

SUMINISTRO DE FLUIDO DESDE UNA JERINGA

REFERENCIA CRUZADA A LA SOLICITUD RELACIONADA

[0001] Esta solicitud reclama prioridad sobre la solicitud de patente no provisional de EE. UU. Número de serie 16/686,002, presentada el 15 de noviembre de 2019, actualmente pendiente, y también reclama prioridad para la solicitud de patente provisional de EE. UU. Número de serie 62/814,989, presentada el 7 de marzo de 2019, actualmente. pendiente, cuyas especificaciones se incorporan en la presente como referencia en su totalidad.

CAMPO

[0002] La presente invención se refiere en general al suministro de fluido desde una jeringa, y más particularmente a un conjunto de bomba, soporte de jeringa, conjunto de jeringa, aparato de control de flujo y métodos asociados para suministrar fluido desde la jeringa.

BREVE DESCRIPCIÓN

[0003] La administración de medicamentos o nutrición a un paciente que no puede ingerir el medicamento o la nutrición por vía oral se puede efectuar utilizando sistemas de control de flujo peristáltico. Normalmente, en tales sistemas, el fluido se suministra al paciente mediante un conjunto de bomba que incluye un tubo elastomérico flexible cargado en un aparato de control de flujo, tal como una bomba peristáltica, que suministra fluido al paciente a una velocidad controlada de suministro. La bomba peristáltica generalmente tiene una carcasa que incluye un rotor acoplado operativamente a un motor a través de una caja de cambios. El rotor impulsa el fluido a través del tubo flexible del conjunto de bomba por la acción peristáltica efectuada por la compresión reversible creada por impacto, por ejemplo, por tracción, por uno o más rodillos en el rotor. La rotación del rotor comprime progresivamente la tubería elastomérica que impulsa el fluido a una velocidad controlada. El conjunto de bomba puede tener un mecanismo de válvula para permitir o prevenir comunicación de flujo de fluido a través del conjunto de bomba. El sistema de control de flujo también puede tener un controlador que regule de manera operativa uno o más motores que controlen de manera efectiva el flujo de fluido.

[0004] Las bombas peristálticas funcionan suministrando fluido en pequeñas cargas llamadas "alícuotas". El rotor se acopla al tubo elastomérico del conjunto de bomba, pellizcando una parte del tubo elastomérico y empujando el fluido hacia delante del punto de tracción, por ejemplo, más cerca del paciente que de la fuente de fluido hacia el paciente. Normalmente, el volumen de fluido que se administrará al paciente se controla en la bomba contando el número de alícuotas, cada una de las cuales tiene sustancialmente el mismo volumen, y se detiene cuando el número alcanza una cantidad correspondiente al volumen total deseado de fluido que se va a administrar. Las bombas peristálticas son higiénicas y generalmente precisas y, por lo tanto, muy útiles en la administración de medicamentos y fluidos terapéuticos al paciente.

[0005] En un aspecto, un método para suministrar fluido desde una jeringa a un sujeto usando un dispositivo de bombeo de un aparato de control de flujo generalmente comprende ubicar el aparato de control de flujo sobre una superficie de soporte horizontal. Proporcionar a la jeringa un volumen de líquido que incluya una cantidad total de nutriente preferido y una cantidad de líquido nutriente no preferido. Montaje de la jeringa con relación al aparato de control de flujo por lo que la jeringa está orientada en una orientación generalmente vertical de modo que una salida de la jeringa mire hacia arriba. Iniciar la operación del dispositivo de bombeo para extraer el líquido de la jeringa durante un período de tiempo. Suministrar al menos una parte del volumen de fluido de la jeringa al sujeto de modo que al menos el 40% de la cantidad total de nutriente preferido en el fluido se suministre desde la jeringa dentro de un primer tercio de la duración del tiempo en que el dispositivo de bombeo está en funcionamiento para extraer el fluido de la jeringa.

[0006] En otro aspecto, un soporte de jeringa para soportar una jeringa que incluye un cilindro que tiene una salida y un émbolo recibido en un extremo del cilindro opuesto a la salida comprende generalmente una base para soportar el soporte de la jeringa sobre una superficie de soporte horizontal. Un soporte asegura la jeringa al soporte de la jeringa. El soporte se puede unir a la base y se puede colocar de forma selectiva con respecto a la base para orientar la jeringa en al menos dos posiciones diferentes.

[0007] En otro aspecto más, un aparato de control de flujo para usar con un conjunto de bomba para suministrar fluido desde una fuente de alimentación a través del conjunto de bomba a un sujeto generalmente comprende un dispositivo de bombeo capaz de actuar sobre el conjunto de bomba para producir un flujo de fluido dentro del conjunto de bomba durante un ciclo de alimentación. Un controlador está en comunicación con el dispositivo de bombeo

para controlar el funcionamiento del dispositivo de bombeo en una configuración de alimentación para producir el flujo de un fluido en el conjunto de bomba. El controlador incluye un procesador y una memoria. El controlador está adaptado para almacenar en la memoria un caudal seleccionado y un volumen de fluido deseado del fluido. El controlador está configurado para ejecutar en el procesador un compensador de tiempo de alimentación para ajustar un tiempo de alimentación para operar el dispositivo de bombeo para entregar el fluido a través del conjunto de bomba durante el ciclo de alimentación para tener en cuenta una desviación detectada en el caudal real de la fuente de alimentación del caudal seleccionado.

[0008] En otro aspecto más, un soporte para un aparato de control de flujo que incluye un sistema de bombeo para acoplar un conjunto de bomba montado en el aparato generalmente comprende una base para recibir al menos una parte del aparato de control de flujo. La base está configurada para soportar el aparato de control de flujo sobre una superficie de soporte horizontal por lo que el aparato de control de flujo está orientado en una orientación generalmente horizontal. Al menos una pata ajustable en la base está configurada para cambiar una orientación angular de la base con respecto a un eje horizontal cuando la base está apoyada en la superficie de soporte horizontal cambiando así una orientación angular del aparato de control de flujo cuando el aparato de control de flujo está recibido en la base.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009] La figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema de alimentación que incluye una bomba de alimentación enteral, un soporte de bomba, un conjunto de alimentación y una jeringa;

[0010] La figura 2 es una vista en perspectiva fragmentada del sistema de alimentación que incluye la bomba de alimentación enteral y una parte del conjunto de alimentación;

[0011] La figura 3 es la vista en perspectiva de la figura 2, pero con porciones del casete removidas;

[0012] La figura 4 es una vista en perspectiva frontal de la bomba de alimentación enteral;

[0013] La figura 4A es una vista en perspectiva posterior de la bomba de alimentación enteral;

[0014] La Figura 5 es una perspectiva del casete;

- [0015] La Figura 6 es una perspectiva de un ajuste del casete;
- [0016] La figura 7 es una vista en perspectiva frontal de un soporte de bomba y jeringa del conjunto de alimentación;
- [0017] La Figura 8 es una vista en perspectiva posterior del soporte de bomba y la jeringa;
- [0018] La figura 9 es una perspectiva de un conector de jeringa del conjunto de alimentación;
- [0019] La Figura 10 es otra perspectiva del conector de jeringa;
- [0020] La Figura 11 es una sección del conector de jeringa;
- [0021] La figura 12 es una vista en perspectiva frontal del soporte de bomba;
- [0022] La figura 13 es una vista en perspectiva frontal de una base del soporte de bomba;
- [0023] La figura 14 es una vista en perspectiva frontal de un sujetador de jeringa del soporte de bomba;
- [0024] La figura 15 es una vista frontal del soporte de bomba con el sujetador de jeringa en una orientación horizontal;
- [0025] La figura 16 es una vista frontal del soporte de bomba con el sujetador de jeringa en una orientación vertical;
- [0026] La figura 17 es una vista frontal de la figura 16 con la jeringa cargada en el sujetador de jeringa y que muestra esquemáticamente leche materna en la jeringa;
- [0027] La figura 18 es una vista frontal del soporte de jeringa con el sujetador de jeringa en una orientación angulada;
- [0028] La figura 19 es un diagrama de bloque que muestra componentes de la bomba de alimentación enteral que puede utilizarse para implementar uno o más aspectos divulgados en la presente;
- [0029] La figura 20 es una gráfica que muestra un porcentaje de grasa suministrada en un tiempo dado en un ciclo de leche materna para diversas orientaciones de jeringa;
- [0030] La figura 21 es una gráfica que muestra un porcentaje de grasa total acumulada suministrada en el tiempo para un ciclo de entrega de leche materna para diversas orientaciones de jeringa;

[0031] La figura 22 es una perspectiva frontal de la otra modalidad de un soporte de bomba;

[0032] La Figura 23 es una perspectiva posterior del soporte de bomba de la Figura 22;

[0033] La Figura 24 es una vista despiezada del soporte de bomba de la figura 22; y

[0034] La figura 25 es una vista frontal del soporte de bomba con una pata del soporte de bomba pivotada para unirse a una superficie de soporte para orientar el soporte de bomba en una orientación angulada.

[0035] Los caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes a lo largo de las figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0036] Uno o más aspectos de la presente invención en relación con bombas peristálticas tales como bombas peristálticas rotatorias y en particular a un conjunto de alimentación montable en una bomba peristáltica rotatoria para proporcionar un aparato de suministro de fluido que detecta de manera adecuada y controla la cantidad de fluido suministrado a un paciente (por ejemplo, infante) y maximiza el suministro de nutrientes al paciente. Una o más características o estructuras ventajosas que proporcionan o facilitan una o más de tales características pueden implementarse en una bomba peristáltica empleada en diversas aplicaciones comerciales e industriales. Por tanto, aunque la discusión detallada se dirige a una bomba de alimentación enteral con un conjunto de alimentación que incluye un casete, una o más características de la invención pueden incorporarse o implementarse en otras bombas peristálticas. Por ejemplo, aunque la bomba analizada a modo de ejemplo es una bomba de alimentación enteral peristáltica rotativa, la presente invención tiene aplicación a otros tipos de bombas peristálticas (no mostradas), incluidas las bombas de infusión médicas. Adicionalmente, una o más de las diversas características y aspectos de la invención pueden implementarse en bombas peristálticas que utilizan mecanismos distintos a los rodillos sin apartarse del alcance de la presente invención, tales como bombas peristálticas lineales. Además, los conjuntos de alimentación (no mostrado) que no incluyen casetes pueden también utilizarse dentro del alcance de la presente invención.

[0037] Haciendo referencia ahora a los dibujos, y en particular a las Figuras 1-6, una bomba de alimentación enteral ejemplar (en términos generales, "aparato de control de flujo")

construida de acuerdo con una o más de los principios de la presente invención se indica generalmente en 1. La bomba de alimentación puede comprender una carcasa generalmente indicada en 3 que está construida para montar un casete, generalmente indicado en 5, de un conjunto de alimentación (en términos generales, un "conjunto de bomba"), generalmente indicada en 7. El conjunto de alimentación 7 puede incluir un conjunto de jeringa 12 conectado al casete 5 por medio de tubería 77. El casete 5 del conjunto de alimentación 7 se puede unir de forma liberable a la carcasa 3. En la modalidad ilustrada, un cartucho de casete 9 del casete se recibe de manera removible en un rebaje de casete (Figura 4) en la carcasa 6. Se apreciará que "carcasa", como se usa en este documento, puede incluir muchas formas de estructuras de soporte (no mostradas), que incluyen, entre otras, estructuras de múltiples partes y estructuras que no encierran ni albergan los componentes de trabajo de la bomba 1. La bomba 1 también puede tener una pantalla de visualización 10 en la carcasa 3 capaz de mostrar información sobre el estado y el funcionamiento de la bomba. Además, varios aspectos y características de la presente invención se pueden implementar sin el rebaje 6. Se pueden proporcionar uno o más botones 11 que pueden estar próximos a la pantalla de visualización 10 para su uso en el control y la obtención de información de la bomba 1, y uno o más diodos emisores de luz 13 pueden proporcionar información de estado para la bomba.

[0038] La pantalla de visualización 10 puede ser parte de un panel frontal (indicado generalmente con 19) de la carcasa 3 y puede estar unida de forma desmontable a la carcasa. La bomba de alimentación enteral puede además incluir una unidad de bomba indicada en general en 23 (Figuras 3 y 4) que comprende un motor de bomba 27 (Figura 19) conectada a un eje del motor (no mostrada). Se puede recibir una batería (no mostrada) en la carcasa 3 para alimentar el motor de la bomba. Se podría usar una fuente de energía distinta de la batería o además de ella para energizar la bomba, incluyendo uno o más motores primarios que impulsan la unidad de bombeo a través del eje del rotor.

[0039] La unidad de bombeo 23 tiene un rotor (indicado generalmente en 37) que se puede acoplar al eje del rotor. El rotor 37 puede incluir un disco interior 39, un disco exterior 41 y cuatro rodillos 43 (de los cuales solo se muestran tres) montados entre los discos interior y exterior para una rotación con respecto a los discos alrededor de sus ejes longitudinales. Los rodillos 43 se acoplan a un tubo 45 (figura 3) del conjunto de alimentación 7 que forma parte del casete 5 para suministrar fluido a través del conjunto de alimentación 7 a un sujeto cuando el casete 5 está unido a la carcasa 3. Por ejemplo, se puede administrar líquido nutricional (por ejemplo, leche materna y/o fortificante) a un bebé utilizando la bomba 1, el

casete 5 y el conjunto de alimentación 7. También se pueden suministrar otros fluidos usando la bomba 1 sin apartarse del alcance de la divulgación. En las modalidades ilustradas, el fluido de la jeringa 14 se extrae de la jeringa mediante una presión de vacío aplicada por la unidad de bombeo 23. Sin embargo, ciertos aspectos de la presente invención tienen la misma aplicación si el fluido de la jeringa 14 se administra desde la jeringa de otras formas, tales como presionando el émbolo dentro del cilindro de la jeringa.

[0040] Haciendo referencia a las Figuras 5 y 6, el cartucho de casete 5 puede comprender un cuerpo de casete 51 que tiene una parte delantera 53, una posterior 55, una parte superior 57 y una parte inferior 59. Las paredes laterales 61 y la pared superior 63 pueden extenderse desde la parte posterior 55 del cuerpo de casete 51 formando una cavidad posterior configurada para recibir un ajuste 65. El tubo 45 se puede unir de manera liberable al ajuste 65. El ajuste 65 puede tener lengüetas 88 que permiten que el ajuste 65 se fije o ajuste en el casete. En algunos casos, el ajuste se puede asegurar de forma extraíble al casete.

[0041] Haciendo referencia a la figura 6, el ajuste 65 comprende una base 67, un puerto de entrada 69, y un puerto de salida 71. El puerto de entrada 69 puede incluir una primera parte de unión 73 para su inserción en un extremo de entrada del tubo 45, y un par de segundas partes de unión 75A, 75B para recibir el tubo de entrada 77 (figura 3). El puerto de salida 71 puede incluir una primera parte de unión 79 para enganche o unión, por ejemplo, mediante la inserción en un extremo de salida del tubo 45, y una segunda parte de unión 81 para unión, tal como recibiendo el tubo de salida 83. La segunda parte de unión 75 A puede colocarse en comunicación fluida con una fuente de alimentación (por ejemplo, una jeringa 14), y la segunda parte de unión 75B puede colocarse en comunicación fluida con una fuente de descarga (por ejemplo, bolsa de fluido de descarga) a través del tubo de entrada 77 . Alternativamente, la segunda parte de unión 75B podría unirse a la fuente de alimentación y la segunda parte de unión 75A podría unirse a la fuente de descarga. Alternativamente, el ajuste 65 puede formarse integralmente con el cuerpo de casete 51, u omitirse. Además, la segunda unión 75B podría estar abierto al aire de modo que una vez que se complete la alimentación de líquido nutricional (por ejemplo, leche materna) a través de la segunda porción de unión 75A, la segunda porción de unión 75B podría usarse para despejar la línea de leche materna extrayendo aire a través de la línea. Esto evita que la leche materna se quede en el tubo y se desperdicie. Se entenderá que las segundas porciones de unión 75A y 75B podrían conmutarse por lo que la leche materna se alimenta a través de la segunda

porción de fijación 75B, y la acción de descarga se realiza a través de la segunda porción de fijación 75A sin apartarse del alcance de la descripción.

[0042] El tubo de entrada 77, el tubo 45, el ajuste 65 y el tubo de salida 83 se consideran parte del conjunto de alimentación 7. Se considera que el casete 5 es parte del conjunto de alimentación 7 para los fines de esta descripción. La jeringa 14 también puede considerarse parte del conjunto de alimentación 7. Sin embargo, los conjuntos de alimentación que incluyen más o menos componentes que los descritos en este documento están dentro del alcance de la presente invención.

[0043] En una modalidad preferida, el cartucho de casete 9 está hecho de un material polimérico tal como policarbonato. Haciendo referencia a las Figuras 3 y 4, un inserto 105 se puede recibir en el rebaje del casete 6 en la carcasa 3 para ayudar a asegurar el cartucho del casete 9 y el tubo 45 en el rebaje del casete. El inserto 105 puede colocarse en el rebaje 6 de tal manera que el inserto 105 se reciba en la cavidad posterior del cartucho del casete 9 cuando el casete 5 está unido a la carcasa 3. El inserto 105 puede comprender un par de primeros salientes opuestos 107 dispuestos en un lado de entrada del inserto para recibir la porción de entrada del tubo 45, y un par de segundos salientes opuestos 109 dispuestos en un lado de salida del inserto para recibir la porción de salida del tubo. Las marcas 112 pueden estar dispuestas en al menos una de las segundas proyecciones 109 que indican la dirección del flujo de fluido en el tubo 45. En la modalidad ilustrada, las marcas 112 tienen la forma de una flecha.

[0044] Haciendo referencia a las Figuras 1 y 7-11, un soporte de bomba se indica generalmente en 16. El soporte de la bomba 16 comprende una base 60 para soportar el soporte de la bomba sobre una superficie de soporte horizontal tal como una mesa, y un soporte de jeringa 62 unido a la base para asegurar la jeringa 14 a la base. La jeringa 14 y el sujetador de la jeringa 62 comprenden el conjunto de jeringa 12. El soporte de la bomba 16 soporta la jeringa 14 con relación a la bomba 1 cuando la bomba está montada en el soporte de la bomba. Más particularmente, y como se explicará con mayor detalle a continuación, el soporte 16 de la bomba está configurado para orientar la jeringa en múltiples orientaciones angulares. Alternativamente, el soporte de la bomba 16 puede configurarse como un soporte de jeringa de modo que el soporte reciba y soporte la jeringa 14 pero no monte y/o soporte también la bomba 1.

[0045] La jeringa 14 puede ser una jeringa convencional que incluye un cilindro 18, que puede estar graduado, y un émbolo 20 recibido de manera deslizante en el cilindro. En la modalidad ilustrada, la jeringa 14 incluye una punta hembra 24 que incluye una rosca externa 26 y que define una salida 28 y un paso de punta en comunicación con el interior del cilindro 18. La punta hembra 24 está centrada alrededor de un eje longitudinal LA de la jeringa 14. La jeringa 14 puede ser de otras configuraciones sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, la jeringa puede tener una punta excéntrica de modo que la punta hembra esté colocada fuera del centro del eje longitudinal de la jeringa. Aún se prevén otras configuraciones de jeringa dentro del alcance de la divulgación.

[0046] Haciendo referencia a las Figuras 1 y 9-11, el conector de jeringa 30 une la jeringa 14 al tubo de entrada 77 para conectar de forma fluida la jeringa al tubo de entrada. El conector de jeringa 30 comprende un cuerpo de conector moldeado de una pieza, formado integralmente, generalmente indicado con 34. El cuerpo conector 34 incluye una parte de conexión de jeringa 38 adaptada para conectar de manera extraíble a la punta hembra 24 de la jeringa 14, una porción de conexión de tubo 40 que recibe un extremo del tubo de entrada 77 para conectar de manera fluida una salida de la jeringa con el segunda porción de unión 75A del puerto de entrada 69 del casete 5, y una porción de válvula 41 que recibe una válvula o tapón 47 y configurada para purgar la jeringa después de la administración del fluido de alimentación. La porción de conexión de la jeringa 38 incluye un componente macho 42 configurado para formar un sello hermético a los líquidos con la punta hembra 24 de la jeringa 14 cuando se inserta en el paso de la punta. Un faldón exterior 44 de la parte de conexión de jeringa 38 rodea el componente macho 42 e incluye una rosca interna 46 configurada para acoplarse de manera roscada con la rosca externa 26 de la punta hembra 24.

[0047] El conector de jeringa 30 define los pasos de aire y de fluido entérico 50, 52, respectivamente. El paso de fluido enteral 52 conecta de forma fluida el interior del cilindro 20 con el tubo de entrada 77. El paso de aire 50 está configurado para conectar de forma fluida el tubo de entrada 77 con la atmósfera para purgar el tubo de entrada de fluido, como se explica en más detalle a continuación. El paso de fluido entérico 52 tiene una primera porción 52a que se extiende generalmente a lo largo de un eje A1 del cuerpo conector 34, a través del componente macho 42 de la porción de conexión de jeringa 38. Una segunda porción 52b del paso de fluido enteral 52 que conduce al tubo de entrada 77 se extiende a través de la porción de conexión del tubo 40 generalmente ortogonal a la primera porción 52a y al eje A1 del cuerpo del conector. El paso de aire 50 tiene una primera porción 50a que se

extiende generalmente a lo largo del eje A1 del cuerpo conector 34, a través de la porción de válvula 41. Una segunda porción 50b del paso de aire 50 que conduce al tubo de entrada 77 se extiende a través de la porción de conexión del tubo 40 generalmente ortogonal a la primera porción 50a y al eje A1 del cuerpo del conector. La segunda porción 50b del paso de aire 50 coincide con la segunda porción 52b del paso de fluido enteral 52 de manera que ocupan el mismo paso a través del conector 30.

[0048] La válvula 47 se aloja en la porción de válvula 41 del conector de jeringa 30 y sella el paso de aire 50 de la atmósfera. Con la válvula 47 alojada en la porción de válvula 41, puede activarse el funcionamiento normal de la bomba 1, por lo que la rotación del rotor 37 crea un vacío en el cilindro 20 de la jeringa 14 para extraer fluido de la jeringa. Sin embargo, una vez que se ha administrado todo el fluido desde la jeringa 14, todavía puede quedar algo de fluido en el tubo de entrada 77 que no se ha bombeado al sujeto. Para suministrar esta porción del fluido, la válvula 47 se puede abrir comunicando así el paso de aire 50 con la atmósfera. A continuación, se deja que el aire atmosférico fluya hacia el paso de aire 50 y hacia el tubo de entrada 77, forzando el fluido en el tubo a través de la línea y hacia el sujeto. Esto asegura que todo el fluido enteral de la jeringa 14 se administre al sujeto. A continuación, la válvula 47 puede cerrarse para las siguientes alimentaciones. En una modalidad, la válvula 47 comprende una válvula de retención de una vía tal como una válvula de pico de pato que permite que entre aire en el conector 30 una vez que la diferencia de presión entre el interior del conector y la atmósfera alcanza al menos 55.1581 kPa (8 psi). En un ejemplo, la válvula 47 puede abrirse cuando la diferencia de presión alcance entre aproximadamente 55.1581 (8) y aproximadamente 68.9476 kPa (10 psi). En una modalidad, el rotor 37 se hace girar a una posición en la que el tubo 45 no está ocluido para permitir que el aire fuerce al fluido a pasar por el rotor y al sujeto. El cuerpo 34 del conector de jeringa 30 puede considerarse en términos generales un carcasa de válvula que incluye una válvula 47 para purgar el tubo de entrada 77 de fluido.

[0049] Haciendo referencia a las Figuras 12 y 13, el soporte de la bomba 16 comprende la base 60 para soportar el soporte de la bomba sobre una superficie de soporte horizontal tal como una mesa, y el soporte de jeringa 62 para asegurar la jeringa 14 al soporte de bomba. El sujetador 62 se puede unir a la base 60 y se puede colocar de forma selectiva con respecto a la base para orientar la jeringa 14 en una pluralidad de posiciones diferentes en el soporte de bomba 16. Por ejemplo, el soporte de la bomba 16 está configurado para orientar la jeringa 14 es una primera configuración (figura 15) en la que la jeringa está orientada en una

orientación generalmente horizontal, y una segunda orientación (figura 16) en la que la jeringa está orientada en una orientación generalmente vertical. El soporte de la bomba 16 también puede configurarse para orientar la jeringa 14 en una tercera configuración (figura 18) mediante la cual la jeringa 14 se orienta en un ángulo entre las orientaciones horizontal y vertical. El soporte de la bomba 16 también puede configurarse para orientar la jeringa en orientaciones adicionales entre las orientaciones horizontal y vertical.

[0050] La base 60 tiene una superficie inferior plana 64 para apoyar la base sobre una superficie de soporte horizontal. Por tanto, la propia base 60 no está configurada para cambiar su posición angular con respecto a un eje horizontal cuando descansa sobre una superficie de soporte horizontal. Una pared posterior 66 se extiende hacia arriba desde la superficie inferior 64 y monta la bomba 1 en la base 60. Un par de paredes laterales 68 se extienden lateralmente desde la pared posterior 66 opuestos a lados opuestos de la bomba 1 cuando la bomba está montada en la base 60. La pared posterior 66 y las paredes laterales 68 definen juntas un espacio de recepción 70 para la bomba 1. Puede disponerse un soporte 101 en la pared posterior 66. En la modalidad ilustrada, la montura 101 tiene una forma triangular o arqueada redondeada e incluye una brida de montaje 103 que diverge en lados opuestos de la montura. La brida de montaje 103 del soporte 101 puede configurarse para acoplarse de forma deslizante a una ranura 136 (figura 4A) formada en una superficie posterior de la bomba 1 para montar la bomba en la base 60. Puede disponerse un poste 111 en la pared posterior 66 dentro del perímetro del soporte 101 y puede tener un receptáculo para recibir un retenedor (no mostrado) para bloquear la bomba 1 a la base 60. Un corte 120 en la pared posterior 66 forma un asa en la base 60 para transportar el soporte 16 de la bomba. La pared posterior 66 se une al soporte 62 para ubicar el soporte con relación a la base 60. En la modalidad ilustrada, se forman múltiples orificios 117 en la pared posterior 66 y se configuran para recibir sujetadores 74 para unir el sujetador 62 a la base 60. Se entenderá que pueden utilizarse otros medios para unir el sujetador 62 a la base 60 sin apartarse del alcance de la descripción.

[0051] Un conector de paso 76 está formado y se extiende a través de la pared posterior 66 en el corte 120. El conector pasante 76 incluye un enchufe 78 que se extiende hacia adelante en el conector 76 y en el espacio de recepción 70. Se forma un puerto 80 en un lado de recompensa del conector 76 y se extiende al menos parcialmente a través del conector. El puerto 80 está en comunicación eléctrica con el enchufe 78 de modo que la energía y los datos se pueden transferir desde el puerto al enchufe y, por lo tanto, a través del conector 76.

El enchufe 78 está configurado para conectarse a un puerto 82 en la parte posterior de la bomba 1 (figura 4A). El puerto 80 en la base 60 está configurado para recibir un enchufe de un cable de alimentación (ahora mostrado) de modo que la energía del cable de alimentación se transfiera tanto al soporte 16 de la bomba como a la bomba 1 cuando se recibe el enchufe 78 del soporte de la bomba en el puerto 82 de la bomba 1. En la modalidad ilustrada, el conector de paso 76 está formado integralmente con la base. Sin embargo, el conector de paso 76 podría formarse por separado de la base 60 y unirse adecuadamente a la base. Además, se puede proporcionar un USB u otro conector adecuado (no mostrado) en la base 60. El conector USB está configurado para transferir datos al soporte de la bomba 16 y la bomba 1. Por ejemplo, las actualizaciones de software pueden comunicarse al soporte de la bomba 16 y la bomba 1 a través del conector USB. En una modalidad, el conector USB está formado como parte del conector de paso 76.

[0052] Haciendo referencia a las Figuras 12 y 14, el sujetador de jeringa 62 incluye un suelo 86, una pared posterior 88 que se extiende desde el suelo y paredes laterales opuestas 90 que se extienden lateralmente desde la pared posterior y alejándose del suelo. El suelo 86, la pared posterior 88 y las paredes laterales 90 definen juntas un espacio de recepción 92 para al menos una porción de la jeringa 14. Un primer par de bridas 94 se extienden desde las respectivas paredes laterales 90 del sujetador 62 cerca de la parte superior del sujetador. Cada pared lateral 90 tiene una porción rebajada 99 por encima de la brida 94 que forma un segundo par de bridas 96 espaciados longitudinalmente del primer par de bridas 94. Una porción del cilindro 18 de la jeringa 14 se recibe entre el primer par de bridas 94 y entre el segundo par de bridas 96. Las bridas 94, 96 impiden el movimiento lateral del cilindro 18 en el sujetador 62 a lo largo de un eje paralelo a la pared posterior 88. Un par de rieles 98 se extienden entre el suelo 86 y el primer par de bridas 94. Una placa en forma de U 100 está dispuesta fijamente en un extremo superior de los rieles 98, y una corredera en forma de U 102 está dispuesta alrededor de un extremo inferior de los rieles y configurada para moverse o deslizarse a lo largo de los rieles. Se forma un espacio 104 entre los primeros pares de bridas 94 y la placa en forma de U 100. El espacio 104 está configurado para recibir una brida 58 del cilindro 18 de la jeringa 14 (figura 7). La longitud del espacio 104 es ligeramente mayor que el grosor de la brida 58. Por tanto, la brida 58 se mantiene fija entre las bridas 94 y la placa 100, fijando así el cilindro 18 contra el movimiento longitudinal dentro del soporte 62. Además, cuando la jeringa 14 se recibe en el sujetador 62, una brida 44 del émbolo 20 se mantiene entre una palanca 121 y el deslizador 102. Por ejemplo, la

palanca 121 se puede accionar para girar la palanca hacia la izquierda como se muestra en la figura 14 para deslizar la palanca hacia abajo del carril 98 para proporcionar espacio para la brida del émbolo 44. La forma de U del deslizador 102 y la placa 100 están dimensionadas y configurados para recibir una varilla del émbolo 20 en su interior. A continuación, la palanca 121 se puede girar de nuevo hacia la derecha para deslizar la palanca hacia arriba por el riel 98 para asegurar la brida 44 del émbolo al deslizador 102. Como se explicará con mayor detalle a continuación, el fluido que se extrae del cilindro 18 de la jeringa 14 hace que el émbolo 20 se aleje del suelo 86. El movimiento del émbolo 20 es guiado por los deslizadores 102 sobre los rieles 98 de modo que el émbolo se mueve a lo largo de un eje sustancialmente lineal. Alternativamente, el soporte de la jeringa podría configurarse para fijar la posición longitudinal del émbolo 20 y permitir que el cilindro 18 se mueva con relación al émbolo cuando se extrae fluido del cilindro.

[0053] Una puerta o portal 106 está unida de forma pivotante entre uno del primer par de bridas 94 y uno del segundo par de bridas 96 y se puede mover entre una posición abierta para permitir que la jeringa 14 sea recibida en el espacio de recepción 92 y una posición cerrada para retener la jeringa en el espacio receptor. Se puede proporcionar un sensor 108 (figura 14) en el soporte 62 para detectar la posición de la puerta 106 una vez que se mueve a la posición cerrada. Basándose en la posición de la puerta 106, se puede hacer una determinación del tamaño de la jeringa 14. Por ejemplo, un controlador 72 (figura 19) en la bomba 1 puede iniciar un mensaje que requiera confirmación por parte de un usuario en respuesta a que la puerta 106 esté ubicada en una posición predeterminada que indica el tamaño de la jeringa 14 como un tamaño preprogramado almacenado dentro de una memoria 93. Alternativamente, el controlador 72 puede determinar automáticamente el tamaño de la jeringa 14 basándose en la posición de la puerta 106. Un brazo de conexión 110 se extiende desde una de las paredes laterales 90 y está configurado para unir el soporte 62 a la base 60. En particular, el brazo de conexión 110 incluye múltiples orificios 113 correspondientes a los orificios 117 en la pared posterior 66 de la base 60 de modo que los sujetadores 74 puedan recibirse a través de los orificios para unir al sujetador 62 a la base.

[0054] Haciendo referencia a las Figuras 1 y 14, se puede unir un sensor de posición 115 a la pared posterior 88 para detectar el movimiento del émbolo 20. En la modalidad ilustrada, el sensor de posición 115 comprende un potenciómetro resistivo lineal. Un contacto 114 del potenciómetro 115 está dispuesto en una parte móvil del soporte 62, tal como el deslizador 102, de modo que el movimiento del deslizador hace que el contacto se mueva a lo largo del

potenciómetro 115. Debido a que el cilindro 18 se mantiene fijo en el soporte 62, a medida que se extrae fluido del cilindro, el émbolo 20 se moverá hacia el interior del cilindro. La brida 44 del émbolo 20 se acopla con el deslizador 102 cuando el émbolo se mueve hacia el interior del cilindro 18, provocando que el deslizador se mueva a lo largo de los rieles 98. Por lo tanto, en esta modalidad, el movimiento del contacto 114 representa el movimiento del émbolo 20 con respecto al cilindro 18 y al soporte 62 causado por el fluido de alimentación que se extrae de la jeringa 14. Dicho de otra manera, el movimiento del contacto 114 corresponde a la distancia que ha avanzado el émbolo 20 dentro del cilindro 18. Dado que el área de la sección transversal de la cavidad interna del cilindro 18 se conoce a partir de la detección del tamaño de la jeringa, el potenciómetro 115 se puede calibrar de modo que el movimiento del contacto 114 indique el volumen de fluido expulsado de la jeringa 14. En particular, conociendo el diámetro interior del cilindro 18 de la jeringa 14, en combinación con la distancia que se ha movido el deslizador 102/el émbolo 20, se puede determinar el volumen de fluido suministrado desde la jeringa 14. El potenciómetro 115 puede estar conectado eléctricamente al controlador 72 para recibir señales de posición del potenciómetro 115 que indican el movimiento del deslizador 102. El controlador 72 puede estar ubicado en la bomba 1 o puede estar ubicado lejos de la bomba 1 y en comunicación con la bomba 1. Por ejemplo, el controlador 72 puede estar localizado en el soporte de bomba 16. En la modalidad en la que el émbolo 20 se mantiene fijo y el cilindro 18 se mueve con relación al émbolo, el movimiento del contacto representa el movimiento del cilindro 18.

[0055] También se prevén otros sensores de posición sin apartarse del alcance de la divulgación. Por ejemplo, se puede usar un potenciómetro magneto resistivo lineal (no mostrado). En esta modalidad, se puede unir un contacto magnético al deslizador 102, o alternativamente a una estructura unida al émbolo 20, para medir el movimiento del deslizador/émbolo. El contacto magnético que se adjunta al émbolo requeriría jeringas que tengan el contacto magnético para usarse con el sistema de bombeo. Además, podría usarse un sensor de posición inductivo (no mostrado). En otra modalidad más, una cámara (no mostrada) podría utilizarse para monitorear el movimiento del émbolo 20. En esta modalidad, el movimiento de cualquier punto de la jeringa 14 (por ejemplo, el émbolo 20) se puede rastrear usando software de análisis de imágenes en comunicación con la cámara. El tamaño de la jeringa 14 también se puede detectar automáticamente usando la cámara y el software de imagen. En otra modalidad más, se puede emplear un sensor de lámina o un sensor no magnético. En modalidades adicionales, las cantidades de suministro de fluido

podrían determinarse mediante detección de peso. Los ejemplos de dispositivos de detección de posición no son exhaustivos de los que caen dentro del alcance de la presente invención.

[0056] El conjunto de alimentación ejemplar 7 puede usarse para la alimentación enteral de recién nacidos para lograr el suministro de fluido medido usando la bomba de alimentación enteral 1. En dicho método, el líquido enteral se extrae en la jeringa 14 tirando del émbolo 20 hacia atrás. La cantidad de líquido enteral se puede medir usando marcas de graduación en el cilindro 18 de la jeringa 14. Después de llenar la jeringa 14 con la cantidad adecuada de líquido enteral, el conector de la jeringa 30 se puede unir a la punta de la jeringa 24, por ejemplo, enroscando la parte de conexión de la jeringa 38 en la punta. La parte de conexión del tubo 40 también se puede conectar al tubo de entrada 77. Antes de unir el casete 5 a la carcasa 3 de la bomba, el tubo de entrada 77 se puede conectar al puerto de salida 69, y el tubo de salida 83 se puede unir al puerto de salida 71 del casete 5.

[0057] Para unir el casete 5 a la carcasa 3 de la bomba, se pueden insertar uno o más pasadores o salientes 119 (figura 5) en la parte inferior 59 del cuerpo del casete 51 puede insertarse en las ranuras 124 (figuras 3 y 4) en la parte inferior del hueco 6 de la carcasa 3. El acoplamiento entre los salientes 119 elevados y las ranuras 124 ubica generalmente el cartucho del casete 9 en la carcasa 3. El cuerpo del casete 51 se puede girar entonces hacia arriba hasta que los rebordes 123 de una lengüeta 125 en la parte superior 57 del cuerpo del casete sean capturados por un pestillo 127 en la parte superior del rebaje 6 (figura 2 y 4). Para separar el casete 5 de la carcasa 3 de la bomba, se puede presionar la lengüeta 125 para desenganchar los rebordes 123 del pestillo 127. Una vez que el casete 5 está unido a la carcasa de la bomba 3, el tubo 45 se coloca para el acoplamiento de los rodillos 43 de la bomba 1.

[0058] El soporte de la bomba 16 se puede configurar para colocar el soporte 62 de la jeringa en una pluralidad de orientaciones angulares diferentes mientras que la bomba 1 y la base 60 del soporte de la bomba se apoyan en una orientación horizontal sobre una superficie de soporte S para colocar la jeringa 14 recibida en el sujetador de la jeringa en una orientación angular correspondiente. Orientar la jeringa 14 en una orientación particular puede ser ventajoso para administrar un nutriente preferido dentro de un volumen de fluido en la jeringa antes en un ciclo de alimentación. En una modalidad, la jeringa 14 se puede posicionar selectivamente en una orientación horizontal (figura 15) por lo que el eje longitudinal LA de la jeringa está orientada generalmente paralela a un eje horizontal cuando la jeringa se recibe en el soporte 62. Esto se hace fijando el brazo de conexión 110 del

soporte 62 a la pared posterior 66 de la base 60 en una primera posición de fijación alineando los orificios 113 en el brazo de conexión con los orificios 117 en la pared posterior en una primera orientación de alineación. En una modalidad, la jeringa 14 se puede posicionar selectivamente en una orientación vertical (figura 16) por lo que el eje longitudinal LA de la jeringa está orientada generalmente paralela a un eje vertical de manera que la punta 24 de la jeringa se orienta hacia arriba cuando la jeringa se recibe en el sujetador 62 (figura 17). Esto se hace fijando el brazo de conexión 110 del soporte 62 a la pared posterior 66 de la base 60 en una segunda posición de unión, diferente de la primera posición de fijación alineando los orificios 113 en el brazo de conexión con los orificios 117 en la pared posterior en una segunda orientación de alineación. Si el líquido nutricional contenido en la jeringa 14 es leche materna M, por ejemplo, al orientar la punta 24 de la jeringa hacia arriba, la separación natural del contenido de la leche materna M hará que cualquier grasa F dentro de la leche M suba a la parte superior de la mezcla, localizando así la grasa F más cercana a la salida 28 de la jeringa 14 con relación a la porción líquida no grasa de la leche materna. Por lo tanto, la grasa F, que es la parte más importante de la leche M para el bebé, se le suministrará primero al bebé. Esto no ocurrirá cuando la jeringa 14 esté dispuesta de modo que el cilindro 18 esté orientado horizontalmente. En esta orientación, la grasa F de la leche materna M tiende a acumularse en la parte superior del cilindro 18, lejos de la punta 24, de modo que en una orientación horizontal el contenido acuoso de la leche M se distribuye primero. A menudo, los recién nacidos pueden tolerar solo cantidades muy pequeñas de leche en una alimentación dada. Por lo tanto, es importante que el recién nacido reciba la mayor cantidad de grasa posible y lo antes posible en una alimentación. Se prevé que los nutrientes preferidos distintos de la grasa pueden administrarse preferentemente con la jeringa 14 colocada en la punta de orientación angular vertical hacia arriba. Por ejemplo, las vitaminas y/o minerales dentro de un líquido nutricional pueden administrarse preferentemente en esta orientación angular.

[0059] El soporte de la bomba 16 también está configurado para orientar la jeringa 14 en otras orientaciones angulares. En una modalidad, la jeringa 14 se puede posicionar selectivamente en una orientación angulada (figura 18) por lo que el eje longitudinal LA de la jeringa está dispuesto en un ángulo con relación a los ejes vertical y horizontal de manera que la punta 24 de la jeringa se orienta hacia arriba en un ángulo cuando la jeringa se recibe en el sujetador 62. Esto se hace fijando el brazo de conexión 110 del soporte 62 a la pared posterior 66 de la base 60 en una tercera posición de unión, diferente de la primera y la

segunda posiciones de fijación, alineando los orificios 113 en el brazo de conexión con los orificios 117 en la pared posterior en una tercera orientación de alineación. La orientación de la jeringa 14 de esta manera también permite la separación natural del contenido de la leche materna en la jeringa. En la modalidad ilustrada, la jeringa está orientada en un ángulo de aproximadamente 40 grados con respecto al eje horizontal. Sin embargo, la jeringa 14 puede colocarse en otros ángulos sin apartarse del alcance de la divulgación. En una modalidad, la jeringa 14 puede orientarse en un ángulo entre aproximadamente 20 y aproximadamente 60 grados con respecto al eje horizontal. En una modalidad, la jeringa 14 puede orientarse en un ángulo entre aproximadamente 20 y aproximadamente 40 grados con respecto al eje horizontal.

[0060] En una modalidad, el soporte de la bomba 16 se puede unir a un soporte vertical tal como un portasueros para orientar la jeringa 14 en una segunda orientación vertical por lo que el eje longitudinal LA de la jeringa es generalmente paralelo al eje vertical de modo que la punta 24 de la jeringa se oriente hacia abajo. Por ejemplo, el soporte de la bomba 16 se puede configurar en cualquiera de las orientaciones angulares de las figuras 15, 16 y 18 y montados en el portasueros a través de un soporte 129 en la parte posterior del soporte de la bomba. El soporte de la bomba 16 se puede manipular (por ejemplo, girar o rotar) para orientar la jeringa 14 de manera que se extienda verticalmente con la punta 24 apuntando hacia abajo. La orientación de la jeringa 14 de esta manera facilita la administración del fortificante en la jeringa 14 a un bebé. Esto se debe a que los nutrientes del fortificante se hundirán hasta el fondo del cilindro 20 de la jeringa 14. Por tanto, si la punta 24 de la jeringa 14 está ubicada en la parte inferior de la jeringa 14, los nutrientes del fortificante se administrarán primero. Adicionalmente, con el soporte de la bomba 16 configurado en cualquiera de las orientaciones angulares de las figuras 15, 16 y 18 y montado sobre un soporte vertical, el soporte de la bomba puede manipularse para orientar la jeringa 14 en cualquier orientación angular deseada.

[0061] En una modalidad, el soporte de la bomba 16 está configurado de manera que la orientación del sujetador de la jeringa 62 no se puede cambiar mientras la bomba 1 se recibe en el soporte de la bomba. Por tanto, el sujetador de la jeringa 62 debe permanecer en una orientación seleccionada una vez que ha comenzado el funcionamiento de la bomba 1. Por lo tanto, cambiar la orientación del sujetador de la jeringa 62 requiere retirar la bomba 1 del soporte de la bomba 16 y una herramienta para separar el sujetador de la jeringa 62 de la base 60 para reposicionar el sujetador de la jeringa como se desee. En una modalidad, el soporte

de la bomba 16 debe devolverse al departamento de biotecnología de un hospital o al fabricante para cambiar la posición del sujetador de la jeringa 62.

[0062] Haciendo referencia a las Figuras 20 y 21, se ha descubierto que orientar la punta 24 de la jeringa hacia arriba cuando se administra leche materna a un bebé proporciona un aumento significativo en el suministro de grasa dentro de las etapas iniciales del suministro. En un estudio comparativo, las jeringas de punta central llenas de leche materna se orientaron en diferentes posiciones angulares durante los ciclos de alimentación y se controló la cantidad y el tiempo de liberación de grasa durante todo el proceso de suministro. En particular, el estudio monitoreó la entrega de la leche materna en jeringas mantenidas en una orientación angular horizontal, en un ángulo de 25 grados con respecto a la horizontal con la punta de la jeringa hacia arriba, en un ángulo de 45 grados con respecto a la horizontal con la punta de la jeringa hacia arriba, en una orientación vertical donde la jeringa se coloca en un ángulo de 90 grados con respecto a la horizontal con la punta de la jeringa hacia arriba, y una orientación vertical donde la jeringa se coloca en un ángulo de 90 grados con respecto a la horizontal con la punta de la jeringa hacia abajo. En términos generales, las jeringas que estaban orientadas de manera que las puntas de las jeringas miraban hacia arriba liberaban un porcentaje mayor de la porción de grasa de la leche materna al principio del ciclo de suministro. Por el contrario, las jeringas orientadas con sus puntas hacia abajo liberaron el porcentaje más bajo de la porción de grasa de la leche materna en las primeras etapas del ciclo de suministro.

[0063] El ciclo de alimentación para cada orientación de la jeringa duró 60 minutos. De las cinco orientaciones de la jeringa, la orientación vertical con la punta de la jeringa hacia arriba fue la más efectiva para administrar el contenido de grasa de la leche materna dentro de las etapas tempranas del ciclo de alimentación. Con referencia a la figura 21, dentro de los primeros 20 minutos del ciclo de alimentación, se extrajo más del 40% de la cantidad total de grasa en la leche materna. En una modalidad, más del 44% de la cantidad total de grasa se administró en los primeros 20 minutos. Además, en una parte de ese tiempo, cada cantidad de leche materna que se extraía incluía más del 10% de grasa (Figura 20). En una modalidad, durante al menos 5 minutos dentro de los primeros 20 minutos de suministro, cada cantidad de leche materna que se entregó incluía más del 10% de grasa. Ninguna de las otras orientaciones pudo reproducir estas capacidades de suministro de grasa dentro de los primeros 20 minutos del ciclo de suministro.

[0064] Con referencia a la figura 21, dentro de los primeros 30 minutos del ciclo de alimentación, se extrajo más del 60% de la cantidad total de grasa en la leche materna. En

una modalidad, más del 63% de la cantidad total de grasa se administró en los primeros 30 minutos. Además, en una parte de ese tiempo, cada cantidad de leche materna que se extraía incluía más del 10% de grasa (Figura 20). En una modalidad, durante al menos 10 minutos dentro de los primeros 30 minutos de suministro, cada cantidad de leche materna que se entregó incluía más del 10% de grasa. Ninguna de las otras orientaciones pudo reproducir estas capacidades de suministro de grasa dentro de los primeros 30 minutos del ciclo de suministro.

[0065] Con referencia a la figura 21, dentro de los primeros 40 minutos del ciclo de alimentación, se extrajo más del 65% de la cantidad total de grasa en la leche materna. En una modalidad, más del 70% de la cantidad total de grasa se administró en los primeros 40 minutos. En una modalidad, más del 71% de la cantidad total de grasa se administró en los primeros 40 minutos. Dentro de los primeros 50 minutos del ciclo de alimentación, se extrajo más del 80% de la cantidad total de grasa en la leche materna. En una modalidad, más del 84% de la cantidad total de grasa se administró en los primeros 50 minutos. Finalmente, al completar el ciclo de alimentación, se suministró más del 90% de la cantidad total de grasa. En una modalidad, más del 94% de la cantidad total de grasa se administró al final del ciclo de alimentación.

[0066] Con la jeringa 14 cargada en el sujetador 62 del soporte de la bomba 16 y unida al tubo 77, la bomba 1 está configurada para suministrar la solución de alimentación en la jeringa a un sujeto. El funcionamiento de la bomba 1 hace que los rodillos 43 se acoplen al tubo 45 en el cartucho del casete 9 para bombear la solución de alimentación desde la jeringa 14 al sujeto. El acoplamiento del tubo 45 por un rodillo 43 hace que los rodillos 43 ocluyan el tubo 45. Si el soporte 16 de la bomba está configurado de modo que la jeringa esté orientada en la orientación vertical con la punta 24 mirando hacia arriba, la gravedad no ayuda a extraer el fluido de alimentación de la jeringa. Además, no hay un accionamiento directo del émbolo 20 que fuerza el fluido hacia arriba fuera del cilindro 18. Por consiguiente, cuando el rotor 37 gira para ocluir el tubo 45 con los rodillos 34, primero se extrae aire, no líquido, del tubo de entrada 77 y del cilindro 18 de la jeringa 14, lo que aumenta la presión de vacío dentro de la jeringa. Después de un número suficiente de rotaciones del rotor, se crea un vacío en el tubo de entrada 77 y la jeringa 14. La rotación continua del rotor 37 extraerá fluido de alimentación desde el cilindro 18 al tubo de entrada 77 a través del puerto de entrada 69 y el tubo 45 del cartucho del casete 9 para ser bombeado por la bomba 1 al tubo de salida 83 al sujeto. Sin embargo, la rotación del rotor 37 no

produce un flujo uniforme continuo de fluido de alimentación a través del conjunto de alimentación 7 como puede ser el caso en las disposiciones de bombeo tradicionales donde la salida de la jeringa está orientada de tal manera que la gravedad ayuda a expulsar el fluido de alimentación hacia abajo de la jeringa. Por el contrario, el fluido se extrae de la jeringa 14 en segmentos o incrementos que son de volumen irregular y discontinuos en el tiempo. Por ejemplo, durante un primer período de rotación del rotor no se extrae fluido de la jeringa 14. En este período, el émbolo 20 permanece estacionario con respecto al cilindro 18. Finalmente, la rotación del rotor 37 que provoca el vacío en la línea de fluido extraerá un primer volumen de fluido de la jeringa 14 para ser bombeado al sujeto. El émbolo 20 se tambalea más hacia el interior del cilindro 18 cuando se suministra el primer volumen incremental, pero luego se detiene de nuevo cuando cae la presión de vacío. El funcionamiento del motor de la bomba para impulsar la rotación del rotor puede detenerse temporalmente después de un movimiento del émbolo 20 de una cantidad suficiente (por ejemplo, y sin limitación, movimiento asociado con al menos aproximadamente 0.1 ml de líquido que se suministra). Una vez que se detecta el movimiento, hay un retraso antes de que se lea la posición de parada del émbolo, para permitir que se detenga el movimiento. Detener temporalmente la rotación del rotor 37 detiene el aumento de la presión de vacío en la línea de alimentación para ayudar a prevenir la formación de burbujas de aire. La rotación se reinicia después de que la rotación del rotor se haya detenido durante un período, como se describirá con más detalle a continuación. Sin embargo, la rotación continua del rotor 37 no provocará un flujo constante de fluido fuera de la jeringa 14. Más bien, transcurrirá un segundo período mientras se gira el rotor 37 donde no se extrae fluido de la jeringa 14. Eventualmente, esta rotación adicional del rotor 37 hará que el émbolo 20 se sacuda hacia adelante nuevamente dentro del cilindro 18 y que se extraiga un segundo volumen incremental de fluido de la jeringa 14. Este proceso continúa durante todo el ciclo de alimentación. El volumen de fluido extraído de la jeringa 14 en cada segmento puede variar así como los períodos entre las extracciones de fluido. Por tanto, con el fin de suministrar la cantidad prescrita de líquido nutriente al sujeto, se realiza un cálculo del tiempo de alimentación que toma en consideración el suministro de fluido no lineal producido por la bomba 1.

[0067] La bomba 1 puede programarse o controlarse de otro modo para que funcione de la manera deseada. Por ejemplo, la bomba 1 puede comenzar a funcionar para proporcionar fluido de alimentación desde la jeringa 14 al sujeto. Un usuario, como un cuidador, puede

seleccionar (por ejemplo) la cantidad de fluido que se administrará, el caudal del fluido y la frecuencia de suministro de fluido. La bomba 1 puede tener un controlador 72 (figura 19) que incluye un procesador tal como un microprocesador 89 que le permite aceptar programación y/o incluir rutinas operativas preprogramadas, por ejemplo, algoritmo, que puede iniciar el usuario. El controlador 72 también puede estar conectado al motor de bomba 27 para controlar su funcionamiento para accionar el rotor 37.

[0068] La cantidad de fluido de alimentación que se suministra al sujeto se controla por lo regular mediante el número de rotaciones del rotor 37 (en dirección horaria, como se ve en la figura 3). En la modalidad ilustrada a modo de ejemplo, el rotor 37 incluye tres rodillos 43 de modo que cada tercio de una rotación entrega una alícuota de fluido al sujeto. Cuando cada rodillo 43 se acopla primero al tubo 45, aprieta el tubo cerrando así una cantidad de fluido hacia adelante (es decir, hacia el sujeto) del fluido procedente de la fuente de alimentación. El rodillo 43 continúa en la rotación en sentido antihorario que presiona el volumen desprendido del fluido hacia adelante del rodillo, por ejemplo, la alícuota, hacia el sujeto. Finalmente, el rodillo delantero 43 libera el acoplamiento con el tubo 45 aproximadamente al mismo tiempo que el rodillo trasero se acopla al tubo para separarlo y liberar la siguiente alícuota de fluido. Por tanto, cuando el microprocesador 89 recibe una orden para suministrar un caudal de fluido seleccionado, normalmente calcularía el número de rotaciones dentro de un período dado que entregará un número de alícuotas que producirán el caudal deseado. La tasa de flujo seleccionada puede ser una tasa introducida o seleccionada por el médico, enfermera u otro cuidador, o puede ser una tasa de alimentación predeterminada preprogramada en la bomba 1.

[0069] Sin embargo, como se describió anteriormente, la bomba 1 no produce un flujo constante de fluido cuando se opera el rotor 37 y la jeringa 14 está orientada en una orientación vertical con la punta 24 hacia arriba. En cambio, el líquido nutriente se extrae de la jeringa 14 en múltiples segmentos o incrementos que casi siempre son no uniformes en volumen y tiempo. En consecuencia, el controlador 72 puede comprender un temporizador 91 y un área de memoria 93 que incluye un compensador de tiempo de alimentación 85 que ajusta el tiempo de alimentación si los segmentos de fluido que se extraen de la jeringa se desvían del caudal programado después de que haya transcurrido un período durante el ciclo de alimentación. En la modalidad ilustrada, el compensador del tiempo de alimentación 85 puede incluir instrucciones 95 de compensación del tiempo de alimentación y funciones 97 de compensación del tiempo de alimentación. Las instrucciones 95 de compensación del

tiempo de alimentación son instrucciones legibles por máquina en cualquier medio adecuado, ampliamente identificado como el área 93 de memoria. Estas instrucciones pueden ser ejecutadas por el microprocesador 89. El temporizador 91 puede iniciarse de una manera adecuada cuando se inicia o realiza un ciclo de alimentación (en términos generales, "ciclo de funcionamiento") para suministrar fluido de alimentación desde la jeringa 14 al sujeto. El compensador 85 del tiempo de alimentación puede usar esta información junto con parámetros adicionales del ciclo de alimentación para compensar el volumen potencialmente no uniforme de fluido de alimentación que se suministra durante el ciclo de alimentación.

[0070] El compensador de tiempo de alimentación 85 puede funcionar para ajustar la duración del tiempo para suministrar el fluido de alimentación a través del conjunto de alimentación 7 para tener en cuenta la desviación en el volumen de fluido de alimentación extraído de la jeringa 14 y entregado al sujeto durante el tiempo que la bomba 1 opera en la fase de alimentación. Este factor de ajuste puede depender de un caudal seleccionado o preprogramado para el fluido de alimentación, un volumen de fluido de alimentación suministrado al sujeto y la cantidad de tiempo que la bomba 1 ha estado funcionando en el ciclo de alimentación. Más específicamente, el controlador 72 puede emplear la siguiente función para determinar un tiempo de alimentación ajustado o compensado:

$$X=(Y+Y_1)/(Z+Z_n)$$

X es el caudal seleccionado para el fluido de alimentación durante el ciclo de alimentación. Y es un volumen del fluido de alimentación extraído de la jeringa 14 y considerado en todos los cálculos de compensación previos en el ciclo de alimentación. Y_1 es un volumen de fluido de alimentación extraído de la jeringa 14 desde el cálculo de compensación anterior. Z es el tiempo total transcurrido desde el inicio del ciclo de alimentación hasta el comienzo de la operación de compensación de alimentación. Z_n es un tiempo de ciclo de alimentación ajustado o compensado que se suma al tiempo total del ciclo de alimentación. La función puede almacenarse en el controlador 72 de modo que cuando el cuidador introduzca uno o más de los factores en la bomba 1 (o se incluyan en un ajuste de alimentación preprogramado), el microprocesador 79 pueda calcular el ajuste del tiempo de alimentación Z_n de acuerdo con la ecuación $Z_n = (Y+Y_1-XZ)/X$. El compensador 85 de tiempo de alimentación proporciona instrucciones 86 ejecutables por computadora para su uso en el cálculo de $Z_n=(Y+Y_1-XZ)/X$. En una modalidad, el cálculo del tiempo de alimentación se realiza después de que se extrae cada segmento o incremento de fluido de la jeringa 14 mientras se detiene la rotación del rotor 37. Las funciones 97 de compensación de

alimentación harán que la bomba 1 se detenga en funcionamiento por una cantidad de tiempo Z_n para acercar el caudal de fluido real al caudal de fluido seleccionado.

[0071] En la práctica, puede haber varios movimientos muy pequeños del émbolo 20 con respecto al cilindro 18 antes de que se suministre un volumen significativo de fluido en un movimiento mayor. En una modalidad, estos movimientos más pequeños se ignoran. En otras palabras, el compensador 85 del tiempo de alimentación puede no iniciar el cálculo de compensación del tiempo de alimentación hasta que se haya extraído un volumen umbral de fluido de alimentación de la jeringa 14. Por ejemplo, es posible que el cálculo de compensación del tiempo de alimentación no se ejecute hasta que se haya detectado el movimiento asociado con al menos aproximadamente 0.05 ml de fluido. El umbral para el inicio del cálculo de compensación del tiempo de alimentación puede ser diferente al descrito, por ejemplo y sin limitación, el umbral puede ser 1 ml, 2 ml o más dentro del alcance de la presente invención.

[0072] Además, al utilizar el enfoque de suministro de fluido de "sacudidas", se produce un sistema en el que solo se crea la cantidad mínima de vacío necesaria para mover la jeringa. Al utilizar el vacío más pequeño posible, la formación de burbujas de aire en el líquido se reduce en gran medida y, en algunos casos, se elimina. Tener burbujas de aire suspendidas en el líquido crea grandes errores de precisión de medición y, por lo tanto, no es deseable.

[0073] Adicional o alternativamente, el compensador 85 de tiempo de alimentación puede comparar el valor $Y+Y_1$ (volumen del fluido de alimentación extraído previamente de la jeringa 14 más el incremento más actual) con el volumen total deseado de fluido de alimentación que se administrará al sujeto. Si Y está dentro de un rango predeterminado del volumen total deseado, el ciclo de alimentación se detendrá. Por ejemplo, si Y está dentro de 0.1 mL del volumen total deseado, el ciclo de alimentación se detendrá. Pueden usarse otros intervalos (por ejemplo, 0.05 ml, 0.15 ml, 0.2 ml, 0.25 ml, 0.3 ml, etc.) sin apartarse del alcance de la divulgación.

[0074] En modalidades donde se usa una cámara para detectar la posición del émbolo 20 de la jeringa 14 con respecto al soporte 16 y el cilindro 18, la cámara puede seleccionar cualquier punto de referencia en el émbolo y determinar la longitud del movimiento monitoreando la posición cambiante del punto de referencia seleccionado. Como se indicó anteriormente en el presente documento, la cámara también se puede usar para detectar el tipo (por ejemplo, marca o tamaño) de jeringa de modo que se sepa que el área de sección

transversal apropiada (o diámetro) del volumen interno calibra el movimiento lineal con el volumen del fluido suministrado. Sin embargo, en los casos en los que no se conoce el diámetro interno de un cilindro de jeringa en particular, la calibración del controlador 72 se puede realizar comparando el movimiento lineal del émbolo 20 con respecto al cilindro 18 y el soporte 16 con el volumen real de fluido entregado. Por ejemplo, en un modo de calibración de la bomba 1, puede instalarse una jeringa 14 llena de líquido en el soporte 16 y conectarse a la bomba. La bomba 1 puede iniciarse para hacer que se suministre líquido desde la jeringa 14. Se pide al usuario que introduzca la cantidad y el controlador 72 realiza un seguimiento de la posición del émbolo 20 en el cilindro 18 para la cantidad medida. Esta operación se repite de acuerdo con las instrucciones que aparecen en la pantalla de la bomba para generar varios puntos de datos de la posición del émbolo y el volumen suministrado. Estos puntos pueden usarse en un cálculo de ajuste de línea para calibrar el controlador 72 para su funcionamiento con la jeringa particular. La información se puede guardar en el controlador 72 de modo que se pueda usar siempre que se use una jeringa 14 del tipo particular calibrado.

[0075] Alternativamente, el controlador 72 de la bomba 1 puede programarse para instruir a un usuario para que realice una serie de operaciones de jeringa para hacer avanzar el émbolo 20 en el cilindro 18 y el microprocesador 89 puede registrar el movimiento de la jeringa para calibrar el movimiento con el volumen de líquido dispensado. Por ejemplo, el controlador 72 podría indicar al usuario que mueva el émbolo 20 en el cilindro 18 de la jeringa 14 hasta la marca de 0 ml y luego verificar que se tomó la acción. El microprocesador 89 registraría entonces la medición. Este proceso se puede repetir nuevamente en el centro de la jeringa, donde se pueden dar instrucciones para mover la jeringa a otro marcador de volumen (por ejemplo, 30 ml). El microprocesador 89 registrará entonces la distancia que se movió la jeringa (es decir, el cilindro 18). Finalmente, se pueden proporcionar instrucciones para mover el émbolo 20 de la jeringa 14 a otro marcador de volumen, como en el extremo del cilindro 18 o cerca del mismo. El microprocesador 89 registrará nuevamente la distancia que se movió la jeringa. Usando estos tres puntos de datos, se puede producir una calibración de curva en línea recta para la jeringa.

[0076] Por tanto, puede verse que los diversos objetos y características se consiguen mediante las diversas modalidades descritas en el presente documento. El controlador de bomba 72 tiene el compensador de tiempo de alimentación 85 que permite al microprocesador 89 ajustar la duración del tiempo para operar el rotor 37 para entregar el

fluido de alimentación a través del conjunto de alimentación 7 para tener en cuenta la desviación en el volumen extraído de la jeringa 14 y suministrado al sujeto durante el tiempo que la bomba 1 funciona en la fase de alimentación. Por lo tanto, el sujeto puede recibir cantidades de volumen de alimentación más precisas para un ciclo de alimentación dado.

[0077] Haciendo referencia a las Figuras 22- 25, un soporte de bomba de otra modalidad se indica generalmente con 116. El soporte de la bomba 116 está configurado para recibir la bomba 1 y soportar la bomba sobre una superficie de soporte horizontal S tal como una mesa. El sujetador 116 comprende una base 122 que define un bolsillo 124 para recibir la bomba 1 en su interior. La base 122 incluye una pared posterior 126, una pared inferior 128 que se proyecta hacia delante desde la pared posterior y un par de paredes laterales 130 que se proyectan hacia arriba desde la pared inferior y hacia delante desde la pared posterior en lados opuestos de la pared posterior. Puede disponerse un montaje 132 en la pared posterior 126. En la modalidad ilustrada, la montura 132 tiene una forma triangular o arqueada redondeada e incluye una brida de montaje 134 que diverge en lados opuestos de la montura generalmente desde una parte superior de la base hacia la pared inferior. La brida de montaje 134 del soporte 132 puede configurarse para acoplarse de forma deslizante a la ranura 136 (figura 4A) formada en una superficie posterior de la bomba 1 para montar la bomba en el soporte 116. Puede disponerse un poste 138 en la pared posterior 126 dentro del perímetro del soporte 132 y puede tener un receptáculo para recibir un retenedor (no mostrado) para bloquear la bomba 1 a la base 122.

[0078] Las patas 142 están unidas de forma pivotante a los respectivos brazos de fijación 144 dispuestos en la parte inferior de la base 122. Cada brazo de fijación 144 se extiende desde un lado opuesto respectivo de la base 122 generalmente entre la pared inferior 128 y una pared lateral 130 respectiva. Cada brazo de fijación 144 incluye una porción de extensión 146 y una porción de pivote 148 en un extremo de la porción de extensión. Las patas 142 pivotan alrededor de la porción de pivote 148 del brazo de fijación 144. Cada pata 142 incluye una superficie superior plana 150, una superficie inferior plana 152 y una superficie de borde 154 que conecta las superficies superior e inferior. Las patas 142 pueden pivotar hacia arriba hasta que se acoplen a una pared lateral correspondiente 130, y hacia abajo hasta que se acoplen a la porción de extensión 146 del brazo de fijación 144 al que están unidas. En una modalidad, cada pata 142 está configurada para pivotar en un rango de aproximadamente 180 grados. Sin embargo, se prevén otros rangos de pivote.

[0079] Cuando el soporte 116 está soportado sobre una superficie de soporte horizontal S, cada pata 142 puede pivotar independientemente y está configurada para pivotar alrededor de un eje definido por la parte de pivote 148. De esta manera, las patas 142 están configuradas para pivotar hacia la superficie de soporte para engancharse con la superficie de soporte, y alejarse de la superficie de soporte para desacoplar al menos una parte de las patas de la superficie de soporte. Por ejemplo, una de las patas 142 puede pivotarse para acoplar la superficie inferior 152 y/o la superficie de borde 154 de la pata con la superficie de soporte S (por ejemplo, como se muestra en la figura 25) para levantar o inclinar un lado del soporte 116, y la bomba 1 en el soporte, por encima del otro lado para cambiar la orientación angular de la bomba. Para una bomba 1 con una jeringa montada sobre ella en una orientación horizontal, esto puede hacer que la punta de la jeringa se incline hacia arriba o hacia abajo dependiendo de la dirección en la que esté orientada la punta y la pata que pivota para acoplarse a la superficie de soporte. En el caso de que la punta de la jeringa esté inclinada hacia arriba, esto proporcionará una función similar al soporte de la bomba 16, donde la jeringa estará orientada en ángulo con los ejes horizontal y vertical. Como se discutió anteriormente, esta orientación tiene beneficios cuando la leche materna se extrae de la jeringa. Las patas 142 están configuradas para inclinar el soporte 116 en un ángulo entre aproximadamente 1 y aproximadamente 40 grados con respecto a un eje horizontal cuando el soporte está asentado sobre una superficie de soporte horizontal. Las patas 142 también pueden operarse para orientar una jeringa montada en la bomba 1 en otras orientaciones sin apartarse del alcance de la descripción. El soporte de la bomba 116 también está configurado para su fijación a un dispositivo de sujeción (no mostrado) para unir el soporte de la bomba a un soporte tal como un portasueros.

[0080] Las modalidades pueden describirse en el contexto general de instrucciones ejecutables por computadora, tales como módulos de programa, ejecutadas por una o más computadoras u otros dispositivos. Las instrucciones ejecutables por computadora pueden organizarse en uno o más componentes o módulos ejecutables por computadora que incluyen, pero no se limitan a, rutinas, programas, objetos, componentes y estructuras de datos que realizan tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. Los aspectos pueden implementarse con cualquier número y organización de dichos componentes o módulos. Por ejemplo, varias características o aspectos no se limitan a las instrucciones ejecutables por computadora específicas o los componentes o módulos específicos ilustrados en las figuras y descritos en este documento. Otras modalidades pueden incluir diferentes

instrucciones o componentes ejecutables por ordenador que tienen más o menos funcionalidad que la ilustrada y descrita en el presente documento.

[0081] Además, el orden de ejecución o realización de las operaciones en cualquiera de las modalidades ilustradas y descritas en este documento no es esencial, a menos que se especifique lo contrario. Es decir, las operaciones pueden realizarse en cualquier orden, a menos que se especifique lo contrario, y las modalidades pueden incluir operaciones adicionales o menos que las descritas en este documento. Por ejemplo, se contempla que ejecutar o realizar una operación particular antes, simultáneamente con o después de otra operación está dentro del alcance de uno o más aspectos.

[0082] En funcionamiento, el microprocesador 89 del controlador 72 ejecuta instrucciones ejecutables por computadora tales como las ilustradas en las figuras para implementar uno o más aspectos descritos en este documento. Cualquiera de los diversos aspectos también se puede practicar en entornos informáticos distribuidos donde las tareas se realizan mediante dispositivos de procesamiento remoto que están conectados a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos de programa pueden estar ubicados en medios de almacenamiento informáticos tanto locales como remotos, incluidos dispositivos de almacenamiento de memoria.

[0083] Cuando se introducen elementos de la presente invención o las realizaciones preferidas de la misma, los artículos "un", "una", "el" y "dicho" pretenden significar que hay uno o más de los elementos. Los términos "que comprende", "que incluye" y "que tiene" pretenden ser inclusivos y significan que puede haber elementos adicionales además de los elementos enumerados.

[0084] En vista de lo anterior, se verá que se logran los diversos objetos de la invención y se obtienen otros resultados ventajosos.

[0085] Como se podrían realizar varios cambios en las construcciones anteriores sin apartarse del alcance de la invención, se pretende que todo el material contenido en la descripción anterior y que se muestra en los dibujos adjuntos se interprete como ilustrativo y no en un sentido limitativo.

[0086] OTROS ASPECTOS DE LA DIVULGACIÓN

[0087] A1. Un conjunto de bomba para usar con un aparato de control de flujo que tiene un sistema de bombeo que incluye un rotor para girar alrededor de un eje de bomba y al menos

un rodillo montado en el rotor para acoplar el conjunto de bomba, el conjunto de bomba que comprende:

[0088] tubería configurada para acoplarse mediante el sistema de bombeo del aparato de control de flujo para bombear fluido de alimentación a través de la tubería; y

[0089] un conjunto de jeringa conectado al tubo, el conjunto de jeringa que comprende una jeringa y un soporte configurado para soportar la jeringa en una orientación generalmente vertical, la jeringa, tal como está soportada por el soporte, está orientada de tal manera que una salida de la jeringa en comunicación fluida con el tubo generalmente mira hacia arriba cuando la jeringa está apoyada en el soporte.

[0090] A2. El conjunto de bomba como se establece en A1, en donde el soporte está configurado para sujetar el émbolo en una posición fija con respecto al soporte.

[0091] A3. El conjunto de bomba como se establece en A2, en donde el soporte comprende una base y una pared de guía que se proyecta hacia arriba desde la base, la base se forma para capturar un extremo del émbolo.

[0092] A4. El conjunto de bomba como se establece en A3, en donde el soporte comprende además una pinza montada para moverse a lo largo de la pared de guía, la pinza se configura para sujetar el cilindro de la jeringa alrededor de la base del soporte.

[0093] A5. El conjunto de bomba como se establece en A2 o A3 en donde la base está construida para descansar sobre una superficie de soporte con la pared de guía extendiéndose hacia arriba desde la superficie de soporte y la jeringa que se extiende hacia arriba desde la base.

[0094] B1. Un conjunto de jeringa para usar con un aparato de control de flujo, el conjunto de jeringa comprende:

[0095] una jeringa para contener un volumen de líquido de alimentación, la jeringa comprende un cilindro para sujetar el volumen de líquido de alimentación y un émbolo móvil en el cilindro para extraer el fluido y forzarlo a salir del cilindro;

[0096] un soporte que comprende un soporte configurado para soportar la jeringa en una posición de alimentación; y

[0097] un sensor de posición unido al soporte y configurado para detectar el movimiento del cilindro de jeringa con respecto al soporte que es indicativo de fluido de alimentación que se suministra fuera del cilindro.

[0098] B2. Un conjunto de jeringa como se establece en B1, en donde el sensor de posición comprende uno de un potenciómetro, una cámara, un sensor de lámina magnética y un sensor de inducción no magnético.

[0099] B3. Un conjunto de jeringa como se establece en B1 o B2 en donde el soporte comprende una pinza configurada para conectarse al cilindro de la jeringa, la pinza es móvil con respecto al soporte.

[0100] B4. Un conjunto de jeringa como se establece en B3, en donde la pinza está conectada al sensor de posición.

[0101] B5. Un conjunto de jeringa como se establece en B1, en donde el sensor de posición comprende una cámara, el conjunto de jeringa comprende además un controlador configurado para detectar el tipo de jeringa instalada en el soporte.

[0102] C1. Un aparato de control de flujo para usar con un conjunto de bomba para suministrar fluido desde una fuente de alimentación a través del conjunto de bomba a un sujeto, el aparato de control de flujo comprende:

[0103] un dispositivo de bombeo capaz de actuar sobre el conjunto de bomba para producir un flujo de fluido dentro del conjunto de bomba durante un ciclo de alimentación; y

[0104] un controlador en comunicación con el dispositivo de bombeo para controlar el funcionamiento del dispositivo de bombeo en una configuración de alimentación para producir el flujo de un fluido en el conjunto de bomba, el controlador incluye un procesador y una memoria, el controlador está adaptado para almacenar en la memoria un caudal seleccionado y un volumen de fluido deseado del fluido, el controlador configurado para ejecutar en el procesador un compensador de tiempo de alimentación para ajustar un tiempo de alimentación para operar el dispositivo de bombeo para suministrar el fluido a través del conjunto de bomba durante el ciclo de alimentación para tener en cuenta una desviación detectada en el caudal real de la fuente de alimentación del caudal seleccionado.

[0105] C2. El aparato de control de flujo como se establece en C1, en donde el controlador detiene el funcionamiento del dispositivo de bombeo para compensar la desviación detectada del caudal real del caudal seleccionado.

[0106] C3. El aparato de control de flujo como se establece en C1 o C2, en donde el controlador compara un volumen de fluido total real suministrado con el volumen deseado de fluido y finaliza el ciclo de alimentación si la diferencia está dentro de un umbral predeterminado.

[0107] C4. El aparato de control de flujo como se establece en cualquiera de C1-C3, en donde el compensador de tiempo de alimentación calcula el tiempo de alimentación

compensado basándose en la ecuación: $X=(Y+Y_1)/(Z+Z_n)$ donde X es el caudal seleccionado para el fluido, Y es un volumen del fluido ya suministrado desde la fuente de alimentación durante el ciclo de alimentación, Y_1 es un volumen de fluido de alimentación suministrado de la fuente de alimentación desde el cálculo de compensación anterior más reciente, Z es el tiempo total transcurrido en el ciclo de alimentación y Z_n es un ajuste del tiempo de alimentación.

[0108] C5. El aparato de control de flujo como se establece en cualquiera de C1-C4, en donde el controlador está programado para ejecutar el compensador de tiempo de alimentación sólo después de que se haya suministrado un volumen umbral de fluido desde la fuente de alimentación.

[0109] D1. Un método para administrar fluido desde una jeringa que tiene un cilindro y un émbolo recibido en el cilindro usando un dispositivo de bombeo de un aparato de control de flujo que actúa en un conjunto de bomba unido al aparato de control de flujo para producir flujo de fluido a través del conjunto de bomba, el método comprende:

[0110] introducir en un controlador del dispositivo de bombeo al menos uno de un caudal seleccionado y un volumen total de fluido a suministrar desde la jeringa durante un ciclo de funcionamiento;

[0111] iniciar el funcionamiento del dispositivo de bombeo usando el controlador para extraer fluido de la jeringa;

[0112] detectar el movimiento relativo entre el émbolo y la jeringa y enviar una señal representativa del movimiento relativo detectado al controlador;

[0113] calcular usando instrucciones ejecutables por computadora en el controlador, un tiempo de alimentación compensado para operar el dispositivo de bombeo para entregar el fluido a través del conjunto de bomba durante el ciclo de operación para compensar cualquier desviación en la velocidad a la que el fluido se entrega realmente desde la jeringa y el caudal seleccionado; y

[0114] operar el aparato de control de flujo para suministrar el fluido a través de la bomba ajustada en el tiempo de alimentación compensado.

[0115] D2. El método como se establece en D1, en donde el controlador retrasa el inicio del funcionamiento del dispositivo de bombeo por el tiempo de alimentación compensado calculado.

[0116] D3. El método como se establece en D1 o D2 en donde el controlador detiene el funcionamiento del dispositivo de bombeo al detectar un movimiento relativo entre el émbolo y la jeringa.

[0117] D4. El método como se establece en D3, en donde el controlador detiene el funcionamiento del dispositivo de bombeo al detectar un movimiento relativo entre el émbolo y la jeringa que excede un umbral de movimiento predeterminado.

[0118] D5. El método como se establece en cualquiera de D1-D4, en donde el tiempo de alimentación compensado se calcula cuando el dispositivo de bombeo no funciona para bombear fluido a través del conjunto de bomba.

[0119] E1. Un método para administrar leche materna a un niño, el método comprende:

[0120] recuperar la leche materna almacenada en una jeringa que tiene un cilindro y un émbolo recibidos en el cilindro;

[0121] unir la jeringa a un soporte de modo que un eje longitudinal de la jeringa sea generalmente vertical con una salida de la jeringa ubicada en la parte superior; y

[0122] suministrar leche materna desde la jeringa mientras está en el soporte al niño.

[0123] E2. El método como se establece en E1, en donde el suministro de la leche materna comprende extraer la leche materna de la jeringa aplicando una presión de vacío a la salida de la jeringa.

[0124] E3. El método como se establece en A1 o E2 en donde el suministro de la leche materna incluye mover el cilindro de la jeringa con respecto al soporte y el émbolo.

[0125] F1. Un método para calibrar un aparato de control de flujo usado para administrar fluido desde una jeringa a un sujeto, el método comprende:

[0126] hacer que aparezca una instrucción en una pantalla del aparato de control de flujo para iniciar una rutina de calibración almacenada por el aparato de control de flujo;

[0127] guardar una posición inicial de un émbolo de la jeringa con respecto al cilindro de la jeringa;

[0128] suministrar una primera cantidad de fluido desde la jeringa;

[0129] solicitar la entrada en el aparato de control de flujo de la primera cantidad de fluido suministrado;

[0130] guardar una segunda posición del émbolo;

[0131] operar el aparato de control de flujo para suministrar una segunda cantidad de fluido;

[0132] solicitar la entrada en el aparato de control de flujo de la segunda cantidad de fluido suministrado;

[0133] guardar una tercera posición del émbolo;

[0134] determinar dentro del aparato de control de flujo una relación de desplazamiento/cantidad entre el desplazamiento del émbolo con respecto al cilindro de la jeringa y la cantidad de fluido suministrado;

[0135] almacenar la relación desplazamiento/cantidad en una memoria del aparato de control de flujo; y

[0136] almacenar un identificador de jeringa para la jeringa mediante por el cual el aparato de control de flujo es capaz de volver a llamar la relación de desplazamiento/cantidad para utilizar la jeringa en un suministro posterior del fluido.

[0137] G1. Un método para calibrar un aparato de control de flujo usado para administrar fluido desde una jeringa a un sujeto, el método comprende:

[0138] hacer que aparezca una instrucción en una pantalla del aparato de control de flujo para iniciar una rutina de calibración almacenada por el aparato de control de flujo;

[0139] guardar en el aparato de control de flujo una posición inicial de un émbolo de la jeringa con respecto al cilindro de la jeringa;

[0140] hacer que aparezca una instrucción para mover el émbolo con relación al cilindro a una segunda posición en un primer marcador de volumen conocido;

[0141] registrar en el aparato de control de flujo el movimiento del émbolo con respecto al cilindro desde la posición inicial a la segunda posición;

[0142] hacer que aparezca una instrucción para mover el émbolo con relación al cilindro a una tercera posición en un segundo marcador de volumen conocido;

[0143] registrar en el aparato de control de flujo el movimiento del émbolo con respecto al cilindro desde la segunda posición a la tercera posición;

[0144] determinar dentro del aparato de control de flujo una relación de desplazamiento/volumen entre el desplazamiento del émbolo con respecto al cilindro de la jeringa y el volumen de fluido suministrado; y

[0145] almacenar la relación desplazamiento/volumen en una memoria del aparato de control de flujo.

[0146] G2. El método de G1 comprende además almacenar un identificador de jeringa para la jeringa mediante por el cual el aparato de control de flujo es capaz de volver a llamar la relación de desplazamiento/volumen para utilizar la jeringa en un suministro posterior del fluido.

[0147] H1. Un método para administrar fluido desde una jeringa que tiene un cilindro y un émbolo recibido en el cilindro usando un dispositivo de bombeo de un aparato de control de

flujo que actúa en un conjunto de bomba unido al aparato de control de flujo para producir flujo de fluido a través del conjunto de bomba, el método comprende:

[0148] introducir en un controlador del dispositivo de bombeo al menos uno de un caudal seleccionado y un volumen total de fluido a suministrar desde la jeringa durante un ciclo de funcionamiento;

[0149] iniciar el funcionamiento del dispositivo de bombeo usando el controlador para extraer fluido de la jeringa;

[0150] detectar el movimiento relativo entre el émbolo y la jeringa y enviar una señal representativa del movimiento relativo detectado al controlador;

[0151] detener el funcionamiento del dispositivo de bombeo para limitar la presión de vacío en la jeringa; y

[0152] reiniciar el dispositivo de bombeo.

[0153] I1. Un aparato de control de flujo para usar con un conjunto de bomba para suministrar fluido desde una fuente de alimentación a través del conjunto de bomba a un sujeto, el aparato de control de flujo comprende:

[0154] un dispositivo de bombeo capaz de actuar sobre el conjunto de bomba para producir un flujo de fluido dentro del conjunto de bomba durante un ciclo de alimentación; y

[0155] un controlador en comunicación con el dispositivo de bombeo para controlar el funcionamiento del dispositivo de bombeo en una configuración de alimentación para producir el flujo de un fluido en el conjunto de bomba, el controlador incluye un procesador y una memoria, el controlador está adaptado para almacenar en la memoria un caudal seleccionado y un volumen de fluido deseado del fluido, el controlador configurado para operar el dispositivo de bombeo para limitar la presión de vacío suministrada en la fuente de alimentación.

[0156] J1. Un aparato de control de flujo para usar con un conjunto de bomba para suministrar fluido desde una fuente de alimentación a través del conjunto de bomba a un sujeto, el aparato de control de flujo comprende:

[0157] un dispositivo de bombeo capaz de actuar sobre el conjunto de bomba para producir un flujo de fluido dentro del conjunto de bomba durante un ciclo de alimentación; y

[0158] un controlador en comunicación con el dispositivo de bombeo para controlar el funcionamiento del dispositivo de bombeo en una configuración de alimentación para producir el flujo de un fluido en el conjunto de bomba, el controlador, el controlador se configura tras la detección del suministro de una cantidad predeterminada de solución de

alimentación desde el fuente de alimentación para detener el funcionamiento del dispositivo de bombeo.

[0159] J2. El aparato de control de flujo como se establece en J1, en donde la fuente de alimentación es una jeringa que incluye un cilindro y un émbolo recibidos en el cilindro, en donde el controlador detiene el dispositivo de bombeo cuando se detecta un movimiento predeterminado del émbolo.

[0160] K1. Un sistema de alimentación enteral para administrar líquido a un sujeto que comprende:

[0161] un conjunto de juego de alimentación que incluye un casete y un tubo montado en el casete;

[0162] un conjunto de jeringa que incluye una jeringa conectada al tubo y un soporte configurado para soportar la jeringa, el soporte incluye una base para sostener el soporte en una superficie de soporte horizontal, y un soporte para asegurar la jeringa al soporte, el soporte se puede conectar a la base y posicionable selectivamente con relación a la base para orientar la jeringa en al menos dos posiciones diferentes; y

[0163] un aparato de control de flujo que incluye un dispositivo de bombeo capaz de actuar sobre el tubo para extraer líquido de la jeringa para producir un flujo de líquido dentro del equipo de alimentación.

[0164] L1. Un conjunto de alimentación para usar con un aparato de control de flujo que comprende:

[0165] un casete configurado para una unión liberable al aparato de control de flujo, el casete incluye un puerto de entrada;

[0166] tubería conectada al puerto de entrada; y

[0167] un conjunto de válvula conectado al tubo, el conjunto de válvula que incluye un carcasa de válvula y una válvula accionable entre una posición cerrada que evita que el aire ambiente entre en el tubo y una posición abierta que permite que el aire ambiente entre en el tubo para purgar el tubo de fluido en el tubo.

[0168] M1. Un método de suministro de fortificante desde una jeringa a un sujeto que utiliza un dispositivo de bombeo de un aparato de control de flujo; el método caracterizado porque comprende:

[0169] proporcionar a la jeringa un volumen de fortificante que incluya una cantidad total de nutriente preferido y una cantidad de líquido nutriente no;

[0170] montar la jeringa con relación al aparato de control de flujo;

[0171] orientar la jeringa en una orientación generalmente vertical de modo que una salida de la jeringa mire hacia abajo;

[0172] iniciar la operación del dispositivo de bombeo para extraer el fortificante de la jeringa; y

[0173] entregar al menos una parte del volumen de fortificante de la jeringa al sujeto de manera que el nutriente preferido en el fortificante se administre preferentemente desde la jeringa.