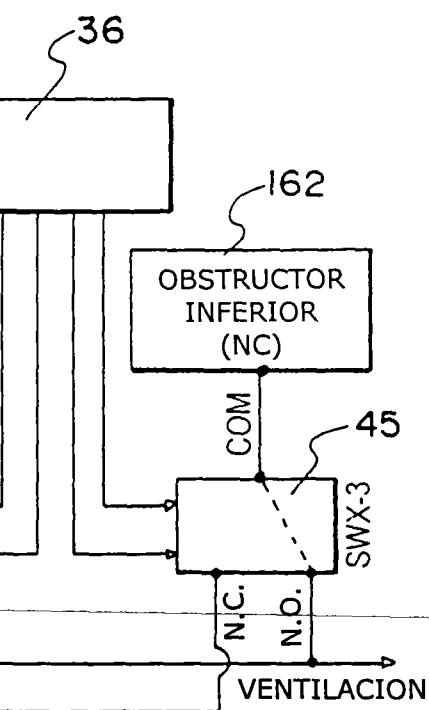
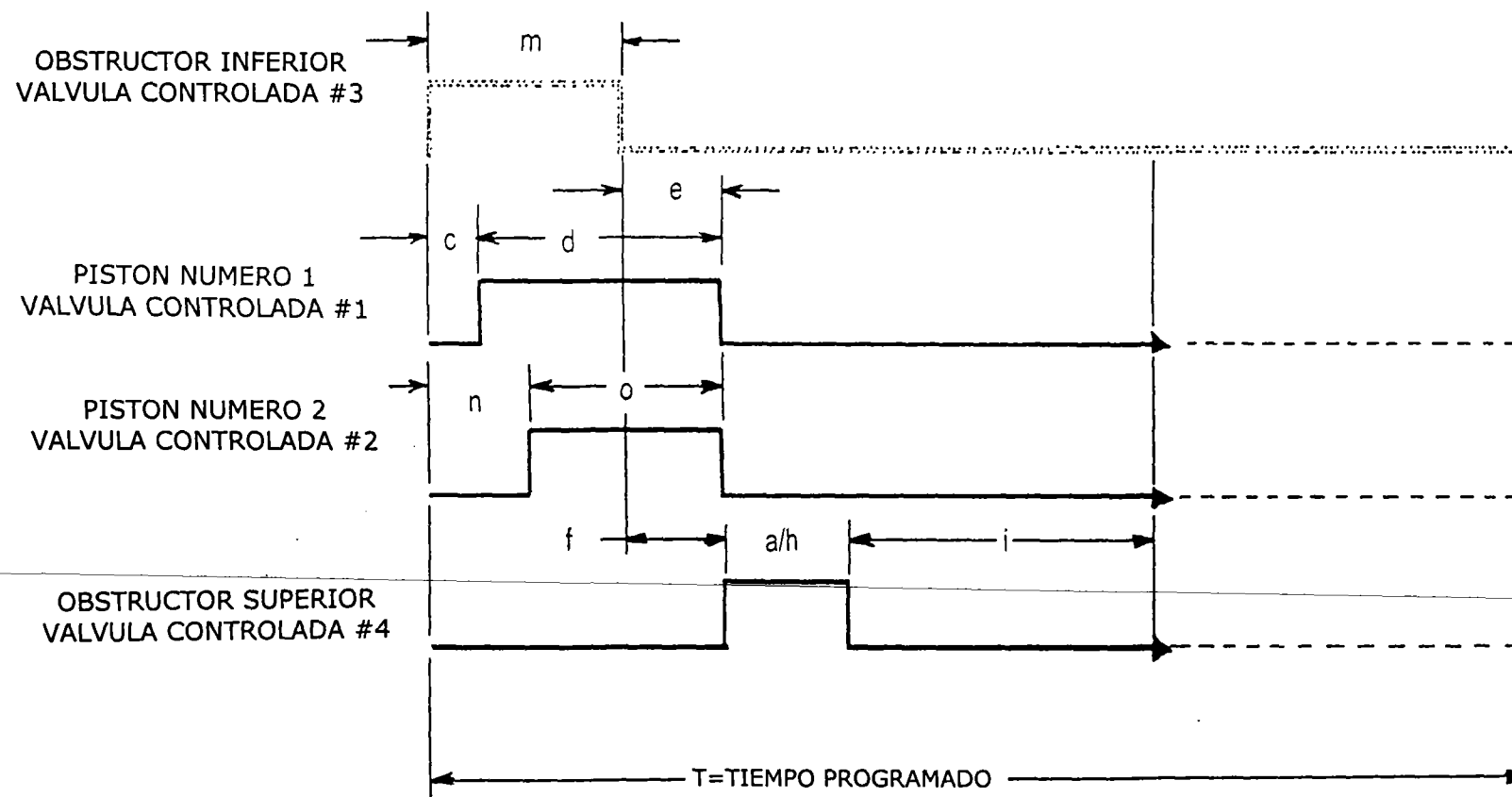


FIG. 26



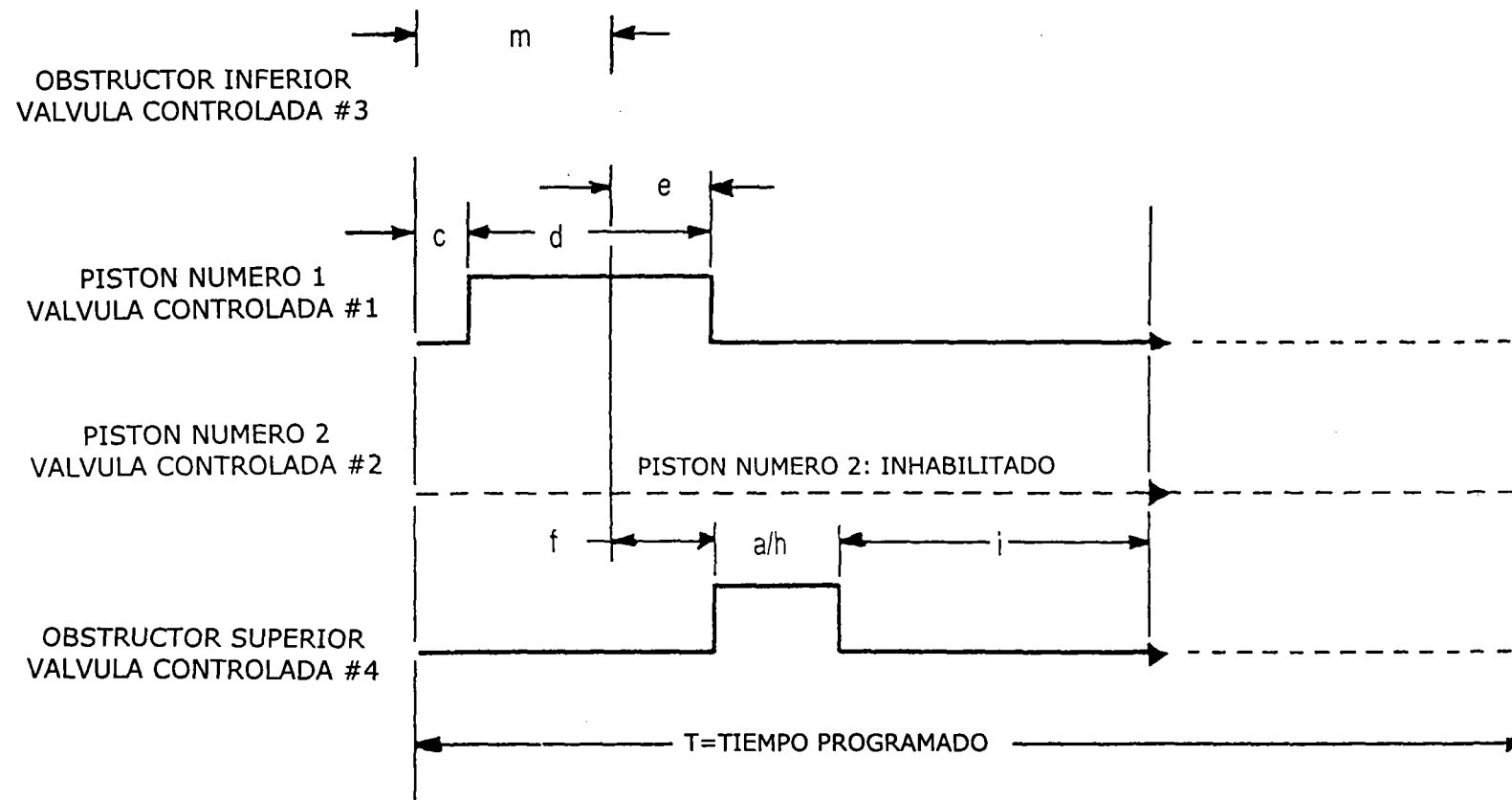
83



MAYORES VELOCIDADES DE FLUJO: DIAGRAMA DE PERFIL OPERATIVO

FIG. 27

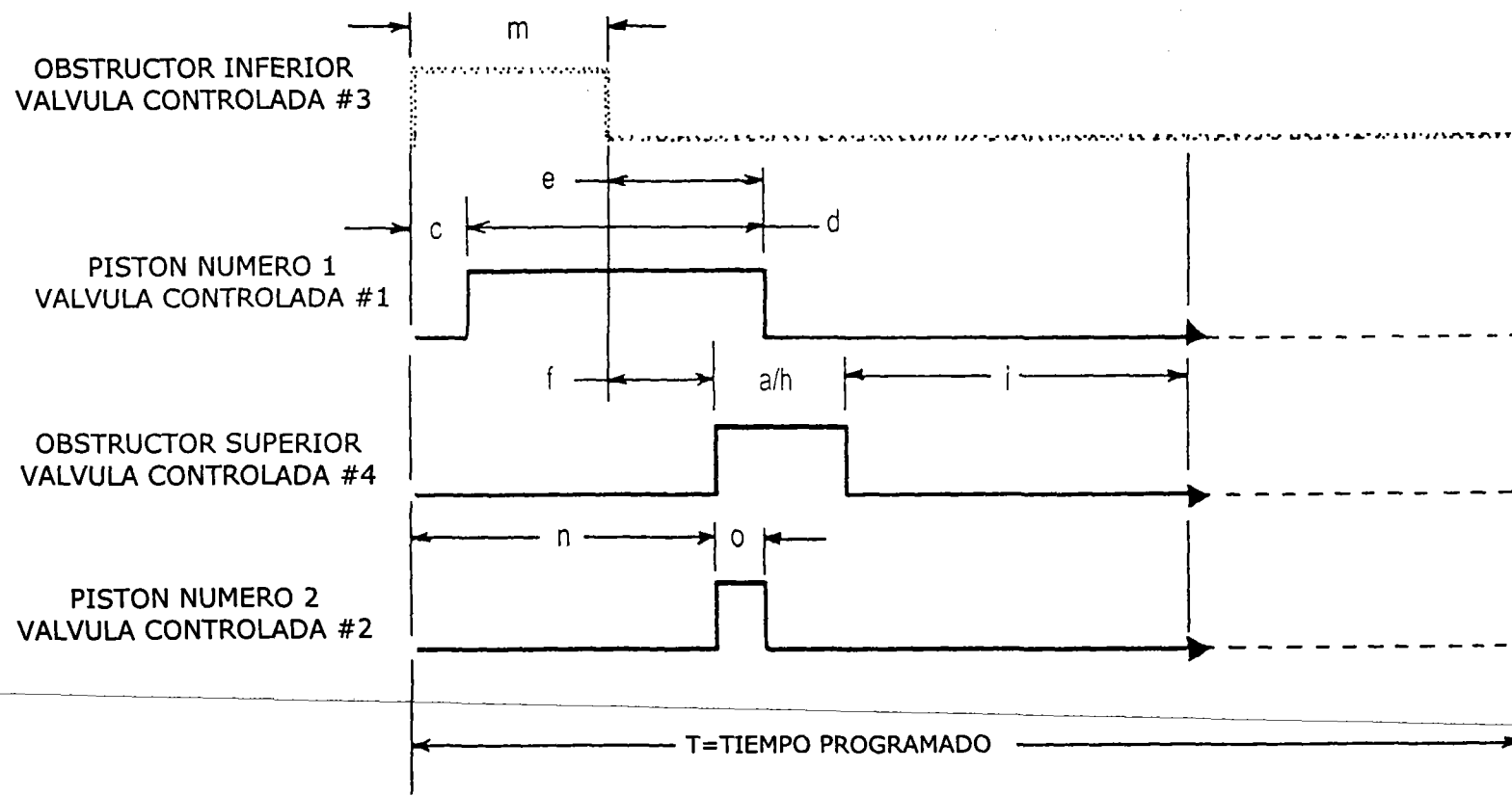
84



VELOCIDADES DE FLUJO MEDIAS: DIAGRAMA DE PERFIL OPERATIVO

FIG. 28

85



MENORES VELOCIDADES DE FLUJO: DIAGRAMA DE PERFIL OPERATIVO

FIG. 29

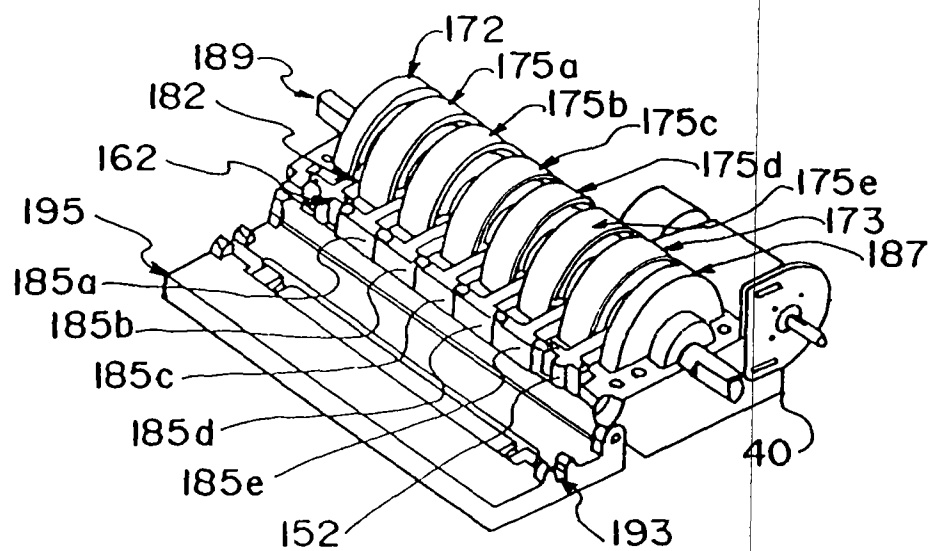


FIG. 30

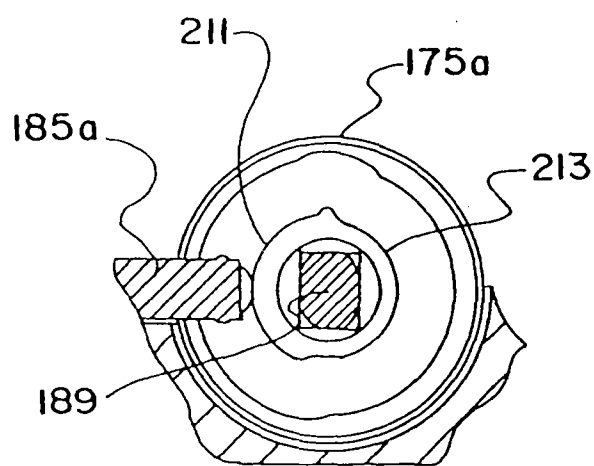


FIG. 31

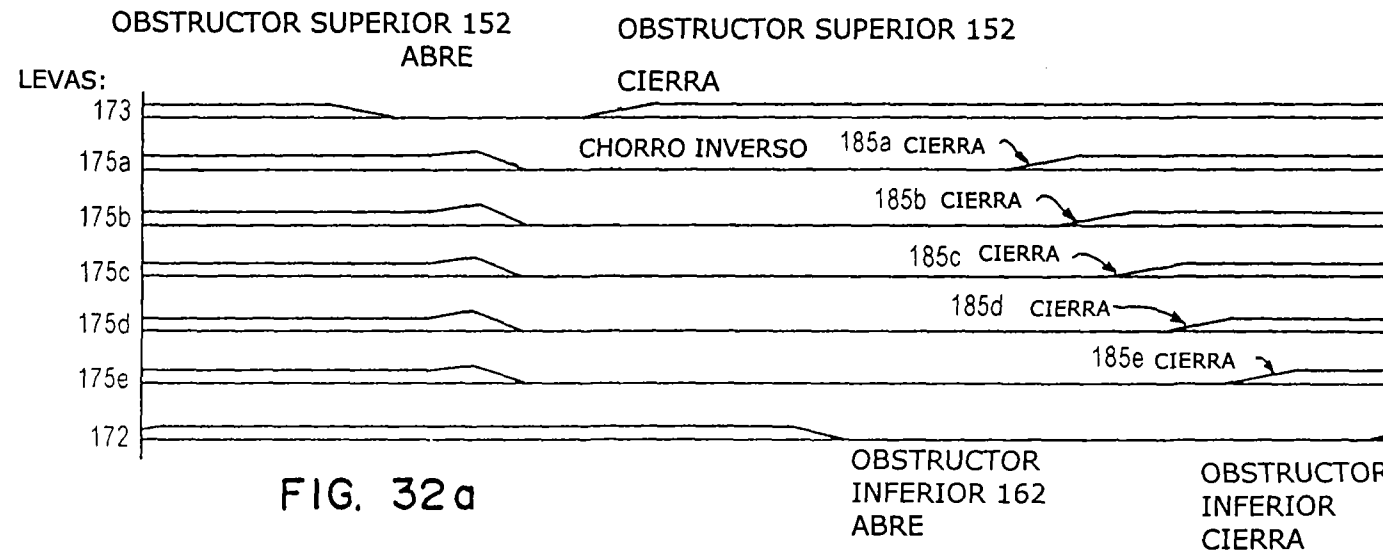


FIG. 32a

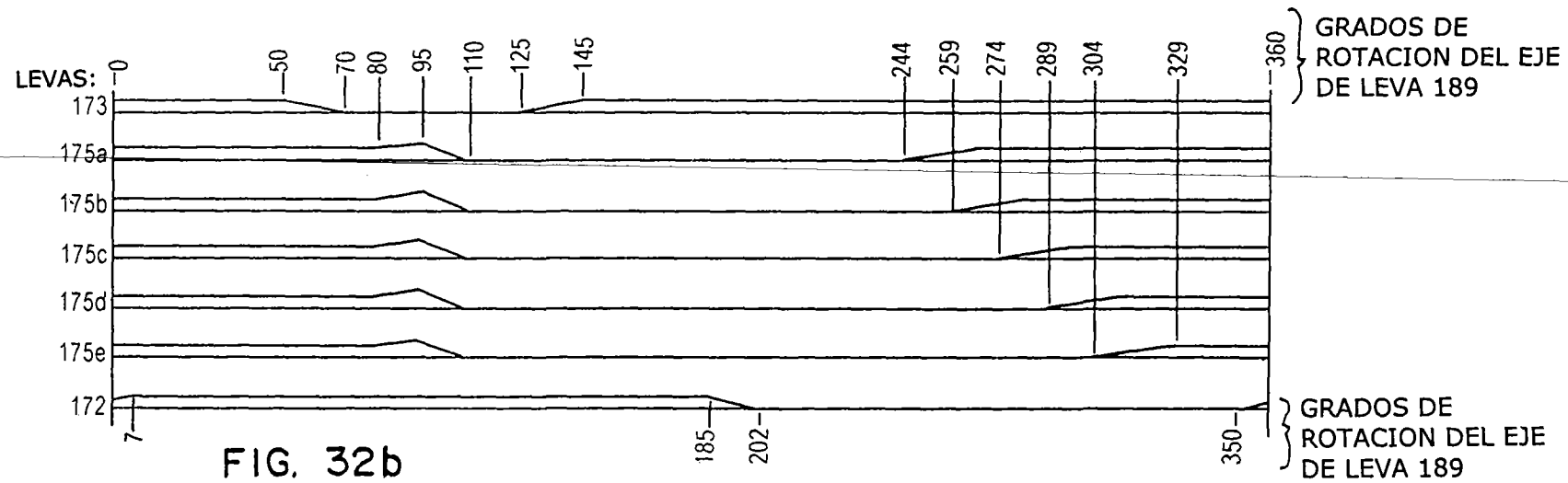


FIG. 32b

05873
08613

PODER

Colombia No. 92300 26/6/93
Tranasol - TMOA
312012
59

POWER OF ATTORNEY

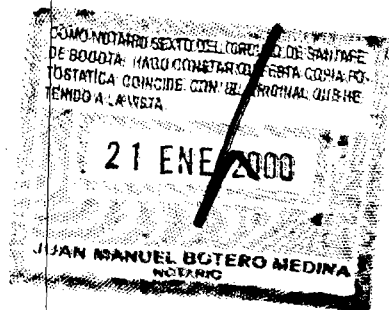
Yo (nosotros), abajo firmado(s)
BAXTER INTERNATIONAL INC.
.....
domiciliado(s) en
Deerfield, Illinois, E.E.U.U.
.....
por el presente conferimos poder a
GERMAN CAVELIER tpa. 832
GONZALO PERDOMO tpa. 831
EMILIO FERRERO tpa. 31929
LUZ CLEMENCIA DE PAEZ tpa. 23555
Domiciliados en la Carrera 4a. No. 72-35,
Bogotá, Colombia
y para obtener la protección de mi (nuestra) pro-
piedad industrial, a cuyo efecto autorizamos a
los dichos apoderados para que nos representen
ante cualesquiera entidades o personas, ejerzan
o no jurisdicción, especialmente ante las del or-
den administrativo, contencioso-administrativo y
judicial, en todo lo concerniente a los siguientes
asuntos: a) Obtención de patentes de invención,
modelos y dibujos industriales; el registro de
marcas de fábrica, colectivas y de servicio; el de-
pósito de nombres comerciales y enseñas; su re-
novación, traspaso, cambio de nombre o domi-
cilio, cancelación voluntaria, y el registro de li-
cencias de uso de esos derechos; b) las acciones
de oposición, cancelación, nulidad, medidas cau-
telares, concesión de licencias y en general los
juicios civiles, penales, administrativos o conten-
cioso-administrativos relacionados con estos de-
rechos; acciones y juicios que promovamos o se
nos promuevan; y c) para que en todos los
asuntos arriba determinados, puedan sustituir
este mandato, transigir, desistir, cancelar, reci-
bir, renunciar, aceptar notificaciones y nombrar
apoderados judiciales y extrajudiciales.
Dado y firmado hoy junio 16 de 1993
en Deerfield, Illinois 60015 E.E.U.U.

I (we), the undersigned BAXTER INTERNATIONAL
INC.,
.....
of Deerfield, United States of America,
.....
.....
hereby grant to Messrs. Cavelier,
GERMAN CAVELIER, GONZALO PERDOMO,
EMILIO FERRERO, LUZ CLEMENCIA DE
PAEZ
Professional Cards Numbers: 832, 831, 31929
and 23555 respectively. Domiciled at
Carrera 4a. No. 72-35, Bogotá, Colombia
and to obtain the protection of my (our) indus-
trial property, for which purpose we authorize
the said attorneys to represent us before any
authorities or persons, with or without jurisdic-
tion, specially those administrative, administra-
tive contentious and judicial, in all matters con-
cerning the following: a) Obtainment of patents,
models and designs; the registration of trade-
marks, collective and service marks; the deposit
of commercial names and ensigns; its renewal,
assignment, change of name or domicile, volun-
tary cancellation; and the registration of licen-
ses of use of the above rights; b) actions of op-
position, cancellation, nullity, infringement,
granting of licenses; and in general the civil, pe-
nal, and administrative suits relating to those
rights; actions and suits instituted by me (us) or
against me (us); and that in all the above mat-
ters they may substitute this Power of Attorney,
compromise, desist, cancel, receive, renounce,
accept notifications and appoint attorneys-in-
fact in or out of Court.
Given and signed this JUNE 16, 1993
in DEERFIELD, ILLINOIS 60015 USA

BAXTER INTERNATIONAL INC.,

A. Gerard Sieck
A. GERARD SIECK, ASSISTANT SECRETARY *Mc*

Bernarda R. de Martínez
Traductora e Interprete Oficial
Resolución 683 Minjusticia 1994





COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCUITO DE SANTA FE
DE BRACORIA. HAGO DONAR AQUESTA COPIA FO-
TOSTATICA CONMITE CON EL ORIGINAL QUE HE
TENIDO A LA VENTA

21 FNE 2000

MANUEL BOTELO MEDINA
NOTARIO



Consulado General de Colombia

122 SOUTH MICHIGAN AVENUE, SUITE 1441
CHICAGO, ILLINOIS 60603

TEL (312) 341-0658 FAX (312) 341-1980

No. 1610, 93

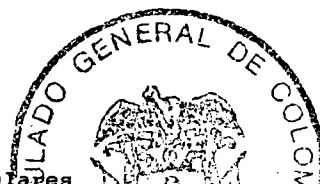
Chicago, JUN 29 1993

El suscrito Cónsul General de Colombia, CERTIFICA que el señor Linda Ianuzi Hess quien autoriza el presente documento, ejercía legalmente, en la fecha allí expresada, las funciones de Secretaria del Condado y que la firma y sello que en el documento aparecen como suyos son los que usa y acostumbra en sus actos oficiales, de acuerdo con el registro que se lleva en este consulado.

El Cónsul no asume responsabilidad alguna por el contenido del documento.

PAGADO IMPUESTO DE TIMBRE
US\$ 6.00 (Seis dólares)
US\$ 15.00 (Quince dólares)
PAGADO DERECHOS DE ASESORES
FONDO ROTATORIO

Maria Teresa Gonzalez
MARIA TERESA GONZALEZ
Encargada de Funciones Consulares



LINDA IANUZI HESS
LAKE COUNTY CLERK
18 NORTH COUNTY STREET
WAUKEGAN, ILLINOIS 60085

Bernarda R. de Martínez
Traductora e Interprete Oficial
Resolución 683 Minjusticia 1991

General Services 708/360-3610 • Elections 708/360-6628 • Tax Extension & Redemption 708/360-6657

STATE OF ILLINOIS)
COUNTY OF L A K E) SS

CERTIFICATE OF AUTHORITY

I, Linda Ianuzi Hess, County Clerk of Lake County in the State of Illinois, which office is an office of record having a seal, certify that Mary H. Cross by whom the foregoing or annexed document was notarized, was, on the 26 day of June, 1990, appointed a Notary Public in and for the County of Lake, State of Illinois and that as such, full faith and credit is and ought to be given to this Notary's official attestations. In testimony whereof I have affixed my signature and the seal of this office this 17 day of June, 1993.

Certification not valid unless the seal of Lake County, Illinois is affixed.

Linda Ianuzi Hess
LINDA IANUZI HESS
LAKE COUNTY CLERK

21 JUN 2000

Bernarda R. de Martínez
Traductora e Interprete Oficial
Resolución 683 Minjusticia 1991

No. **481652**

MINISTERIO DE INTERIORES EXTERIORES
SECRETARÍA DE ASUNTOS EXTERIORES
HACE CONSTAR

Al señor (a):
Ma. Teresa González

Señor (a) [Nombre] [Apellido]
[Dirección]
[Ciudad] [País]

05 AGO 1983

El [Nombre] [Apellido] no
[Dirección]
[Ciudad] [País]

JOSÉ SANCHEZ TORRES
JOSÉ LEGUIZAMON

COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCULO DE SANTA FE
DE BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE ESTA COPIA FO-
TOSTATICA COINCIDE CON EL ORIGINAL QUE HE
TENIDO A LA VISTA

21 ENE 2007

JUAN MANUEL BOTERO MEDINA
NOTARIO

CERTIFICADO NOTARIAL (CORPORACION)

Estados Unidos de América

Condado de Lake

Estado de Illinois

ss:

Hoy 16 de junio de 1993

compareció A. Gerard Sieck a quien conozco, quien, debidamente juramentado, declaró y dijo que él es SubSecretario

de BAXTER INTERNATIONAL INC.

la compañía, nombrada en el documento que antecede, una corporación organizada conforme a las

leyes del Estado de Delaware

domiciliada en la ciudad de Deerfield

Estado de Illinois, E.E.U.U.

Y legalmente constituida para un período de duración que aún no ha terminado, que el declarante

está autorizado por dicha compañía para conferir

este poder y que el sello estampado por él al pie de

tal poder, en nombre y en representación de la expresada compañía, es el sello social de ella.

El suscrito Notario ha visto los estatutos de incorporación firmados en Deerfield

Estado de Illinois con fecha

oct. 19/31 y certifica que de conformidad con la legislación de dicho Estado la anterior declaración juramentada es prueba suficiente de que los hechos sobre que ella versa son ciertos o verdaderos, de lo cual da fe.

Notary Public (Notario Público)

NOTARIAL CERTIFICATE (CORPORATION)

United States of America

State of ILLINOIS

ss:

County of LAKE

On this 16th day of June, 1993

personally came A. GERARD SIECK

known to me, who being by me duly sworn did depose and say that he is the ASSISTANT SECRETARY

of BAXTER INTERNATIONAL INC.

the Company named within, a Corporation organized under the laws of the State of DELAWARE

domiciled at the City of DEERFIELD

State of ILLINOIS

of USA and legally constituted for a period of tenure not yet expired, that the deponent is authorized by said Company to confer this Power of Attorney, and that the seal affixed hereunto by the deponent in the name and on behalf of said Corporation is the Corporate seal thereof.

The undersigned Notary Public has seen the Articles of Incorporation of said Corporation executed at DEERFIELD State of ILLINOIS

under date of OCT. 19, 1931 and hereby certifies that under the laws of said State the foregoing acknowledgment is a sufficient proof that the facts therein contained are true, which she attests.

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

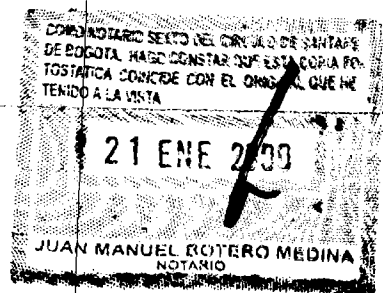
MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC

MARY H. CROSS, NOTARY PUBLIC



Bernarda R. de Martinez
Traductora e Interprete Oficial
Resolución 683 Minjusticia 1991



92
92

TRADUCCION OFICIAL No. 8.90.93 de un documento escrito en inglés el cual para su identificación se sella con el sello del Traductor al mismo tiempo que la presente. Esta traducción ha sido preparada por Bernarda R. de Martínez, Traductora Oficial debidamente reconocida por el Ministerio de Relaciones Exteriores y aprobada por el Ministerio de Justicia de Colombia mediante Resolución No. 683 de 1991.

(Se traducen sellos y legalizaciones que aparecen a continuación de un Poder escrito en inglés y español otorgado por la sociedad BAXTER INTERNATIONAL INC., a favor de los Doctores GERMAN CAVELIER, GONZALO PERDOMO, EMILIO FERRERO Y LUZ CLEMENCIA DE PAEZ).

Dado y firmado hoy 16 de junio de 1993, en Deerfield, Illinois, Estados Unidos de América, por el señor A. GERARD SIECK, ASSISTANT SECRETARY

CERTIFICADO NOTARIAL (SOCIEDAD) en inglés y español referente a la existencia y representación de la sociedad BAXTER INTERNATIONAL INC., expedido en la Ciudad de Deerfield, Estado de Illinois, Estados Unidos de América, el 19 de octubre de 1993.

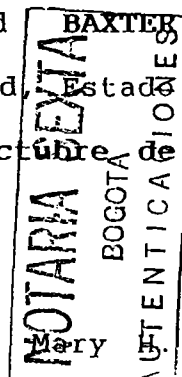
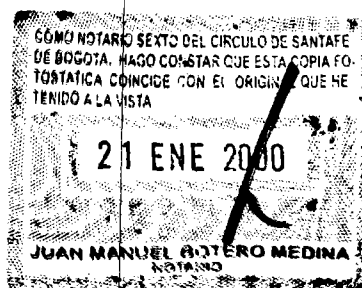
(Firmado), Mary H. Cross, Notario Público

(Sello Notarial en tinta que dice): "SELLO OFICIAL"

Cross, Notario Público, Estado de Illinois Mi Comisión Expira 6/26/94

CERTIFICACION

LINDA IANUZI HESS



ESCRIBANO DEL CONDADO LAKE

18 NORTH COUNTY STREET

WAUKEGAN, ILLINOIS 60085

Servicios Generales 708/360-3610 * Elecciones 708/360-6628 *

Prórrogas y Redenciones de Impuestos 708/360-6657

ESTADO DE ILLINOIS)

) SS

CONDADO DE LAKE)

CERIFICADO DE AUTORIDAD

Yo, **Linda Ianuzi Hess**, Escribano de Condado del condado de Lake en el Estado de Illinois, cuya oficina es una oficina de registro que tiene un sello, certifico que **Mary H. Cross** quien ha notariado el documento anterior o adjunto, era el 26 de junio de 1990, **Notario Público** nombrado en y para el Condado de Lake, Estado de Illinois y como tal, todas sus certificaciones deben ser reconocidas. En testimonio de lo cual he firmado y estampado el sello de esta oficina hoy junio 17 de 1993.

(Firmado): **LINDA IANUZI HESS**

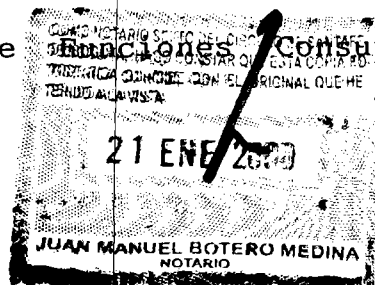
ESCRIBANO DEL CONDADO LAKE

(Sello seco en relieve que dice): SELLO OFICIAL CONDADO LAKE ILLINOIS

(Impreso): Esta certificacion no es válida a menos que por el sello del Condado Lake, Illinois.

(Impreso): 113-208 12/89

(En español): Legalización de la firma que antecede hecha por el **CONSULADO GENERAL DE COLOMBIA EN CHICAGO, ILLINOIS**, bajo el No. 1610/93, de fecha junio 29 de 1993, firmada por la señora **María Teresa González**, Encargada de



Pagados Impuesto de Timbre y Derechos Consulares por valor de veintiun dólares.

(Sello Consular en tinta que dice): CONSULADO GENERAL DE COLOMBIA * CHICAGO *

Legalización de la firma que antecede hecha por el MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES DE COLOMBIA bajo el No. 481652 de fecha 5 de agosto de 1993, firmada por el señor Nelson Sánchez Torres, Jefe Legalizaciones.

Es traducción fiel y completa de la cual se deja copia en los archivos de esta oficina para su confrontación y a la cual me remito.

Bogotá, agosto 9 de 1993

COLO 5873-702-001-4

BRM-27

Bernarda R. de Martínez

Bernarda R. de Martínez
Traductora e Interprete Oficial
Resolución 683 Minjusticia 1991

NOTARIA SEXTA
BOGOTÁ
AUTENTICACIONES

No. 487876
MINISTERIO RELACIONES EXTERIORES
AREA DE NEGOCIOS GENERALES
HACE CONSTAR
Que el señor (a)
Bernardo de Martínez
Cuya firma aparece al pie del presente documento, desempeñaba en esa fecha las funciones allí indicadas.
Santafé de Bogotá, D. C.
12 AGO. 1993
El suscrito Jefe de Legalizaciones no asumo responsabilidad alguna por el contenido de este documento.
NELSON SANCHEZ TORRES
JEFE LEGALIZACIONES

COMO NOTARIO SEXTO ENCARGADO DE SANTA FE DE BOGOTÁ, HAGO CONSTAR QUE LA FIRMA PUESTA EN ESTE DOCUMENTO POR *Bernardo de Martínez* C. C. No. _____ con la registrada en esta Notaría, SANTA FE DE BOGOTÁ D. C. coincide

NOTARIA SEXTA
BOGOTÁ
ENCARGADO

10 AGO. 1993

COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCULO DE SANTA FE DE BOGOTÁ, HAGO CONSTAR QUE ESTA COPIA FOTOSTATICA COINCIDE CON EL ORIGINAL QUE HE TENIDO A LA VISTA
21 ENE 1993
JUAN MANUEL BOTERO MEDINA
NOTARIO

95

CAVELIER

ABOGADOS

EDIFICIO SISKI

CARRERA 4ª, No. 72-35

BOGOTA 8, COLOMBIA

TELEFAX: (57) (1) 2358850

TELEX: 45479 CAVE CO
(23)740 7375 CAVE UC

CORREO ELECTRONICO MUNDIAL: CAVE

TELEFONO (57) (1) 2120100

CABLES: CAVELEYES

Señor Jefe de la
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.

Poderdante: BAXTER INTERNATIONAL INC.

Poder conferido el: 16-06-93

Yo, GERMAN CAVELIER, obrando en mi calidad de apoderado principal del poderdante arriba mencionado atentamente manifiesto a Usted que sustituyo el poder conferido en el doctor EMILIO FERRERO, Abogado con Tarjeta Profesional No. 31.929, con todas las facultades que me fueron conferidas.

Hago la anterior sustitución conforme al artículo 66 del Código de Procedimiento Civil ya que los otros sustitutos faltan en este momento.

Señor Jefe,

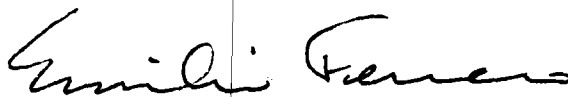


GERMAN CAVELIER

T.P.A. No. 832

C.C. No. 2.877.924 de Bogotá

Acepto:

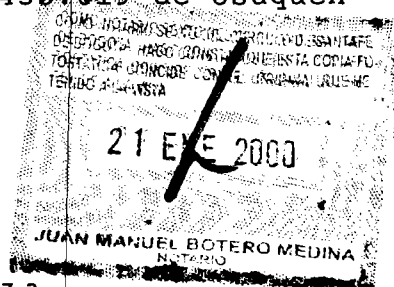


EMILIO FERRERO

T.P.A. No. 31.929

C.C. No. 438.019 de Usaquén

2e-780-2



NOTARIA SEXTA DE BOGOTA

RECONOCIMIENTO Y PRESENTACION PERSONAL

07 ABR 1994

Bogotá, D. E.,
Yo, Notario(a) Sexto del Circulo de Bogotá,
NO RECONOCE LA VERDAD DEL CIRCULO DE BOGOTA.

concurrieron personalmente,

..... *Emilio Fajardo*

..... *Emilio Fajardo*

que me exhibió(eron) la(s) C.C. *458019*

.....

y la(s) Cédula(s) Militar(es) *2877927*

.....

domiciliado(s) en Bogotá, D. E., (ciudad) sus la(s) firma(s) que apa-

recen(n) en el presente documento (señaló la(s) suya(s) y que el

contenido del mismo es cierto.

En constancia se firma esta diligencia.

NOTARIA SEXTA
BOGOTA
AUTENTICACIONES

Emilio Fajardo

COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCULO DE SANTAFE
DE BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE ESTA COPIA EDI-
TOSTATICA COINCIDE CON EL ORIGINAL QUE HE
TENIDO A LA VISTA
21 ENE 2000
JUAN MANUEL BOTERO MEDINA
NOTARIO

NOTARIA SEXTA DE BOGOTA

EXTRACTO PARA PUBLICACION
SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION

(21) No.SOLICITUD:	(51) INT.CL:	A61M 005/000
(22) FECHA DE PRESENTACIÓN:	(71) SOLICITANTE:	BAXTER INTERNATIONAL INC.
(30) PRIORIDAD:		
(31) No.DE SOLICITUD:	(72) INVENTOR(ES):	1- Khoi Minh NGUYEN
(32) FECHA DE PRESENTACIÓN:		2- Stephen O. ROSS
		3- Scott Wayne BEAVER
(33) PAÍS:	(74) APODERADO:	EMILIO FERRERO

(54) TÍTULO: **MECANISMO PARA SUMINISTRO DE FLUIDOS**

(57) RESUMEN:

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para proporcionar un flujo de fluido suministrable a través de un tubo; el dispositivo comprende:

una cámara de medición en el tubo formada entre un par de obstructores;
un primer obstructor ubicado en la parte superior de la cámara de medición;

un segundo obstructor ubicado en la parte inferior de la cámara de medición,

cada obstructor tiene una posición abierta y una cerrada para cerrar de forma liberable la cámara de medición, y

un primer pistón y un segundo pistón, cada uno de los cuales tiene una posición abierta y una cerrada para comprimir de forma liberable la cámara de medición.
3. Un método para suministrar un líquido; el método comprende:

Proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con una cámara de medición,

Pinchar de forma liberable la cámara cerca de la fuente de líquido en una primera ubicación;

Pinchar de forma liberable la cámara en una segunda ubicación más debajo de la fuente de líquido y la primera ubicación,

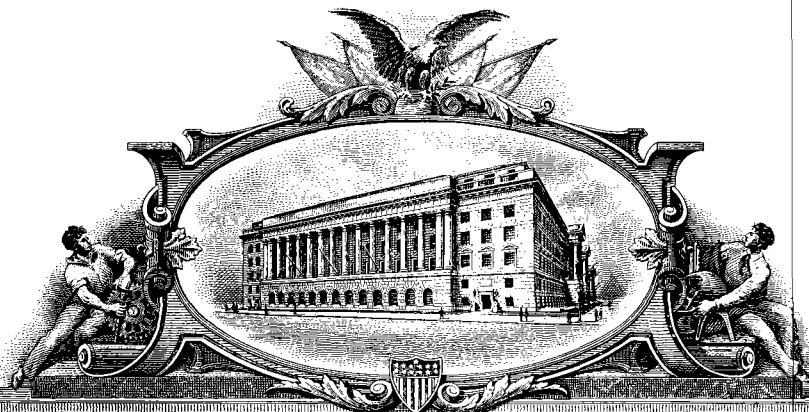
liberar la primera ubicación; y

Comprimir la cámara entre la primera ubicación y la segunda ubicación, y generar así un flujo del líquido a través del tubo.

NOTA: FAVOR NO PUBLICAR ANTES DE LOS 18 MESES A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD

FORMATO DE DIGITALIZACION
RELACION DE ANEXOS

Expediente No		00015619	No de Folio
			√
Item		No de unidades	
1	CD		
2	DVD		
3	REVISTA		
4	LIBRO		
5	PERIODICO		
6	DISQUETES		
7	SOBRE DE MANILA ✓	1	
8	SOBRE BLANCO TAMAÑO CARTA		
9	SOBRE BLANCO TAMAÑO OFICIO		
10	OTROS:		
Observaciones: ARTE FINA			



THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

November 26, 1999

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 09/264,199

FILING DATE: March 04, 1999



**By Authority of the
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS**

**T. LAWRENCE
Certifying Officer**

03/04/99

JCS30 U.S. PTO

PATENT APPLICATION TRANSMITTAL LETTER
(Large Entity)Docket No.
100269-016TO THE ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS

Transmitted herewith for filing under 35 U.S.C. 111 and 37 C.F.R. 1.53 is the patent application of:

A FLUID DELIVERY MECHANISM

For:

Enclosed are:

- ☒ Certificate of Mailing with Express Mail Mailing Label No. EE834223635US
☒ 29 sheets of drawings.
☐ A certified copy of a application.
☒ Declaration ☒ Signed. ☐ Unsigned.
☒ Power of Attorney
☐ Information Disclosure Statement
☐ Preliminary Amendment
☒ Other: Assignment

JCS30 U.S. PTO

09/264199



03/04/99

CLAIMS AS FILED

For	#Filed	#Allowed	#Extra	Rate	Fee
Total Claims	175	- 20 =	155	x \$18.00	\$2,790.00
Indep. Claims	14	- 3 =	11	x \$78.00	\$858.00
Multiple Dependent Claims (check if applicable) ☐					\$0.00
BASIC FEE					\$760.00
TOTAL FILING FEE					\$4,408.00

- ☒ A check in the amount of \$4,408.00 to cover the filing fee is enclosed.
☒ The Commissioner is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. as described below. A duplicate copy of this sheet is enclosed.
☐ Charge the amount of as filing fee.
☒ Credit any overpayment.
☒ Charge any additional filing fees required under 37 C.F.R. 1.16 and 1.17.
☐ Charge the issue fee set in 37 C.F.R. 1.18 at the mailing of the Notice of Allowance, pursuant to 37 C.F.R. 1.311(b).

Dated: 4 March 1999

SignatureMichael M. Geoffrey
Reg. No. 41,775

cc:

EXPRESS MAILING CERTIFICATE
UNDER 37 C.F.R. § 1.10

EE8342236350US

"Express Mail" Mailing Number

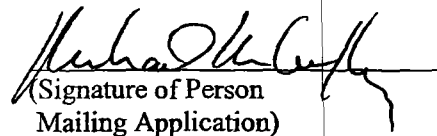
4 March 1999

Date of Deposit

I hereby certify that a Specification (54 pages); informal drawings (29 pages); Patent Application Transmittal Letter (1 page); Declaration and Power of Attorney for Patent Application (3 pages); Check No. 071431 (1 page); Recordation Form Cover Sheet (1 page); Assignment (2 pages); Check No. 071434 (1 page); and a return post card are being deposited with the United States Postal Service Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above, addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington D.C. 20231

Michael M. Geoffrey

(Typed or Printed Name of
Person Mailing Application)


(Signature of Person
Mailing Application)

DOCKET: 100269-016

101 103

A FLUID DELIVERY MECHANISM

Field of the Invention

The present invention relates to a fluid delivery mechanism for the delivery of liquids and other fluids.

5

Background of the Invention

Fluid delivery mechanisms are known in the art. Positive displacement pumps are one category of fluid delivery mechanisms that operate on a flexible tube to generate a pumping action. One category of positive displacement pumps that operate on the flexible tube are also known as valve-type pumps. In the operation of the valve-type pump, a plunger compresses the flexible tube thus forcing a liquid contained in the flexible tube out of the flexible tube.

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

One such application for the positive displacement pump is the administration of intravenous liquids. The administration of intravenous liquids to a patient is well known in the art. Typically, a solution such as saline, glucose or electrolyte contained in a flexible container is fed into a patient's venous system through a conduit such as a polyvinyl chloride (PVC) tube which is accessed to the patient by a catheter. Many times, the fluid is infused under the forces of gravity, and the rate of flow is controlled by a roller clamp which is adjusted to restrict the flow lumen of the tube until the desired flow rate is obtained.

20

Flow from the container to the patient also is known to be regulated by means other than a roller clamp. It is becoming more and more common to use an electronically controlled infusion pump. Such pumps include, for example, valve-type pumps. In such devices, a container or bag typically provides for the delivery of the fluid to the tube. A mechanism pinches on the tube using an occluder, and typically a pair of occluders. A plunger, pressing on the tube between the occluders provides the motive force to deliver fluid to the patient. When fluid is delivered to a patient, one of the occluders opens. Different bolus sizes are accomplished

102 104

by controlling a stroke distance of the plunger. Different flow rates are accomplished by varying the frequency of the operation of the occluders and plungers open/close cycle.

One disadvantage of the prior art infusion pumps is that the operation of an occluder and/or a plunger on the tube will eventually deform the tube and change the pumping volume.

5 This disadvantage may arise for many reasons. The operation of the occluder or the plunger may stretch the tube thus changing the volume contained within the tube. The operation of the occluder or the plunger may cause the tube to permanently set in a shape that also results in a changed volume contained within the tube. Therefore, over time, such devices become less accurate as to the amount of liquid delivered to a patient. While mechanical devices have been
10 designed that return the tube to its original shape between pumping cycles, such devices do not completely eliminate the inherent inaccuracy in the valve-type pumps.

What is needed is a medical infusion pump which improves the accuracy of valve-type pumps. What is also needed is a medical infusion pump that does not lose accuracy of bolus delivery the more times the pump is used. What is further needed is a medical infusion pump
15 that offers these advantages yet uses standard tubing and is readily adaptable for use in multiple clinical settings

Summary of the Invention

The present invention provides a fluid delivery mechanism which improves the accuracy of valve-type pumps. The present invention provides a fluid delivery mechanism that does not
20 lose accuracy of bolus delivery the more times the pump is used. The present invention provides a fluid delivery mechanism that controls the shape of the tubing throughout the pump cycle. The present invention also provides a fluid delivery mechanism that is readily adaptable to use in multiple clinical settings. The present invention further provides a fluid delivery mechanism that is readily adaptable to multiple pump settings.

The present invention provides a fluid delivery mechanism for providing a flow of a deliverable fluid through a tube. Examples of the deliverable fluid are a liquid and a medical liquid. The fluid delivery mechanism includes at least two occluders having an open position and a closed position for releasably pinching-off the tube. A tube portion between the two occluders forms a metering chamber. A first plunger and a second plunger are provided, each plunger having an open position and a closed position for releasably compressing the metering chamber. In the method of the present invention, an occluder releasably pinches-off the tube near the source of the liquid at a first location. The second occluder releasably pinches-off the tube at a second location that is downstream from the source of the liquid and the first location. The tube is released at the first location and a plunger compresses the tube between the first location and the second location, thereby generating a flow of the liquid through the tube in a direction towards the source of liquid.

Brief Description of the Drawings

Figure 1 is an example of an intravenous fluid infusion pump in which the present invention can be utilized.

Figure 2 is a perspective view of the intravenous fluid infusion pump of figure 1 in an open position.

Figure 3 is an exploded view of the intravenous fluid infusion pump of figure 1 illustrating components internal to the intravenous fluid infusion pump.

Figure 4 is a further exploded view of the intravenous fluid infusion pump of figure 1 illustrating further components internal to the intravenous fluid infusion pump.

Figure 5 is a schematic of a fluid delivery mechanism made in accordance with the principles of the present invention.

206
1041

Figure 6 is a plan sectional view of an occluder mechanism made in accordance with the principles of the present invention that utilizes a single plunger.

Figure 7 is an elevation sectional view of the occluder mechanism of figure 6.

Figure 8 is an elevation sectional view taken along axis A-A of figure 6.

5 Figure 9 is an elevation sectional view taken along the B-B axis of figure 6.

Figure 10 is an elevation sectional view taken along the C-C axis of figure 6.

Figure 11 is an elevation sectional view taken along the D-D axis of figure 6.

Figure 12 is a sectional view of the downstream occluder of figure 6 taken along axis E-E of figure 6.

10 Figure 13 is a sectional view of the upstream occluder of figure 6 taken along axis F-F of figure 6.

Figure 14 is a diagram of a system in accordance with the principles of the present invention.

15 Figure 15 is a schematic of a valve/occluder/plunger arrangement in accordance with the principles of the present invention.

Figure 16 is an operating profile diagram of the valve/occluder/plunger arrangement of figure 15.

Figure 17 is a schematic of an alternative embodiment of a valve/occluder/plunger arrangement in accordance with the principles of the present invention.

20 Figure 18 is an operating profile diagram of the valve/occluder/plunger arrangement of figure 17.

Figure 19 is a schematic of an alternative embodiment of a fluid delivery mechanism made in accordance with the principles of the present invention that utilizes two plungers.

107
105

Figure 20 is a plan sectional view of an alternative embodiment of an occluder mechanism made in accordance with the principles of the present invention utilizing two plungers.

Figure 21 is an elevation sectional view of the occluder mechanism of figure 20.

5 Figure 22 is an elevation sectional view taken along axis A-A of figure 20.

Figure 23 is an elevation sectional view taken along the B-B axis of figure 20.

Figure 24 is an elevation sectional view taken along the C-C axis of figure 20.

Figure 25 is an elevation sectional view taken along the D-D axis of figure 20.

Figure 26 is a schematic of a dual plunger arrangement in accordance with the principles of the present invention.

Figure 27 is an operating profile diagram of a high volume infusion of the dual plunger arrangement of figure 26.

Figure 28 is an operating profile diagram of a medium volume infusion of the dual plunger arrangement of figure 26.

5 Figure 29 is an operating profile diagram of a low volume infusion of the dual plunger arrangement of figure 26.

Figure 30 is an alternate embodiment of a fluid delivery mechanism made in accordance with the principles of the present invention that utilizes a cam-actuated mechanism.

Figure 31 is a cross-sectional view of the cam shaft of figure 30.

20 Figure 32a is an operating profile diagram of the occluder mechanism of figure 30.

Figure 32b is an operating profile diagram of the occluder mechanism of figure 30 illustrating the relationship of a cam angular position with a position of an occluder and a plunger.

108
106

Detailed Description of a Preferred Embodiment

Referring to figure 1, an example of a fluid delivery device in which the present invention can be utilized is referred to generally as 210. While the example described herein is an ambulatory intravenous infusion pump, the principles of the present invention can be applied to a number of different fluid delivery environments. The pump 210 includes a main body portion 214 and at least one fluid delivery mechanism 216. The pump 210 also includes a cover 212.

Referring to figure 2, the pump 210 of figure 1 is seen in the open position. At least one fluid delivery mechanism 216 is located within the main body 214 of the pump 210. The fluid delivery mechanism 216 includes a tube-loading channel 228 into which a tube 28 is loaded into the pump 210. The fluid delivery mechanism 216 may further include a tube-loading feature. Associated with the fluid delivery mechanism 216 is a bottom plate 229. Associated with a cover 212 is a top plate 227. Disposed on the bottom plate 229 are receiving mechanisms 281, 283. Disposed on the top plate 227 and operatively associated with receiving mechanisms 281, 283 are latching mechanisms 291, 293.

Referring now to figure 3, an exploded view of the pump 210 of figure 1 is depicted. The pump 210 further includes a pad 216 disposed on the cover 212, the pad 216 providing keypad access to the pump 210. A window is provided in the pad 216 for a display 217. In the preferred embodiment, the display 217 can be an LCD display. The pump 210 includes an electronic control 230 for controlling the operation of the pump 210. An occluder mechanism 240 is disposed within the pump 210, the occluder mechanism 240 providing the means to move a fluid through the tube 228, as described in detail below. A power supply 232 is also disposed in the pump 210, the power supply 232 providing a source of power to operate the pump 210. In the preferred ambulatory embodiment described herein, the power supply 232 is a series of batteries.

109
107

Included in the occluder mechanism 240 are solenoid valves 242, 243, 244 and 245. The functions of the solenoid valves 242, 243, 244 and 245 are described in more detail below.

Referring to figure 4, an exploded view of the pump 210 illustrating components internal to the pump 210. The pump 210 further includes occluders 252, 262 and plungers 272, 273. The function of occluders 252, 262 and plungers 272, 273 are described in further detail below.

Referring now to figure 5, a schematic of a fluid delivery mechanism made in accordance with the principles of the present invention is seen. A flexible fluid container 23 is provided filled with a liquid and connected to the tube 28. The fluid container 23 is loaded into a chamber in the fluid delivery device (not shown). In one embodiment, the container 23 may be optionally placed between a fixed plate 22 and an inflatable bladder 24. On the outside of the inflatable bladder 24 a restraint 26 is provided. The purpose of the restraint 26 is to limit the inflation of the bladder 24 so that the bladder 24 pushes against the container 23 upon inflation. The bladder 24 can be a fluid-actuated chamber.

When the tube 28 is loaded in the fluid delivery device, a segment of the tube 28 is pre-compressed between a first fixed plate 75 and a plunger 73. The tube 28 is pre-compressed to a non-occluded position. Two occluders 152, 162 are provided with one on each side of the plunger 73 to pinch-off the tube 28. A metering chamber is disposed between the occluders 152, 162. The occluder that is located on the fluid container 23 side of the plunger 73 is referred to as the upstream occluder 152 and the other occluder is referred to as the downstream occluder 162.

The pre-compression of the tube 28 results in an approximately oval cross-sectional shape for an otherwise round tube. The pre-compression of the tube also produces a partial vacuum in the tube. By pre-compressing the tube into an approximately oval cross-sectional shape, the bolus volume deliverable per unit stroke distance of the plunger 73 is greater than the

110
108

bolus volume deliverable without the use of the pre-compression. Furthermore, the pre-compression of the tube maintains the tube in a pre-stressed condition thus providing a force to return the tube to the shape the tube accepted due to the pre-compression after the further compression of the tube by the plunger has been released. Additionally, the pre-compression prevents an over extension of the tube during the generation of a flow of a liquid through the tube in a direction towards the source of the liquid. Each of these aspects of the pre-compression are explained in further detail below.

The largest bolus volume achievable may be described by the following equation:

$$V_b = (V_d/T)/(N_c/T)$$

$$= V_d/N_c; \text{ where,}$$

$$V_b = \text{bolus volume;}$$

$$V_d = \text{lowest flow rate-delivered volume;}$$

$$T = \text{time over which the bolus volume is delivered; and}$$

$$N_c = \text{number of delivery cycles.}$$

It is generally desirable that the bending radius that the tube realizes as a result of the pre-compression should be equal to or greater than the wall thickness of the tube. This is to minimize the stresses realized by the tube during the pre-compression that may cause a reduction in the flexural modulus of the tube. Applying this radius limitation, the maximum stroke distance of the plunger is defined as follows:

$$St_{\max} = ID_{\min} - 2W_{\max}; \text{ where}$$

$$St_{\max} = \text{maximum stroke distance;}$$

$$ID_{\min} = \text{minimum inside diameter of the tube; and}$$

$$W_{\max} = \text{maximum wall thickness of the tube.}$$

The theoretical bolus volume can be defined as a function of the tube length residing between the upstream and downstream occluders and the tube diameter as the diameter changes during the delivery of the bolus volume. Accordingly, the bolus volume may be defined as follows:

$$V_b = V_o - V_r; \text{ where}$$

V_b = the bolus volume;

V_o = the original volume of the tube;

V_r = the volume of fluid remaining in the tube after the bolus volume is delivered.

V_r may be calculated as follows:

$$V_r = V_a + V_f; \text{ where}$$

V_a = the volume of an oval's arc having an arc diameter D_a ;

$$V_a = \pi P_L (D_a/2)^2$$

$$= \pi P_L [(D_a/2)(D_a/2)]$$

$$= \pi P_L [D_a^2/4]; \text{ where}$$

P_L = the plunger length;

V_f = the volume of an oval's flat segment having a length L_f

$$V_f = D_a L_f P_L; \text{ where}$$

$$D_a = ID - S_t; \text{ where}$$

ID = the inside diameter of the tube; and

S_t = the stroke distance of the plunger;

$$L_f = (C_i - L_a)/2$$

$$= [(\pi ID) - (\pi D_a)]/2$$

$$= [\pi ID - \pi (ID - S_t)]/2$$

112
110

$$= (\pi S_i)/2; \text{ where}$$

C_i = the inside circumference of the tube;

$$\begin{aligned} V_a &= \pi P_L (D_a/2)^2 \\ &= \pi P_L [(ID - S_i)/2]^2 \\ &= \pi P_L \{[(ID - S_i)(ID - S_i)]/4\} \\ &= \pi P_L \{[ID^2 - 2IDS_i + S_i^2]/4\}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_f &= D_a L_f P_L \\ &= P_L [(ID - S_i)(\pi S_i)/2] \\ &= \pi P_L [(ID - S_i)(S_i/2)] \\ &= \pi P_L [IDS_i - S_i^2/2] \\ &= \pi P_L [(2IDS_i - 2S_i^2)/4]; \\ V_r &= V_a + V_f \\ &= \pi P_L \{[ID^2 - 2IDS_i + S_i^2]/4\} + \pi P_L \{2IDS_i - 2S_i^2/4\} \\ &= \pi P_L \{[(ID^2 - 2IDS_i + S_i^2) + (2IDS_i - 2S_i^2)]/4\}. \end{aligned}$$

Combining the terms developed above provides:

$$\begin{aligned} V_b &= V_o - V_r \\ &= \pi P_L [ID^2/4] - \pi P_L \{[ID^2 - S_i^2]/4\} \\ &= \pi P_L \{[ID^2/4] - [(ID^2 - S_i^2)/4]\} \\ &= \pi P_L [ID^2 - ID^2 - S_i^2]/4 \\ &= \pi P_L S_i^2/4. \end{aligned}$$

Thus it can be seen that because of the pre-compression, by which the tube assumes an approximately oval shape, the bolus volume does not depend on the magnitude of the inside

113
111

diameter of the tube. Also, because the shape of the tube changes from round to oval, the bolus volume does not change linearly with respect to the plunger stroke distance.

When the plunger 73 pushes on the tube 28, for a fixed stroke distance the bolus volume delivered will less when starting with a round tube as compared to the case where an oval-shaped tube 28 is used at the start of the plunger 73 stroke. But because the stroke distance is fixed, the energy consumed in moving the plunger over the stroke distance will be the same regardless of the starting tube shape. Therefore, pre-compressing the tube 28 results in less energy consumption in pushing fluid through the tube 28 for a given bolus volume. When the plunger 73 is withdrawn from pushing on the tube 28, the plunger 73 is withdrawn so that the pre-compression of the tube 28 is restored. Accordingly, the tube 28 is decompressed to a second non-relaxed position.

Figures 6 through 13 depict an embodiment of an occluder mechanism 40 made in accordance with the principles of the present invention. Figure 6 is a plan sectional view of the occluder mechanism 40. Figure 7 is an elevation sectional view of the occluder mechanism 40.

The upstream occluder 152 and the downstream occluder 162 are both spring loaded to bias the occluders 152, 162 to a closed position. The plunger 73 is spring loaded to bias the plunger 73 to an open position. The occluders 152, 162 and the plunger 73 are each connected to pneumatic cylinders, which are operated by compressed air and controlled by a controller (not shown). Each pneumatic cylinder associated with occluders 152, 162 is preferably controlled by a 3-way solenoid valve 43, 45, and the pneumatic cylinder associated with the plunger 73 is preferably controlled by a solenoid valve 42. The two solenoid valves 42, 44 may be used to control the pneumatic cylinder associated with the plunger 73, depending on the pneumatic design and the controlled operating sequences of the occluder mechanism 40.

212
112

To ensure the tube 28 is opened and ready for delivery, the downstream occluder 162 is open prior to the plunger 73 moving towards a closed position. To prevent back flow, the downstream occluder 162 also is closed before the plunger 73 returns to an open position. The upstream occluder 152 is not opened during the downstream occluder open period. This method of operating sequences is designed to prevent free-flow of the fluid.

The upstream and downstream occluders 152, 162 are mechanical valves that open and close the fluid path between the container 23, the metering chamber, and the distal end of the tube 28. The upstream and downstream occluders 152, 162 also allow liquid to fill the metering chamber and escape from the metering chamber without free-flow or back-flow of the liquid.

The upstream and downstream occluders 152, 162 are normally closed. The upstream and downstream occluders 152, 162 pinch-off the tube 28 by a force of preferably about 2.5 pounds generated by the pre-loaded spring. Both the upstream and downstream occluders 152, 162 are designed so that the pre-loaded spring force can be adjusted. The pre-loaded spring force should be sufficient to allow the occluders 152, 162 to pinch off the tube 28.

The plunger 73 is designed as a moving plate to apply pressure on the tube 28. The plunger is preferably made of aluminum, although other materials, both metals and plastics, are suitable materials of construction. The plate 75 is optionally configured in the shape of channel that operatively receives the plunger 73. The plate 75 and the plunger 73 are positioned within the occluder mechanism 40.

Likewise, the occluder mechanism 40 can be constructed of aluminum or other suitable material. The occluder mechanism 40 is constructed with three pneumatic cylinders incorporated for the operation of the upstream and downstream occluders 152, 162 and the plunger 73. Each of the pneumatic cylinders associated with the upstream and downstream

115
13

occluders 152, 162 are connected directly to an in-line solenoid valve. The plunger 73 is connected to at least one in-line solenoid valve.

Figure 8 presents an elevation sectional view of the occluder mechanism 40 taken along axis A-A of figure 6. The upstream occluder 152 is shown in a closed position and the plunger 73 is likewise shown in a closed position. The downstream occluder 162 and the plunger 73 are both shown in an opened position. The position of the solenoid valve 42, operatively associated with the plunger 73 is shown.

Figure 9 is an elevation sectional view taken along the B-B axis of figure 6. The inlet pneumatic connection 47 between the solenoid valve 42 and the plunger 73 is illustrated.

Figure 10 is an elevation sectional view taken along the C-C axis of figure 6. The location of the pneumatic connection from the solenoid valve 43, and from the solenoid valve 45, to the upstream occluder 152 and the downstream occluder 162, respectively, can be seen.

Figure 11 is an elevation sectional view taken along the D-D axis of figure 6. The outlet pneumatic connection 82 between the solenoid valve 42 and the plunger 73 is illustrated.

Figures 12 and 13 illustrate elevation sectional views of the downstream and upstream occluders 162, 152, respectively. Figure 12 is a section taken along axis E-E of figure 6, whereas figure 10 is a section taken along axis F-F of figure 6. In figure 12, the upstream occluder can be seen in a closed position pinching-off the tube 28. In figure 13, the downstream occluder 162 is shown in an opened position.

In one embodiment, a conventional commercially available air compressor is used to provide all of the air pressure for the occluder mechanism 40 and the bladder 24. Alternately one air compressor may be used to provide air pressure to the bladder 24, and a second air

111
114

compressor may be used to provide air pressure to the occluder mechanism 40. A plurality of air compressor may also be used.

Referring now to figure 14, a diagram of a system in accordance with the principles of the present invention is seen. The system utilizes a fluid compressor 39. A power supply 32 provides power to a valve control 35. The valve control 35 controls a bladder control valve 31. The bladder control valve 31 provides compressed air to the bladder 24, which in turn presses upon the container 23 to create a source of pressurized liquid.

The power supply 32 also provides power to a control 33 and to the compressor 39. The control 33 controls the compressor 39 used to generate fluid pressure to be stored in an energy storage tank 37. The energy storage tank 37 allows for intermittent operation of the compressor 39, thus conserving the power supply 32. In the preferred embodiment, the fluid is air. The control 33 also controls an optional solenoid spike and hold circuit 36. The solenoid spike and hold circuit 36 controls the solenoids that control the occluder mechanism 40. In the absence of the spike and hold circuit 36 the control 33 directly controls the occluder mechanism 40. The control 33 controls the solenoid spike and hold circuit 36. The compressed air is distributed from the energy storage tank 37 to the occluder mechanism 40, including the upstream occluder 152 and the downstream occluder 162, the plunger 73, and the bladder 24. The operation of the solenoid valves is further described below.

The energy storage tank 37 is preferably constructed of about 0.3175 cm (0.125 inch) thick welded aluminum with a capacity of about 315 cm³ (19.2 cubic inches). However, other materials and methods of construction and other sizes may be used. The energy storage tank 37 must be constructed to safely contain the air pressure necessary to operate the bladder 24, the upstream and downstream occluders 152, 162, and the plungers 73. The pressure may range

117
115

from about 1 psig (gage pressure) to about 50 psig and preferably from about 3 psig to about 15 psig. The size of the energy storage tank 37 and the air pressure can be selected to minimize the run time of the air compressor and thus conserve energy. The upstream and downstream occluders 152, 162 will preferably operate under about 9 psig air pressure with a range of about 7
5 psig to about 11 psig, whereas the bladder 24 will preferably operate under about 3 psig air pressure with a range of about 2 psig to about 4 psig.

As the pressure in the energy storage tank 37 drops below a minimum set point, as determined by a pressure transducer (not shown) that is part of the control 33, the control 33 activates the air compressor 39 to re-fill the energy storage tank 37, increasing the air pressure in the energy storage tank 37 to a maximum pressure as determined by a second pressure transducer. The pressure range defined by the set points of the pressure transducers is called the operating pressure envelope.

The pressure in the bladder 24 is monitored by a pressure transducer and controlled by the control 33. The air pressure in the bladder 24 is ultimately applied on the fluid container 23. The pressure in the container 23 is applied to the tube 28. As fluid escapes from the fluid container 23, pressure in the bladder 24 decreases to a lower pressure set point determined by a transducer. At that point, the control 33 will activate a solenoid valve to allow compressed air to flow into the bladder 24 thus increasing the air pressure in the bladder 24 until an upper pressure set point determined by the pressure transducer is reached. Then the control 33 re-activates the solenoid valve to shut-off and isolate the pressure between the energy storage tank 37 and the bladder 24.

The solenoid valves are, for example, available from PACKER CORPORATION,

_____. The solenoid valves will preferably have an operating voltage of about 1

448-
10

volt to 12 volts DC, a power consumption of about 50 milliwatts to about 1000 milliwatts, and a response time of about 1 milliseconds to about 1000 milliseconds. The flow rate through solenoid valves is about 0.25 mL/minute (6.6×10^{-5} gallon/minute) to about 1000 mL/minute (0.26 gallon/minute). The solenoid valve used to control the pressure in the bladder has an
5 operating voltage of 4 volts DC and a power consumption of about 500 milliwatts.

A microprocessor 36, included in the control 33, includes a plurality of independent programs. The microprocessor 36 may also include a plurality of microprocessors. One program controls the bladder 24, and the other program controls the occluder mechanism 40. It is known that the more the bladder 24 is expanded, the less efficiently the bladder 24 transfers energy to the container 23. Therefore, the program contained in the microprocessor is designed so that the pressure set point of the bladder 24 will be increased by a certain pressure at each re-charge cycle. This pressure incrementation is called the bladder efficiency compensation pressure or the adjust pressure. Ideally, the pressure in the bladder 24 is as low as possible to prevent leaks or bursting of the container 23 and internal expansion of the tube 28, yet great enough to push liquid out of the container 23. The program also periodically checks the pressure in the energy storage tank 37 and the pressure in the bladder 24.

The program used to operate the occluder mechanism 40 performs three primary functions: user interface, operating pressure control, and operating timing control. A Munich or other adjust pressure subroutine known in the art is included in the program used to control the
20 bladder 24. As the bladder 24 becomes extended, determined by sensing cumulative compressor 39 activity, a maximum pressure set point is biased upward. This method of cumulative pressure control reduces inefficiency of energy transfer through the bladder 24; therefore, the metering

117

chamber is filled consistently and produces consistent bolus volumes leading to higher flow rate accuracy.

As the fluid delivery device is switched on, by activating a power switch, the program that controls the bladder 24 executes a self test. Upon successful completion of the self test, the program initiates pressurization of the bladder 24 and initiates a check on the pneumatic components of the fluid delivery device for leaks and checks the position of the occluders 152, 162 and the plunger 73. The leak test will take approximately 30 seconds to complete; during this time if liquid is allowed to escape from the container 23, the leak test will fail and an alarm may turn on. If no leak is found, the program will indicate a ready signal by emitting a low-high buzzer. Next, the program will check for user input, preferably in the form of a password, from the user interface 38. From the time the power is switched on, the program will periodically activate the sequence described above if no password is received. If during this sequence the air pressure falls below any of the set-points, the microprocessor will turn on the air compressor 39. Additional programs may be used.

The user interface 38 includes three functions: a programming panel, an LCD display, and an IR communication port. The programming panel includes a keypad that is used to program, for example, the flow rates, bolus volumes, the number of doses, the volume to be infused, the time of delivery, the status of the fluid delivery device, and/or the pressure to be applied to the upstream and downstream occluders 152, 162. The keypad can may also be used to program a sequence of operations for the occluder mechanism 40. Each key press is acknowledged by a short beep. A volume to be infused may be selected from a list of bolus volumes that includes, for example, 5mL (0.00132 gallon), 10mL (0.00264 gallon), 50mL (0.0132 gallon), 100mL (0.0264 gallon), 250mL (0.066 gallon), 300mL (0.079 gallon), and

11/1
11/9

and the operating pressure parameters. A program displays a menu of parameters along with the current settings when the power of the fluid delivery device is switched on or whenever a user requests such a display through the user interface 38. The operating parameters are kept in an erasable programmable read only memory (EPROM) and any changes made are persistent.

5 The occluder mechanism program also controls the air compressor 39 that supplies the compressed air to the energy storage tank 37; the compressed air from the energy storage tank 37 is used to operate the upstream and downstream occluders 152, 162 and the plunger 73. A pressure set-point and a pressure envelope can be adjusted through the IR communications port. The pressure in the energy storage tank 37 is not critical to the performance of the occluder mechanism 40 so long as the pressure remains above a minimum level that is definable based on the operating pressure requirements of the components of the occluder mechanism 40.

10 The occluder mechanism program also controls the timing of the solenoid valves 42, 43, 44, 45 and the timing of the delivery of the liquid. A solenoid valve timing control program is used to operate the upstream and downstream occluders 152, 162 and the plunger 73.

15 The scheduled timing control program is based on the selected flow rate and the bolus size. When the flow rate and the bolus size are input through the user interface 38, the program will automatically calculate the scheduled time for delivery. For example, to find the time schedule for delivering at 100mL/hr flow rate with the bolus size of .083mL, first the program assumes that the bolus size is consistent throughout the delivery. To deliver 100mL at .083mL
20 per bolus, will require 1204.8 delivery cycles; to operate the occluder mechanism 40 at 1204.8 cycles per hour, or 3600 seconds, the occluder mechanism 40 will perform one cycle within 2.988 seconds. Accordingly, the delivery time schedule can be calculated.

122
120

Referring to figure 15, a schematic of an arrangement utilizing three solenoid valves with a single plunger, for use in the occluder mechanism 40, is shown. The solenoid valve 43 is used to control the upstream occluder 152, the solenoid valve 45 is used to control the downstream occluder 162, and the solenoid valve 42 is used to control the plunger 73.

5 Referring now to figure 16, an operating profile of the occluder mechanism 40 utilizing the arrangement of figure 15 is presented. The solenoid valve 45 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the downstream occluder 162, thus pushing against the pre-loaded spring force to open the downstream occluder 162. This action allows the liquid to escape the metering chamber when the plunger 73 pushes on the tube 28. The downstream occluder 162 remains opened (the solenoid valve 45 remains energized) during the plunger 73 forward movement and until the plunger 73 reaches the maximum stroke during the time period (m). After the time period (m), the solenoid valve 45 is de-energized and common and normally opened ports are connected to vent the pneumatic cylinder of the downstream occluder 162. At this point, the pre-loaded spring will apply a force to pinch-off the tube 28 at the downstream occluder 162.

664030 664950
6645
After the downstream occluder 162 is opened for the time period (c), the solenoid valve 46 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the plunger 73, thus pushing against the pre-loaded spring force to activate the plunger 73 forward for the time period (d). The time period (d - e) is designed to allow enough opened time for the solenoid valve 42 so that sufficient pressure is built-up inside the pneumatic cylinder of the plunger 73. Then solenoid valve 42 is de-energized, venting the pneumatic cylinder of the plunger 73 to allow the plunger 73 to return to its original position. Although the time functions are shown as step-functions, non-linear time functions are possible.

423
121

After the solenoid 45 is de-energized for the time period (f), the solenoid 43 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the upstream occluder 152, thus pushing against the pre-loaded spring force to open the upstream occluder 152. This action allows the liquid to escape back to the fluid source through the upstream occluder 152, thus flushing back, which in turn will re-open a pinched-off area in the tube 28 created by the upstream occluder 152.

After the flush-back cycle, while the upstream occluder 152 is still open, both the solenoid valve 42 is de-energized. Common and normally opened ports are connected allowing air to vent from the pneumatic cylinder of the plunger 73. At this point, the pre-loaded spring of the plunger 73 applies a force to push the plunger 73 open, thus relieving the tube 28 and creating a suction force to draw the liquid from the container 23 to fill the metering chamber.

After the time period (a/h), the solenoid 43 is de-energized, and common and normally opened ports are connected to vent the pneumatic cylinder of the upstream occluder 152. At this point, the pre-loaded spring of the upstream occluder 152 applies a force to pinch-off the tube 28 at the upstream occluder 152 and the control 33 switches into the waiting mode for the remaining scheduled time before waking-up to perform the next delivery cycle. Once again, all of the above activities and sequences are operated within the scheduled time period (T) which represents the frequency of delivery cycles at certain flow rates and a given bolus volume.

Referring to figure 17, a schematic of an arrangement utilizing four solenoid valves, for use in the occluder mechanism 40, is shown. The solenoid valve 43 is used to control the upstream occluder 152, the solenoid valve 45 is used to control the downstream occluder 162, the solenoid valve 42 is used to control the forward movement of the plunger 73, and the solenoid valve 44 is used to vent the plunger 73.

124
170

Referring to figure 18 , an operating profile of the occluder mechanism 40 utilizing four solenoid valves is provided. As the solenoid valve 45 is energized, common and normally closed ports are connected allowing the air pressure to enter the pneumatic cylinder of the downstream occluder 162, thus pushing against the pre-load spring force to open the downstream occluder 162. This allows fluid to escape the tube 28 when the plunger 73 pushes on the tube 28. The downstream occluder 162 remains opened as the plunger 73 moves to compress the tube 28 for the time period (c+d+e).

After the downstream occluder 162 is opened, the solenoid valve 42 is energized, common and normally closed ports are connected allowing the air pressure to enter the pneumatic cylinder of the plunger 73 thus pushing against the pre-load spring force to activate the plunger forward for the time period (d). The time period (d - e) is designed to allow enough open time for the solenoid valve 42 such that sufficient air pressure is built-up inside the pneumatic cylinder of the plunger 73. Then the solenoid 44 is de-energized. At this point, the plunger 73 reaches the end of its stroke and remains in this forward position.

After the solenoid valve 42 is de-energized for the time period (e), the solenoid valve 45 is de-energized, common and normally opened ports are connected to vent the pneumatic cylinder associated with the downstream occluder 162. At this point, the pre-load spring of the downstream occluder 162 will apply a force to pinch-off the tube 28 at the downstream occluder 162. The time period (e) is designed as a variable to define the amount of time the downstream occluder 162 is in the open position; this variable can be eliminated if a value for the time the downstream occluder 162 is in the open position is established.

After the solenoid valve 45 is de-energized for the time period (f), the solenoid valve 43 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter

125
173

the pneumatic cylinder of the upstream occluder 152, thus pushing against the pre-load spring force to open the upstream occluder 152. This action allows liquid to fill the metering chamber when the plunger 73 returns to an open position. The upstream occluder 152 remains opened for the a time period to ensure that fluid completely fills the metering chamber. The time period (f) is designed to ensure that the downstream occluder 162 is closed prior to opening of the upstream occluder 152.

The solenoid valve 44 is also energized at the same time that the solenoid valve 43 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air to vent from the pneumatic cylinder of the plunger 73. At this point, the pre-load spring of the plunger 73 will push the plunger 73 back to an open position, relieving the tube 28 and creating a suction force to draw liquid from the container 23 to fill the metering chamber. The upstream occluder 152 remains opened for the a time period to ensure that fluid completely fills the metering chamber.

In the embodiment of the fluid delivery device depicted in figures 17 and 18, a fluid flush-back operation is possible. In the fluid flush-back operation, fluid is pushed through the tube 28 back towards the source of the fluid. In this way, the force of the flush-back can be used to re-open an otherwise collapsed tube 28. The flush-back is functional so long as there is some fluid in the tube 28.

Referring now to figure 19, a schematic of an alternative embodiment of a fluid delivery mechanism made in accordance with the principles of the present invention is seen in which a duel plunger arrangement is utilized. Consistent with the description of the related embodiment depicted in figures 5 through 18, where possible like numbers are used to identify like elements. When the tube 28 is loaded in the fluid delivery device, a segment of the tube 28 is pre-compressed between a first fixed plate 75 and a first plunger 72 while a further segment of the

1241 726

tube 28 is pre-compressed between a second fixed plate 76 and a second plunger 73. The first fixed plate 75 and the second fixed plate 76 may be portions of one continuous plate. Two occluders 152, 162 are provided with one on each side of the plungers 72, 73 to pinch-off the tube 28. A metering chamber is disposed between the two occluders 152, 162.

5 Figures 20 through 25 depict the alternative embodiment of the occluder mechanism 40 of figure 19. Figure 20 is a plan sectional view of the occluder mechanism 40. Figure 21 is an elevation sectional view of the occluder mechanism 40.

10 The upstream occluder 152 and the downstream occluder 162 are both spring loaded to a closed position. The plungers 72, 73 are both spring loaded to an open position. The occluders 152, 162 and the plungers 72, 73 are each connected to pneumatic cylinders, which are operated by compressed air. Each pneumatic cylinder associated with occluders 152, 162 is preferably controlled by a 3-way solenoid valve 43, 45, and the two pneumatic cylinders associated with the plungers 72, 73 are preferably controlled by solenoid valves 42, 44, respectively. A control 33, that includes a microprocessor 36, controls the operation of the solenoid valves 42, 43, 44, 45. 15 The microprocessor 36 may include a plurality of microprocessors. The function and operation of the control 33 and the microprocessor 36 in the present embodiment is similar to the function and operation of these components as described above.

20 Optionally, a pressure transducer (not shown) may be used to facilitate controlling a stroke distance of the plungers 72, 73. Associated with the pressure transducer an additional solenoid valve (not shown) is provided for each of the plungers 72, 73. The additional solenoid provide the capability of opening and closing the venting of air from the pneumatic cylinders. The pressure transducer provides an output signal proportional to the pressure in each of the pneumatic cylinders. The output signal is sensed by control 33. The control 33 controls the

175 127

opening and the closing of the solenoid valves 42, 44 and the additional solenoid valves associated with each plunger. Thus, the solenoid valves 42, 44 and the additional solenoid valves can be opened and closed to incrementally pressure or vent the pneumatic cylinders and thereby control the stroke of the plungers 72, 73.

5 To ensure the tube 28 is opened and ready for delivery, the downstream occluder 162 is open prior to the plungers 72, 73 moving toward a closed position. To prevent back flow, the downstream occluder 162 also is closed before the plungers 72, 73 return to an open position. The upstream occluder 152 is not opened during the downstream occluder open period. This method of operating sequences is designed to prevent free-flow of the liquid.

10 The upstream and downstream occluders 152, 162 are mechanical valves as described above. The design, manufacture and function provided by the occluders 152, 162 in the present embodiment is consistent with the description above. The plungers 72, 73 are designed as moving plates to apply pressure on the tube 28 as described above. Accordingly, the design, manufacture and function provided by the plungers 72, 73 in the present embodiment is
15 consistent with the description above.

The occluder mechanism 40 is constructed with four pneumatic cylinders incorporated for the operation of the upstream and downstream occluders 152, 162 and the plungers 72, 73. Each of the pneumatic cylinders associated with the upstream and downstream occluders 152, 162 are connected directly to an in-line solenoid valve. The plungers 72, 73 are each connected
20 to at least one in-line solenoid valve.

Figure 22 presents an elevation sectional view of the occluder mechanism 40 taken along axis A-A of figure 20. The upstream occluder 152 is shown in a closed position and the plunger 72 is likewise shown in a closed position. The downstream occluder 162 and the plunger 73 are

176 +28

both shown in an opened position. The position of the solenoid valve 42, operatively associated with the plunger 72 is shown. Similarly the position of the solenoid valve 44, operatively associated with the plunger 73 is shown.

Figure 23 is an elevation sectional view taken along the B-B axis of figure 20. The inlet pneumatic connection 47 between the solenoid valve 42 and the plunger 72 is illustrated. Similarly, the inlet pneumatic connection 49 between the solenoid valve 44 and the plunger 73 is illustrated.

Figure 24 is an elevation sectional view taken along the C-C axis of figure 20. The location of the pneumatic connection from the solenoid valve 43, and from the solenoid valve 45, to the upstream occluder 152 and the downstream occluder 162, respectively, can be seen.

Figure 25 is an elevation sectional view taken along the D-D axis of figure 20. The outlet pneumatic connection 82 between the solenoid valve 42 and the plunger 72 is illustrated. Similarly, the outlet pneumatic connection 84 between the solenoid valve 44 and the plunger 73 is illustrated. The outlets 82, 84 vent the pneumatic cylinders associated with each of the plungers 72, 73, respectively.

The cross-sectional views of the downstream and upstream occluders 152, 162 are similar to views presented in figures 12 and 13, respectively. Thus the view along section E-E of figure 20 has the same appearance as shown in figure 12. Likewise, the view along section F-F of figure 20 has the same appearance as shown in figure 13.

Referring to figure 26, a schematic of a dual plunger arrangement utilizing four solenoid valves, for use in the occluder mechanism, is shown. The solenoid valve 43 is used to control the upstream occluder 152, the solenoid valve 45 is used to control the downstream occluder 162, the solenoid valve 42 is used to control the plunger 72, and the solenoid valve 44 is used to

127 - 119

control the plunger 73. The dual plunger arrangement provides the following functions: at higher liquid flow rates, both plungers 72, 73 may be programmed to operate in parallel to produce larger bolus volumes; at medium liquid flow rates, one of the plungers, plunger 72 for example, may be operated while plunger 73 is disabled to produce more stable flow, or both plungers 72, 73 can be programmed to operate in series to save energy; and at slower flow rates where the upstream occluder 152 is pinching-off the tube 28 for a long period of time, the plungers 72, 73 may be programmed to perform a flush-back operation. When the tubing 28 is pinched-off by the occluders 152, 162 for a long period of time, the tube 28 may not re-open to allow a fluid to refill the metering chamber. The flush-back operation pushes liquid back into the tube 28 towards the container 23 and thus opens the tube 28 at the opened upstream occluder 152. In the preferred embodiment, the flush-back operation is provided by utilizing at least two plungers. The use of two plungers assures there being some fluid in the tube 28 to provide the flush-back.

Generally, the flush-back operation is the process by which the tube 28 is restored or re-expanded to about its original diameter so that an accurate bolus volume will be infused to a patient. When the tube 28 is pinched-off for a long period of time by the downstream occluder 152, the tube 28 will only slowly uncompress once the downstream occluder 152 moves to its open position. Subsequently, the metering chamber may not completely fill prior to the downstream occluder 152 closing in anticipation of infusing a patient with a bolus volume. A consequence of the incompletely filled metering chamber, is that a patient will be infused with an inaccurate bolus volume. By pushing the liquid in a flow direction that is back towards the source of the liquid through the tube 28, where the tube 28 was pinched-off, the tube may be re-

expanded to about its original diameter before the metering chamber is refilled with the liquid.

This is described in more detail below.

At high liquid flow rates, the solenoid valve 45 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the downstream occluder 162 thus pushing against the pre-loaded spring force to open the downstream occluder 162. This action allows the liquid to escape the metering chamber when either the plunger 72 or the plunger 73 pushes on the tube 28.

Referring now to figure 27, the downstream occluder 162 remains opened (the solenoid valve 45 remains energized) during the plungers 72, 73 forward movement and until the plungers 72, 73 reach the maximum stroke during the time period (m). After this time period (m), the solenoid valve 45 is de-energized and common and normally opened ports are connected to vent the pneumatic cylinder of the downstream occluder 162. At this point, the pre-loaded spring will apply its force to pinch-off the tube 28 at the downstream occluder 162.

After the downstream occluder 162 is opened for a time period (c), the solenoid valve 42 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of plunger 72, thus pushing against the pre-loaded spring force to activate the plunger 72 forward for a time period (d). This time period (d - e) allows enough opened time for the solenoid valve 42 so that sufficient pressure is built-up inside the pneumatic cylinder of the plunger 72 to deliver the first bolus. Then, after the downstream occluder 162 is opened for a time period (n), the solenoid 44 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the plunger 73, thus pushing against the pre-loaded spring force to activate the plunger 73 forward for a time period (o). This time period (o - e) allows sufficient opened time the solenoid valve 44 so that sufficient pressure

129 131
is built-up inside the pneumatic cylinder of the plunger 73 in order to deliver the second bolus.

Although the time functions are shown as step functions, non-linear functions are possible.

After the solenoid valve 45 is de-energized for a time period (f), the solenoid valve 43 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the upstream occluder 152, thus pushing against the pre-loaded spring force to open the upstream occluder 152. This action allows the liquid to fill the metering chamber when the plungers 72, 73 return. The upstream occluder 152 is opened for a time period (a/h) to ensure that the liquid completely fills the metering chamber. The time period (f) is designed to ensure that the downstream occluder 162 is closed prior to opening the upstream occluder 152.

At the same time that the solenoid valve 43 is energized, the solenoid valves 42 and 44 are also de-energized, and common and normally opened ports are connected allowing air to vent from the pneumatic cylinders of the plungers 72, 73. At this point, the pre-loaded springs will apply a force each to push the plungers 72, 73 back, thus relieving the tube 28 and creating a suction force to draw the liquid from the container 23 to fill the metering chamber. The upstream occluder 152 remains opened for the time period (a/h) to ensure that the liquid completely fills the metering chamber.

After the time period (a/h), the solenoid valve 43 is de-energized, and common and normally opened ports are connected to vent the pneumatic cylinder of the upstream occluder 152. At this point, the pre-loaded spring of the upstream occluder 152 applies a force to pinch-off the tube 28 at the upstream occluder 28. The control 33 switches into the waiting mode for the remaining scheduled time before waking-up to perform the next delivery cycle.

130 132

All of the above activities and sequences are operated within the scheduled time period (T). The scheduled time period (T) represents the frequency of delivery cycle at certain flow rates and a given bolus volume.

5 Referring now to figure 28, in the medium flow rate range of delivery, the operating profile is similar to the higher flow rates with the exception that the plunger 73 is disabled or is programmed to activate in series with the plunger 72. If the plunger 73 is programmed to operate, the time periods (m), (d), (f), and (T) are extended to accept the second bolus within a single delivery cycle.

10 In the lower flow rate range of delivery, the scheduled time between delivery cycles is long, causing the tube 28 to be pinched-off and deformed at the upstream occluder 152 as described above. The pinched-off tube 28 can prevent the liquid from filling the metering chamber quickly.

15 Referring now to figure 29, to deal with the lower flow rate range of delivery, the solenoid valve 45 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the downstream occluder 162, thus pushing against the pre-loaded spring force to open the downstream occluder 162. This action allows the liquid to escape the metering chamber when the plunger 72 and/or the plunger 73 pushes on the tube 28. The downstream occluder 162 remains opened (the solenoid valve 45 remains energized) during the plungers 72, 73 forward movement and until the plungers 72, 73 reach the
20 maximum stroke during the time period (m). After the time period (m), the solenoid valve 45 is de-energized and common and normally opened ports are connected to vent the pneumatic cylinder of the downstream occluder 162. At this point, the pre-loaded spring will apply a force to pinch-off the tube 28 at the downstream occluder 162.

After the downstream occluder 162 is opened for the time period (c), the solenoid valve 42 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the plunger 72, thus pushing against the pre-loaded spring force to activate the plunger 72 forward for the time period (d). The plunger 72 remains at its forward position until the flush-back cycle is completed. The time period (d - e) is designed to allow enough opened time for the solenoid valve 42 so that sufficient pressure is built-up inside the pneumatic cylinder of the plunger 72. Then solenoid valve 42 is de-energized, venting the pneumatic cylinder of the plunger 72 to allow the plunger 72 to return to its original position.

After the solenoid 45 is de-energized for the time period (f), the solenoid 43 is energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the upstream occluder 152, thus pushing against the pre-loaded spring force to open the upstream occluder 152. This action allows the liquid to escape back to the fluid source through the upstream occluder 152, thus flushing back, which in turn will re-open a pinched-off area in the tube 28 created by the upstream occluder 152.

At the same time that the solenoid valve 43 is energized, the solenoid valve 44 is also energized, and common and normally closed ports are connected allowing air pressure to enter the pneumatic cylinder of the plunger 73, thus pushing against the pre-loaded spring force to activate the plunger 73 forward for the time period (o). The time period (o) allows enough opened time for solenoid valve 44 so that sufficient pressure is built-up in the pneumatic cylinder of the plunger 73, in order to perform the reverse delivery. Then solenoid 44 is de-energized, venting the pneumatic cylinder of the plunger 73 to allow the plunger 73 to return to its original position. As the plunger 73 moves forward, a certain volume of the liquid is pushed back to spike the upstream occluder 152 opened. This is called the flush-back cycle.

After the flush-back cycle, while the upstream occluder 152 is still open, both the solenoid valves 42 and 44 are de-energized. Common and normally opened ports are connected allowing air to vent from the pneumatic cylinder of the plungers 72, 73. At this point, the pre-loaded springs of the plungers 72, 73 apply a force each to push the plungers 72, 73 open, thus relieving the tube 28 and creating a suction force to draw the liquid from the container 23 to fill the metering chamber.

After the time period (a/h), the solenoid 43 is de-energized, and common and normally opened ports are connected to vent the pneumatic cylinder of the upstream occluder 152. At this point, the pre-loaded spring of the upstream occluder 152 applies a force to pinch-off the tube 28 at the upstream occluder 152 and the control 33 switches into the waiting mode for the remaining scheduled time before waking-up to perform the next delivery cycle. Once again, all of the above activities and sequences are operated within the scheduled time period (T) which represents the frequency of delivery cycles at certain flow rates and a given bolus volume.

It is important to control the operating phases and the associated timing in order to achieve the flow accuracy of the present invention. There are three different dynamic phases within the operation of the occluder mechanism 40. These are the filling phase, the delivery phase, and the delay or waiting phase.

The filling phase starts from the time the solenoid valve 43 is energized to open the upstream occluder 152; the plungers 72, 73 return to create a suction force generated by the elasticity of the tube 28 and the pressured container 23 to draw the liquid into the metering chamber. The filling phase ends when the upstream occluder 152 closes to shut-off the tube 28, separating the metering chamber from the container 23.

The delivery phase starts from the time the solenoid valve 45 is energized to open the downstream occluder 162; the plungers 72, 73 moves forward, pushing on the tube 28 to deliver the bolus. The solenoid valve 45 is de-energized (or re-energized) to close the downstream occluder 162, followed by a delay period. This delay period is used to ensure that the downstream occluder 162 is completely shut-off prior to the opening of the upstream occluder 152.

The last phase of a delivery cycle is the delay or waiting phase. Preferably, the waiting phase is the time period left-over from the scheduled time (T_s) after the delivery and filling phases. The following formula describes the waiting phase:

$$T_w = T_s - (T_f + T_d)$$

Where, T_w is the time of the waiting phase, T_s is the scheduled time, T_f is the time of the filling phase, and T_d is the time of the delivery phase. Since the scheduled time varies based on the flow rates, the waiting time is also based on the flow rates. The bolus sizes will also be affected depending on which phase sequentially starts the delivery cycle, and the method of refilling the metering chamber.

The pneumatic-actuated fluid delivery mechanisms of the present invention may be operated as modular systems using a single compressor, such as an air compressor, to provide compressed fluid to a plunger and an occluder and, optionally, to an energy storage tank. An optional inflatable bladder may be included with each individual fluid delivery mechanism used in the modular system. Thus a plurality of medical liquids, for example, could be delivered to a patient using such a modular system.

134 136

An option to using an air compressor to operate the components of the occluder mechanism 40 is a cam-actuated mechanism depicted in figure 30. An electric motor 181 rotatably drives a cam shaft 189 causing an incremental rotation of cams disposed on the cam shaft 189. Operatively associated with the cams are cam followers. The rotation of the cam shaft 189 thus causes the rotation of the cams which in turn act upon the cam followers in a manner that is known in the art. The cam followers in turn operate the components of the occluder mechanism 40.

A cam 172 and an associated cam follower 182 illustrate the operation of the cam-actuated mechanism 180. As the cam 172 is rotated, the cam follower 182 is caused to move in plane and into and away from the cam shaft 189. The cam follower 182 is further operatively associated with the downstream occluder 162 such that as the cam follower moves into and away from the cam shaft 189, the downstream occluder is caused to open and close. As illustrated, the downstream occluder 162 is integrally formed at the distal end of the cam follower 172. In a similar manner, a cam follower 183 is operatively associated with the upstream occluder 152 and the upstream occluder 152 is caused to open by the rotation of the cam 173.

It is possible to have a plurality of cams operatively associated with a plurality of plungers. As illustrated in figure 30, five cam followers 185a, 185b, 185c, 185d, 185e are operatively associated with five different cams 175a, 175b, 175c, 175d, 175e. At the distal end of each of the cam followers 185a, 185b, 185c, 185d, 185e are disposed five plungers, respectively. The plungers are caused to open and close by the rotation of the cams 175a, 175b, 175c, 175d, 175e acting on the cam followers 185a, 185b, 185c, 185d, 185e, respectively.

Figure 30 also illustrates one embodiment for placing the tube 28 (not shown) in position to be acted on by the occluder mechanism 40. A cover 195, for example, may have a trough 193

135 234

disposed on a face of the cover 195. The cover 195 may be hingedly attached to the occluder mechanism 40. When the cover 195 is rotated towards the plungers 175a, 175b, 175c, 175d, 175e and the occluders 152, 162, the tube 28 may be brought into position to be acted on by plungers 175a, 175b, 175c, 175d, 175e and the occluders 152, 162.

5 Referring to figures 31, the cam 175a is seen in a cross-sectional view disposed on the cam shaft 189. The cam follower 185a is operatively associated with the cam 175a. Typical of cams, the cam 175a defines a change in its surface elevation. This is seen as an upper region 211 and a lower region 213.

As the cam 175a rotates on the cam shaft 189, the cam follower 185a is moved back
10 away from the cam shaft 189 when the cam follower 175a is in contact with upper region 211. When the cam follower 175a begins to move into the lower region 211, the cam follower 175a moves closer to the cam shaft 189. The longitudinal axis of the cam follower is about coextensive with the transverse axis of the cam shaft 189.

The cams of the cam-actuated mechanism 180 are arranged about the cam shaft 189 so
15 that as the electric motor rotates the cam shaft 189 the cam followers operate the components of the occluder mechanism 40 in the proper sequence. The proper sequence is controlled by the controller 33 and the program included in the microprocessor 36, as described above. Thus, it can be seen that the cam-actuated mechanism 180 of the present invention can operate the plungers 175a, 175b, 175c, 175d, 175e and the upstream and downstream occluders 152, 162. In
20 doing so, the cam-actuated mechanism replaces the solenoid valves 42, 43, 44 and 45 and results in the elimination of the pneumatic cylinders operatively associated with each of the plungers 175a, 175b, 175c, 175d, 175e and the upstream and downstream occluders 152, 162, respectively.

136 135

Figures 32a and 32b illustrates an operating profile diagram for the occluder mechanism 40 of figure 30. Both the figures 32a and 32b are identical with respect to an identification of an open and a closed position for the cams 172, 175a, 175b, 175c, 175d, 175e, and 173. Figure 32a describes the positions while figure 32b identifies the angle through which the cam shaft 189 will rotate to effect the positions described in figure 32a. With the cam actuated mechanism it is possible to perform the flush-back operation using only one plunger. Where a plurality of plungers are used, flush-back may be effected by simultaneously activating all of the plungers. The flush-back process is illustrated in figure 32a.

It should be understood that various changes and modifications to the preferred embodiments described herein will be apparent to those skilled in the art. Such changes and modifications can be made without departing from the spirit and scope of the present invention and without diminishing its attendant advantages. It is therefore intended that such changes and modifications be covered by the appended claims.

137 139

What is claimed is:

1. A device for providing a flow of a deliverable fluid through a tube, the device comprising:

a metering chamber in the tube formed between a pair of occluders;

5 a first occluder located upstream of the metering chamber;

a second occluder located downstream of the metering chamber;

each occluder having an open position and a closed position for releasably closing off the metering chamber; and

a first plunger and a second plunger, each plunger having an open position and a closed position for releasably compressing the metering chamber.

1.1 The device of claim 1 further including means for providing a source of the deliverable fluid to the metering chamber under pressure.

1.1.1 The device of claim 1.1 further wherein the means for providing the source of the deliverable fluid under pressure includes an inflatable bladder.

1.1.1.1 The device of claim 1.1.1 further wherein the means for providing the source of the deliverable fluid under pressure includes a fluid compressor for providing compressed fluid to the inflatable bladder.

1.1.2 The device of claim 1.1 further wherein the means for providing the source of the deliverable fluid under pressure includes an energy storage tank in fluid communication with a fluid compressor and the inflatable bladder, the energy storage tank storing the compressed fluid under a pressure.

1.1.2.1 The device of claim 1.1.2 wherein the fluid compressor intermittently provides compressed fluid to the energy storage tank.

138 140

1.1.2.2 The device of claim 1.1.2 further wherein the pressure in the energy storage tank is increased over time.

1.1.2.3 The device of claim 1.1.2 further including a pressure transducer in fluid communication with the energy storage tank and in electrical communication with the fluid compressor such that
5 when a high pressure occurs the fluid compressor is switched off.

1.1.2.4 The device of claim 1.1.2 wherein the fluid compressor provides pressure to the energy storage tank and further wherein a second fluid compressor provides pressure to the inflatable bladder.

1.2 The device of claim 1 further including a closed pressure system defined upstream of the metering chamber.
10

1.2.1 The device of claim 1.2 further wherein the closed pressure system is a negative pressure.

1.3 The device of claim 1 wherein the occluder is fluid actuated.

1.3.1 The device of claim 1.3 wherein the fluid-actuated occluder includes a solenoid.

1.4 The device of claim 1 wherein the occluder is biased to a closed position.

1.5 The device of claim 1 wherein the plunger is fluid actuated.
15

1.5.1 The device of claim 1.5 wherein the fluid-actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

1.6 The device of claim 1 wherein the plunger is biased in an open position.

1.7 The device of claim 1 wherein the fluid is a medical liquid.

1.8 The device of claim 1 further including means for opening and closing the occluder and
20 the plunger.

1.8.1 The device of claim 1.8 wherein the means for opening and closing the occluder and the plunger includes a cam-actuated mechanism.

139

141

2. A device for providing a flow of a liquid through a tube, the device comprising:
- a first means for occluding the tube at a first location;
 - a second means for occluding the tube at a second location;
 - a first means between the first location and the second location for compressing the liquid

5 in the tube; and

a second means between the first location and the second location for compressing the liquid in the tube.

2.1 The device of claim 2 further including means for providing to the tube a source of liquid under pressure.

2.1.1 The device of claim 2.1 further wherein the means for providing a source of liquid under pressure includes a fluid compressor for providing compressed fluid to an inflatable bladder.

2.1.1.1 The device of claim 2.1.1 wherein the fluid includes air.

2.1.2 The device of claim 2.1 further wherein the means for providing a source of liquid under pressure includes an energy storage tank in fluid communication with a fluid compressor and the inflatable bladder, the energy storage tank storing the compressed air under a pressure.

2.1.2.1 The device of claim 2.1.2 wherein the fluid compressor intermittently provides compressed fluid to the energy storage tank.

2.1.2.2 The device of claim 2.1.2 further wherein the pressure in the energy storage tank is increased over time.

20 2.1.2.3 The device of claim 2.1.2 further including a pressure transducer in fluid communication with the energy storage tank and in electrical communication with the fluid compressor such that when high pressure occurs the fluid compressor is switched off.

1410 112

2.1.2.4 The device of claim 2.1.2 wherein the fluid compressor provides pressure to the energy storage tank and further wherein a second fluid compressor provides pressure to the inflatable bladder.

2.2 The device of claim 2 further including a closed pressure system defined upstream of a metering chamber, the metering chamber disposed between the first occluding means and the second occluding means.

2.2.1 The device of claim 2.2 further wherein the closed pressure system is a negative pressure.

2.3 The device of claim 2 wherein the means for occluding the tube includes an occluder.

2.3.1 The device of claim 2.3 wherein the occluder is fluid actuated.

2.3.1.1 The device of claim 2.3.1 wherein the fluid-actuated occluder includes a solenoid.

2.3.2 The device of claim 2.3 wherein the occluder is biased to a closed position.

2.3.3 The device of claim 2.3 wherein the occluder is cam actuated.

2.4 The device of claim 2 wherein the means for compressing the tube includes a plunger.

2.4.1 The device of claim 2.4 wherein the plunger is fluid actuated.

2.4.1.1 The device of claim 2.4.1 wherein the fluid-actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

2.4.2 The device of claim 2.4 wherein the plunger is biased in an open position.

2.4.3 The device of claim 2.4 wherein the plunger is cam actuated.

2.5 The device of claim 2 wherein the liquid is a medical liquid.

3. A method for delivering a liquid, the method comprising:
providing a source of liquid in fluid communication with a metering chamber;
releasably pinching-off the chamber near the source of the liquid at a first location;

releasably pinching-off the chamber at a second location that is downstream from the source of the liquid and the first location;

releasing the first location; and

compressing the chamber between the first location and the second location, thereby

5 generating a flow of the liquid through the tube.

3.1 The method of claim 3 wherein the step of providing a source of liquid in fluid communication with the chamber further includes providing the liquid under pressure.

3.2 The method of claim 3 wherein the step of providing a source of liquid in fluid communication with the chamber further includes providing a closed pressure system defined upstream of the chamber.

3.2.1 The method of claim 3.2 further wherein step of providing a closed pressure system further includes providing a negative pressure.

3.3 The method of claim 3 wherein the step of releasably pinching-off the chamber further utilizes fluid actuation.

3.4 The method of claim 3 wherein the step of compressing the chamber further utilizes fluid actuation.

4. A device for providing a flow of liquid from a source of the liquid through a tube comprising:

means for pinching-off a section of the tube;

a first means for pushing the liquid in the tube in a flow direction; and

a second means for directing the flow of the liquid through the pinched-off section of the tube towards the source of the liquid;

1412 144

such that the tube is re-opened using the liquid pushed towards the source of the liquid and through the pinched-off section of the tube thereby improving the accuracy of the flow of the liquid.

4.1 The device of claim 4 wherein the pushing means includes a plunger.

5 4.1.1 The device of claim 4.1 wherein the plunger is a fluid actuated plunger.

4.1.1.1 The device of claim 4.1.1 wherein the fluid actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

4.1.1.2 The device of claim 4.1.1 wherein the fluid includes air.

4.1.2 The device of claim 4.1 wherein the plunger is a cam actuated plunger.

4.2 The device of claim 4 wherein the directing means includes an occluder.

4.2.1 The device of claim 4.2 wherein the occluder is a fluid actuated occluder.

4.2.1.1 The device of claim 4.2.1 wherein the fluid actuated occluder includes a pneumatic cylinder.

4.2.1.2 The device of claim 4.2.1 wherein the fluid includes air.

4.2.2 The device of claim 4.2 wherein the occluder is a cam actuated occluder.

4.3 The device of claim 4 wherein the pushing means includes a plurality of plungers.

4.4 The device of claim 4 wherein the directing means includes a plurality of occluders.

4.5 The device of claim 4 wherein the directing means includes a plunger and an occluder.

20 5. A method for infusing a liquid from a source of the liquid through a tube comprising:
occluding the tube; and
compressing the tube to push the liquid in the tube in a direction towards the source of the liquid and through the occluded section of the tube;

such that the tube is re-opened using the liquid pushed towards the source of the liquid and through the pinched-off section of the tube, thereby improving the accuracy of the flow of the liquid.

5.1 The method of claim 5 wherein the plunger is a fluid actuated plunger.

5 5.1.1 The method of claim 5.1 wherein the fluid actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

5.1.1.1 The method of claim 5.1.1 wherein the fluid includes air.

5.2 The method of claim 5 wherein the plunger is a cam actuated plunger.

5.3 The method of claim 5 wherein the occluder is a cam actuated occluder.

5.4 The method of claim 5 wherein the occluder is a fluid actuated occluder.

5.4.1 The method of claim 5.4 wherein the fluid actuated occluder includes a pneumatic cylinder.

5.4.1.1 The method of claim 5.4.1 wherein the fluid includes air.

5 6. A device for re-opening a tube connected to a source of a liquid, the device comprising:
means for releasably pinching off a section of the tube;
a first means for pushing the liquid in the tube in a flow direction; and
a second means for directing the flow of the liquid through the pinched-off section of the tube towards the source of the liquid;

20 such that the flow of the liquid re-opens the tube thereby improving the accuracy of the flow of the liquid.

6.1. The device of claim 6 wherein the pushing means includes a plunger.

6.1.1 The device of claim 6.1 wherein the plunger is a fluid actuated plunger.

12/4

6.1.1.1 The device of claim 6.1.1 wherein the fluid-actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

6.1.1.2 The device of claim 6.1.1 wherein the fluid includes air.

6.1.2 The device of claim 6.1 wherein the plunger is a cam actuated plunger.

5 6.2 The device of claim 6 wherein the directing means includes an occluder.

6.2.1 The device of claim 6.2 wherein the occluder is a fluid actuated occluder.

6.2.1.1. The device of claim 6.2.1 wherein the fluid actuated occluder includes a pneumatic cylinder.

6.2.1.2 The device of claim 6.2.1 wherein the fluid includes air.

6.2.2 The device of claim 6.2 where in the occluder is a cam actuated occluder.

6.3 The device of claim 6 wherein the pushing means includes a plurality of plungers.

6.4 The device of claim 6 wherein the directing means includes a plurality of occluders.

6.5 The device of claim 6 wherein the directing means includes a plunger and an occluder.

5 7. A device for use with a tube and a container containing a liquid in fluid communication with the tube, the device comprising:

a metering chamber in the tube;

a bladder for compressing the container thereby pressurizing the liquid in the tube and

causing the liquid to flow into the metering chamber; and

20 a plunger for releasably compressing the metering chamber and thereby generating a flow of the liquid from the metering chamber.

145 146

7.1 The device of claim 7 further including an energy storage tank in fluid communication with the bladder and in fluid communication with a fluid compressor for storing compressed fluid under pressure.

7.1.2. The device of claim 7.1 wherein the fluid compressor intermittently provides compressed
5 fluid to the energy storage tank.

7.1.2.1 The device of claim 7.1.2 further wherein the pressure in the bladder is increased over time.

7.1.3. The device of claim 7.1 further includes a pressure transducer in fluid communication with the energy storage tank and in electrical communication with the fluid compressor such that
10 when high pressure occurs the fluid compressor is switched off.

7.1.4 The device of claim 7.1 wherein the fluid compressor provides pressure to the energy storage tank and further wherein a second fluid compressor provides pressure to the occluder.

7.1.5 The device of claim 7.1 wherein the fluid includes air.

7.2 The device of claim 7 wherein the liquid is a medical liquid.

7.3 The device of claim 7 further wherein the metering chamber is defined by two occluders
15 having an open position and a closed position for releasably pinching-off the tube.

7.3.1 The device of claim 7.3 wherein the occluders are biased to a closed position

7.3.2 The device of claim 7.3 wherein the occluders are fluid-actuated.

7.3.2.1 The device of claim 7.3.2 wherein the fluid-actuated occluders includes a solenoid.

20 7.3.3 The device of claim 7.3 wherein the occluder is cam actuated.

7.4 The device of claim 7 wherein the plunger is fluid actuated.

7.4.1 The device of claim 7.4 wherein the fluid-actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

7.5 The device of claim 7 wherein the plunger is biased in an open position.

7.6 The device of claim 7 wherein the plunger is cam actuated.

8. A device comprising:

at least one fluid compressor for providing compressed fluid;

5 an energy storage tank in fluid communication with the fluid compressor for storing the compressed fluid under a pressure;

a fluid driven mechanism in fluid communication with the energy storage tank; and

a tube operatively associated with the fluid driven mechanism.

8.1 The device of claim 8 wherein the fluid compressor intermittently provides compressed fluid to the energy storage tank.

8.2. The device of claim 8 further includes a pressure transducer in fluid communication with the energy storage tank and in electrical communication with the fluid compressor such that when a high pressure occurs the fluid compressor is switched off.

8.3 The device of claim 8 wherein the fluid compressor provides pressure to the energy storage tank and further wherein a second fluid compressor provides pressure to the inflatable bladder.

8.4 The device of claim 8 wherein the fluid includes air.

8.5 The device of claim 8 wherein the device is a medical pump.

8.5.1 The device of claim 8.5 wherein the pump is ambulatory.

20 8.6 The device of claim 8 further wherein the fluid driven mechanism includes two occluders having an open position and a closed position for releasably pinching-off the tube.

8.6.1 The device of claim 8.6 wherein the occluders are biased to a closed position

8.6.2 The device of claim 8.6 wherein the occluders are fluid actuated.

RECEIVED - OCT 19 1980

14X 148

8.6.2.1 The device of claim 8.6.2 wherein the fluid-actuated occluders includes a solenoid.

8.6.3 The device of claim 8.6 wherein the occluders are cam actuated.

8.7 The device of claim 8 further wherein the fluid driven mechanism includes a plunger for releasably compressing a chamber.

5 8.7.1 The device of claim 8.7 wherein the plunger is fluid actuated.

8.7.1.1 The device of claim 8.7.1 wherein the fluid-actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

8.7.2 The device of claim 8.7 wherein the plunger is biased in an open position.

8.7.3 The device of claim 8.7 wherein the plunger is cam actuated.

10 8.8 The device of claim 8 wherein the fluid driven mechanism includes a plurality of fluid driven mechanisms.

15 9. A method of storing and distributing energy to a device, the method comprising:
providing compressed fluid to an energy storage tank;
providing a fluid-actuated mechanism; and
providing compressed fluid to the fluid-actuated mechanism from the energy storage tank.

9.1 The method of claim 9 wherein the step of providing a fluid-actuated mechanism further includes providing a fluid actuated pump.

20 9.1.1 The method of claim 9.1 wherein the step of providing a fluid actuated pump further includes providing a fluid actuated medical infusion pump.

9.2 The method of claim 9 wherein the step of providing compressed fluid to a fluid-actuated mechanism further comprises:

utilizing the compressed fluid to compress a tube;

utilizing the compressed fluid to pinch-off the tube distal to the compressed tube at a first location;

stopping the compressed fluid to release the compressed tube;

utilizing the compressed fluid to pinch-off the tube at a second location that is proximal to the compressed tube and the first location;

stopping the compressed fluid to release the pinched-off tube at the first location; and

utilizing the compressed fluid to re-compress the tube.

9.3 The method of claim 9 wherein the step of providing compressed fluid to an energy storage tank further includes providing compressed fluid intermittently to the energy storage tank.

9.4 The method of claim 9 wherein the step of providing compressed fluid to an energy storage tank further includes monitoring the pressure in the energy storage tank such that when high pressure occurs the supply of compressed fluid is stopped.

10. A device for providing a flow of a liquid through a tube, the device comprising:
means for providing a source of liquid under pressure and in fluid communication with the tube;

a first means for occluding the tube at first location;

a second means for occluding the tube at a second location; and

means for compressing tube between the first occluding location and the second occluding location.

10.1 The device of claim 10 further wherein the means for providing a source of liquid under pressure includes an inflatable bladder.

10.1.1 The device of claim 10.1 further wherein the means for providing a source of liquid under pressure includes a fluid compressor for providing compressed fluid to the inflatable bladder.

10.1.1.1 The device of claim 10.1.1 wherein the fluid includes air.

10.1.2 The device of claim 10.1 further wherein the means for providing a source of liquid under
5 pressure includes an energy storage tank in fluid communication with a fluid compressor and the
inflatable bladder, the energy storage tank storing the compressed air under a pressure.

10.1.2.1. The device of claim 10.1.2 wherein the fluid compressor intermittently provides compressed fluid to the energy storage tank.

10.1.2.2 The device of claim 10.1.2 further wherein the pressure in the energy storage tank is increased over time.

10.1.2.3. The device of claim 10.1.2 further includes a pressure transducer in fluid communication with the energy storage tank and in electrical communication with the fluid compressor such that when high pressure occurs the fluid compressor is switched off.

10.1.2.4 The device of claim 10.1.2 wherein the fluid compressor provides pressure to the energy storage tank and further wherein a second fluid compressor provides pressure to the occluder.

10.2 The device of claim 10 wherein the device is ambulatory.

10.3 The device of claim 10 wherein the means for occluding the tube includes an occluder.

10.3.1 The device of claim 10.3 wherein the occluder is fluid actuated.

20 10.3.1.1 The device of claim 10.3.1 wherein the fluid-actuated occluders includes a solenoid.

10.3.2 The device of claim 10.3 wherein the occluders are biased to a closed position.

10.3.3 The device of claim 10.3 wherein the occluder is cam actuated.

10.4 The device of claim 10 wherein the means for compressing the tube includes a plunger.

130
LST

10.4.1 The device of claim 10.4 wherein the plunger is fluid actuated.

10.4.1.1 The device of claim 10.4.1. wherein the fluid-actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

10.4.2 The device of claim 10.4 wherein the plunger is biased in an open position.

5 10.4.3 The device of claim 10.4 wherein the plunger is cam actuated.

11. A method for infusing liquid, the method comprising:

providing a source of liquid under pressure in fluid communication with a tube;

compressing the tube between the first location and the second location;

pinching-off the tube distal to the source of the liquid at a first location;

releasing the tube between the first location and the second location;

pinching-off the tube at a second location that is proximal to the source of the liquid and the first location; and

compressing the tube between the first location and the second location.

11.1 The method of claim 11 wherein the step of releasably pinching-off the tube further utilizes fluid actuation.

11.2 The method of claim 11 wherein the step of compressing the tube further utilizes fluid actuation.

12. An device for providing a flow of a liquid through an tube, the device comprising:

a fluid-actuated chamber for placing a source of liquid under pressure connected to the tube;

151 181

at least two fluid-actuated occluders having an open position and a closed position for releasably pinching-off the tube;

a metering chamber disposed between the occluders; and

a fluid-actuated plunger having an open position and a closed position for releasably

5 compressing the metering chamber.

12.1 The device of claim 12 further including an energy storage tank in fluid communication with a fluid compressor for storing compressed fluid under pressure.

12.1.2. The device of claim 12.1 wherein the fluid compressor intermittently provides compressed fluid to the energy storage tank.

12.1.2.1 The device of claim 12.1.2 further wherein the pressure in the energy storage tank is increased over time.

12.1.3. The device of claim 12.1 further includes a pressure transducer in fluid communication with the energy storage tank and in electrical communication with the fluid compressor such that when high pressure occurs the fluid compressor is switched off.

12.1.4 The device of claim 12.1 wherein the fluid compressor provides pressure to the energy storage tank and further wherein a second fluid compressor provides pressure to the occluder.

12.2 The device of claim 12.1 wherein the fluid includes air.

12.3 The device of claim 12 wherein the device is ambulatory.

12.4 The device of claim 12 further wherein the fluid-actuated chamber is connected to an energy storage tank that is inflated by a compressor.

12.4.1 The device of claim 12.4 wherein the energy storage tank is connected to an inflatable bladder.

12.5 The device of claim 12 wherein the fluid-actuated occluders includes a solenoid.

152 153

12.6 The device of claim 12 wherein the fluid-actuated plunger includes a pneumatic cylinder.

12.7 The device of claim 12 wherein the occluders are biased to a closed position.

12.8 The device of claim 12 wherein the plunger is biased in an open position.

5 13. A method of pumping fluid comprising:

providing a closed pressure fluid system including a source of fluid and a tube;

closing the tube in a first location to isolate the closed pressure system;

compressing the tube downstream of the closed tube;

closing the tube in a second location downstream of the compressed tube to maintain the

isolation of the closed pressure system; and

opening the tube in the first location.

13.1 The method of claim 13 wherein the closed pressure system is a negative pressure system.

13.2 The method of claim 13 wherein the closed pressure system is a positive pressure system.

13.2.1 The method of claim 13 wherein the step of providing a positive pressure fluid system

further includes providing the fluid under pressure.

13.3 The method of claim 13 wherein the step of closing the tube in a first location

further includes utilizing fluid actuation.

13.4 The method of claim 13 wherein the step of compressing the tube further includes

utilizing fluid actuation.

14. A method of metering fluid in a tube comprising:

closing the tube in a first location;

downstream of the first location, compressing the tube to a first non-occluded position;

153 ~~LSA~~

153 ~~LSA~~

153 ~~LSA~~

153 ~~LSA~~

153 ~~LSA~~

153 ~~LSA~~

153 LSA

153 LSA

153 ~~LSA~~

154

183

Abstract of the Invention

The present invention provides an infusion pump 10 for providing a flow of a liquid through an tube 28. The infusion pump 10 includes at least two occluders 152, 162 having an open position and a closed position for releasably pinching-off the tube 28. A metering chamber
5 is disposed between the two occluders 152, 162. A first plunger 72 and a second plunger 73 are provided, each plunger 72, 73 having an open position and a closed position for releasably compressing the metering chamber. In the method of the present invention, an occluder 152 releasably pinches-off the tube near the source of the liquid at a first location. The second occluder 162 releasably pinches-off the tube at a second location that is downstream from the source of the liquid 23 and the first location. The tube 28 is released at the first location and a plunger 72 compresses the tube 28 between the first location and the second location, thereby generating a flow of the liquid through the tube 28 in a direction towards the source of liquid 23.

RECEIVED OCT 19 1980

Docket No.
100269-016**Declaration and Power of Attorney For Patent Application****English Language Declaration**

As a below named inventor, I hereby declare that:

My residence, post office address and citizenship are as stated below next to my name,

I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled

A Fluid Delivery Mechanism

the specification of which

(check one)

☒ is attached hereto.

☐ was filed on _____ as United States Application No. or PCT International

Application Number _____

and was amended on _____

(if applicable)

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose to the United States Patent and Trademark Office all information known to me to be material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56.

I hereby claim foreign priority benefits under Title 35, United States Code, Section 119(a)-(d) or Section 365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or Section 365(a) of any PCT International application which designated at least one country other than the United States, listed below and have also identified below, by checking the box, any foreign application for patent or inventor's certificate or PCT International application having a filing date before that of the application on which priority is claimed.

Prior Foreign Application(s)

Priority Not Claimed

(Number)

(Country)

(Day/Month/Year Filed)

(Number)

(Country)

(Day/Month/Year Filed)

(Number)

(Country)

(Day/Month/Year Filed)

☐

☐

☐

I hereby claim the benefit under 35 U.S.C. Section 119(e) of any United States provisional application(s) listed below:

(Application Serial No.)

(Filing Date)

(Application Serial No.)

(Filing Date)

(Application Serial No.)

(Filing Date)

I hereby claim the benefit under 35 U. S. C. Section 120 of any United States application(s), or Section 365(c) of any PCT International application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT International application in the manner provided by the first paragraph of 35 U.S.C. Section 112, I acknowledge the duty to disclose to the United States Patent and Trademark Office all information known to me to be material to patentability as defined in Title 37, C. F. R., Section 1.56 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT International filing date of this application:

(Application Serial No.)

(Filing Date)

(Status)
(patented, pending, abandoned)

(Application Serial No.)

(Filing Date)

(Status)
(patented, pending, abandoned)

(Application Serial No.)

(Filing Date)

(Status)
(patented, pending, abandoned)

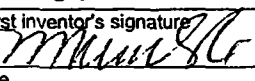
I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

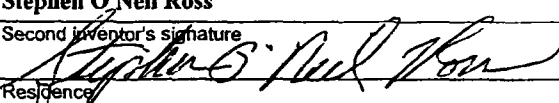
POWER OF ATTORNEY: As a named inventor, I hereby appoint the following attorney(s) and/or agent(s) to prosecute this application and transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith. *(list name and registration number)*

Paul E. Schaafsma, Reg. No. 32,664
 Michael M. Geoffrey, Reg. No. 41,775
 Francis C. Kowalik, Reg. No. 34,646

Send Correspondence to: **Francis C. Kowalik**
Baxter International, Inc.
One Baxter Parkway, DF2-2E
Deerfield, IL 60015

Direct Telephone Calls to: *(name and telephone number)*
Francis C. Kowalik 847-948-3041

Full name of sole or first inventor Khoi Minh Nguyen	
Sole or first inventor's signature 	Date
Residence 7626 Dancy Road, San Diego, CA 92126	
Citizenship U.S.A.	
Post Office Address Same As Above.	

Full name of second inventor, if any Stephen O'Neil Ross	
Second inventor's signature 	Date
Residence 3745 Southridge Way, Oceanside, CA 92056	
Citizenship U.S. A.	
Post Office Address Same As Above.	

LSM
157

Full name of third inventor, if any Scott Wayne Beaver	
Third inventor's signature <i>Scott Wayne Beaver</i>	Date
Residence 3837 Mt. Ariane Drive, San Diego, CA 92111	
Citizenship U.S.A.	
Post Office Address Same As Above.	

Full name of fourth inventor, if any	
Fourth inventor's signature	Date
Residence	
Citizenship	
Post Office Address	

Full name of fifth inventor, if any	
Fifth inventor's signature	Date
Residence	
Citizenship	
Post Office Address	

Full name of sixth inventor, if any	
Sixth inventor's signature	Date
Residence	
Citizenship	
Post Office Address	

657000 6649250

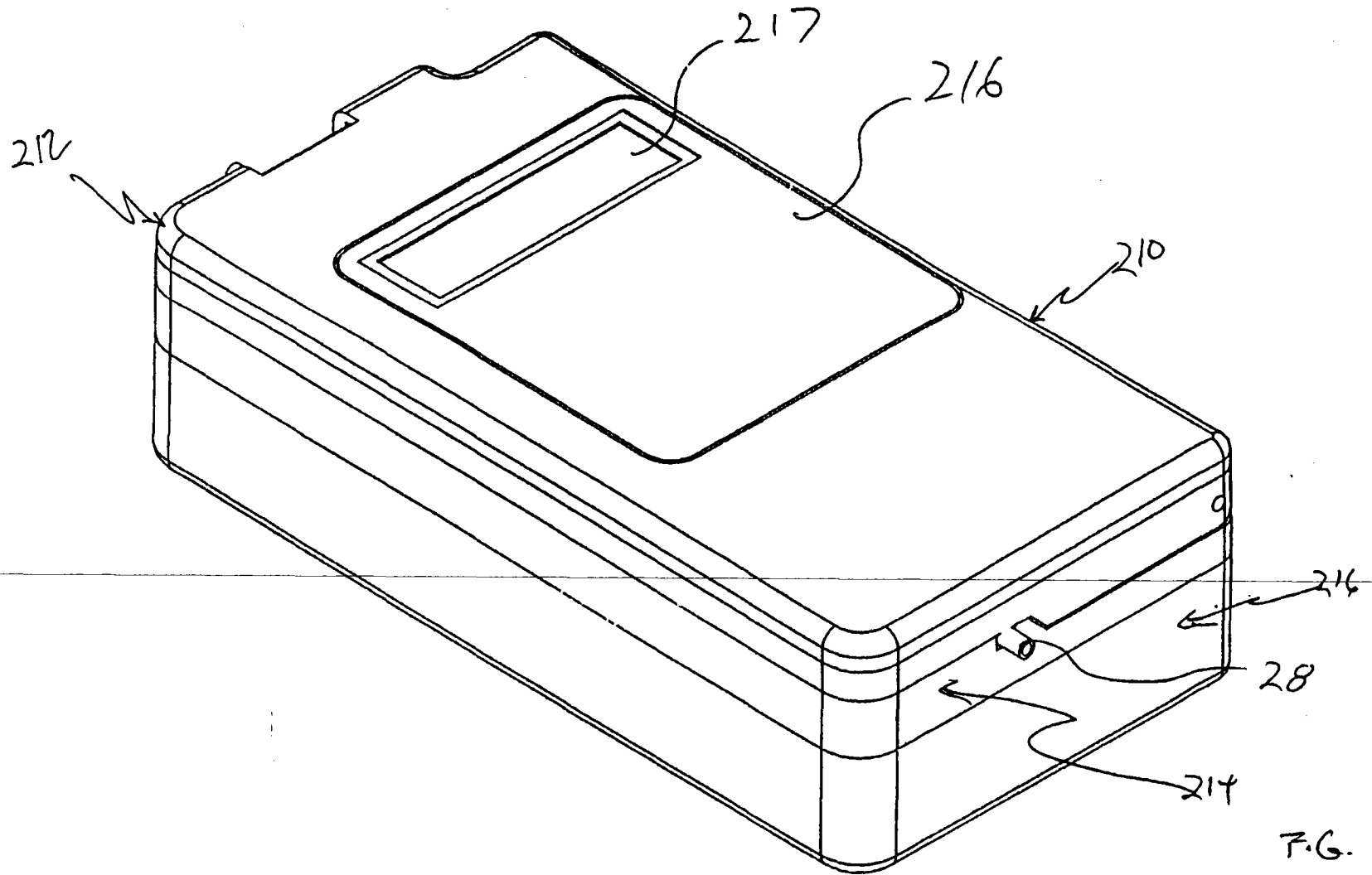


FIG. 1

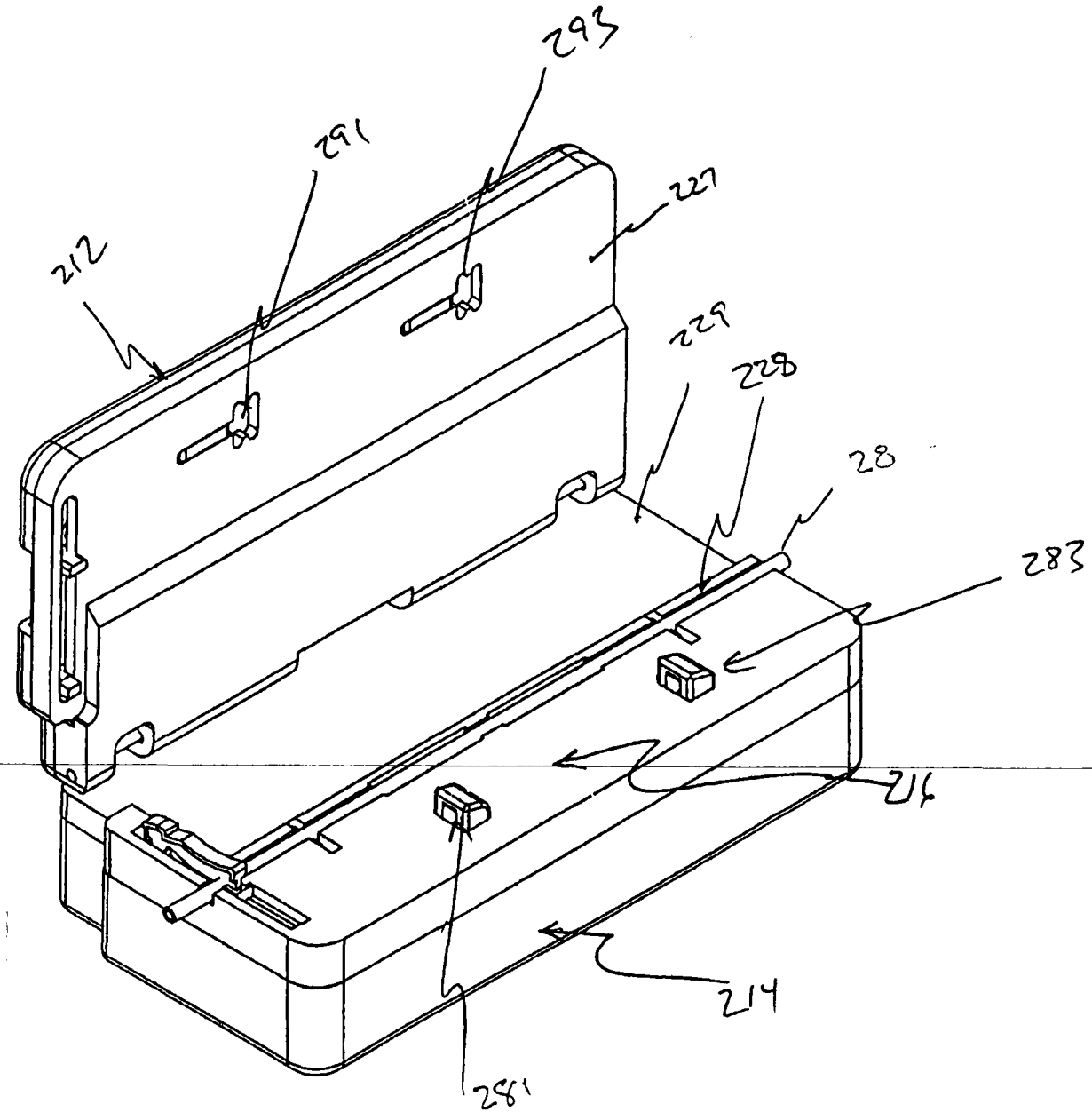


FIG. 2

161

661020 66719260

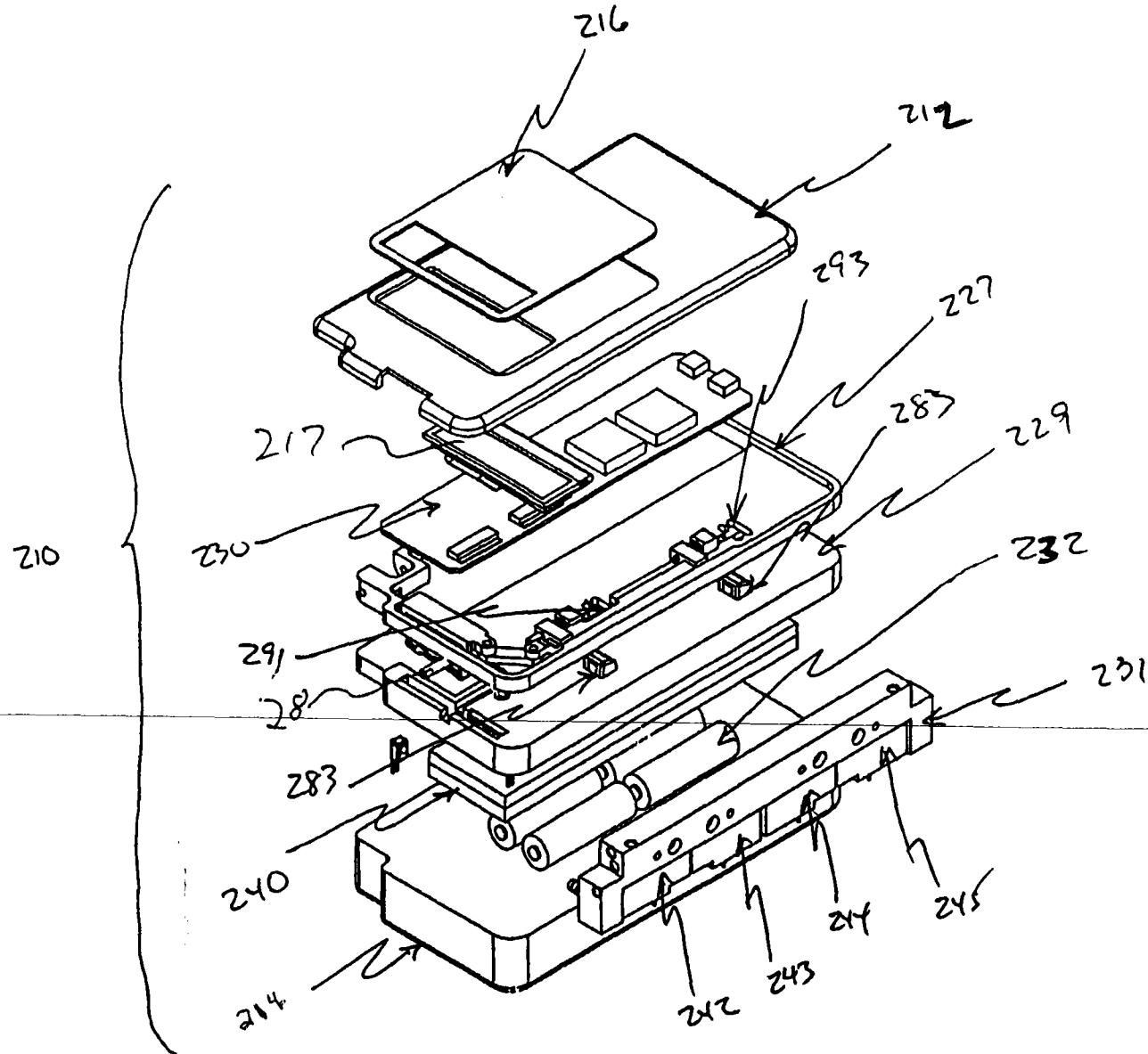


FIG 3

162

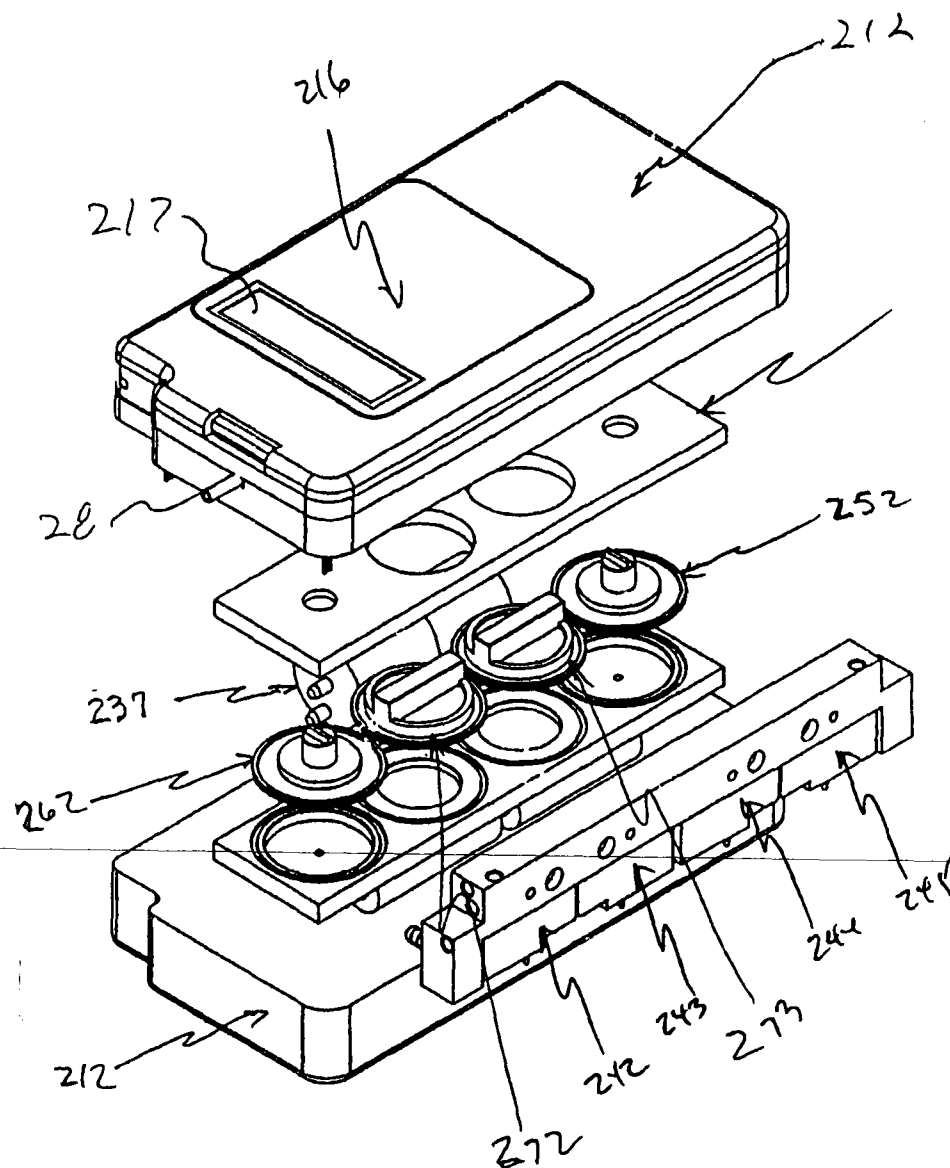


FIG. 4

163 164

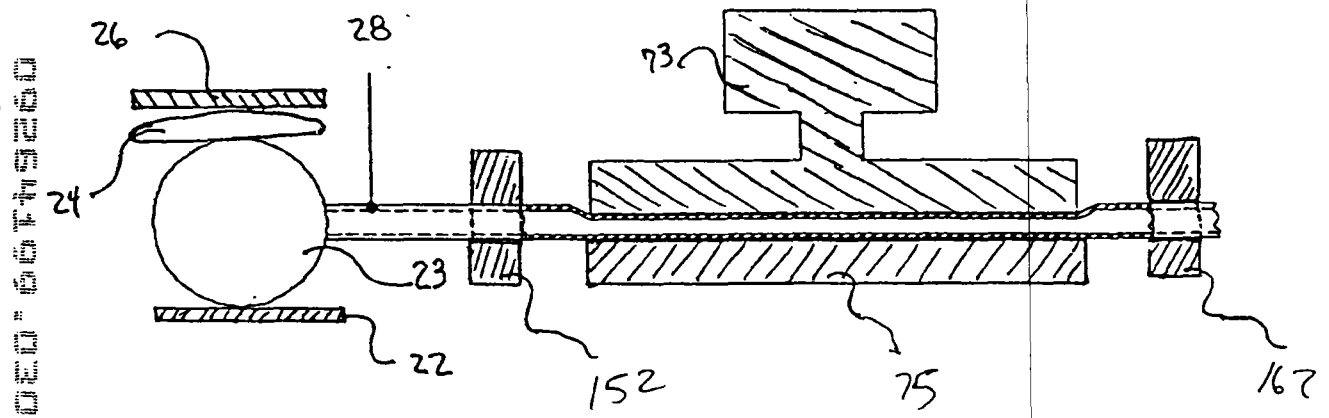


FIG. 5

164/ 165

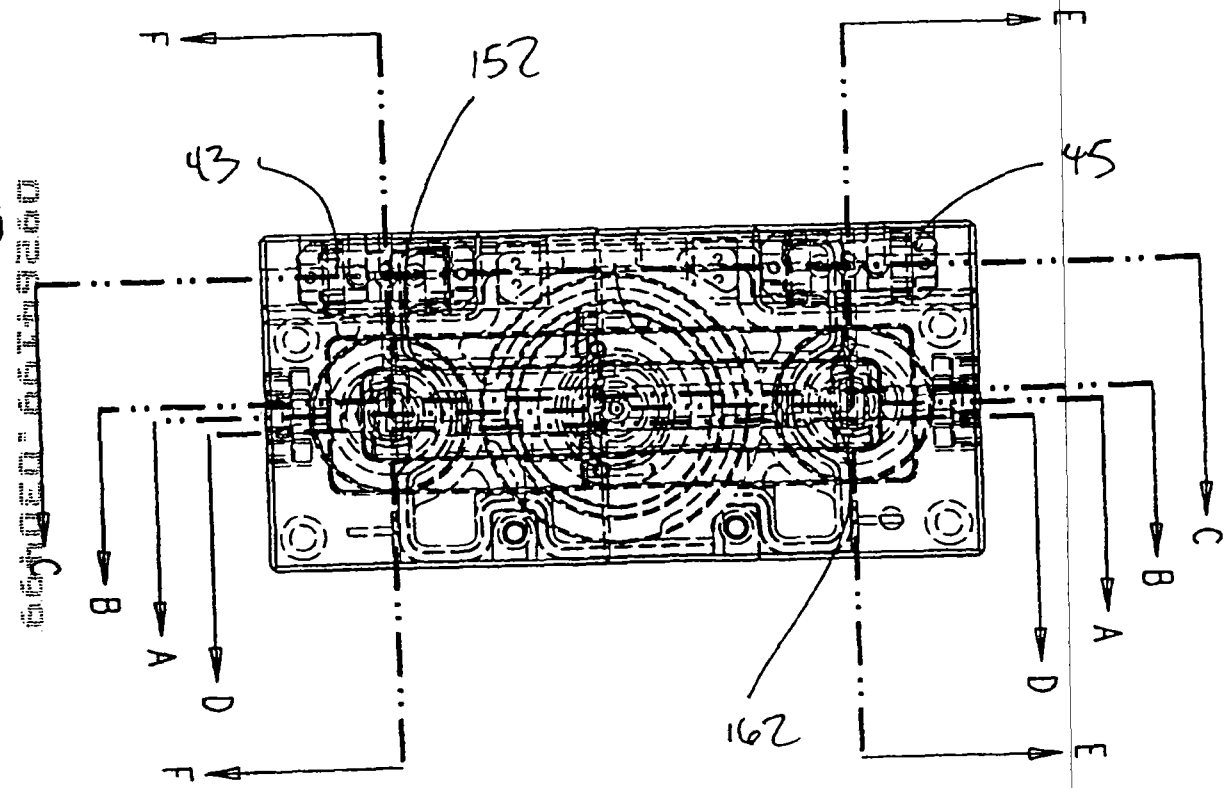


Fig 6

165 L66

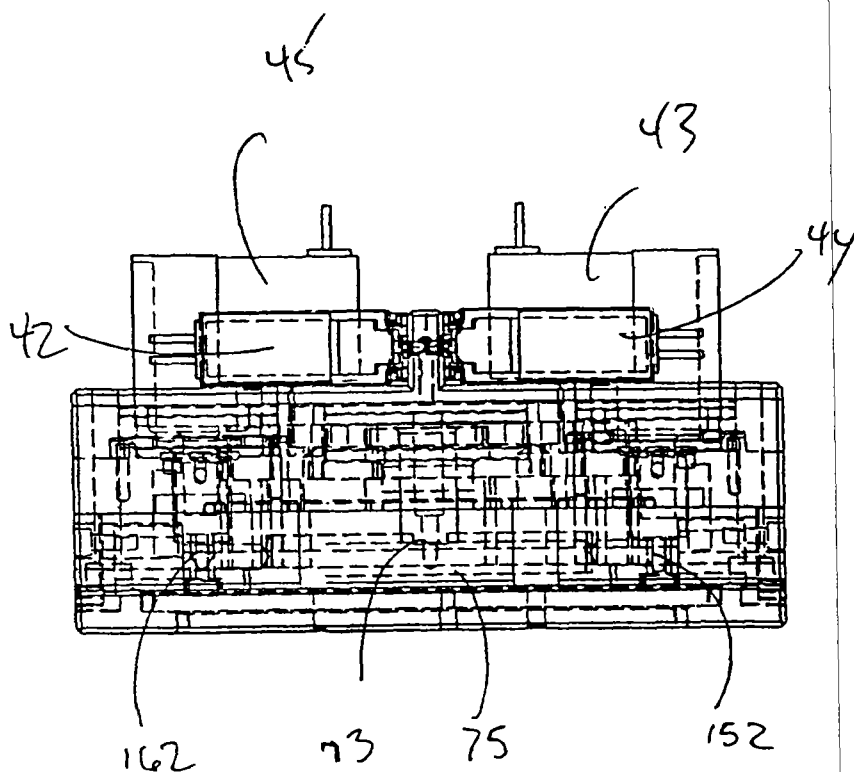
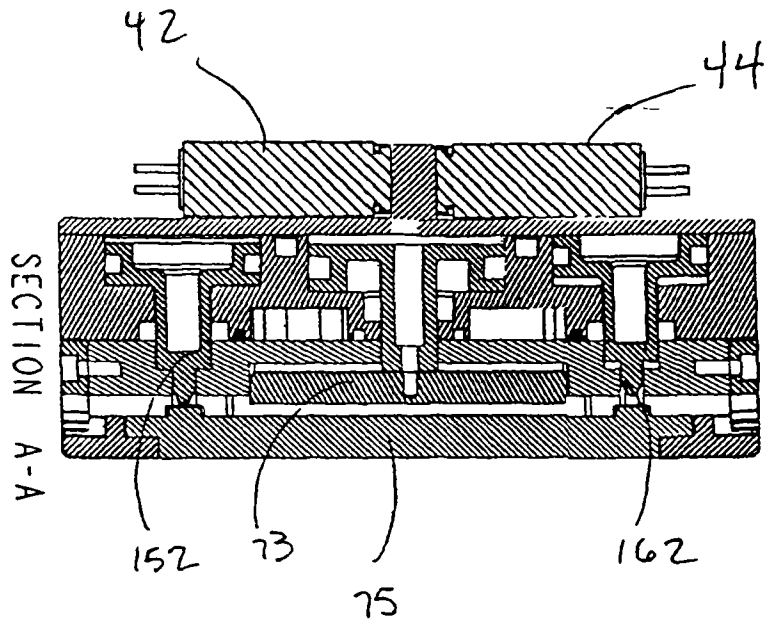


Fig 7

166 267



096449-02049

09264199-030499

SECTION B-B

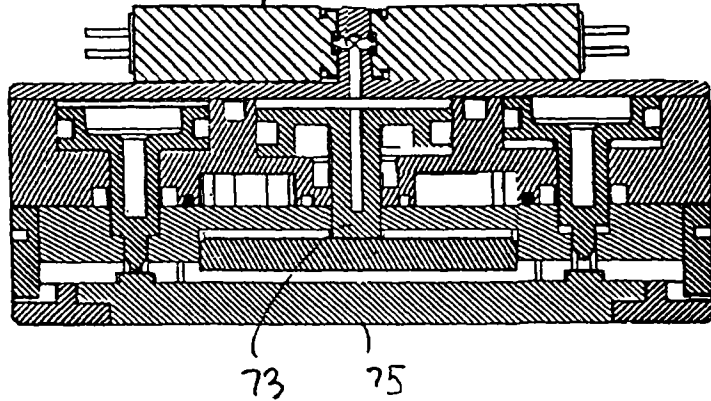


Fig 9

165 469

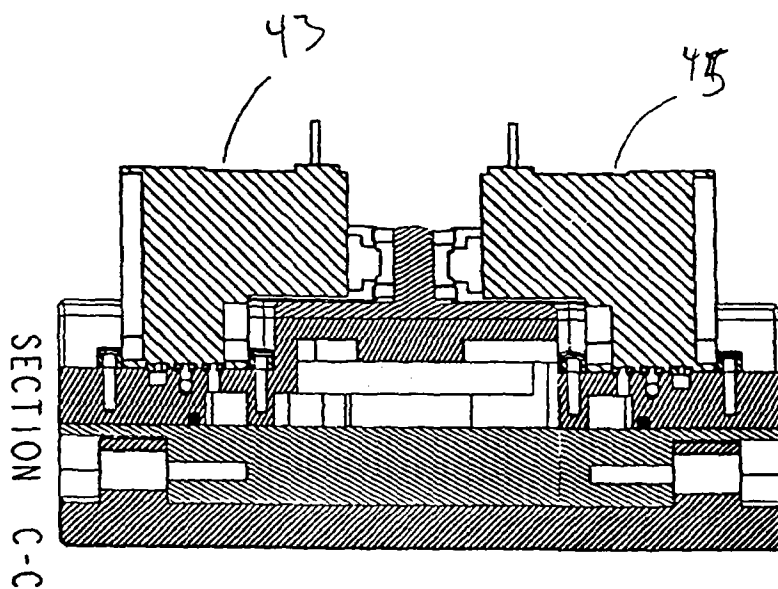


Fig 10

0264190 020100

09264199.030499

SECTION D-D

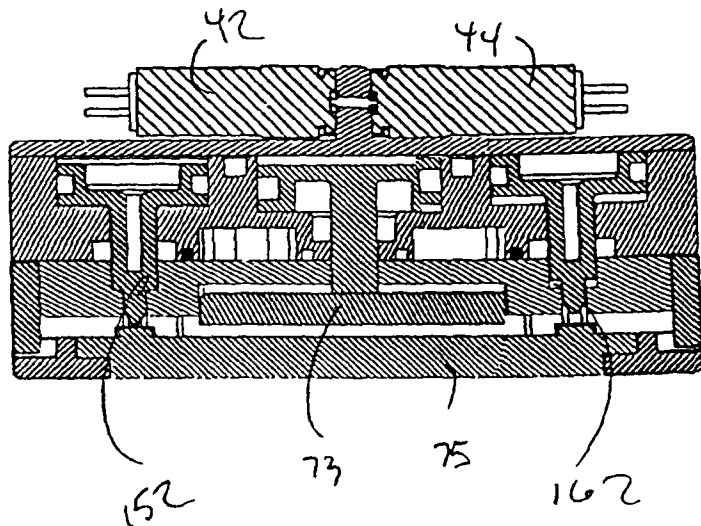
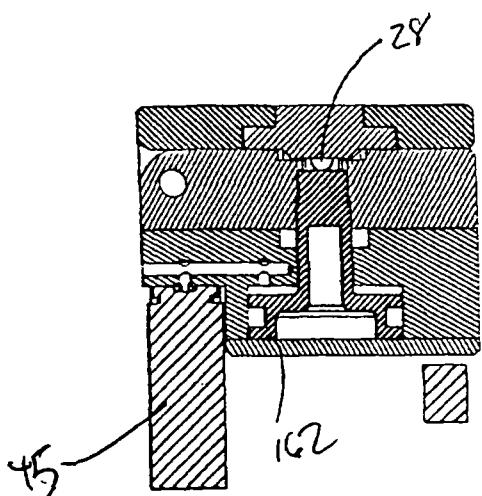


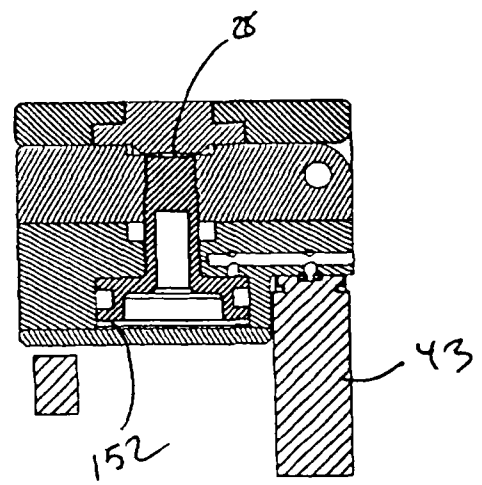
Fig 11

120 KH



SECTION E-E

Fig 12



SECTION F-F

Fig 13

66799260

121 ~~122~~

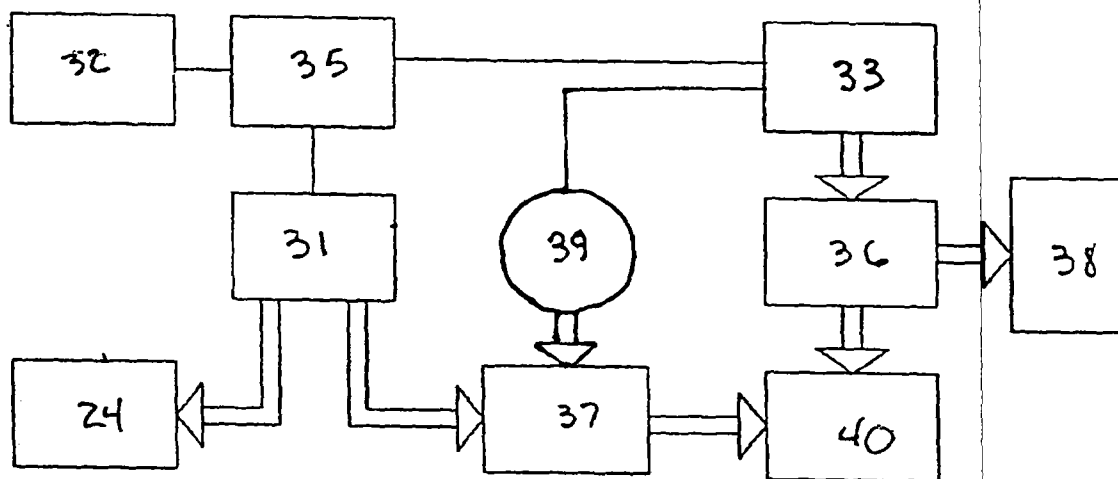


Fig. 14

172 173

Patented 6049260

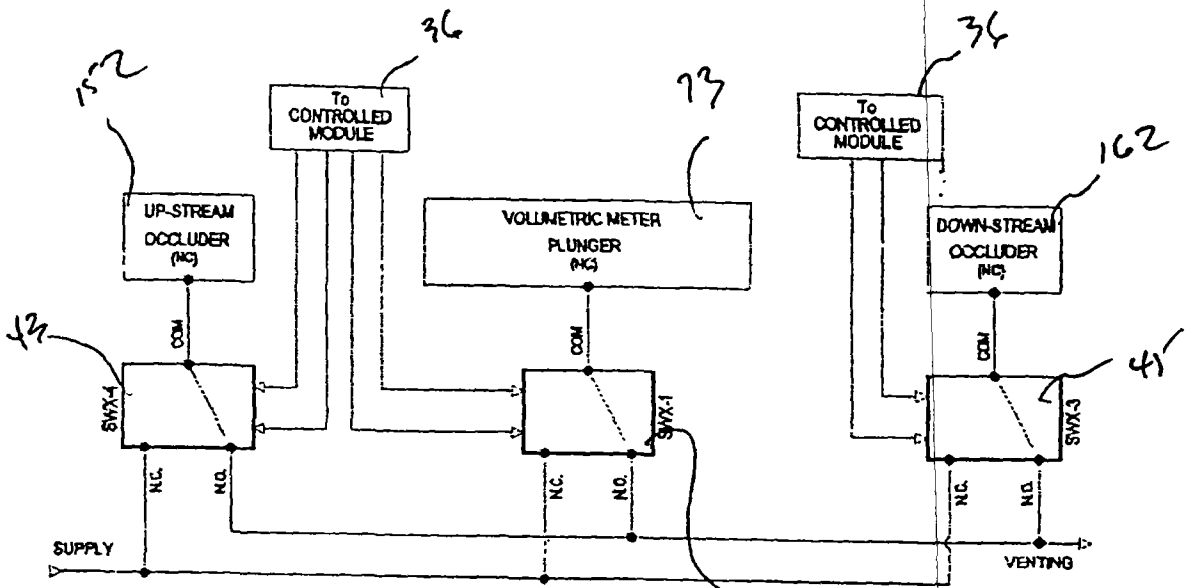
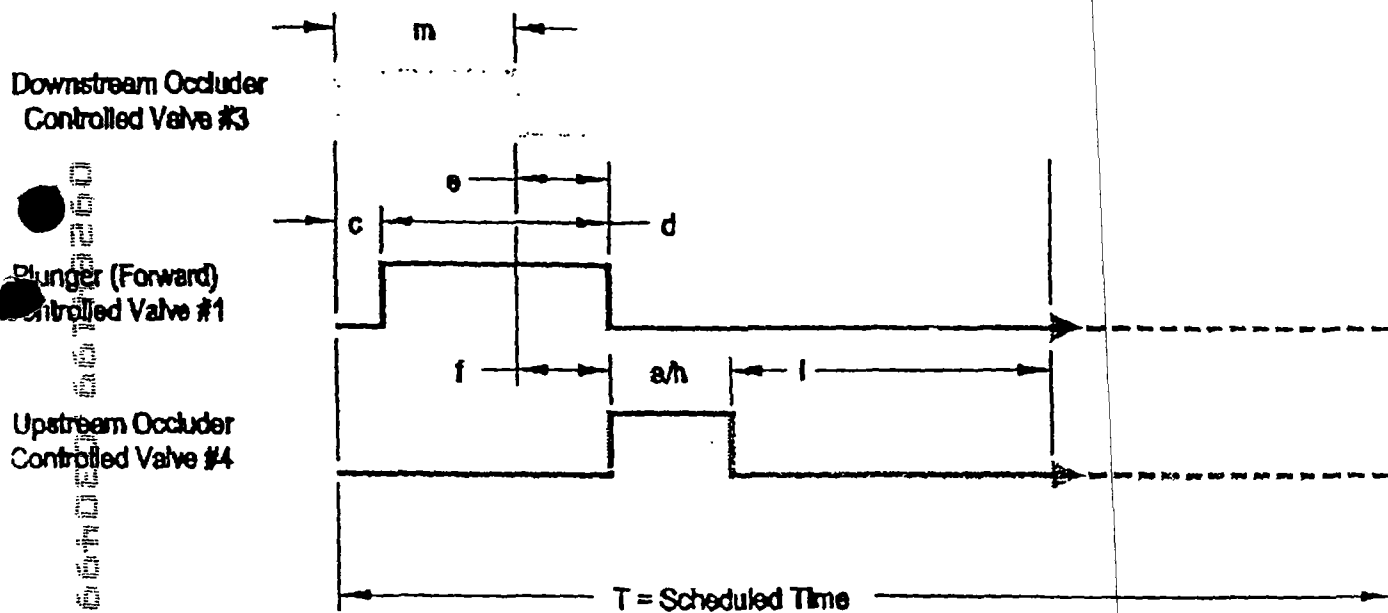


Fig 15

42

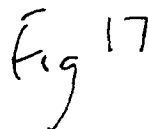
173 174



Operating Profile Diagram

Fig 16

THE UNIVERSITY OF CHICAGO



ms 176

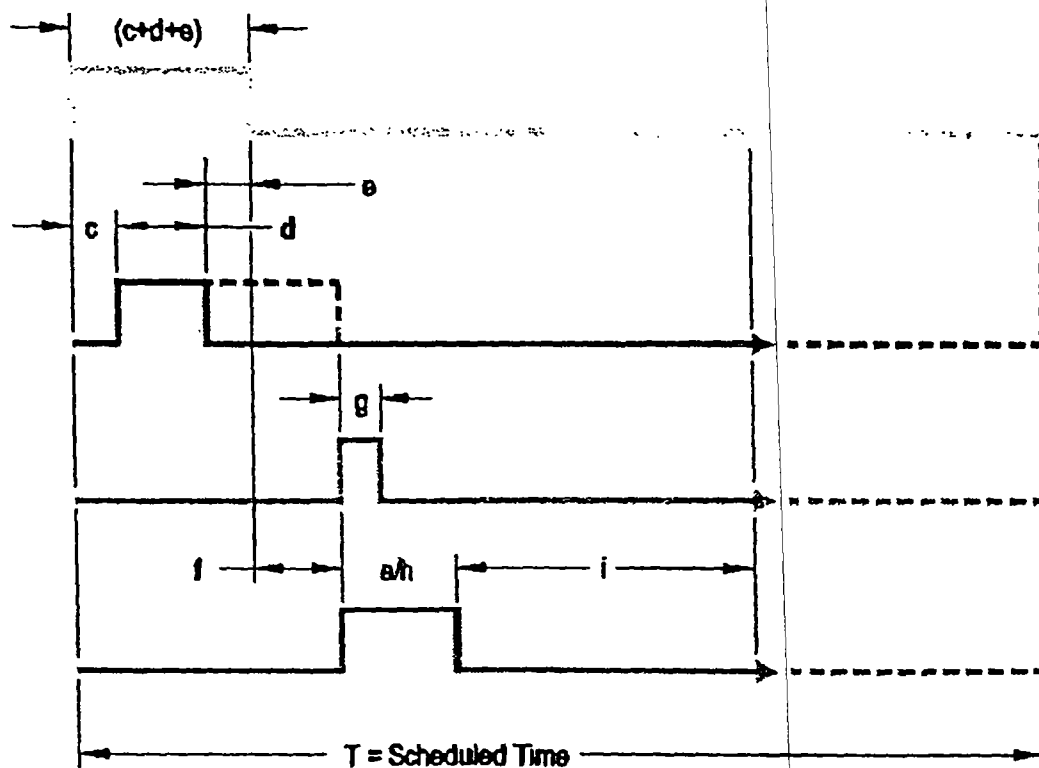
Downstream Occluder
Controlled Valve #3

Plunger (Forward)
Controlled Valve #2

Plunger (Venting)
Controlled Valve #1

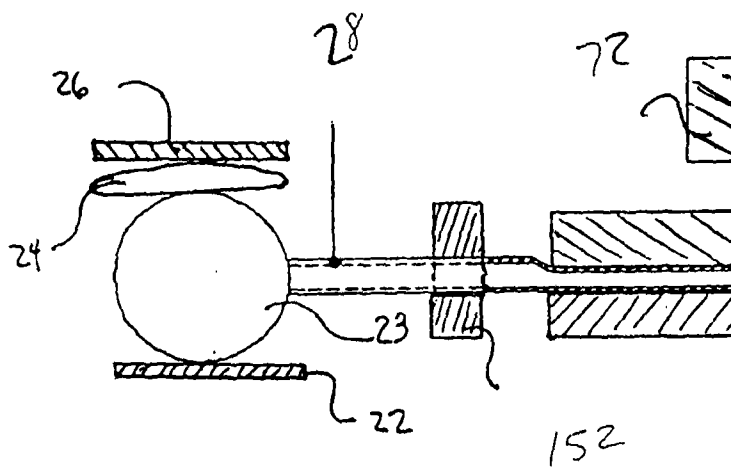
Upstream Occluder
Controlled Valve #4

P1c10



Operating Profile Diagram

Fig 18



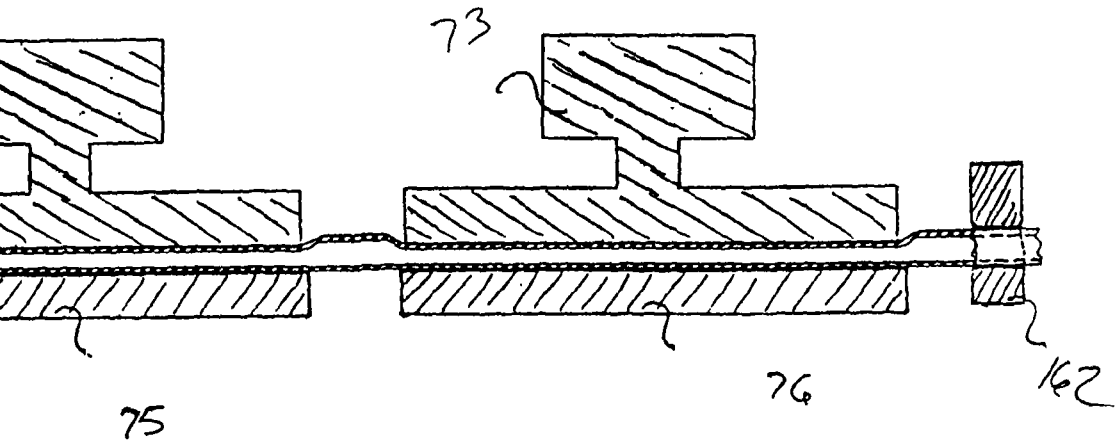


Fig 19

+++

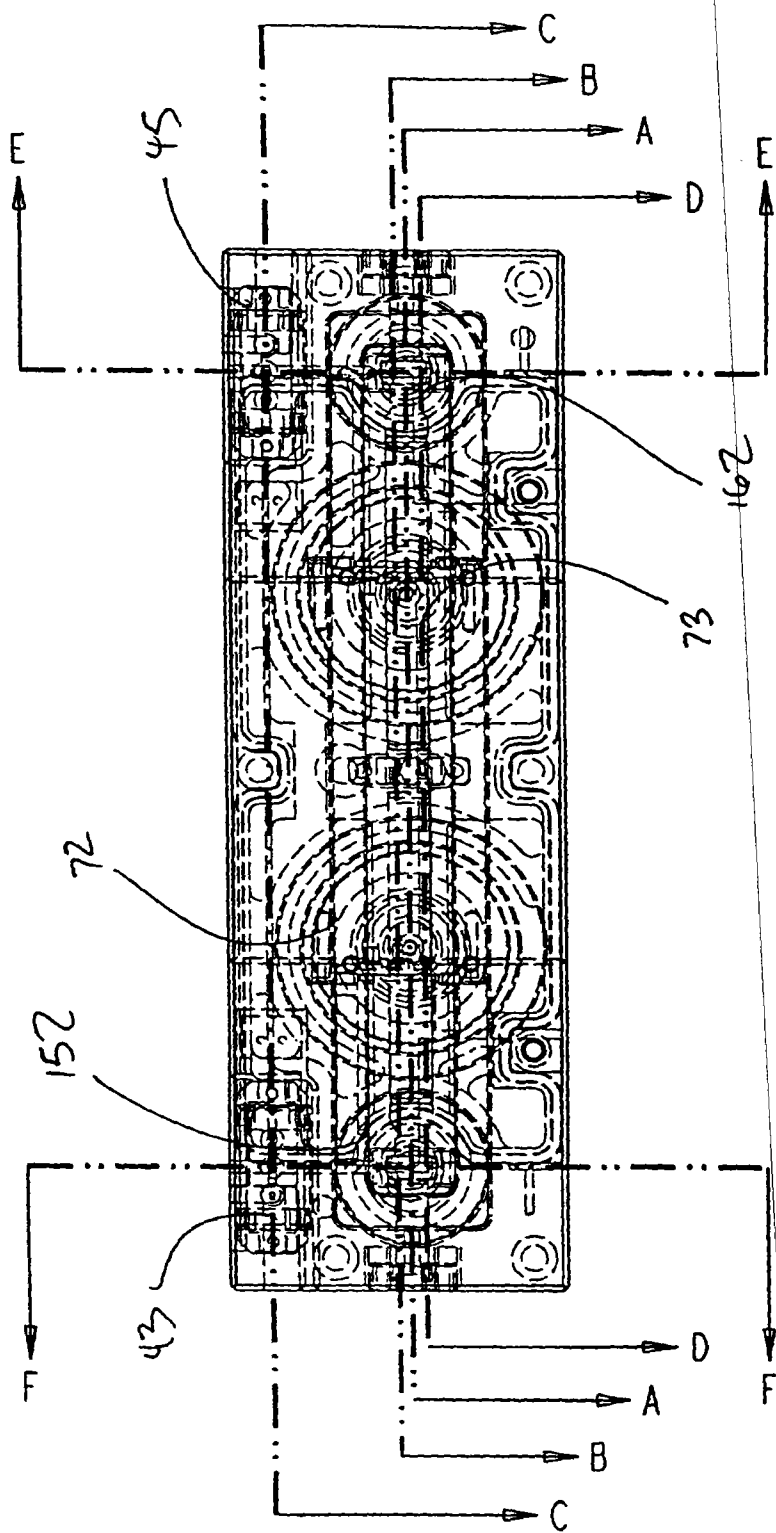


Fig 20

170 179

654020 66713260

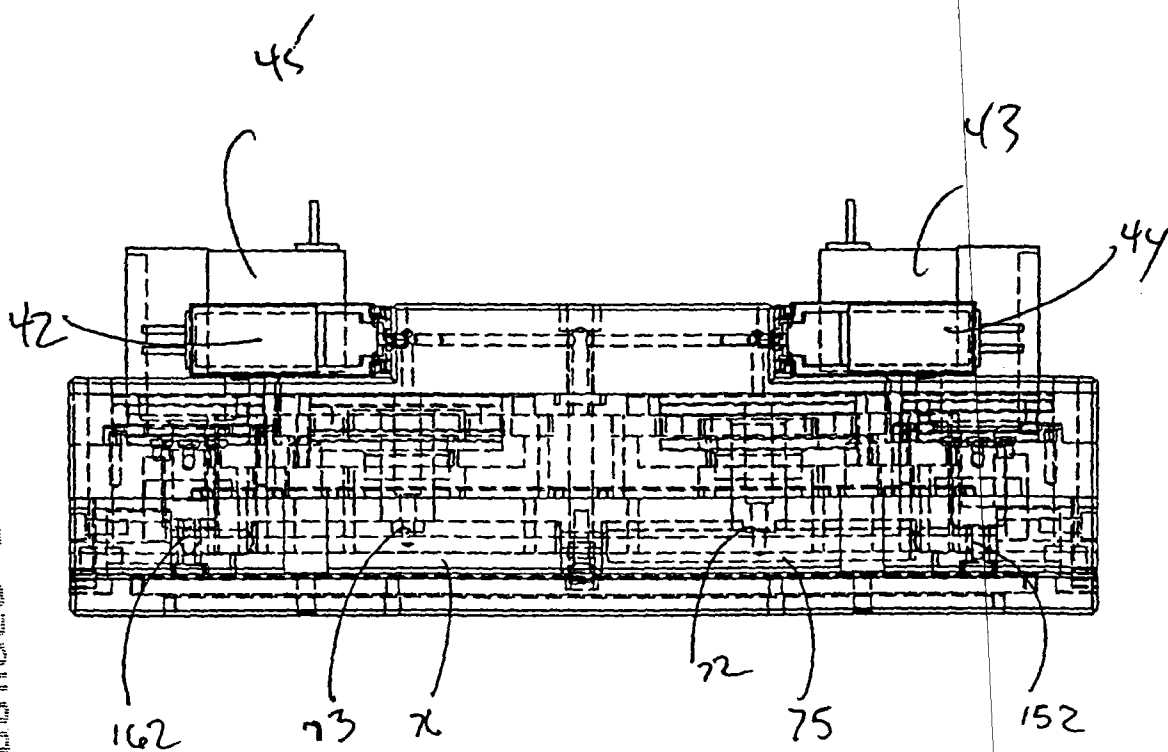
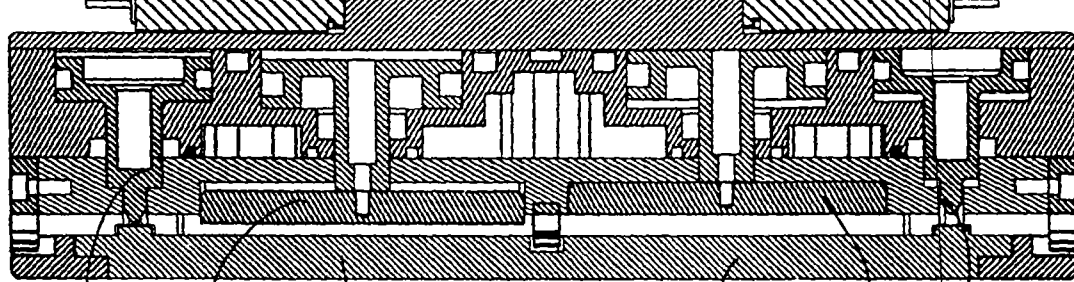


Fig 21

179 290



SECTION A-A
09264199-030499



152

72

75

76

73

162

Fig 22

130 282

SECTION B-B

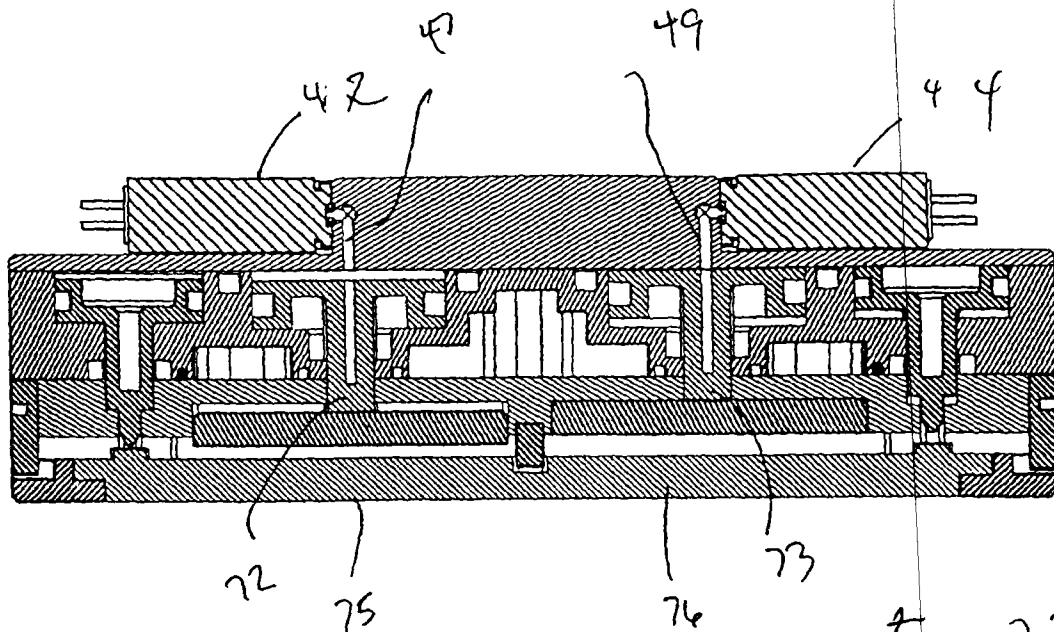
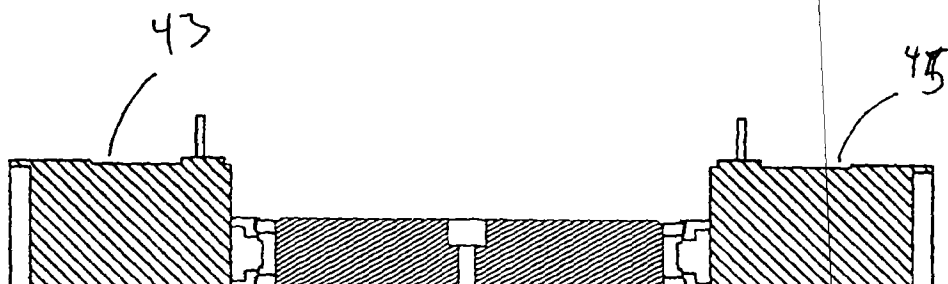


Fig 23



09264499.030499

SECTION C-C

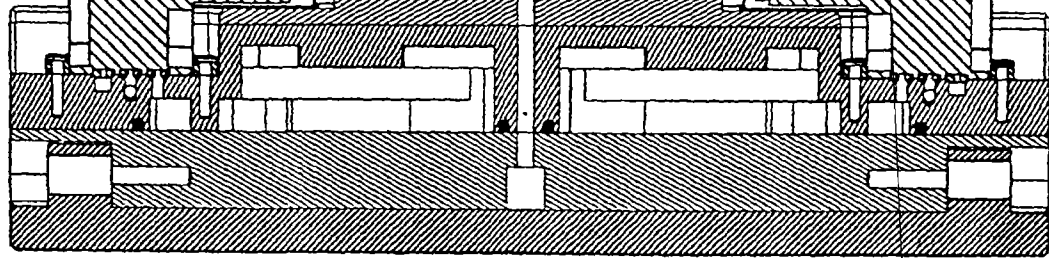


Fig 24

SECTION D-D
FIG. 25

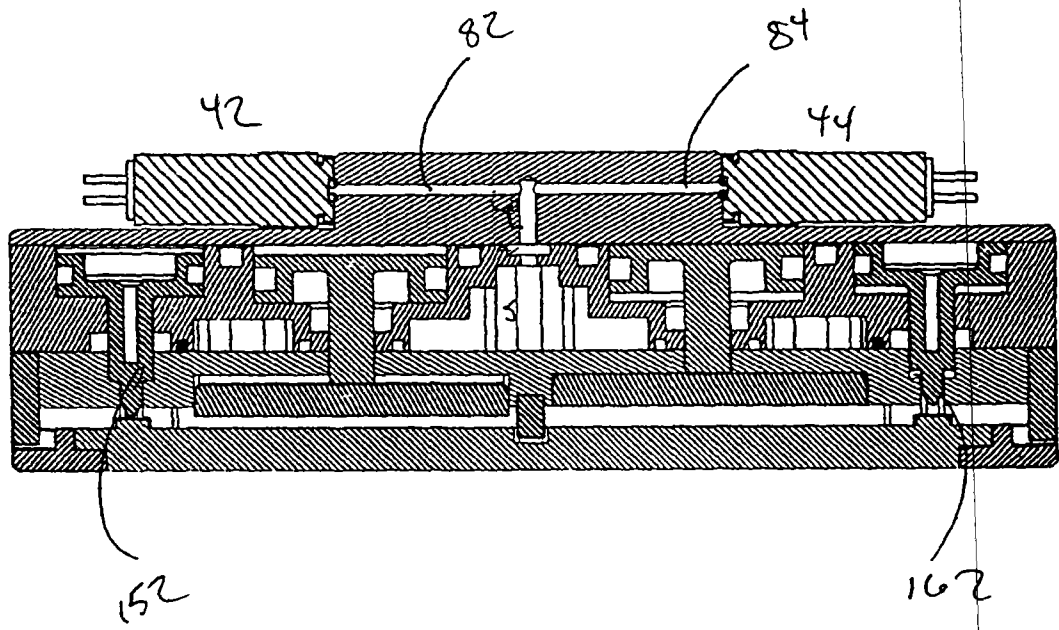


Fig. 25

131 283

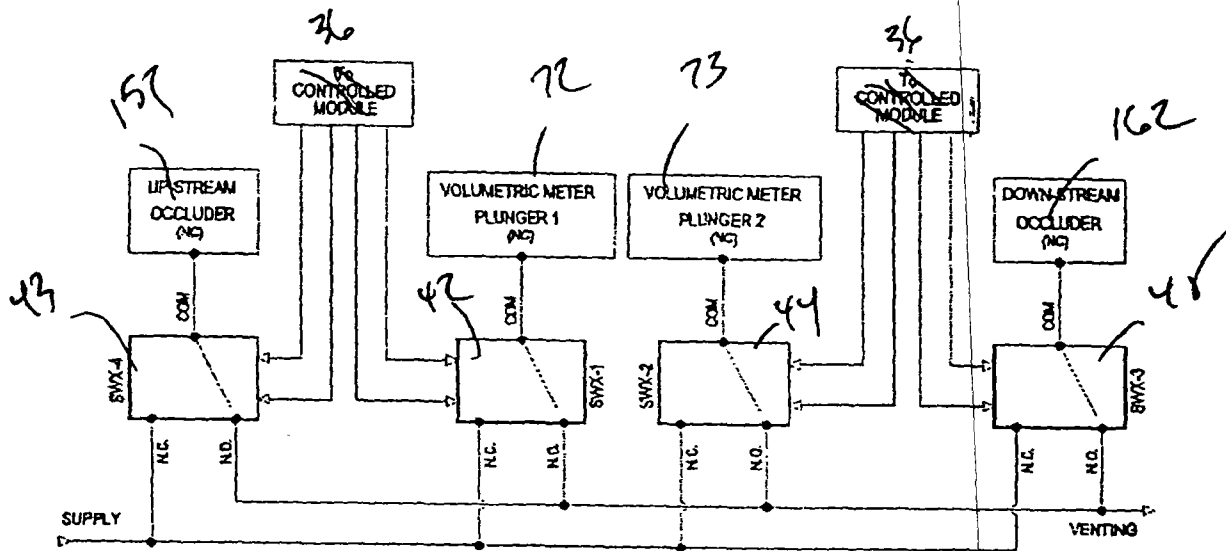


Fig 26

133 384

Downstream Occluder
Controlled Valve #3

Plunger Number 1
Controlled Valve #1

Plunger Number 2
Controlled Valve #2

Upstream Occluder
Controlled Valve #4

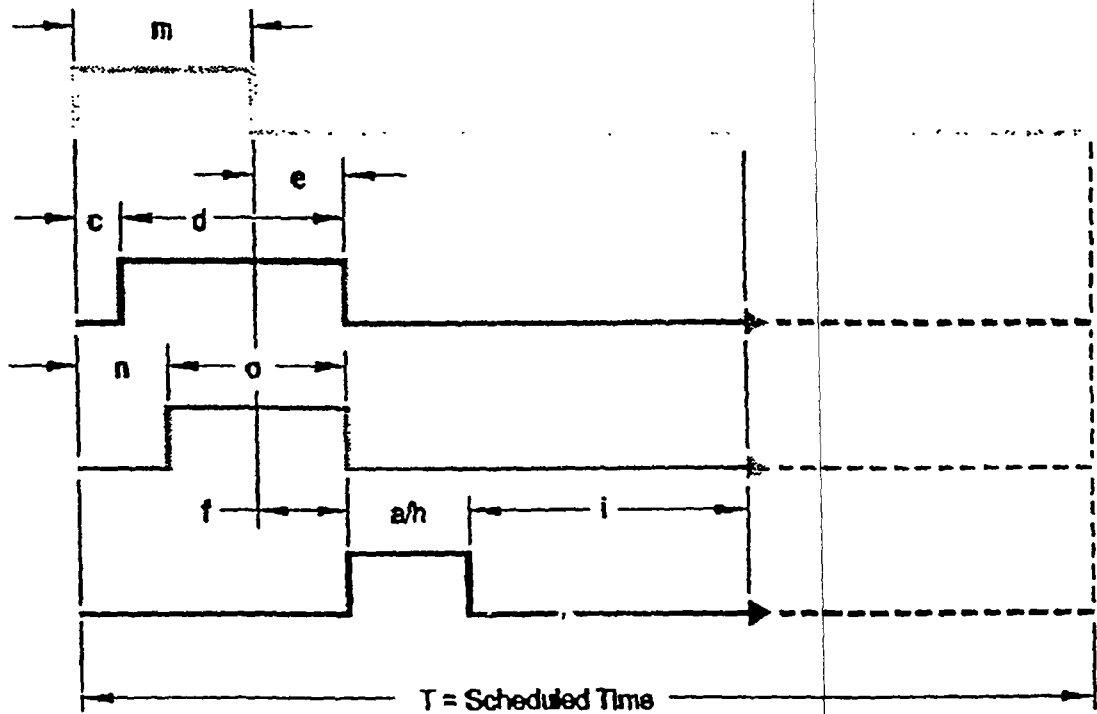


Fig 12

Higher Flow Rates: Operating Profile Diagram

Fig 27

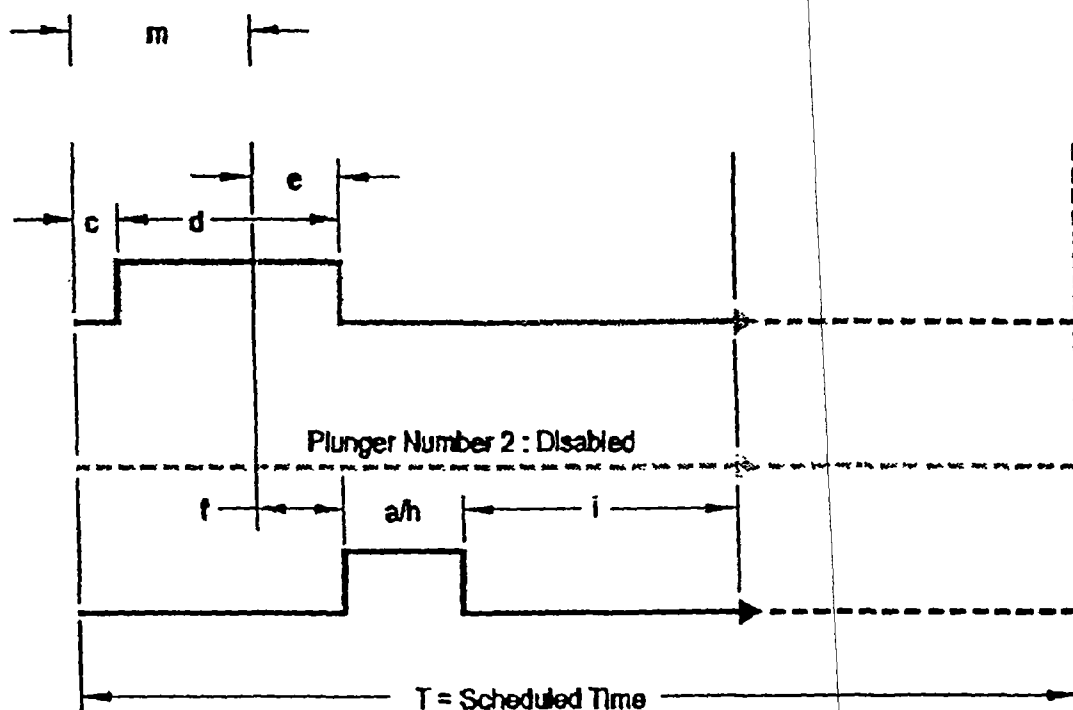
1861 285

Downstream Occluder
Controlled Valve #3

Plunger Number 1
Controlled Valve #1

Plunger Number 2
Controlled Valve #2

Upstream Occluder
Controlled Valve #4



Medium Flow Rates: Operating Profile Diagram

Fig 28.

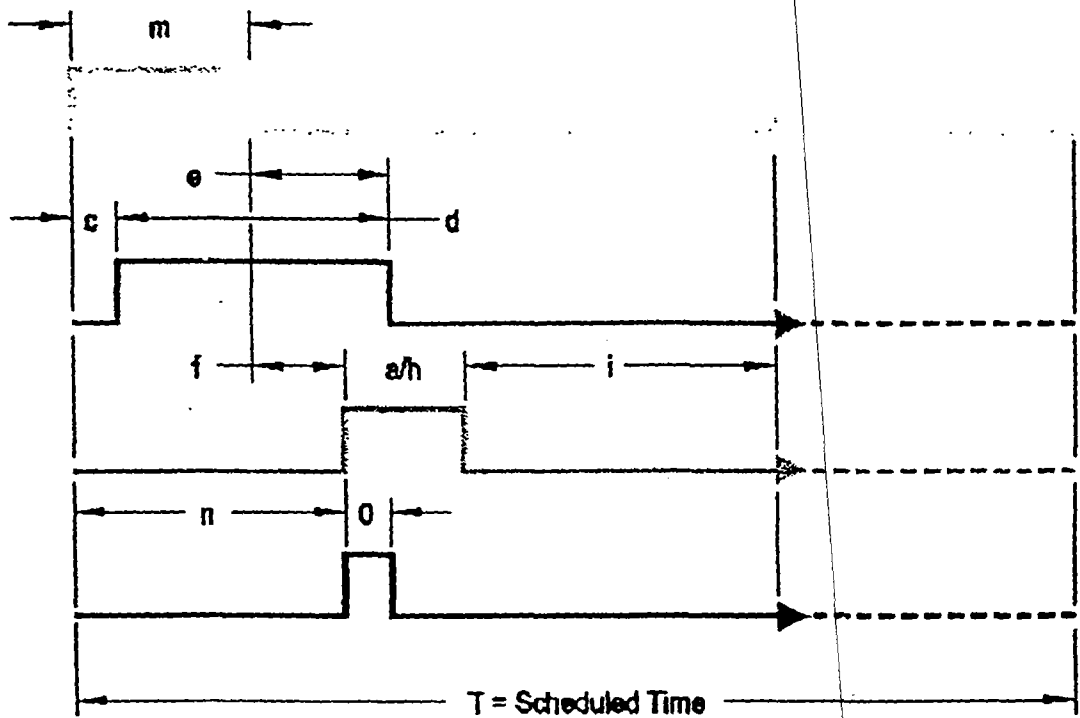
105 LFC

Downstream Occluder
Controlled Valve #3

Pinger #1
Controlled Valve #1

Upstream Occluder
Controlled Valve #4

Pinger #2
Controlled Valve #2

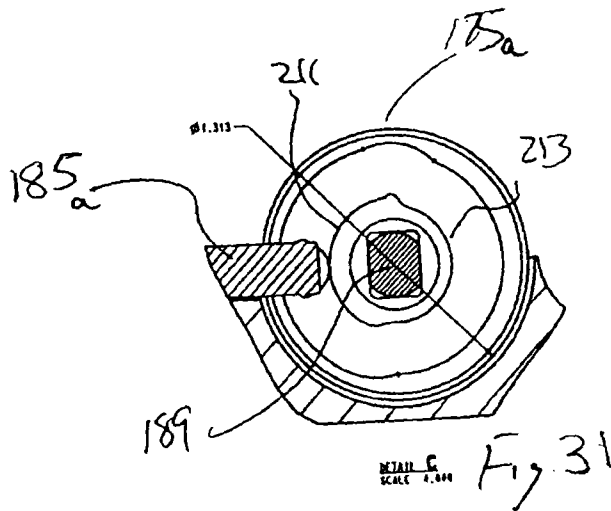
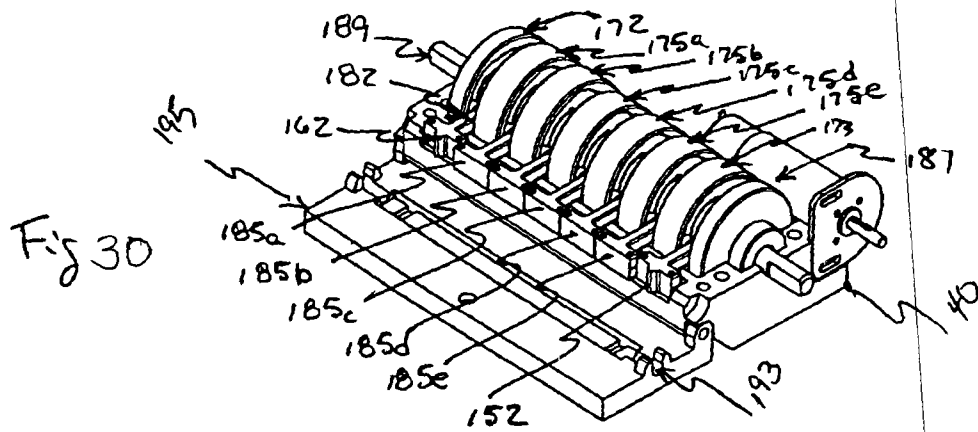


Pic13

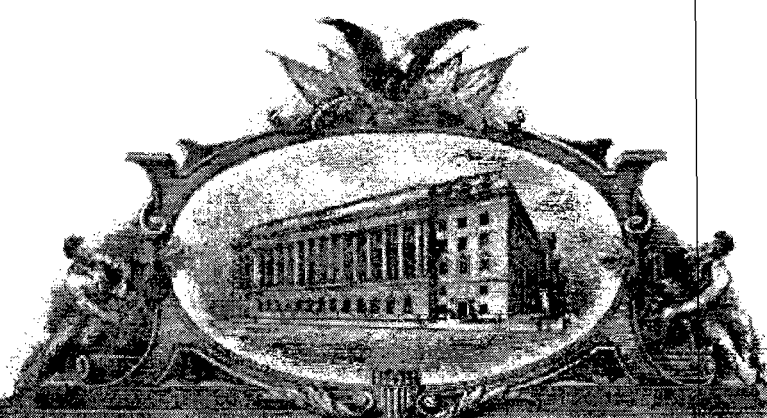
Lower Flow Rates: Operating Profile Diagram

Fig 29

106 287



187 290



PA 103642

LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

**A TODOS AQUELLOS A QUIENES LA PRESENTE CONCIERNE:
DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS**

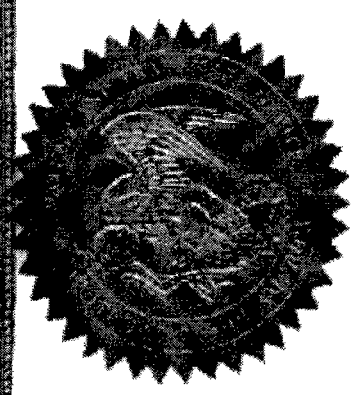
Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos

26 de noviembre de 1999

**LA PRESENTE ES PARA CERTIFICAR QUE LA ANEXA A ESTA ES UNA COPIA FIEL
DE LOS REGISTROS DE LA OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE LOS DOCUMENTOS DE LA SOLICITUD DE PATENTE IDENTIFICADA MAS
ADELANTE QUE SATISFACEN LOS REQUISITOS PARA QUE SE OTORGUE UNA FECHA
DE PRIORIDAD BAJO 35 USC 111..**

SOLICITUD NUMERO: *09/264,199*

FECHA DE PRESENTACION: *04 de marzo de 1999*



**Por la Autoridad del
COMISIONADO DE PATENTES Y MARCAS**

**Firmado por
T. LAWRENCE**

Funcionario Certificador

REIVINDICACIONES

1.- Un dispositivo para proporcionar un flujo de fluido suministrable a través de un tubo; el dispositivo comprende:

una cámara de medición en el tubo formada entre un par de obstructores;

un primer obstructor ubicado en la parte superior de la cámara de medición;

un segundo obstructor ubicado en la parte inferior de la cámara de medición;

cada obstructor tiene una posición abierta y una cerrada para cerrar de forma liberable la cámara de medición; y

un primer pistón y un segundo pistón, cada uno de los cuales tiene una posición abierta y una cerrada para comprimir de forma liberable la cámara de medición.

1.1. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 que, además, incluye los medios para proporcionar una fuente del fluido suministrable a la cámara de medición bajo presión.

1.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1 donde, además, los medios para proporcionar la fuente del fluido suministrable bajo presión incluyen una vejiga inflable.

1.1.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.1 donde, además, los medios para proporcionar la fuente del fluido suministrable bajo presión incluye un compresor de fluido para brindar fluido comprimido a la vejiga inflable.

1.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1 donde, además, los medios para proporcionar la fuente del fluido suministrable bajo presión incluyen un tanque para almacenamiento de energía en comunicación fluida con un compresor de fluido y la vejiga inflable, el tanque de almacenamiento de energía guarda el fluido

comprimido bajo presión.

1.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.2 donde el compresor de fluido proporciona con intermitencia fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

1.1.2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.2 donde, además, la presión del tanque de almacenamiento de energía aumenta con el tiempo.

1.1.2.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.2 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que cuando hay alta presión, se apaga el compresor de fluido.

1.1.2.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.1.2 donde el compresor de fluido brinda presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido brinda presión a la vejiga inflable.

1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 que, además, incluye un sistema cerrado de presión definido hacia arriba de la cámara de medición.

1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.2 donde, además, el sistema cerrado de presión es una presión negativa.

1.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el obstructor está accionado por fluido.

1.3.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.3 donde el obstructor accionado por fluido incluye una solenoide.

1.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el obstructor está desviado a una posición cerrada.

1.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el pistón está accionado por fluido.

1.5.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.5 donde el pistón

accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

1.6 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el pistón está desviado a una posición abierta.

1.7 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 donde el fluido es un líquido medicinal.

1.8 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 que, además, incluye los medios para abrir y cerrar el obstructor y el pistón.

1.8.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1.8 donde los medios para abrir y cerrar el obstructor y el pistón incluyen un mecanismo accionado por leva.

2.- Un dispositivo para proporcionar un flujo de líquido a través de un tubo; el dispositivo comprende:

un primer medio para obstruir el tubo en una primera ubicación;

un segundo medio para obstruir el tubo en una segunda ubicación;

un primer medio entre la primera ubicación y la segunda ubicación para comprimir el líquido del tubo; y

un segundo medio entre la primera y la segunda ubicación para comprimir el líquido del tubo.

2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 que, además, incluye los medios para proporcionar al tubo una fuente de líquido bajo presión.

2.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen un compresor de fluido para proporcionar fluido comprimido a una vejiga inflable.

2.1.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.1 donde el fluido incluye aire.

2.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen un tanque de

almacenamiento de energía en comunicación fluida con un compresor de fluido y la vejiga inflable; el tanque de almacenamiento de energía guarda el aire comprimido bajo presión.

2.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.2 donde el compresor de fluido proporciona, de forma intermitente, fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

2.1.2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.2 donde, además, la presión del tanque de almacenamiento de energía aumenta con el tiempo.

2.1.2.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.2 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo tal que cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

2.1.2.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.1.2 donde el compresor de fluido brinda presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido brinda presión a la vejiga inflable.

2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 que, además, incluye un sistema cerrado de presión definido hacia arriba de una cámara de medición; la cámara de medición dispuesta entre el primer medio de obstrucción y el segundo medio de obstrucción.

2.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.2 donde, además, el sistema cerrado de presión es una presión negativa.

2.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 donde el medio para obstruir el tubo incluye un obstructor.

2.3.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.3 donde el obstructor está accionado por fluido.

2.3.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.3.1 donde el obstructor

RF2 L95

accionado por fluido incluye una solenoide.

2.3.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.3 donde el obstructor está desviado a una posición cerrada.

2.3.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.3 donde el obstructor está accionado por leva.

2.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 donde el medio para comprimir el tubo incluye un pistón.

2.4.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.4 donde el pistón está accionado por fluido.

2.4.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.4.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

2.4.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.4 donde el pistón está desviado a una posición abierta.

2.4.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.4 donde el pistón está accionado por leva.

2.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 donde el líquido es un líquido medicinal.

3.- Un método para suministrar un líquido; el método comprende:
proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con una cámara de medición;
pinchar de forma liberable la cámara cerca de la fuente de líquido en una primera ubicación;
pinchar de forma liberable la cámara en una segunda ubicación más debajo de la fuente de líquido y la primera ubicación;
liberar la primera ubicación; y
comprimir la cámara entre la primera ubicación y la segunda ubicación, y

generar así un flujo del líquido a través del tubo.

3.1 El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde el paso de proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con la cámara, además, incluye proporcionar el líquido bajo presión.

3.2 El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde el paso de proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con la cámara, además, incluye proporcionar un sistema cerrado de presión definido más arriba de la cámara.

3.2.1 El método de acuerdo con la reivindicación 3.2 donde, además, el paso de proporcionar un sistema cerrado de presión incluye proporcionar una presión negativa.

3.3 El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde el paso de pinchar de forma liberable la cámara, además, utiliza accionamiento fluido.

3.4 El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde el paso de comprimir la cámara, además, utiliza accionamiento fluido.

4.- Un dispositivo para proporcionar un flujo de líquido desde una fuente de líquido a través de un tubo, que comprende:

los medios para pinchar una sección del tubo;

un primer medio para empujar el líquido en el tubo en un sentido de flujo;

y

un segundo medio para dirigir el flujo del líquido a través de la sección pinchada del tubo hacia la fuente de líquido;

de modo que se reabra el tubo usando el líquido empujado hacia la fuente de líquido y a través de la sección pinchada del tubo, lo que mejora la precisión del flujo de líquido.

4.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de empuje incluye un pistón.

4.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.1 donde el pistón es un

pistón accionado por fluido.

4.1.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.1.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

4.1.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.1.1 donde el fluido incluye aire.

4.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.1 donde el pistón es un pistón accionado por leva.

4.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de dirección incluye un obstructor.

4.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.2 donde el obstructor es un obstructor accionado por fluido.

4.2.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.2.1 donde el obstructor accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

4.2.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.2.1 donde el fluido incluye aire.

4.2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4.2 donde el obstructor es un obstructor accionado por leva.

4.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de empuje incluye una pluralidad de pistones.

4.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de dirección incluye una pluralidad de obstructores.

4.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 donde el medio de dirección incluye un pistón y un obstructor.

5.- Un método para instilar un líquido desde una fuente de líquido a través de un tubo, que comprende:

obstruir el tubo, y

comprimir el tubo para empujar el líquido de su interior en un sentido hacia la fuente de líquido y a través de la sección obstruida del tubo;

tal que se reabre el tubo usando el líquido empujado hacia la fuente de líquido y a través de la sección pinchada del tubo, lo que mejora la precisión del flujo de líquido.

5.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5 donde el pistón es un pistón accionado por fluido.

5.1.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

5.1.1.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5.1.1 donde el fluido incluye aire.

5.2 El método de acuerdo con la reivindicación 5 donde el pistón es un pistón accionado por leva.

5.3 El método de acuerdo con la reivindicación 5 donde el obstructor es un obstructor accionado por leva.

5.4 El método de acuerdo con la reivindicación 5 donde el obstructor es un obstructor accionado por fluido.

5.4.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5.4 donde el obstructor accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

5.4.1.1 El método de acuerdo con la reivindicación 5.4.1 donde el fluido incluye aire.

6.- Un dispositivo para reabrir un tubo conectado a una fuente de líquido; el dispositivo comprende:

los medios para pinchar de forma liberable una sección del tubo;

un primer medio para empujar el líquido del tubo en un sentido de flujo; y

un segundo medio para dirigir el flujo del líquido a través de la sección

pinchada del tubo hacia la fuente de líquido;

tal que el flujo de líquido reabre el tubo y mejora la precisión de flujo del líquido.

6.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de empuje incluye un pistón.

6.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.1 donde el pistón es un pistón accionado por fluido.

6.1.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.1.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

6.1.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.1.1 donde el fluido incluye aire.

6.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.1 donde el pistón es un pistón accionado por leva.

6.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de dirección incluye un obstructor.

6.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.2 donde el obstructor es un obstructor accionado por fluido.

6.2.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.2.1 donde el obstructor accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

6.2.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.2.1 donde el fluido incluye aire.

6.2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6.2 donde el obstructor es un obstructor accionado por leva.

6.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de empuje incluye una pluralidad de pistones.

6.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de

dirección incluye una pluralidad de obstructores.

6.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 donde el medio de dirección incluye un pistón y un obstructor.

7.- Un dispositivo para usar con un tubo y un recipiente que contiene un líquido en comunicación fluida con el tubo; el dispositivo comprende:

una cámara de medición en el tubo;

una vejiga para comprimir el recipiente y presurizar el líquido del tubo y hacer que fluya hacia la cámara de medición; y

un pistón para comprimir de forma liberable la cámara de medición y así generar un flujo del líquido desde la cámara de medición.

7.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 que, además, incluye un tanque de almacenamiento de energía en comunicación fluida con la vejiga y en comunicación fluida con un compresor de fluido para guardar fluido comprimido bajo presión.

7.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1 donde el compresor de fluido de forma intermitente proporciona fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

7.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1.2 donde, además, la presión de la vejiga aumenta con el tiempo.

7.1.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

7.1.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1 donde el compresor de fluido proporciona presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido proporciona presión al obstructor.

7.1.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.1 donde el fluido incluye aire.

7.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde el líquido es un líquido medicinal.

7.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde, además, la cámara de medición se define por dos obstructores que tienen una posición abierta y una cerrada para pinchar el tubo de forma liberable.

7.3.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.3 donde los obstructores están desviados a una posición cerrada.

7.3.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.3 donde los obstructores están accionados por fluido.

7.3.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.3.2 donde los obstructores accionados por fluido incluyen una solenoide.

7.3.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.3 donde el obstructor es un obstructor accionado por leva.

7.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde el pistón es accionado por fluido.

7.4.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7.4 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

7.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde el pistón está desviado a una posición abierta.

7.6 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 donde el pistón es accionado por leva.

8.- Un dispositivo que comprende:
al menos un compresor de fluido para proporcionar fluido comprimido;
un tanque de almacenamiento de energía en comunicación fluida con el

compresor de fluido para guardar el fluido comprimido bajo presión;

un mecanismo accionado por fluido en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía; y

un tubo operativamente asociado con el mecanismo accionado por fluido.

8.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el compresor de fluido de modo intermitente proporciona fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

8.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

8.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el compresor de fluido proporciona presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido proporciona presión a la vejiga inflable.

8.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el fluido incluye aire.

8.5 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el dispositivo es una bomba medicinal.

8.5.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.5 donde la bomba es ambulatoria.

8.6 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde, además, el mecanismo accionado por fluido incluye dos obstructores que poseen una posición abierta y una posición cerrada para pinchar el tubo de forma liberable.

8.6.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.6 donde los obstructores están desviados a una posición cerrada.

8.6.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.6 donde los obstructores

están accionados por fluido.

8.6.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.6.2 donde los obstrutores accionados por fluido incluyen una solenoide.

8.6.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.6 donde los obstrutores están accionados por leva.

8.7 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde, además, el mecanismo accionado por fluido incluye un pistón para comprimir una cámara de forma liberable.

8.7.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.7 donde el pistón está accionado por fluido.

8.7.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.7.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

8.7.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.7 donde el pistón está desviado a una posición abierta.

8.7.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8.7 donde el pistón está accionado por leva.

8.8 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 donde el mecanismo accionado por fluido incluye una pluralidad de mecanismos accionados por fluido.

9.- Un método para guardar y distribuir energía a un dispositivo; el método comprende:

proporcionar fluido comprimido a un tanque de almacenamiento de energía;

proporcionar un mecanismo accionado por fluido; y

proporcionar fluido comprimido al mecanismo accionado por fluido desde el tanque de almacenamiento de energía.

9.1 El método de acuerdo con la reivindicación 9 donde el paso de proporcionar un mecanismo accionado por fluido, además, incluye proporcionar una bomba

accionada por fluido.

9.1.1 El método de acuerdo con la reivindicación 9.1 donde el paso de proporcionar una bomba accionada por fluido, además, incluye proporcionar una bomba de instilación medicinal accionada por fluido.

9.2 El método de acuerdo con la reivindicación 9 donde el paso de proporcionar fluido comprimido a un mecanismo accionado por fluido, además, comprende:

utilizar el fluido comprimido para comprimir un tubo;

utilizar el fluido comprimido para pinchar el extremo del tubo al tubo comprimido en una primera ubicación;

detener el fluido comprimido para liberar el tubo comprimido;

utilizar el fluido comprimido para pinchar el tubo en una segunda ubicación cercana al tubo comprimido y la primera ubicación;

detener el fluido comprimido para liberar el tubo pinchado en la primera ubicación; y

utilizar el fluido comprimido para recomprimir el tubo.

9.3 El método de acuerdo con la reivindicación 9 donde el paso de proporcionar fluido comprimido a un tanque de almacenamiento de energía, además, incluye proporcionar fluido comprimido de forma intermitente al tanque de almacenamiento de energía.

9.4 El método de acuerdo con la reivindicación 9 donde el paso de proporcionar fluido comprimido a un tanque de almacenamiento de energía, además, incluye monitorear la presión del tanque de almacenamiento de energía, de modo que cuando haya alta presión se detenga el suministro de fluido comprimido.

10.- Un dispositivo para proporcionar un flujo de líquido a través de un tubo; el dispositivo comprende:

los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión y en

702

~~205~~

comunicación fluida con el tubo;

un primer medio para obstruir el tubo en una primera ubicación;

un segundo medio para obstruir el tubo en una segunda ubicación; y

los medios para comprimir el tubo entre la primera ubicación de obstrucción y la segunda ubicación de obstrucción.

10.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen una vejiga inflable.

10.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen un compresor de fluido para proporcionar fluido comprimido a la vejiga inflable.

10.1.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.1 donde el fluido incluye aire.

10.1.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1 donde, además, los medios para proporcionar una fuente de líquido bajo presión incluyen un tanque de almacenamiento de energía en comunicación fluida con un compresor de fluido y la vejiga inflable; el tanque de almacenamiento de energía guarda el aire comprimido bajo presión.

10.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.2 donde el compresor de fluido proporciona de forma intermitente fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

10.1.2.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.2 donde, además, la presión del tanque de almacenamiento de energía aumenta con el tiempo.

10.1.2.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.2 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que

cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

10.1.2.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.1.2 donde el compresor de fluido brinda presión al tanque de almacenamiento de energía y donde un segundo compresor de fluido proporciona presión al obstructor.

10.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 donde el dispositivo es ambulatorio.

10.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 donde los medios para obstruir el tubo incluyen un obstructor.

10.3.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.3 donde el obstructor está accionado por fluido.

10.3.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.3.1 donde los obstructores accionados por fluido incluyen una solenoide.

10.3.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.3 donde los obstructores están desviados a una posición cerrada.

10.3.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.3 donde el obstructor está accionado por leva.

10.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 donde los medios para comprimir el tubo incluyen un pistón.

10.4.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.4 donde el pistón está accionado por fluido.

10.4.1.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.4.1 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

10.4.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.4 donde el pistón está desviado a una posición abierta.

10.4.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.4 donde el pistón está accionado por leva.

11.- Un método para instilar líquido; el método comprende:
proporcionar una fuente de líquido bajo presión en comunicación fluida con un tubo;
comprimir el tubo entre la primera ubicación y la segunda ubicación;
pinchar el tubo lejos de la fuente de líquido en una primera ubicación;
liberar el tubo entre la primera ubicación y la segunda ubicación;
pinchar el tubo en una segunda ubicación próxima a la fuente de líquido y la primera ubicación; y

comprimir el tubo entre la primera ubicación y la segunda ubicación.

11.1 El método de acuerdo con la reivindicación 11 donde el paso de pinchar el tubo de forma liberable, además, utiliza accionamiento por fluido.

11.2 El método de acuerdo con la reivindicación 11 donde el paso de comprimir el tubo, además, utiliza accionamiento por fluido.

12.- Un dispositivo para proporcionar un fluido de un líquido a través de un tubo; el dispositivo comprende:

una cámara accionada por fluido para colocar una fuente de líquido bajo presión conectada al tubo;

al menos dos obstructores accionados por fluido que tienen una posición abierta y una cerrada para pinchar el tubo de forma liberable;

una cámara de medición dispuesta entre los obstructores; y

un pistón accionado por fluido que tiene una posición abierta y una cerrada para comprimir la cámara de medición de forma liberable.

12.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 que, además, incluye un tanque de almacenamiento de energía en comunicación fluida con un compresor de fluido para guardar el fluido comprimido bajo presión.

12.1.2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1 donde el compresor de

fluido proporciona, en forma intermitente, fluido comprimido al tanque de almacenamiento de energía.

12.1.2.1 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1.2 donde, además, la presión del tanque de almacenamiento de energía aumenta con el tiempo.

12.1.3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1 que, además, incluye un transductor de presión en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento de energía y en comunicación eléctrica con el compresor de fluido, de modo que cuando hay alta presión se apaga el compresor de fluido.

12.1.4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1 donde el compresor de fluido proporciona presión al tanque de almacenamiento de energía y, además, donde un segundo compresor de fluido proporciona presión al obstructor.

12.2 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.1 donde el fluido incluye aire.

12.3 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde el dispositivo es ambulatorio.

12.4 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde, además, la cámara accionada por fluido está conectada a un tanque de almacenamiento de energía accionado mediante compresor.

12.1. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12.4 donde el tanque de almacenamiento de energía está conectado a una vejiga inflable.

El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde los obstructores accionados por fluido incluyen una solenoide.

El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde el pistón accionado por fluido incluye un cilindro neumático.

El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde los obstructores accionados por fluido se mueven a una posición cerrada.

12.8 El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 donde el pistón está desviado en una posición abierta.

13.- Un método para bombear fluido, que comprende:
proporcionar un sistema cerrado de fluido de presión que incluye una fuente de fluido y un tubo;

cerrar el tubo en una primera ubicación para aislar el sistema cerrado de presión;

comprimir el tubo hacia abajo del tubo cerrado;

cerrar el tubo en una segunda ubicación hacia abajo del tubo comprimido para mantener la aislación del sistema cerrado de presión; y

abrir el tubo en la primera ubicación.

13.1 El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el sistema cerrado de presión es un sistema negativo de presión.

13.2 El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el sistema cerrado de presión es un sistema positivo de presión.

13.2.1. El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el paso de proporcionar un sistema positivo de fluido de presión, además, incluye proporcionar fluido bajo presión.

El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el paso de cerrar el tubo en una primera ubicación, además, incluye utilizar accionamiento por fluido.

El método de acuerdo con la reivindicación 13 donde el paso de comprimir el tubo, además, incluye utilizar accionamiento por fluido.

El método para medir el fluido de un tubo, que comprende:

cerrar el tubo en una primera ubicación;

desplazar el tubo hacia abajo de la primera ubicación, comprimir el tubo a una primera ubicación;

248
707

hacia abajo de la compresión del tubo, cerrar el tubo en una segunda ubicación;

liberar el tubo en la primera ubicación;

descomprimir el tubo en una segunda posición sin relajar.

14.1 El método de acuerdo con la reivindicación 14 que, además, incluye el paso de proporcionar una fuente de líquido en comunicación fluida con el tubo.

14.2 El método de acuerdo con la reivindicación 14 que, además, incluye el paso de proporcionar un sistema cerrado de presión.

14.2.1. El método de acuerdo con la reivindicación 14.2 donde, además, el paso de proporcionar un sistema cerrado de presión incluye suministrar una presión negativa.

14.3 El método de acuerdo con la reivindicación 14 donde el paso de cerrar el tubo, además, incluye utilizar accionamiento por fluido.

14.4 El método de acuerdo con la reivindicación 14 donde el paso de comprimir el tubo, además, incluye utilizar accionamiento por fluido.



28 21

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 00000000000000000000
FECHA : 02/08/2008

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	CORTE	VAL. PAGO	FECHA PAGO	VAL. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONTRIBUCION	00000000000000000000	10,917,000.00	02/08/2008	10,917,000.00

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	100,000.00
		100,000.00

BONI: SEISCIENTOS OCHO MIL PESOS

RESPONSABLE :



RECIBO DE CAJA APLICADO AL PAGO DE RENTISTICO

00000000000000000000

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5 y 10
Commutador: 334 12 21
Fax: 281 31 25
Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia

109

REQUISITOS MINIMOS PARA ADMI

PATENTE DE INVENCION ☒

MODELO DE UTILIDAD ☐

27/2

- ☒ Nombre e identificación del Solicitante
- ☒ Nombre e identificación del Inventor
- ☒ Título o nombre de la Invención
- ☒ Descripción
- ☒ Reivindicaciones
- ☒ Resumen
- ☒ Comprobante de Pago

- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

COMPLETA ☒

INCOMPLETA ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

- Nombre e identificación del peticionario
- Nombre e identificación del inventor o diseñador
- Indicación del género de productos para los cuales debe utilizarse
- Representación gráfica
- Comprobante de pago

- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

COMPLETA ☐

INCOMPLETA ☐



Firma Responsable

Fecha: _____

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
PRIMER EXAMEN DE FORMA

210

2000-03-06

430

EXPEDIENTE 00-015619

Practicado el examen jurídico de acuerdo con lo establecido en el art. 21 de la Decisión 344 se determinó que esta solicitud de **Patente de Invención**:

- | | | |
|---------------|---------------|--|
| SI [x] | NO [] | NO APLICABLE [] Presentó los poderes necesarios en forma correcta (Decisión 344, art. 14-a). |
| SI [x] | NO [] | NO APLICABLE [] Acreditó, en forma correcta, la existencia y representación de la persona jurídica solicitante (art. 14-c de la Decisión 344; literal g) del art. 4 del Decreto 117/94). |
| SI [x] | NO [] | NO APLICABLE [] Presentó, en forma correcta el comprobante de pago por la tasa de presentación establecida (art. 13-f de la Decisión 344 y la Resolución 02 del 4 de enero del 2000). |
| SI [x] | NO [] | EXTEMPORANEAMENTE [] Reivindicó prioridad, dentro del plazo y de acuerdo con lo previsto en el Artículo 4 del Convenio de Paris. |
| SI [x] | NO [] | NO APLICABLE [] Presentó copia, certificada su conformidad por la Administración que recibió la solicitud de la cual reivindica prioridad, al momento de radicar la solicitud nacional. |
| SI [x] | NO [] | NO APLICABLE [] Presentó la traducción del capítulo reivindicatorio de la solicitud de la cual se reivindica prioridad (Art. 4, D-3 Convenio de París; Concepto: 5 de enero de 1999 S.I.C.). |
| SI [x] | NO [] | CUMPLE LOS REQUISITOS JURIDICOS |

OBSERVACIONES JURIDICAS CONVENIO DE PARIS:

En consecuencia, se conceptúa que esta solicitud:

- | | | |
|---------------|---------------|--|
| SI [x] | NO [] | Se ajusta a los aspectos FORMALES indicados en la Decisión 344 y por tanto. |
| SI [x] | NO [] | Se recomienda PUBLICAR el extracto correspondiente. |

Santafé de Bogotá, D.C., 6 de marzo del 2000.

EXAMINADOR JURIDICO: Código 202002

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

PRIMER EXAMEN DE FORMA

8000-03-08
430

Radicación no 00-15619

Concepto Técnico no 0414 Clasificación Internacional de Patentes A61M 5/152

Practicado el examen de acuerdo a lo establecido en el Art. 21 de la Decisión 344 se determinó que esta solicitud de **Patente de Invención**:

- SI ☒ NO ☐ Contiene la identificación correcta del inventor (Art.8, Art.13-a).
- SI ☒ NO ☐ Contiene la identificación correcta del solicitante (Artículo 13-a).
- SI ☒ NO ☐ Contiene el resumen con el objeto y finalidad de la invención en forma correcta (Art.13-e).
- SI ☐ NO ☒ Contiene el título o nombre de la invención en forma correcta (Art.13-b).
- SI ☐ NO ☒ Contiene la descripción clara y completa de la invención (Art.13-c).
- SI ☐ NO ☒ Contiene los dibujos correctos (Art.14-c junto con el literal d) del Art. 4 del Dto. 117 del 94).
- SI ☐ NO ☒ Contiene las unidades de medida en el sistema exigido (Art.14-c junto con el Decreto 3464 del 26 de diciembre de 1980).
- SI ☐ NO ☒ Contiene una o más reivindicaciones, en forma correcta, que precisen la materia para la cual se solicita la protección mediante la patente (Art.13-d).
- SI ☒ NO ☐ Contiene el extracto de acuerdo con el literal c) del artículo 4 del Dto. 117 /94.
- SI ☒ NO ☐ Contiene el arte final del dibujo característico de acuerdo con el literal c) del artículo 4 y el artículo 27 del Dto. 117 /94.
- SI ☒ NO ☐ Contiene la tarjeta del Archivo Temático [formato P-104] en forma correcta (Art.14-c junto con el literal b) del artículo 4 del Dto. 117 /94).
- SI ☒ NO ☐ Contiene la tarjeta del Archivo de Propietarios [formato P-105] en forma correcta (Art.14-c junto con el literal b) del artículo 4 del Dto. 117 /94).
- SI ☐ NO ☒ **CUMPLE LOS REQUISITOS TÉCNICOS**

OBSERVACIONES Y OTROS: SI ☒ NO ☐ ver hoja(s) anexa(s)

Santa Fe de Bogotá, D.C.,

EXAMINADOR TÉCNICO

Expediente n.º 00 - 15 619

315
212

CONCEPTO TÉCNICO

El solicitante debe presentar:

- el título de la solicitud, de acuerdo con lo preceptuado por el artículo 3 del Decreto 117 de 1994, porque el título presentado no menciona el dispositivo ni el método reclamados en las reivindicaciones; y, como consecuencia de esta modificación, se deberán modificar el extracto para publicación y las tarjetas para archivo;
- una corrección al término 'pinchar' y sus derivados, que aparecen en diferentes sitios de la descripción y las reivindicaciones, porque la expresión original 'pinching-off' de la solicitud sobre la cual reclama prioridad, se refiere más bien al estrangulamiento o la constricción, no al 'pinchado';
- una modificación al texto de la descripción (y en los dibujos, si es el caso) en el sentido de distinguir las cinco levas 175a, 175b, 175c, 175d y 175e de los pistones señalados con los mismos numerales, tal como aparecen en las páginas 37 y 38, folios 39 y 40;
- una modificación al capítulo reivindicatorio, en el sentido de numerar (con numeración arábica) individual y consecutivamente las reivindicaciones --como ha sido tradicional dentro del sistema de propiedad industrial; véase, por ejemplo, la página 19, segunda columna, primer renglón, del Manual del Inventor publicado por esta Oficina en 1997--, porque el sistema de numeración empleado en la solicitud es, para los fines de la solicitud, confuso: la última reivindicación está numerada **14.4** (ver página 59, folio 61), número que no da idea de las **175** reivindicaciones que se presentaron en realidad; además, como cada reivindicación deberá considerarse aisladamente para su examen, no tiene sentido agruparlas por secciones. Adicionalmente, como consecuencia de esta modificación exigida, se deberán modificar también las referencias a reivindicaciones anteriores que aparezcan dentro del texto de algunas reivindicaciones;
- una modificación a la figura 30 (o a la figura pertinente), en el sentido de incluir el numeral de referencia 181, correspondiente a un motor eléctrico, según se menciona en la página 36, folio 38, de la

716
213

descripción; en igual sentido, se debe hacer la modificación correspondiente al numeral 183 (seguidor de leva) que se menciona en la página 37, folio 39; asimismo, se deben hacer las correcciones pertinentes respecto al numeral 180 (mecanismo de levas) que aparece en la página 38, folio 40;

- los valores de fuerza que aparecen en la página 13, folio 14 y, de presión, en la página 16, folio 17, dentro del texto de la descripción, en unidades del Sistema Internacional;

Santa Fe de Bogotá, D.C., 8 de marzo del 2000

Examinador Código n.º202 009

con copia para el solicitante

EXPEDIENTE 00-015619

AUTO 0622

214 217
213
2000-03-31
430

LA JEFE DE LA DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

DISPONE

ARTICULO PRIMERO: Reconocer personería al doctor Emilio Ferrero, como apoderado del solicitante, en los términos y para los efectos del poder conferido

ARTICULO SEGUNDO: Conforme lo establece el artículo 22 de la Decisión 344 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena, requiérese al solicitante, para que dentro del plazo de treinta (30) días hábiles siguientes a la fecha de notificación del auto, presente respuesta a las observaciones o complemente los antecedentes señalados en el examen de forma.

ARTICULO TERCERO: Notificar por estado el presente auto, advirtiéndole que contra el no procede recurso alguno en la vía gubernativa.

NOTIFIQUESE Y CUMPLASE

Dado en Santafé de Bogotá D.C., a los

14 MAR 2000

LA JEFE DE LA DIVISION DE NUEVAS CREACIONES,

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL

NOTIFICADO POR ESTADO

Santafé de Bogotá D.C.
fecha.

16 MAR 2000

notificado por anotación en estado de esta misma

VENCIMIENTO NOTIFICACION ESTADO

SOLICITO PRORROGA TERMINO SI___ NO___

VENCIMIENTO TERMINO PRORROGA

COPIA PARA EL SOLICITANTE

218
215
2000-03-08
372

Expediente n.º 00 - 15 619

CONCEPTO TÉCNICO

El solicitante debe presentar:

- el título de la solicitud, de acuerdo con lo preceptuado por el artículo 3 del Decreto 117 de 1994, porque el título presentado no menciona el dispositivo ni el método reclamados en las reivindicaciones; y, como consecuencia de esta modificación, se deberán modificar el extracto para publicación y las tarjetas para archivo;
- una corrección al término 'pinchar' y sus derivados, que aparecen en diferentes sitios de la descripción y las reivindicaciones, porque la expresión original 'pinching-off' de la solicitud sobre la cual reclama prioridad, se refiere más bien al estrangulamiento o la constricción, no al 'pinchado';
- una modificación al texto de la descripción (y en los dibujos, si es el caso) en el sentido de distinguir las cinco levas 175a, 175b, 175c, 175d y 175e de los pistones señalados con los mismos numerales, tal como aparecen en las páginas 37 y 38, folios 39 y 40;
- una modificación al capítulo reivindicatorio, en el sentido de numerar (con numeración arábiga) individual y consecutivamente las reivindicaciones --como ha sido tradicional dentro del sistema de propiedad industrial; véase, por ejemplo, la página 19, segunda columna, primer renglón, del Manual del Inventor publicado por esta Oficina en 1997--, porque el sistema de numeración empleado en la solicitud es, para los fines de la solicitud, confuso: la última reivindicación está numerada **14.4** (ver página 59, folio 61), número que no da idea de las **175** reivindicaciones que se presentaron en realidad; además, como cada reivindicación deberá considerarse aisladamente para su examen, no tiene sentido agruparlas por secciones. Adicionalmente, como consecuencia de esta modificación exigida, se deberán modificar también las referencias a reivindicaciones anteriores que aparezcan dentro del texto de algunas reivindicaciones;

216 /

- una modificación a la figura 30 (o a la figura pertinente), en el sentido de incluir el numeral de referencia 181, correspondiente a un motor eléctrico, según se menciona en la página 36, folio 38, de la descripción; en igual sentido, se debe hacer la modificación correspondiente al numeral 183 (seguidor de leva) que se menciona en la página 37, folio 39; asimismo, se deben hacer las correcciones pertinentes respecto al numeral 180 (mecanismo de levas) que aparece en la página 38, folio 40;
- los valores de fuerza que aparecen en la página 13, folio 14 y, de presión, en la página 16, folio 17, dentro del texto de la descripción, en unidades del Sistema Internacional;

Santa Fe de Bogotá, D.C., 8 de marzo del 2000

Examinador Código n.º202 009