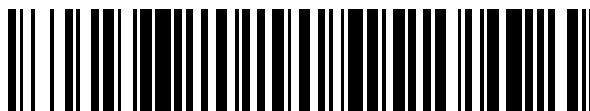


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 522 280**

51 Int. Cl.:

A61M 5/32 (2006.01)

A61M 5/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2005 E 05747009 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.07.2014 EP 1755713**

54 Título: **Dispositivo de inyección**

30 Prioridad:

28.05.2004 GB 0412056

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

14.11.2014

73 Titular/es:

**CILAG GMBH INTERNATIONAL (100.0%)
LANDIS + GYR-STRASSE 1
6300 ZUG, CH**

72 Inventor/es:

**BARROW-WILLIAMS, TIM;
BRADY, MATTHEW;
JOHNSTON, DAVID y
HARRISON, NIGEL**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO FACES, José

ES 2 522 280 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

Dispositivo de inyección**DESCRIPCIÓN**5 Tecnología de antecedentes

La presente invención se refiere a un dispositivo de inyección del tipo que recibe una jeringa, la extiende, descarga su contenido y luego la retrae automáticamente. Los dispositivos de esta descripción general se muestran en los documentos WO 95/35126 y EP-A-0 516 473 y tienden a emplear un muelle de transmisión y alguna forma de mecanismo de liberación que libera la jeringa de la influencia del muelle de transmisión una vez se ha supuesto que su contenido se ha descargado, para permitir que se retraiga por un muelle de retorno.

Sin embargo, se han producido problemas en dispositivos tales como estos que dificultan garantizar tanto la descarga completa del contenido de la jeringa como la liberación fidedigna de la jeringa del muelle de transmisión. Debido a la acumulación de tolerancias de los diversos componentes del dispositivo, debe construirse un cierto margen de seguridad en la activación del mecanismo de liberación, para garantizar que sea eficaz. La consecuencia de subestimar el margen de seguridad es que el mecanismo de liberación puede fallar al operar, incluso una vez se ha descargado el contenido de la jeringa, que es no satisfactorio en un dispositivo que se supone que se retrae automáticamente, particularmente para fármacos auto-administrados. Por otra parte, la subestimación del margen de seguridad puede significar que algo del contenido de la jeringa se descarga después de retirarse la jeringa, que produce en primer lugar una dosis corta y en segundo lugar lo que puede llamarse una inyección "húmeda". Las inyecciones húmedas son no deseables por los quisquillosos, particularmente a propósito de fármacos auto-administrados.

Las solicitudes de patente de RU 0210123, 0229384 y 0325596 describen una serie de dispositivos de inyección diseñados para tratar este problema. Cada uno hace uso de un puro truco que retarda la liberación de la jeringa durante un cierto periodo de tiempo después de que se haya activado el mecanismo de liberación, en un intento por garantizar que la jeringa se ha descargado completamente. Los dispositivos ilustrados en la solicitud de patente de RU nº 0325596 hacen uso de un mecanismo de retardo amortiguado por fluido que es particularmente eficaz en asegurar la descarga completa del contenido de la jeringa, pero crea problemas propios.

La publicación de patente internacional nº WO 03/092771 desvela un dispositivo de inyección que tiene un acoplamiento de transmisión que es compresible en longitud de forma que, después de que el elemento de transmisión haya movido el pistón dispensador a la superficie final, el acoplamiento de transmisión se reduce gradualmente en longitud hasta que el pistón dispensador se mantiene en la superficie final hasta que dicho mecanismo libera la jeringa.

La patente de EE.UU. nº 4.561.856 desvela una bomba que comprende una sección de jeringa que incluye un cilindro de jeringa que tiene una boquilla en un extremo y un pistón de jeringa en el cilindro, y una sección intermedia que monta un vástago del pistón para el movimiento axial del mismo.

La publicación de patente internacional nº WO03/097133 desvela un dispositivo de inyección que tiene una conexión de movimiento perdido proporcionada por un pistón de la parte del vástago que actúa de amortiguador en un cilindro de la parte de vástago, para garantizar que la dosis completa se expulsa de la aguja antes de que se produzca el desacoplamiento.

En primer lugar, el uso de un mecanismo de retardo amortiguado por fluido requiere la creación de un depósito estanco al fluido. Así, las tolerancias de fabricación de aquellos componentes que definen el depósito de fluido deben ser buenas, o deben usarse juntas para prevenir que el fluido se fugue fuera antes de hacer su trabajo. En segundo lugar, no es deseable que el fluido se fugue de su depósito incluso cuando el dispositivo se ha activado, debido a que podría dar lugar a una inyección húmeda simulada, o a la impresión de que el contenido de la jeringa puede haberse fugado dentro del dispositivo. Ni es propicio para la tranquilidad de los usuarios de fármacos auto-administrados. De nuevo, se requieren tolerancias buenas o juntas que sube el precio de fabricación. Para los dispositivos de inyección que se diseñan para ser desechables, como serán muchos, cada céntimo cuenta.

55 Resumen de la invención

Los dispositivos de inyección de la presente invención hacen uso de un mecanismo de retardo amortiguado por fluido, pero no conllevan las desventajas que se acaban de describir, como se explicará ahora.

60 Un dispositivo de inyección según un primer aspecto de la presente invención comprende:

65 una carcasa adaptada para recibir una jeringa que tiene una boquilla de descarga, incluyendo la carcasa medios para inclinar la jeringa desde una posición extendida en la que la boquilla de descarga se extiende desde la carcasa hasta una posición retraída en la que la boquilla de descarga está contenida dentro de la carcasa;

un accionador;

una transmisión accionada por el accionador y que a su vez actúa sobre la jeringa para avanzarla desde su posición retraída hasta su posición extendida y descargar su contenido mediante la boquilla de descarga;

un mecanismo de desacoplamiento, activado cuando la transmisión ha avanzado a una posición de desacoplamiento nominal, para desacoplar un primer componente del dispositivo de un segundo componente, con lo cual el primer componente del dispositivo se mueve con respecto al segundo componente;

un mecanismo de liberación, activado cuando el primer componente ha alcanzado una posición de liberación nominal con respecto al segundo, para liberar la jeringa de la acción del accionador, con lo cual el medio de inclinación restaura la jeringa a su posición retraída; y

un fluido altamente viscoso que amortigua el movimiento del primer componente con respecto al segundo, de manera que la liberación de la jeringa se retarda después de la activación del mecanismo de desacoplamiento para permitir que los restantes contenidos de la jeringa se descarguen antes de que se libere la jeringa.

El retraso entre la activación del mecanismo de desacoplamiento y la activación del mecanismo de liberación se usa para compensar cualquier acumulación de tolerancias. Aunque el desencadenamiento del mecanismo de desacoplamiento puede diseñarse para producirse antes de que el contenido de la jeringa se descargue completamente, el retraso se elige de manera que, para todas las variaciones dentro de las tolerancias previstas de los componentes, no se produzca la liberación de la jeringa hasta después de que se haya descargado completamente su contenido. Así es posible garantizar que el contenido de la jeringa se ha descargado antes de retirarse, sin tener que cumplir tolerancias buenas que no son realistas.

Por "fluido altamente viscoso" se indica aquí un fluido que, a 25 °C, tiene una viscosidad dinámica de 3000 centiPoise o más. Se conocen procedimientos en la técnica para determinar la viscosidad dinámica de tanto fluidos newtonianos, que se prefieren en la presente invención, como fluidos no newtonianos. ISO 3219:1993 a 1600 s⁻¹ es un procedimiento tal. Un procedimiento preferido, que es aplicable a tanto fluidos newtonianos como no newtonianos, se describe en el anexo a la presente solicitud. Este procedimiento deriva un valor promedio para la viscosidad dinámica a tasas de cizallamiento que se determinan por el aparato de prueba y el fluido en prueba y son reproducibles.

Pueden obtenerse mayores mejoras con fluidos que, a 25 °C, tienen una viscosidad dinámica de 6000 centiPoise o más y, mejor todavía, 12000 centiPoise o más. El fluido preferido es el lubricante de válvulas y sellante 111 Silicone Compound de DOW CORNING que, a 25 °C, tiene una viscosidad dinámica de aproximadamente 12500 centiPoise.

Debido a que un fluido altamente viscoso es, por definición, altamente resistente a fluir, se evitan ciertas restricciones. En primer lugar, ya no es necesario crear un depósito completamente estanco al fluido, debido a que las imperfecciones en los límites del depósito no proporcionarán una vía de escape para uno que no fluye bajo las condiciones reinantes. Así, las tolerancias de fabricación de aquellos componentes que definen el depósito de fluido no necesitan ser buenas y no necesitan usarse juntas. En segundo lugar, ya no son problemas inyecciones húmedas simuladas y la impresión de que el contenido de la jeringa puede haberse fugado dentro del dispositivo, ya que el fluido altamente viscoso no fluirá a un grado suficiente para dar lugar a estas confusiones.

Para reducir el número de componentes y garantizar que el dispositivo de inyección siga siendo compacto, el primer y segundo componentes del dispositivo pueden estar constituidos por el primer y segundo elementos de la transmisión, de los cuales el primero se acciona por el accionador y el segundo acciona sobre la jeringa, siendo el primer elemento de transmisión capaz de poder moverse con respecto al segundo cuando el primer es accionado por el accionador y el último es retenido por la jeringa. Como se reconocerá, el movimiento relativo del primer y segundo elementos de transmisión que es amortiguado por el fluido altamente viscoso es accionado por el accionador. El uso del accionador de esta forma limita el número de componentes.

Un depósito para el fluido altamente viscoso puede definirse en parte por el primer elemento de transmisión y en parte por el segundo elemento de transmisión, tendiendo el volumen del depósito a reducirse a medida que el primer elemento de transmisión se mueve con respecto al segundo cuando se acciona por el accionador, conteniendo el depósito el fluido altamente viscoso y que tiene un respiradero mediante el cual el fluido escapa a medida que disminuye el volumen del depósito. Esto proporciona probablemente la realización más simple y más compacta del mecanismo amortiguado por fluido usando un fluido altamente viscoso.

Un dispositivo de inyección según un segundo aspecto de la presente invención comprende:

una carcasa adaptada para recibir una jeringa que tiene una boquilla de descarga, incluyendo la carcasa medios para inclinar la jeringa desde una posición extendida en la que la boquilla de descarga se extiende desde la carcasa hasta una posición retraída en la que la boquilla de descarga está contenida dentro de la carcasa;

un accionador;

primer y segundo elementos de transmisión, de los que el primero es accionado por el accionador y el segundo actúa sobre la jeringa para avanzarla desde su posición retraída hasta su posición extendida y descargar su contenido mediante la boquilla de descarga, siendo el primer elemento de transmisión capaz de moverse con

respecto al segundo cuando el primero es accionado por el accionador y el último es retenido por la jeringa; un depósito definido en parte por el primer elemento de transmisión y en parte por el segundo elemento de transmisión, tendiendo el volumen del depósito a reducirse a medida que el primer elemento de transmisión se mueve con respecto al segundo cuando se acciona por el accionador, conteniendo el depósito un fluido altamente viscoso y que tiene un respiradero mediante el cual el fluido escapa a medida que disminuye el volumen del depósito; y un mecanismo de liberación, activado cuando el primer elemento de transmisión ha avanzado a una posición de liberación nominal, y adaptado para liberar la jeringa de la acción del accionador, con lo cual el medio de inclinación restaura la jeringa a su posición retraída.

En este aspecto de la invención se tiene en cuenta el hecho de que, cuando el fluido altamente viscoso amortigua el movimiento relativo de dos elementos de la transmisión, el desacoplamiento de los dos elementos de transmisión no necesita llevarse a cabo por un mecanismo de desacoplamiento. Existen otras posibilidades, que incluyen el uso de dos componentes que incluyen un acoplamiento frágil o no acoplamiento distinto al proporcionado por la fricción estática entre los dos componentes. Sin embargo, está presente un retardo entre el desacoplamiento de los elementos de transmisión y la activación del mecanismo de liberación, y se usa como se ha descrito anteriormente.

Así, el dispositivo de inyección puede comprender además un acoplamiento que previene que el primer elemento de transmisión se mueva con respecto al segundo hasta que hayan avanzado a una posición de desacoplamiento nominal que está menos avanzada que dicha posición de liberación nominal. El acoplamiento puede comprender, y preferentemente comprende, un mecanismo de desacoplamiento, activado cuando los elementos de transmisión se han activado a dicha posición de desacoplamiento nominal.

Se proponen específicamente dos formas de mecanismos de acoplamiento y desacoplamiento, aunque se sabe que existen otras posibilidades. En su primera forma, el acoplamiento es un tercer elemento de transmisión que actúa sobre el primer y segundo elementos de transmisión. En este caso, el mecanismo de desacoplamiento está adaptado para desacoplar el tercer elemento de transmisión del segundo de manera que el tercer elemento de transmisión ya no actúe solo sobre él una vez se ha alcanzado dicha posición de desacoplamiento nominal, permitiendo así que el primer elemento de transmisión se mueva con respecto al segundo, y el mecanismo de liberación está adaptado para desacoplar el tercer elemento de transmisión del primero de manera que el tercer elemento de transmisión ya no actúe sobre él una vez se ha alcanzado dicha posición de liberación nominal, liberando así la jeringa de la acción del accionador.

En su segunda forma, el acoplamiento comprende características de cooperación del primer y segundo elementos de transmisión que permiten que el primero actúe sobre el segundo. En este caso, el mecanismo de desacoplamiento está adaptado para desacoplar el primer elemento de transmisión del segundo de manera que el primer elemento de transmisión ya no actúe sobre el segundo una vez se ha alcanzado dicha posición de desacoplamiento nominal, permitiendo así que el primer elemento de transmisión se mueva con respecto al segundo, y el mecanismo de liberación está adaptado para desacoplar el primer elemento de transmisión del accionador de manera que el accionador ya no actúe sobre él una vez dicha se ha alcanzado posición de liberación nominal, liberando así la jeringa de la acción del accionador.

En general, para simplicidad de fabricación de las partes del componente mediante moldeo por inyección, un elemento de transmisión puede incluir un vástago y el otro un taladro que está abierto en un extremo para recibir el vástago, definiendo así el taladro y el vástago el depósito de fluido.

Para reducir adicionalmente la posibilidad de inyecciones húmedas simuladas o la impresión de que el contenido de la jeringa puede haberse fugado dentro del dispositivo, el respiradero puede estar en comunicación con una cámara de recogida definida por un elemento de transmisión, dentro del cual se recoge el fluido escapado. En este caso, para simplicidad de fabricación, se prefiere que un elemento de transmisión incluya un vástago y defina el respiradero y la cámara de recogida y el otro elemento de transmisión incluya un taladro ciego que está abierto en un extremo para recibir el vástago y cerrado en el otro, definiendo así el taladro y el vástago el depósito de fluido. De nuevo, para mayor simplicidad de fabricación mediante moldeo por inyección, la cámara de recogida puede definirse por un taladro en dicho elemento, estando abierto en un extremo y cerrado en el otro excepto para el respiradero.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirán ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una primera realización; la Figura 2 es una segunda; y la Figura 3 es asimismo una tercera.

Descripción detallada

La Fig. 1 muestra un dispositivo de inyección 10 en el que una carcasa 12 contiene una jeringa hipodérmica 14. La

jeringa 14 es de tipo convencional, que incluye un cuerpo de jeringa 16 que termina en un extremo en una aguja hipodérmica 18 y en el otro en una pestaña 20, y un tapón de goma 22 que limita un fármaco 24 que va a administrarse dentro del cuerpo de jeringa 16. El émbolo convencional que normalmente se conectaría al tapón 22 y usaría para descargar el contenido de la jeringa 14 manualmente se ha quitado y sustituido con un elemento de transmisión como se describirá más adelante. Mientras que la jeringa ilustrada es de tipo hipodérmico, esto no necesita ser necesariamente así. También pueden usarse jeringas transcutáneas o dérmicas y subcutáneas balísticas con el dispositivo de inyección de la presente invención. Generalmente, la jeringa debe incluir una boquilla de descarga, que en una jeringa hipodérmica es la aguja 18. Como se ilustra, la carcasa incluye un muelle de retorno 26 que inclina la jeringa 14 desde una posición extendida en la que la aguja 18 se extiende desde una abertura 28 en la carcasa 12 hasta una posición retraída en la que la boquilla de descarga 18 está contenida dentro de la carcasa 12.

En el otro extremo de la carcasa está un accionador, que aquí toma la forma de un muelle de transmisión por compresión 30. La transmisión del muelle de transmisión 30 se transmite mediante una transmisión multi-componente a la jeringa 14 para avanzarla desde su posición retraída hasta su posición extendida y descargar su contenido mediante la aguja 18. La transmisión realiza esta tarea actuando sobre el tapón 22. La fricción estática entre el tapón 22 y el cuerpo de jeringa 16 garantiza inicialmente que el tapón 22 y el cuerpo 16 avancen juntos, hasta que el muelle de retorno 26 toque fondo o el cuerpo de jeringa 16 se encuentre con alguna otra obstrucción (no mostrada) que retarde su movimiento.

La transmisión multi-componente entre el muelle de transmisión 30 y la jeringa 14 consiste en tres componentes principales. Un primer elemento de transmisión 32 y un segundo elemento de transmisión 34 son cada uno accionados por un tercer elemento de transmisión 36, en el hombro interno 38 del cual es accionado por el muelle de transmisión 30. Así, el muelle de transmisión 30 hace que el tercer elemento de transmisión 36 se mueva, que a su vez hace que el primer y segundo elementos de transmisión 32, 34 se muevan en tándem. El tercer elemento de transmisión 36 se acopla al primer y segundo elementos de transmisión 32, 34 por medio de retenciones por bola 52, 54 respectivas, de las cuales más adelante.

El primer elemento de transmisión 32 incluye un vástago hueco 40, cuya cavidad interna forma una cámara de recogida 42 en comunicación con un respiradero 44 que se extiende desde la cámara de recogida mediante el extremo del vástago 40. El segundo elemento de transmisión 34 incluye un taladro ciego 46 que está abierto en un extremo para recibir el vástago 40 y cerrado en el otro. Como puede apreciarse, el taladro 46 y el vástago 40 definen un depósito de fluido 48, dentro del cual está contenido un fluido altamente viscoso.

Se proporciona un gatillo 50 al final de la carcasa 12 remoto desde la abertura de salida 28 para la aguja hipodérmica 18. El gatillo, cuando es accionado, sirve para desacoplar el tercer componente de transmisión 36 de la carcasa 12, permitiendo que se mueva con respecto a la carcasa 12 bajo la influencia del muelle de transmisión 30. El funcionamiento del dispositivo es entonces del siguiente modo.

Inicialmente, el muelle de transmisión 30 mueve el tercer elemento de transmisión 36 y el tercer elemento de transmisión 36 mueve el primer y segundo elementos de transmisión 32, 34 actuando mediante las retenciones por bola 52, 54. El segundo elemento de transmisión 34 mueve el tapón de caucho 22, que en virtud de la fricción estática y las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 24 que va a administrarse, mueve el cuerpo de jeringa 16 contra la acción del muelle de retorno 26. El muelle de retorno 26 se comprime y la aguja hipodérmica 18 sale de la abertura de salida 28 de la carcasa 12. Esto continúa hasta que el muelle de retorno 26 toca fondo o el cuerpo de jeringa 16 se encuentra con alguna otra obstrucción (no mostrada) que retarde su movimiento. Debido a que la fricción estática entre el tapón 22 y el cuerpo de jeringa 16 y las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 24 que va a administrarse no son suficientes para resistir a la fuerza de transmisión completa desarrollada por el muelle de transmisión 30, en este momento el tapón 22 empieza a moverse dentro del cuerpo de jeringa 16 y el fármaco 24 empieza a descargarse. La fricción dinámica entre el tapón 22 y el cuerpo de jeringa y las fuerzas hidrostáticas y dinámicas que actúan ahora mediante el fármaco 24 que va a administrarse son, sin embargo, suficientes para retener el muelle de retorno 26 en su estado comprimido, de manera que la aguja hipodérmica 18 sigue extendida.

Antes de que el tapón 22 llegue al extremo de su desplazamiento dentro del cuerpo de jeringa 16, es decir, antes de que el contenido de la jeringa se haya descargado completamente, la retención por bola 54 que conecta el tercer elemento de transmisión 36 con el segundo elemento de transmisión 34 alcanza una región 56 de la carcasa 12 en la que el diámetro interno de la carcasa 12 está agrandado. Las bolas en la retención por bola 54 se mueven lateralmente hacia afuera de la posición mostrada con respecto a una posición en la que ya no acoplan el tercer elemento de transmisión 36 con el segundo elemento de transmisión 34, ayudado por las superficies biseladas sobre el segundo elemento de transmisión 34, rápidamente contra las cuales son normalmente retenidas por la superficie interna de la carcasa 12. Una vez ocurre esto, el tercer elemento de transmisión 36 ya no actúa sobre el segundo elemento de transmisión 34, permitiendo que el primer y tercer elementos de transmisión 32, 36 se muevan con respecto al segundo elemento de transmisión 34.

Debido a que el fluido altamente viscoso está contenido dentro de un depósito 48 definido entre el extremo del

5 primer elemento de transmisión 32 y el taladro ciego 46 en el segundo elemento de transmisión 34, el volumen del depósito 46 tenderá a reducirse a medida que el primer elemento de transmisión 32 se mueve con respecto al segundo elemento de transmisión 34 cuando el primero es accionado por el muelle de transmisión 30. A medida que el depósito 48 se colapsa, fluido altamente viscoso es forzado a entrar a través del respiradero 44 en la cámara de recogida 42. Así, una vez se ha liberado la retención por bola 54, algo de la fuerza ejercida por el muelle de transmisión trabaja sobre el fluido altamente viscoso, haciendo que atraviese la constricción formada por el respiradero 44; el resto actúa hidrostáticamente mediante el fluido y mediante la fricción entre el primer y segundo elementos de transmisión 32, 34, por lo tanto mediante el segundo elemento de transmisión 34 y sobre el tapón 22. La pérdida asociada al flujo del fluido altamente viscoso no atenúa la fuerza que actúa sobre el cuerpo de la jeringa en gran parte. Así, el muelle de retorno 26 sigue comprimido y la aguja hipodérmica sigue extendida.

15 Se ha encontrado que con un fluido altamente viscoso que posee una viscosidad dinámica de 12.000 centistokes o más, el respiradero 44 puede consistir en una abertura circular de 0,7 mm de diámetro. Esto es un diámetro relativamente grande y es fácil de formar usando técnicas de moldeo por inyección convencionales. Fluidos muy fluidos requieren orificios más pequeños y lo más densos requieren orificios mayores. El forzar a un fluido tal mediante un respiradero 44 es eficaz para amortiguar el movimiento del primer y segundo elementos de transmisión 32, 34 con respecto a cada uno entre sí. Además, un fluido tal resiste al flujo a un grado tal que no fluirá, bajo su propio peso, desde el extremo abierto de la cámara de recogida 42. Así, la cámara de recogida 42 no necesita cerrarse en el extremo remoto del respiradero 44, haciendo que el primer elemento de transmisión 32 sea fácil de fabricar mediante moldeo por inyección.

20 Después de un tiempo, el tapón 22 completa su desplazamiento dentro del cuerpo de jeringa 16 y no puede desplazarse más. En este momento, el contenido de la jeringa 14 se descarga completamente y la fuerza ejercida por el muelle de transmisión 30 actúa para retener el tapón 22 en su posición terminal y para continuar haciendo que el fluido altamente viscoso fluya a través del respiradero, permitiendo que el primer elemento de transmisión 32 continúe su movimiento.

25 Antes de agotarse el depósito 48 de fluido, la retención por bola 52 que conecta el tercer elemento de transmisión 36 con el primer elemento de transmisión 32 alcanza la región 56 de la carcasa 12 en la que el diámetro interno de la carcasa 12 está agrandado. Las bolas en la retención por bola 52 se mueven lateralmente hacia afuera de la posición mostrada con respecto a una posición en la que ya no acoplan el tercer elemento de transmisión 36 con el primer elemento de transmisión 32, ayudado por las superficies biseladas sobre el primer elemento de transmisión 32, rápidamente contra las cuales son normalmente retenidas por la superficie interna de la carcasa 12. Una vez ocurre esto, el tercer elemento de transmisión 36 ya no actúa sobre el primer elemento de transmisión 32, permitiendo que el primer y tercer elementos de transmisión 32, 36 se muevan el uno con respecto al otro. En este momento, por supuesto, la jeringa 14 se libera, debido a que las fuerzas desarrolladas por el muelle de transmisión 30 ya no están siendo transmitidas a la jeringa 14, y la única fuerza que actúa sobre la jeringa será la fuerza de retorno del muelle de retorno 26. Así, la jeringa 14 retorna ahora hasta su posición retraída y se completa el ciclo de inyección.

30 La Fig. 2 muestra otro dispositivo de inyección 110 en el que una carcasa 112 contiene una jeringa hipodérmica 114. La jeringa 114 es de nuevo de tipo convencional, que incluye un cuerpo de jeringa 116 que termina en un extremo en una aguja hipodérmica 118 y en el otro en una pestaña 120. El émbolo convencional que normalmente se usaría para descargar el contenido de la jeringa 114 manualmente se ha eliminado y sustituido con un elemento de transmisión 134 como se describirá más adelante, que termina en un tapón 122. El tapón 122 limita un fármaco 124 que va a administrarse dentro del cuerpo de jeringa 116. Mientras la jeringa ilustrada es de tipo hipodérmico, esta no necesita ser necesariamente así. Como se ilustra, la carcasa incluye un muelle de retorno 126 que inclina la jeringa 114 desde una posición extendida en la que la aguja 118 se extiende desde una abertura 128 en la carcasa 112 a una posición retraída en la que la boquilla de descarga 118 está contenida dentro de la carcasa 112. El muelle de retorno 126 actúa sobre la jeringa 114 mediante un manguito 127.

35 En el otro extremo de la carcasa está un accionador, que aquí toma la forma de un muelle de transmisión de compresión 130. La transmisión del muelle de transmisión 130 se transmite mediante una transmisión multi-componente a la jeringa 114 para avanzarla desde su posición retraída hasta su posición extendida y descargar su contenido mediante la aguja 118. La transmisión realiza esta tarea actuando directamente sobre el fármaco 124 y la jeringa 114. Las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco y, a un menor grado, la fricción estática entre el tapón 122 y el cuerpo de jeringa 116 inicialmente garantizan que avancen juntos, hasta que el muelle de retorno 126 toque fondo o el cuerpo de jeringa 116 se encuentre con alguna otra obstrucción que retarde su movimiento.

40 La transmisión multi-componente entre el muelle de transmisión 130 y la jeringa 114 consiste en tres componentes principales. Un manguito de transmisión 131 lleva la transmisión del muelle de transmisión 130 y lo transmite a brazos de retención flexibles 133 sobre un primer elemento de transmisión 132. Éste transmite a su vez la transmisión mediante brazos de retención flexibles 135 a un segundo elemento de transmisión, el elemento de transmisión 134 ya mencionado.

45 El primer elemento de transmisión 132 incluye un vástago hueco 140, cuya cavidad interna forma una cámara de

recogida 142 en comunicación con un respiradero 144 que se extiende desde la cámara de recogida mediante el extremo del vástago 140. El segundo elemento de transmisión 134 incluye un taladro ciego 146 que está abierto en un extremo para recibir el vástago 140 y cerrado en el otro. Como puede apreciarse, el taladro 146 y el vástago 140 definen un depósito de fluido 148, dentro del cual está contenido un fluido altamente viscoso.

Se proporciona un gatillo (no mostrado) en el centro de la carcasa 112. El gatillo, cuando es accionado, sirve para desacoplar el manguito de transmisión 131 de la carcasa 112, permitiendo que se mueva con respecto a la carcasa 112 bajo la influencia del muelle de transmisión 130. El funcionamiento del dispositivo es entonces del siguiente modo.

Inicialmente, el muelle de transmisión 130 mueve el manguito de transmisión 131, el manguito de transmisión 131 mueve el primer elemento de transmisión 32 y el primer elemento de transmisión 132 mueve el segundo elemento de transmisión 134, en cada caso actuando mediante los brazos de retención flexibles 133, 135. El segundo elemento de transmisión 134 se mueve y, en virtud de la fricción estática y las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 124 que va a administrarse, mueve el cuerpo de jeringa 116 contra la acción del muelle de retorno 126. El muelle de retorno 126 se comprime y la aguja hipodérmica 118 sale de la abertura de salida 128 de la carcasa 112. Esto continúa hasta que el muelle de retorno 126 toque fondo o el cuerpo de jeringa 116 se encuentre con alguna otra obstrucción que retarde su movimiento. Debido a que la fricción estática entre el segundo elemento de transmisión 134 y el cuerpo de jeringa 116 y las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 124 que va a administrarse no son suficientes para resistir la fuerza de transmisión completa desarrollada por el muelle de transmisión 130, en este momento el segundo elemento de transmisión 134 empieza a moverse dentro del cuerpo de jeringa 116 y el fármaco 124 empieza a descargarse. La fricción dinámica entre el segundo elemento de transmisión 134 y el cuerpo de jeringa 116 y las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 124 que va a administrarse son, sin embargo, suficientes para retener el muelle de retorno 126 en su estado comprimido, de manera que la aguja hipodérmica 118 sigue extendida.

Antes de que el segundo elemento de transmisión 134 llegue al extremo de su desplazamiento dentro del cuerpo de jeringa 116, es decir, antes de que el contenido de la jeringa se haya descargado completamente, los brazos de retención flexibles 135 que conectan el primer y segundo elementos de transmisión 132, 134 llegan a una constricción 137 dentro de la carcasa 112. La constricción 137 mueve los brazos de retención flexibles 135 hacia adentro de la posición mostrada con respecto a una posición en la que ya no se acoplan el primer elemento de transmisión 136 con el segundo elemento de transmisión 134, ayudado por las superficies biseladas sobre la constricción 137. Una vez ocurre esto, el primer elemento de transmisión 136 ya no actúa sobre el segundo elemento de transmisión 134, permitiendo que el primer elemento de transmisión 132 se mueva con respecto al segundo elemento de transmisión 134.

Debido a que el fluido altamente viscoso está contenido dentro de un depósito 148 definido entre el extremo del primer elemento de transmisión 132 y el taladro ciego 146 en el segundo elemento de transmisión 134, el volumen del depósito 146 tenderá a reducirse a medida que el primer elemento de transmisión 132 se mueve con respecto al segundo elemento de transmisión 134 cuando el primero es accionado por el muelle de transmisión 130. A medida que el depósito 148 se colapsa, fluido altamente viscoso es forzado a entrar a través del respiradero 144 en la cámara de recogida 142. Así, una vez los brazos de retención flexibles 135 se han liberado, la fuerza ejercida por el muelle de transmisión 130 no trabaja en el fluido altamente viscoso, haciendo que atraviese la constricción formada por el respiradero 144, y actúa hidrostáticamente mediante el fluido y mediante la fricción entre el primer y segundo elementos de transmisión 132, 134, por lo tanto mediante el segundo elemento de transmisión 134. La pérdida asociada al flujo del fluido altamente viscoso no atenúa la fuerza que actúa sobre el cuerpo de la jeringa en gran parte. Así, el muelle de retorno 126 sigue comprimido y la aguja hipodérmica sigue extendida.

Después de un tiempo, el segundo elemento de transmisión 134 completa su desplazamiento dentro del cuerpo de jeringa 116 y no puede desplazarse más. En este momento, el contenido de la jeringa 114 se descarga completamente y la fuerza ejercida por el muelle de transmisión 130 actúa para retener el segundo elemento de transmisión 134 en su posición terminal y para continuar haciendo que el fluido altamente viscoso atraviese el respiradero 144, permitiendo que el primer elemento de transmisión 132 continúe su movimiento.

Antes de agotarse el depósito 148 de fluido, los brazos de retención flexibles 133 que conectan el manguito de transmisión 131 con el primer elemento de transmisión 132 alcanzan otra constricción 139 dentro de la carcasa 112. La constricción 139 mueve los brazos de retención flexibles 133 hacia adentro de la posición mostrada con respecto a una posición en la que ya no acoplan el manguito de transmisión 131 al primer elemento de transmisión 132, ayudado por las superficies biseladas sobre la constricción 139. Una vez ocurre esto, el manguito de transmisión 131 ya no actúa sobre el primer elemento de transmisión 132, permitiendo que ellos se muevan el uno con respecto al otro. En este momento, por supuesto, la jeringa 114 se libera, debido a que las fuerzas desarrolladas por el muelle de transmisión 130 ya no están siendo transmitidas a la jeringa 114, y la única fuerza que actúa sobre la jeringa será la fuerza de retorno del muelle de retorno 126. Así, la jeringa 114 retorna ahora hasta su posición retraída y se completa el ciclo de inyección.

Todo esto tiene lugar, por supuesto, solo una vez se ha quitado la tapa 111 del extremo de la carcasa 112. Como

puede apreciarse de la Fig. 3, el extremo de la jeringa está sellado con un cepo 123. La protuberancia central 121 de la tapa que se ajusta dentro del manguito 119 cuando la tapa 111 se instala sobre la carcasa 112 está hueca al final y el labio 125 del extremo hueco está biselado sobre su borde de ataque 157, pero no su borde de salida. Así, a medida que la tapa 111 se instala, el borde de ataque 157 del labio 125 cabalga encima de un hombro 159 sobre el cepo 123. Sin embargo, a medida que se quita la tapa 111, el borde de salida del labio 125 no cabalgará encima del hombro 159, que significa que el cepo 123 se retira de la jeringa 114 a medida que se quita la tapa 111.

La Figura 3 muestra otro dispositivo de inyección 210 en el que una carcasa 212 contiene una jeringa hipodérmica 214. La jeringa 214 es de nuevo de tipo convencional, que incluye un cuerpo de jeringa 216 que termina en un extremo en una aguja hipodérmica 218 y en el otro en una pestaña 220, y un tapón de goma 222 que limita un fármaco 224 que va a administrarse dentro del cuerpo de jeringa 216. El émbolo convencional que normalmente se conectaría al tapón 222 y se usaría para descargar el contenido de la jeringa 214 manualmente se ha quitado y sustituido con un elemento de transmisión multi-componente como se describirá más adelante. Mientras la jeringa ilustrada es de nuevo de tipo hipodérmico, esta no necesita ser necesariamente así. Como se ilustra, la carcasa incluye un muelle de retorno 226 que inclina la jeringa 214 desde una posición extendida en la que la aguja 218 se extiende desde la abertura 228 en la carcasa 212 hasta una posición retraída en la que la aguja hipodérmica 218 está contenida dentro de la carcasa 212. El muelle de retorno 226 actúa sobre la jeringa 214 mediante un manguito 227.

En el otro extremo de la carcasa está un muelle de transmisión de compresión 230. La transmisión del muelle de transmisión 230 se transmite mediante la transmisión multi-componente a la jeringa 214 para avanzarla desde su posición retraída hasta su posición extendida y descargar su contenido mediante la aguja 218. La transmisión realiza esta tarea actuando directamente sobre el fármaco 224 y la jeringa 214. Las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 224 y, a un menor grado, la fricción estática entre el tapón 222 y el cuerpo de jeringa 216 garantizan inicialmente que avancen juntos, hasta que el muelle de retorno 226 toque fondo o el cuerpo de jeringa 216 se encuentre con alguna otra obstrucción que retarde su movimiento.

La transmisión multi-componente entre el muelle de transmisión 230 y la jeringa 214 consiste de nuevo en tres componentes principales. El manguito de transmisión 231 toma la transmisión del muelle de transmisión 230 y lo transmite a brazos de retención flexibles 233 sobre un primer elemento de transmisión 232. Estos elementos se muestran en el detalle "A". El primer elemento de transmisión 232 transmite a su vez la transmisión mediante brazos de retención flexibles 235 a un segundo elemento de transmisión 234. Estos elementos se muestran en el detalle "B". Como antes, el primer elemento de transmisión 232 incluye un vástago hueco 240 cuya cavidad interna forma una cámara de recogida 242. El segundo elemento de transmisión 234 incluye un taladro hueco 246 que está abierto en un extremo para recibir el vástago 240 y cerrado en el otro. Como puede apreciarse, el taladro 246 y el vástago 240 definen un depósito de fluido 248 dentro del cual está contenido un fluido altamente viscoso.

Se proporciona un gatillo (no mostrado) en el centro de la carcasa 212. El gatillo, una vez operado, sirve para desacoplar el manguito de transmisión 231 de la carcasa 212 permitiendo que se mueva con respecto a la carcasa 212 bajo la influencia del muelle de transmisión 230. El funcionamiento del dispositivo es entonces del siguiente modo.

Inicialmente, el muelle de transmisión 230 mueve el manguito de transmisión 231, el manguito de transmisión 231 mueve el primer elemento de transmisión 232 y el primer elemento de transmisión 232 mueve el segundo elemento de transmisión 234, en cada caso actuando mediante los brazos coincidentes flexibles 233, 235. El segundo elemento de transmisión 234 se mueve y, en virtud de la fricción estática y las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 224 que va a administrarse, mueve el cuerpo de jeringa 216 contra la acción del muelle de retorno 226. El muelle de retorno 226 se comprime y la aguja hipodérmica 218 sale de la abertura de salida 228 de la carcasa 212. Esto continúa hasta que el muelle de retorno 226 toque fondo o el cuerpo de jeringa 216 se encuentre con alguna otra obstrucción que retarde su movimiento. Debido a que la fricción estática entre el tapón 222 y el cuerpo de jeringa 216 y las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 224 que va a administrarse no son suficientes para resistir la fuerza de transmisión completa desarrollada por el muelle de transmisión 230, en este momento el segundo elemento de transmisión 234 empieza a moverse dentro del cuerpo de jeringa 216 y el fármaco 224 empieza a descargarse. La fricción dinámica entre el tapón 222 y el cuerpo de jeringa 216 y las fuerzas hidrostáticas que actúan mediante el fármaco 224 que va a administrarse son, sin embargo, suficientes para retener el muelle de retorno 226 en su estado comprimido, de manera que la aguja hipodérmica 218 sigue extendida.

Antes de que el segundo elemento de transmisión 234 llegue al extremo de su desplazamiento dentro del cuerpo de jeringa 216, es decir, antes de que el contenido de la jeringa se haya descargado completamente, los brazos de retención flexibles 235 que conectan el primer y segundo elementos de transmisión 232, 234 llegan a una constricción 237. La constricción 237 se forma por un componente 262 que está inicialmente libre para moverse con respecto a todos los otros componentes, pero que está retenido entre la pestaña de jeringa 220 y los brazos flexibles adicionales 247 sobre el segundo elemento de transmisión 234. Estos brazos flexibles adicionales 247 cubren los brazos flexibles 235 sobre el primer elemento de transmisión 232, por medio de lo cual la transmisión se transmite con el segundo elemento de transmisión 234. La Figura 3 ilustra el dispositivo de inyección 210 en la posición en la

que los brazos flexibles adicionales 247 están precisamente haciendo contacto con la constricción 237 en el componente 262.

5 La constricción 237 mueve los brazos flexibles adicionales 247 hacia adentro, ayudado por las superficies biseladas sobre ambos, y los brazos flexibles adicionales 247 mueven a su vez los brazos flexibles 235, por medio de lo cual la transmisión se transmite del primer elemento de transmisión 232 al segundo elemento de transmisión 234, hacia adentro de la posición mostrada con respecto a una posición en la que ya no se acoplan el primer y segundo elementos de transmisión juntos. Una vez ocurre esto, el primer elemento de transmisión 232 ya no actúa sobre el segundo elemento de transmisión 234, permitiendo que el primer elemento de transmisión 232 se mueva con respecto al segundo elemento de transmisión 234.

15 Debido a que el fluido altamente viscoso está contenido dentro de un depósito 248 definido entre el extremo del primer elemento de transmisión 232 y el taladro ciego 246 en el segundo elemento de transmisión 234, el volumen del depósito 248 tenderá a reducirse a medida que el primer elemento de transmisión 232 se mueve con respecto al segundo elemento de transmisión 234 cuando el primero es accionado por el muelle de transmisión 230. A medida que el depósito 248 se colapsa, fluido altamente viscoso es forzado a pasar a la cámara de recogida 242. Así, una vez los brazos de retención flexibles 235 se han liberado, la fuerza ejercida por el muelle de transmisión 230 no trabaja en el fluido altamente viscoso, haciendo que circule a la cámara de recogida 242, y también actúa hidrostáticamente mediante el fluido y mediante la fricción entre el primer y segundo elementos de transmisión 232, 234, por lo tanto mediante el segundo elemento de transmisión 234. La pérdida asociada al flujo del fluido altamente viscoso no atenúa la fuerza que actúa sobre el cuerpo de la jeringa en gran parte. Así, el muelle de retorno 226 sigue comprimido y la aguja hipodérmica sigue extendida.

25 Después de un tiempo, el segundo elemento de transmisión 234 completa su desplazamiento dentro del cuerpo de jeringa 216 y no puede ir más. En este momento, el contenido de la jeringa 214 se descarga completamente y la fuerza ejercida por el muelle de transmisión 230 actúa para retener el segundo elemento de transmisión 234 en su posición terminal y para continuar haciendo que el fluido altamente viscoso circule a la cámara de recogida 142, permitiendo que el primer elemento de transmisión 232 continúe su movimiento.

30 Una pestaña 270 sobre la parte trasera del segundo elemento de transmisión 234 normalmente retiene los brazos flexibles 233 enganchados con el manguito de transmisión 231. Sin embargo, antes de agotarse el depósito 248 de fluido altamente viscoso, los brazos de retención flexibles 233 que conectan el manguito de transmisión 231 con el primer elemento de transmisión 232 se mueven suficientemente demasiado hacia adelante con respecto al segundo elemento de transmisión 234 de manera que la pestaña 270 se ajuste con un rebaje 272 en los brazos flexibles 233, con lo que deja de ser eficaz en retener los brazos flexibles 233 enganchados con el manguito de transmisión 231. Ahora, el manguito de transmisión 231 mueve los brazos de retención flexibles 233 hacia adentro de la posición mostrada con respecto a una posición en la que ya no acoplan el manguito de transmisión 231 al primer elemento de transmisión 232, ayudado por las superficies de retención biseladas 274 sobre los brazos flexibles 233. Una vez ocurre esto, el manguito de transmisión 231 ya no actúa sobre el primer elemento de transmisión 232, permitiendo que ellos se mueven cada uno con respecto al otro. En este momento, por supuesto, la jeringa 214 se libera, debido a que las fuerzas desarrolladas por el muelle de transmisión 230 ya no están siendo transmitidas a la jeringa 214, y la única fuerza que actúa sobre la jeringa será la fuerza de retorno del muelle de retorno 226. Así, la jeringa 214 vuelve ahora hasta su posición retraída y se completa el ciclo de inyección.

45 En los dispositivos de inyección descritos, y en cualquier dispositivo de inyección según la invención, el fluido altamente viscoso puede ser cualquier fluido que tenga las propiedades apropiadas. El aceite de silicona y la grasa de silicona son ejemplos de fluidos que pueden seleccionarse para tener una viscosidad cinemática a 20 °C de 12500 centistokes o más. Además, ambos son excelentes lubricantes y ciertamente la grasa de silicona es suficientemente resistente para fluir de manera que no se descargará accidentalmente del extremo abierto de la cámara de recogida. Además, el depósito en el segundo elemento de transmisión es simple de llenar antes de que el vástago del primer elemento de transmisión se presione en el sitio. El volumen de fluido no necesita controlarse con exactitud, ya que el exceso de fluido será expulsado en la cámara de recogida. El fluido llenará entonces el respiradero y prevendrá la entrada de suciedad u otros contaminantes que podrían conducir a bloqueo.

55 Aunque se han descrito mecanismos de amortiguación preferidos que usan un fluido altamente viscoso, se entenderá, por supuesto, que son posibles otros mecanismos de amortiguación que usan un fluido altamente viscoso. Así, el fluido altamente viscoso puede usarse para amortiguar el movimiento de componentes del dispositivo distinto de elementos que transmiten la transmisión del accionador de la transmisión a la jeringa. Muchas de las ventajas asociadas al uso de un fluido altamente viscoso son independientes de los otros detalles del mecanismo de amortiguación.

60 Se fija un límite superior funcional sobre la viscosidad dinámica del fluido altamente viscoso por la necesidad de que actúe de amortiguamiento eficaz. En realizaciones prácticas de la presente invención, que incluyen las realizaciones que acaban de describirse, es poco probable que viscosidades dinámicas superiores a 150.000 centiPoise sean eficaces. Incluso fluidos con viscosidades dinámicas superiores a 60.000 centiPoise parecerían tener aplicabilidad limitada.

ANEXO - MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD DINÁMICA

1. INTRODUCCIÓN

5 Se ha propuesto un amortiguador lleno de líquido para su uso en el dispositivo. El amortiguador consiste en un pequeño taladro lleno de fluido y un pistón hueco con un pequeño orificio en el centro. Cuando se aplica una fuerza al fluido es forzado a entrar a través del orificio y en el centro del pistón.

10 Este documento describe un procedimiento de prueba por el que la viscosidad dinámica del fluido puede determinarse.

2. DESCRIPCIÓN DEL AMORTIGUADOR

3. TRATAMIENTO TEÓRICO DEL FLUJO A TRAVÉS DEL ORIFICIO DE PURGA

15 3.1 DERIVACIÓN

El siguiente análisis se aplica a flujo laminar de fluido en una tubería axisimétrica, en este caso el orificio de purga en el pistón.

20 Resolviendo las fuerzas sobre un elemento cilíndrico:

$$2\pi r L \tau = \Delta P A$$

$$A = \pi r^2$$

$$\therefore \tau = \frac{\Delta P r}{L 2} \tag{i}$$

30 Suponiendo que el fluido es newtoniano y refiriendo el flujo desde la línea central:

$$\tau = -\mu \frac{du}{dr} \tag{ii}$$

35 Igualando (i) y (ii):

$$\frac{-\Delta P r}{2\mu L} = \frac{du}{dr}$$

40 Integrando:

$$u = \frac{-\Delta P r^2}{4\mu L} + C_1$$

45 Condiciones límite:
u=0 a r=R
u=máx a r=0

$$\therefore C_1 = \frac{\Delta P R^2}{L 4\mu}$$

$$\therefore u = \frac{\Delta P}{4\mu L} (R^2 - r^2) \tag{iii}$$

55 Examinando un elemento anular:

$$\delta Q = u \delta A$$

Tasa de flujo volumétrico elemental

$$60 \delta A \approx 2\pi r \delta r$$

$$\therefore \delta Q = \frac{\Delta P \pi r}{2\mu L} (R^2 - r^2) \delta r$$

65 Integrando entre r=0 y r=R:

$$Q = \frac{\Delta P \pi}{2 \mu L} \int_0^R r (R^2 - r^2) \delta r$$

$$Q = \frac{\Delta P \pi R^4}{8 \mu L}$$

$$Q = \frac{\Delta P \pi d^4}{128 \mu L}$$

Tasa de flujo volumetrico

Para el caso del amortiguador, rechazando la fricción en el pistón, la masa del pistón y suponiendo un sellado perfecto entre el pistón y el taladro:

$$Q = \frac{\Delta P \pi d_1^4}{128 \mu L}$$

(iv)

Tasa de flujo volumétrico a través del agujero de sangrado

$$\Delta P = \frac{4F}{\pi (d_2^2 - d_1^2)}$$

(v)

Presión del pistón sobre la presión atmosférica

$$Q = A_{piston} v_{piston}$$

Tasa de flujo volumétrico igual al valor al cual el pistón desplaza fluido

$$\therefore v_{piston} = \frac{4Q}{\pi (d_2^2 - d_1^2)}$$

(vi)

$$v_{piston} = \frac{\Delta P d_1^4}{32 \mu L (d_2^2 - d_1^2)}$$

Sustituyendo (iv) por Q

$$v_{piston} = \frac{F d_1^4}{8 \pi \mu L (d_2^4 + d_1^4 - 2 d_1^2 d_2^2)}$$

Sustituyendo (v) por P

$$\frac{1}{v_{piston}} = \frac{8 \pi \mu L (d_2^4 + d_1^4 - 2 d_1^2 d_2^2)}{F d_1^4}$$

Retardo de tiempo por unidad de recorrido del pistón

4. APARATO Y PROCEDIMIENTO

El aparato de prueba debe consistir en dos cuerpos, coaxiales rígidos, rotacionalmente simétricos, como se ilustra esquemáticamente en la Figura 5. Uno contiene un taladro cilíndrico que tiene un diámetro interno en el intervalo 4,45 a 4,55 mm. Supongamos que el diámetro sea d_2 . También incluye un orificio de purga circular coaxial que tiene un diámetro en el intervalo 0,65 a 0,75 mm. Supongamos que el diámetro sea d_1 . La longitud del orificio de purga está en el intervalo 1,95 a 2,05 mm. Supongamos que esta longitud sea L . El orificio de purga conduce a una cámara de recogida, también de diámetro d_2 .

El segundo cuerpo coaxial tiene un pistón cilíndrico hueco que forma una junta suficientemente buena con el taladro en el otro cuerpo en el que no hay pérdida significativa de fluido entre las superficies cilíndricas de los cuerpos durante el transcurso de la prueba. Cualquier fuerza necesaria para vencer la fricción dinámica entre las superficies cilíndricas de los cuerpos puede medirse en presencia de una cantidad de fluido de prueba suficiente para lubricar la superficie de separación.

Con el orificio de purga temporalmente tapado, se invierte el primer cuerpo coaxial y se introduce una muestra del fluido que va a probarse en el taladro cilíndrico a una profundidad de al menos 6 mm. Entonces se inserta el segundo cuerpo coaxial en el primero. Entonces, el aparato se endereza y se destapa el orificio de purga. El segundo cuerpo coaxial se mantiene estacionario y el primero se baja hasta que el fluido salga del orificio de purga, en el que se recoge. Deben quedar al menos 5 mm de desplazamiento en esta etapa.

Se aplica una fuerza hacia abajo al primer cuerpo coaxial haciendo que se mueva. El tamaño de esta fuerza es de forma que la fuerza neta que actúa sobre la superficie del fluido, que es la fuerza aplicada, menos la fuerza necesaria para vencer la fricción dinámica entre las superficies cilíndricas de los cuerpos, más el peso del primer cuerpo coaxial, esté en el intervalo 9,95 a 10,05 N. Supongamos que esta fuerza neta sea F .

Un transductor de posición está unido al segundo cuerpo coaxial y a un registrador de datos, por medio del cual se obtiene una representación de posición frente a tiempo. Una vez se ha movido el segundo cuerpo coaxial al menos 1,5 mm en respuesta a la fuerza aplicada, el tiempo necesario para que se mueva otros 2,0 mm se mide a partir de la posición frente a la representación del tiempo. Al menos 1,5 mm de desplazamiento deben quedar después de este intervalo de 2 mm. Este tiempo medido se divide entre dos para dar un tiempo promedio para desplazarse 1,0 mm. Supongamos que este tiempo sea t_1 .

Según el análisis presentado anteriormente, si $v_{pistón}$ se mide en unidades del SI,

$$\frac{1}{v_{piston}} = 1000t_1 = \frac{8\pi\mu L(d_2^4 + d_1^4 - 2d_1^2d_2^2)}{Fd_1^4}$$

O, en otras palabras,

$$\mu = \frac{125t_1Fd_1^4}{\pi L(d_2^4 + d_1^4 - 2d_1^2d_2^2)}$$

Así se determina la viscosidad dinámica.

El procedimiento de prueba va a repetirse otras cuatro veces con diferentes muestras del fluido y la media de los cinco resultados obtenidos se toma como la viscosidad dinámica del fluido.

Este procedimiento es aplicable a tanto fluidos newtonianos como no newtonianos. Especialmente en el caso de fluidos que se apartan considerablemente del comportamiento newtoniano, las diversas dimensiones del aparato y la fuerza aplicada deben estar exactamente en el punto central de los intervalos facilitados anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de inyección (10; 110) que comprende:

5 una carcasa (12; 112) adaptada para recibir una jeringa (14; 114) que tiene una boquilla de descarga (18; 118), incluyendo la carcasa medios (26; 126) para inclinar la jeringa desde una posición extendida en la que la boquilla de descarga se extiende desde la carcasa hasta una posición retraída en la que la boquilla de descarga está contenida dentro de la carcasa;

10 un accionador (30; 130);
una transmisión accionada por el accionador y que a su vez actúa sobre la jeringa para descargar su contenido mediante la boquilla de descarga;

15 un mecanismo de desacoplamiento, activado cuando la transmisión ha avanzado a una posición de desacoplamiento nominal, para desacoplar un primer componente (32; 132) de la transmisión de un segundo componente (34; 134) de la transmisión y permitir que dicho primer componente de la transmisión se mueva con respecto al segundo;

20 un mecanismo de liberación, activado cuando dicho primer componente ha alcanzado una posición de liberación nominal con respecto a dicho segundo componente, para liberar la jeringa de la acción del accionador, con lo cual el medio de inclinación restaura la jeringa a su posición retraída; y
un fluido altamente viscoso que amortigua el movimiento de dicho primer componente con respecto al segundo, de manera que la liberación de la jeringa se retarda después de la activación del mecanismo de desacoplamiento para permitir que los restantes contenidos de la jeringa se descarguen antes de que se libere la jeringa.

25 2. Un dispositivo de inyección según la reivindicación 1, en el que el primer y segundo componentes del dispositivo son el primer y segundo elementos de la transmisión, de los cuales el primero es accionado por el accionador y el segundo actúa sobre la jeringa para avanzarla desde su posición retraída hasta su posición extendida y descargar su contenido mediante la boquilla de descarga, siendo el primer elemento de transmisión capaz de moverse con respecto al segundo cuando el primero es accionado por el accionador y el último es retenido por la jeringa.

30 3. Un dispositivo de inyección según la reivindicación 2 que comprende además un depósito (48; 148) definido en parte por el primer elemento de transmisión y en parte por el segundo elemento de transmisión, tendiendo el volumen del depósito a reducirse a medida que el primer elemento de transmisión se mueve con respecto al segundo cuando se acciona por el accionador, conteniendo el depósito el fluido altamente viscoso y teniendo un respiradero (44; 144) a través del cual el fluido escapa a medida que disminuye el volumen del depósito.

35 4. Un dispositivo de inyección según la reivindicación 2, que comprende además un acoplamiento que previene que se mueva el primer elemento de transmisión con respecto al segundo hasta que han avanzado a una posición de desacoplamiento nominal que es menos avanzada que dicha posición de liberación nominal.

40 5. Un dispositivo de inyección según la reivindicación 4, en el que:

el acoplamiento es un tercer elemento de transmisión (36) que actúa sobre el primer y segundo elementos de transmisión;

45 el mecanismo de desacoplamiento está adaptado para desacoplar el tercer elemento de transmisión del segundo de manera que el tercer elemento de transmisión ya no actúe más una vez se ha alcanzado dicha posición de desacoplamiento nominal, permitiendo así que el primer elemento de transmisión se mueva con respecto al segundo; y
el mecanismo de liberación está adaptado para desacoplar el tercer elemento de transmisión del primero de manera que el tercer elemento de transmisión ya no actúe más una vez se ha alcanzado dicha posición de liberación nominal, liberando así la jeringa de la acción del accionador.

50

6. Un dispositivo de inyección según la reivindicación 4, en el que:

55 el acoplamiento comprende características cooperantes (133; 135) del primer y segundo elementos de transmisión permitiendo que el primero actúe sobre el segundo;

el mecanismo de desacoplamiento está adaptado para desacoplar el primer elemento de transmisión del segundo de manera que el primer elemento de transmisión ya no actúe sobre el segundo una vez se ha alcanzado dicha posición de desacoplamiento nominal, permitiendo así que el primer elemento de transmisión se mueva con respecto al segundo; y

60 el mecanismo de liberación está adaptado para desacoplar el primer elemento de transmisión del accionador de manera que el accionador ya no actúe una vez se ha alcanzado dicha posición de liberación nominal, liberando así la jeringa de la acción del accionador.

7. Un dispositivo de inyección según la reivindicación 3, en el que el respiradero está en comunicación con una cámara de recogida (42; 142) definida por un elemento de transmisión, dentro de la cual se recoge el fluido escapado.

65

8. Un dispositivo de inyección según una cualquiera de las reivindicaciones 3 ó 7, en el que un elemento de transmisión incluye un vástago (40; 140) y el otro incluye un taladro (46; 146) que está abierto en un extremo para recibir el vástago, definiendo así el taladro y el vástago el depósito de fluido.
- 5 9. Un dispositivo de inyección según la reivindicación 7, en el que un elemento de transmisión incluye un vástago y define el respiradero y la cámara de recogida y el otro elemento de transmisión incluye un taladro ciego que está abierto en un extremo para recibir el vástago y cerrado en el otro, definiendo así el taladro y el vástago el depósito de fluido.
- 10 10. Un dispositivo de inyección según la reivindicación 7 o la reivindicación 9, en el que la cámara de recogida se define por un taladro en dicho elemento, estando abierto en un extremo y cerrado en el otro, excepto por el respiradero.
- 15 11. Un dispositivo de inyección según una cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en el que dicho elemento de transmisión es el primer elemento de transmisión.

20

25

30

35

40

45

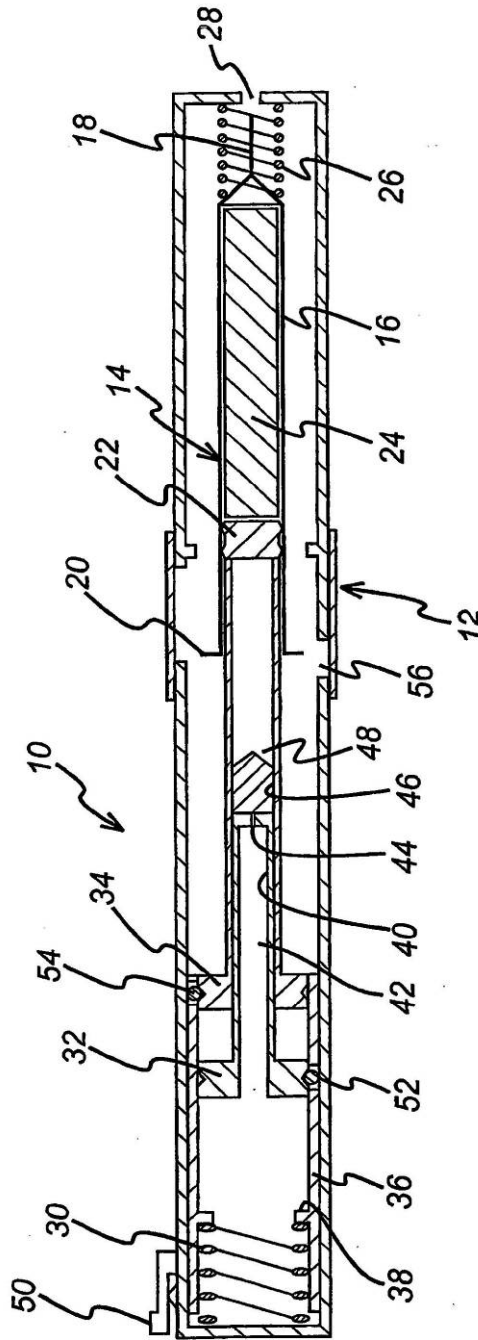
50

55

60

65

FIG. 1



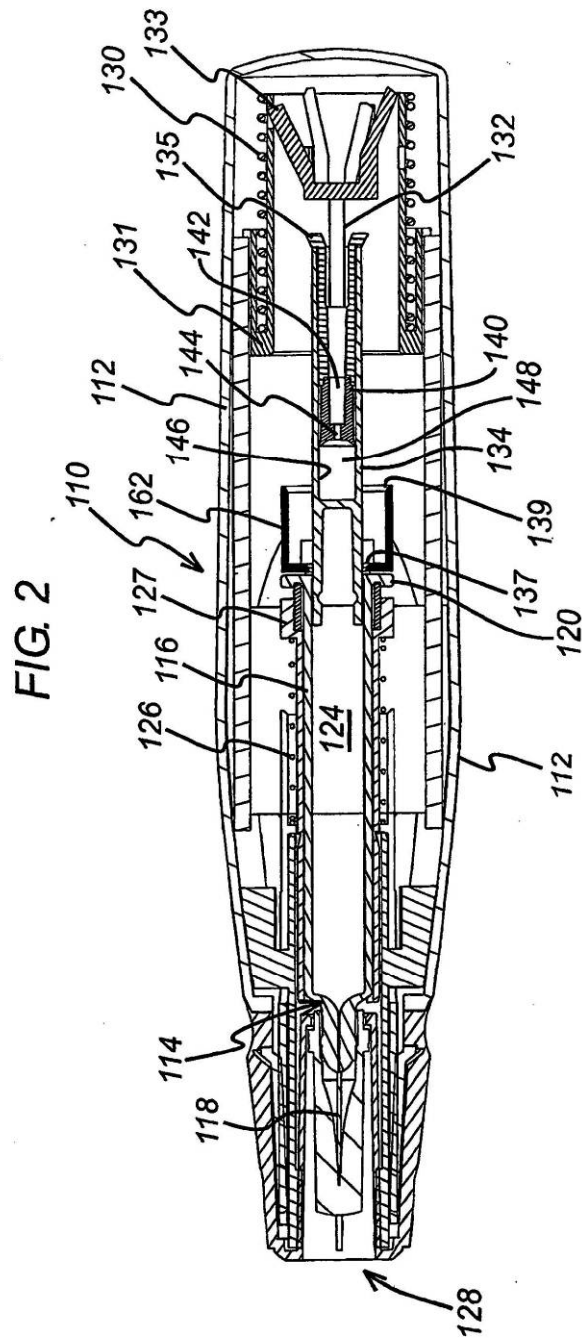


FIG. 3

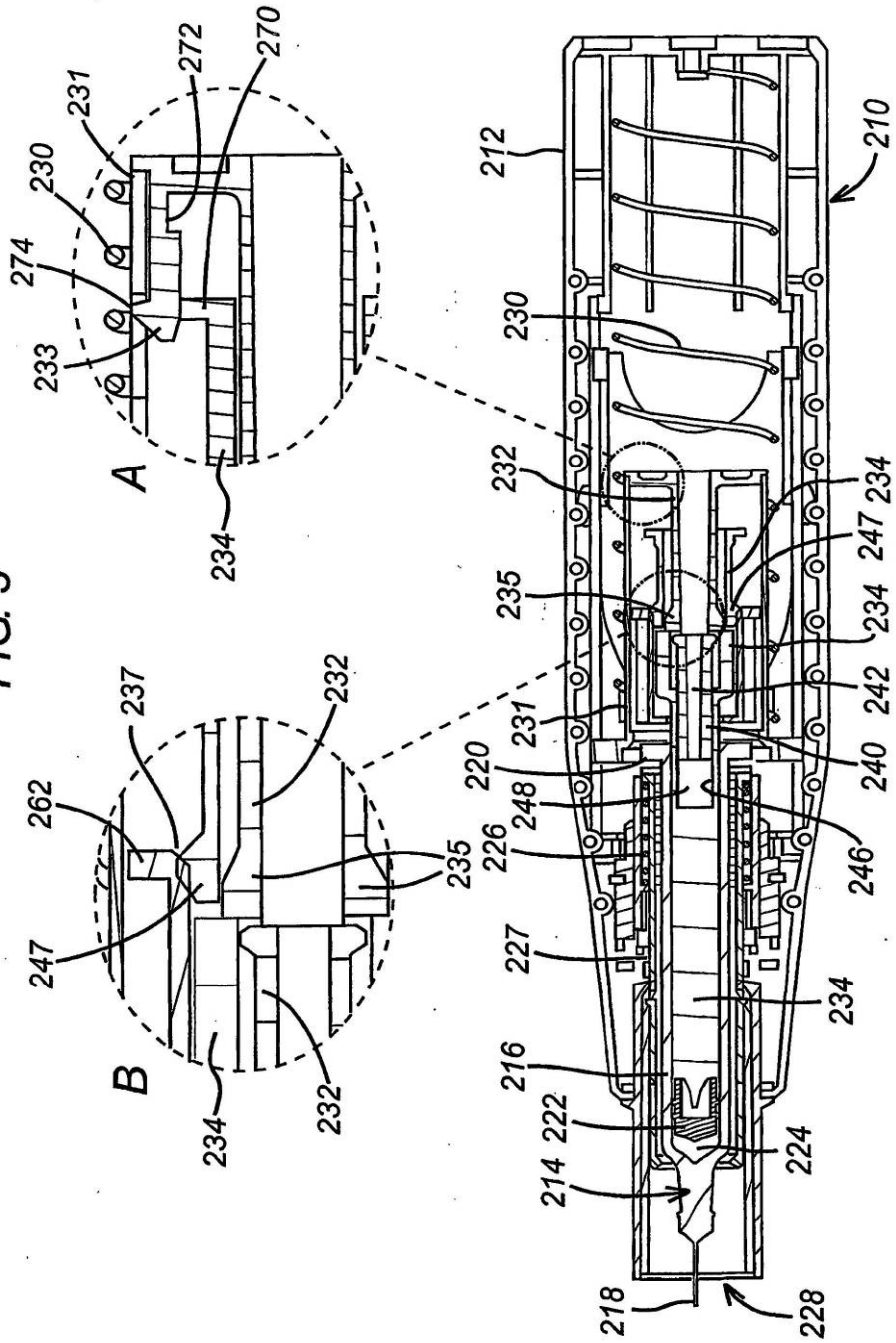


FIG. 4

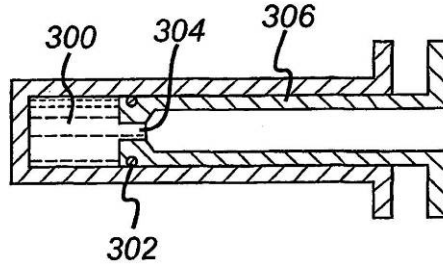


FIG. 5

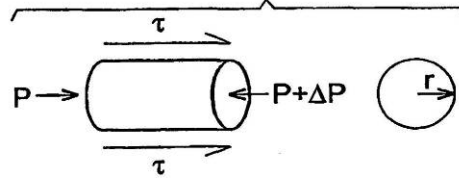


FIG. 6

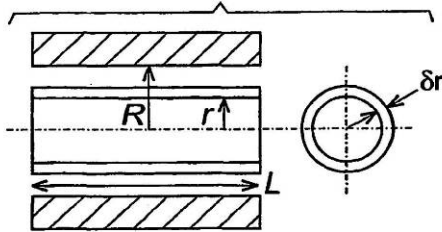


FIG. 8

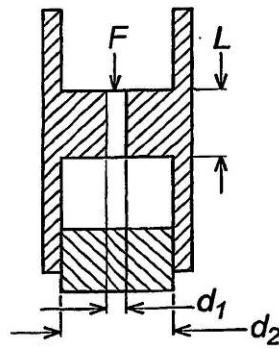


FIG. 7

