

TÍTULO

**BOMBA DE JERINGA CON CARACTERÍSTICAS GUÍA DE
POSICIONAMIENTO DE JERINGAS Y DETECCIÓN DE OCLUSIONES**

SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] La presente solicitud reivindica el beneficio y prioridad de la Solicitud Provisional de Patente No. 62/671,716, presentada el 15 de mayo de 2018, titulada “BOMBA DE JERINGA”, que se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

ANTECEDENTES

[0002] Generalmente, los pacientes médicos a veces requieren una administración precisa de medicación continua o medicación a intervalos periódicos establecidos. Se han desarrollado bombas médicas para proporcionar una infusión controlada de medicamento en donde el medicamento puede administrarse a una velocidad precisa que mantiene la concentración del medicamento dentro de un margen terapéutico y fuera de un rango innecesario o posiblemente tóxico. Básicamente, las bombas médicas proporcionan una administración adecuada del medicamento al paciente a una velocidad controlable, que no requiere atención frecuente.

[0003] Las bombas médicas pueden facilitar la administración de la terapia intravenosa a pacientes tanto dentro como fuera de un entorno clínico. Fuera de un entorno clínico, los médicos han descubierto que en muchos casos los pacientes pueden volver a una vida sustancialmente normal, siempre que reciban la administración intravenosa periódica o continua de medicamentos. Entre los tipos de terapias que requieren este tipo de administración se encuentran la terapia con antibióticos, la quimioterapia, la terapia para el control del dolor, la terapia nutricional y varios otros tipos conocidos por los expertos en el arte. En muchos casos, los pacientes reciben múltiples terapias diarias. Ciertas condiciones médicas requieren infusiones de medicamentos en solución durante períodos relativamente cortos, como de 30 minutos a dos horas. Estas y otras condiciones se han combinado para promover el desarrollo de bombas de infusión cada vez más ligeras,

portátiles o ambulatorias que un paciente puede llevar y que son capaces de administrar un suministro continuo de medicación a una velocidad deseada, o proporcionar varias dosis de medicación a intervalos programados.

[0004] También se han experimentado problemas adicionales con las bombas de infusión. Por ejemplo, ciertos sistemas de detección que detectan si una oclusión está presente en una línea de infusión han demostrado ser poco confiables o de construcción demasiado compleja. Ciertos detectores de la posición del émbolo de la jeringa y detectores del tamaño del cilindro de la jeringa también han demostrado ser poco confiables. Además, los mecanismos de accionamiento de los émbolos de la jeringa también han demostrado ser poco confiables, ya que ciertos componentes se rompen o atascan afectando negativamente al mecanismo.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0005] La presente invención se refiere generalmente a una bomba de jeringa para suministrar un material fluido, tal como un medicamento fluido, a un paciente a través de una línea de infusión.

[0006] Los aspectos de la materia que se describen en la presente pueden ser beneficiosos de manera individual o en combinación con uno o más aspectos que se describen aquí. En un aspecto de ejemplo de la presente divulgación, una bomba de jeringa incluye un alojamiento con una región que recibe la jeringa.

[0007] De acuerdo con un segundo aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la bomba de jeringa incluye un sistema de sujeción de jeringas configurado para sujetar una jeringa en la región que recibe la jeringa.

[0008] De acuerdo con un segundo aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la bomba de jeringa incluye un mecanismo de accionamiento.

[0009] De acuerdo con un segundo aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la bomba de jeringa incluye un cabezal de accionamiento acoplado operativamente al

mecanismo de accionamiento. El cabezal de accionamiento puede configurarse para acoplar un pistón de una jeringa que es sujeta por el sistema de sujeción de jeringas.

[0010] De acuerdo con un segundo aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la región que recibe la jeringa incluye una pared posterior cóncava que tiene un vértice, donde la pared posterior cóncava incluye una parte superior y una parte inferior que se juntan para formar el vértice.

[0011] De acuerdo con un segundo aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la parte superior está orientada en un primer ángulo con respecto a un plano vertical que intercepta el vértice.

[0012] De acuerdo con un segundo aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la parte inferior está orientada en un segundo ángulo con respecto a un plano vertical que intercepta el vértice.

[0013] De acuerdo con un segundo aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el primer ángulo y el segundo ángulo son iguales.

[0014] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el cabezal de accionamiento incluye un primer y segundo gancho del émbolo dispuestos en el cabezal de accionamiento.

[0015] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, los ganchos del émbolo están configurados para agarrarse al apoyo del émbolo de un émbolo de jeringa. Además, el primer y segundo gancho del émbolo están configurados para activarse entre una posición abierta y una posición cerrada.

[0016] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el cabezal de accionamiento incluye una palanca del émbolo. La palanca del émbolo está adaptada para

mover los ganchos del émbolo entre la posición abierta y la posición cerrada. Además, la palanca del émbolo está configurada para que la active un usuario.

[0017] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el mecanismo de accionamiento incluye un tornillo de avance, una tuerca partida, un conjunto de embrague y una varilla de accionamiento. El conjunto de embrague está configurado para acoplar y desacoplar la tuerca partida hacia y desde el tornillo de avance.

[0018] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el conjunto de embrague incluye un imán configurado para aumentar la fuerza de sujeción del conjunto de embrague y evitar el trinquete.

[0019] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el sistema de sujeción de jeringas incluye una abrazadera del cilindro, una placa de brida y un primer y segundo gancho de jeringa.

[0020] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el mecanismo de accionamiento incluye un embrague magnético anti-trinquete.

[0021] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la bomba de jeringa incluye además un sensor de oclusión. El sensor de oclusión está configurado para determinar si una línea de infusión conectada al cilindro de la jeringa está bloqueada.

[0022] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con uno o más de los aspectos anteriores, el sensor de oclusión determina si una línea de infusión conectada al cilindro de la jeringa está bloqueada mediante el cálculo de un desnivel de una curva de fuerza, un desnivel de una curva de presión, una comparación con una medición de fuerza de línea base, una comparación con una medición de presión de línea base o un área bajo la curva de fuerza.

[0023] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con uno o más de los aspectos anteriores, la bomba de jeringa incluye además un acelerómetro, en donde el acelerómetro está configurado para

detectar al menos una de una oclusión o si la bomba de jeringa experimentó un impacto externo.

[0024] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la bomba de jeringa se ubica en un rack con al menos otra bomba de infusión o bomba de jeringa.

[0025] Los aspectos de la materia que se describen en la presente pueden ser beneficiosos de manera individual o en combinación con uno o más aspectos que se describen aquí. En un aspecto de ejemplo de la presente divulgación, un sistema de posicionamiento de jeringas para ubicar una pluralidad de jeringas que tienen cilindros respectivos y émbolos respectivos dentro de un alojamiento de bomba de jeringa incluye una abrazadera del cilindro, una placa de brida y un primer y segundo gancho del émbolo. La abrazadera del cilindro puede ajustarse para sujetar el cilindro de la jeringa contra el alojamiento de la bomba de jeringa. La placa de brida está configurada para asegurar una brida del cilindro de la jeringa contra el alojamiento de la bomba de jeringa. Además, los ganchos del émbolo están configurados para agarrarse al apoyo del émbolo del émbolo de jeringa. El primer y segundo gancho del émbolo también están configurados para activarse entre una posición abierta y una posición cerrada.

[0026] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el sistema de posicionamiento de jeringas está configurado además para ubicar una pluralidad de jeringas que tienen diferentes tamaños.

[0027] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el sistema de posicionamiento de jeringas incluye además un sensor de posición configurado para detectar una rotación de la abrazadera del cilindro de la jeringa.

[0028] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la abrazadera del cilindro incluye un extremo proximal unido de manera pivotante al alojamiento y un extremo distal con una superficie de acoplamiento del cilindro.

[0029] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con uno o más de los aspectos anteriores, la superficie de

acoplamiento del cilindro está unida a la abrazadera del cilindro mediante una conexión giratoria y adaptada para permitir que la superficie de acoplamiento del cilindro gire y se ponga en contacto con cilindros de jeringa de al menos dos tamaños diferentes.

[0030] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la placa de brida está configurada para asegurar una brida del cilindro de la jeringa contra el alojamiento.

[0031] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, la placa de brida está tendente hacia el alojamiento.

[0032] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con uno o más de los aspectos anteriores, la placa de brida incluye una superficie inferior configurada para hacer contacto con la brida del cilindro de la jeringa, y la placa de brida tiene un perfil superficial que pasa de una superficie plana a una superficie en ángulo hacia el borde de la placa de brida.

[0033] Los aspectos de la materia que se describen en la presente pueden ser beneficiosos de manera individual o en combinación con uno o más aspectos que se describen aquí. En un aspecto de ejemplo de la presente divulgación, un método para detectar una oclusión incluye monitorear una medición de presión. La medición de presión puede basarse en un valor ADC

[0034] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el método incluye, durante un primer intervalo, registrar una medición de presión de línea base.

[0035] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con uno o más de los aspectos anteriores, el método incluye, durante un segundo intervalo, determinar si una medición de presión actual respectiva excede un primer umbral de diferencia entre la medición de presión actual y la medición de presión de línea base. El primer umbral de diferencia puede basarse en un modo de detección de oclusión seleccionado.

[0036] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con uno o más de los aspectos anteriores, el método incluye,

durante un tercer intervalo, después del primer intervalo y el segundo intervalo, registrar una medición de presión de línea base nueva.

[0037] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con uno o más de los aspectos anteriores, el método incluye, después de determinar la medición de presión de línea base nueva, determinar si una medición de presión actual respectiva excede un segundo umbral de diferencia entre la medición de presión actual respectiva y la medición de presión de línea base nueva.

[0038] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con uno o más de los aspectos anteriores, el método incluye determinar que existe una oclusión dentro de un tubo de una bomba de infusión cuando al menos se supera uno del primer umbral de diferencia y segundo umbral de diferencia.

[0039] De acuerdo con otro aspecto de ejemplo de la presente divulgación, que puede usarse en combinación con cualquiera o más de los aspectos anteriores, el modo de detección de oclusión seleccionado incluye un modo de detección de oclusión rápida o un modo de detección de oclusión no rápida. Además, el umbral puede ser más bajo para el modo de detección de oclusión rápida que para el modo de detección de oclusión no rápida.

[0040] En la medida en que cualquiera de estos aspectos sea mutuamente exclusivo, debe entenderse que dicha exclusividad mutua no limitará de ninguna manera la combinación de tales aspectos con cualquier otro aspecto, ya sea que se recite explícitamente o no. Cualquiera de estos aspectos puede ser reivindicado, sin limitación, como un sistema, método, aparato, dispositivo, medio, etc.

[0041] Por lo tanto, es un objeto principal de la invención proporcionar una bomba de jeringa capaz de acomodar de manera consistente jeringas de diferentes tamaños.

[0042] Otro objeto de la invención es proporcionar una bomba de jeringa capaz de detectar la carga adecuada de la jeringa y distinguir los tamaños de la jeringa.

[0043] Otro objeto de la invención es proporcionar una bomba de jeringa con un embrague magnético anti-trinquete para reducir el desgaste de un tornillo de avance y una tuerca partida.

[0044] Otro objeto de la invención es proporcionar detección de oclusión para una bomba de jeringa.

[0045] Otro objeto de la invención es proporcionar detección de gotas para una bomba de jeringa.

[0046] Otro objeto de la invención es proporcionar una gestión de la energía para una bomba de jeringa montada en una configuración de rack.

[0047] Las características y ventajas adicionales de la bomba de jeringa descrita se explican en, y serán evidentes a partir de, la siguiente descripción detallada y las figuras. Las características y ventajas descritas en este documento no son exhaustivas y, en particular, muchas características y ventajas adicionales serán evidentes para un experto en la materia en vista de las figuras y la descripción. Además, cualquier realización particular no tiene que tener todas las ventajas que figuran en el presente documento. Además, se debe tener en cuenta que el lenguaje empleado en la especificación se seleccionó principalmente con fines de legibilidad e instrucción y no para limitar el alcance de la materia de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0048] Las Figuras 1A y 1B son vistas isométricas de una bomba de jeringa según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0049] La Figura 2 es una vista parcial de un compartimento de jeringa de una bomba de jeringa según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0050] Las Figuras 3A y 3B son vistas parciales de una placa de brida de una bomba de jeringa según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0051] Las Figuras 4A y 4B son vistas isométricas de un cabezal de accionamiento de una bomba de jeringa según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0052] La Figura 4C es una vista isométrica en despiece de un cabezal de accionamiento de una bomba de jeringa según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0053] Las Figuras 5A y 5B son vistas de los componentes del mecanismo de accionamiento de una bomba de jeringa según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0054] La Figura 5C es una vista parcial de un conjunto de embrague magnético según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0055] Las Figuras 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F y 6G son vistas de varios mecanismos de acoplamiento de tuerca partida según realizaciones de ejemplo de la presente divulgación.

[0056] La Figura 7 es un diagrama de flujo de ejemplo para detectar una perturbación de una bomba usando un acelerómetro según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0057] La Figura 8 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de bomba de jeringa de ejemplo según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0058] Las Figuras 9A, 9B, 9C y 9D ilustran varias vistas en perspectiva de una bomba de jeringa de ejemplo según una realización de ejemplo de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE EJEMPLO

[0059] Se describe una bomba de jeringa. La Figura 8 representa un diagrama de componentes de alto nivel de un sistema de bomba de jeringa 800. El sistema de bomba de jeringa 800 incluye un procesador 810 en comunicación con la memoria 820, que es alimentado por una batería o fuente de alimentación 830. El procesador 810 se comunica con una pantalla 840, un motor 850 y un mecanismo de accionamiento asociado 852, y un módulo de comunicación 860. El sistema de bomba 800 también puede incluir módulos de carga de jeringas 870, tales como una abrazadera del cilindro 872, una placa de brida 874 y ganchos del émbolo 876 para acoplar un émbolo de jeringa. Además, el sistema de bomba de jeringa 800 puede incluir varios módulos sensores 880, tales como un sensor de embrague 882, un sensor de oclusión 884, un sensor de detección de la brida 886, un sensor de tamaño del cilindro 888, un sensor de posición del émbolo 890, un sensor de detección del botón del émbolo 892, un sensor de fuerza de la jeringa 894, un sensor de posición del motor 896, un acelerómetro 897 y/o un sensor de luz ambiental 898.

[0060] En varias realizaciones, la bomba está adaptada para suministrar fluido en varias velocidades de fluido. Algunos ejemplos de velocidades de infusión no limitantes incluyen de 0,01 a aproximadamente 30 mL/h para una jeringa de 1 mL; 0,01 a aproximadamente 105 mL/h para una jeringa de 3 mL; 0,03 a aproximadamente 210 mL/h para una jeringa de 5 mL; 0,05 a aproximadamente 315 mL/h para una jeringa de 10 mL; 0,1 a aproximadamente 525 mL/h para una jeringa de 20 mL; 0,1 a aproximadamente 680

mL/h para una jeringa de 30 mL; y de 0,1 a aproximadamente 1200 mL/h para una jeringa de 50/60 mL.

EL ENSAMBLAJE DE LA BOMBA

[0061] Haciendo referencia a las Figuras 1A y 1B, una bomba de infusión o bomba de jeringa 100 incluye generalmente un alojamiento que soporta un conjunto de jeringa 110, una interfaz de usuario o pantalla 120, un teclado 122, una fuente de alimentación y un mecanismo de accionamiento 130. El mecanismo de accionamiento 130 incluye un tornillo de avance, una tuerca partida y una varilla de accionamiento 132. Como se analiza con más detalle a continuación, la bomba de jeringa también puede incluir un sistema sensor de jeringa. Otros ejemplos de bombas de jeringa incluyen una bomba de infusión que se describe en la Patente de Estados Unidos No. 7.608.060, la totalidad de la cual se incorpora aquí por referencia. El ejemplo anterior no es limitativo y los conceptos descritos en este documento podrían aplicarse a otros dispositivos médicos y/o bombas de jeringa tales como una bomba de infusión.

[0062] El alojamiento aloja varios componentes de la bomba, incluida la interfaz de usuario o pantalla 120 que incluye una pantalla de visualización y un teclado 122. En una parte frontal inferior del alojamiento, se define un compartimento contenedor o compartimento de jeringa 112 que aloja el conjunto de jeringa 110. El alojamiento puede estar hecha de una variedad de materiales, incluidos varios tipos de plásticos y metales.

[0063] La interfaz de usuario 120 incluye generalmente una pantalla de visualización. La pantalla de visualización puede actuar como una pantalla táctil para que un usuario ingrese datos en la bomba. La pantalla 120 y el teclado 122 se utilizan para programar la bomba de infusión 100, y más específicamente, un procesador en la bomba para establecer la cantidad de suministro de fluido, etc., que luego se comunica al mecanismo de accionamiento. La bomba 100 y la interfaz de usuario o pantalla 120 pueden utilizar características de identificación adicionales con respecto a la medicación administrada por la bomba. Por ejemplo, la bomba 100 puede estar equipada con un lector RFID (identificación por radiofrecuencia) u otro lector de identificación que coopere con una etiqueta RFID u otro identificador unido a un cilindro de jeringa. La etiqueta RFID puede almacenar información importante que incluye, entre otros, el tipo de medicamento,

la cantidad, la concentración, así como los parámetros de bombeo y las instrucciones del medicamento.

[0064] La pantalla de visualización puede estar equipada con una almohadilla sobre la periferia exterior de la pantalla. La almohadilla es un elemento absorbente de impactos fabricado preferiblemente de un material elastomérico. En una realización preferida, la almohadilla está hecha de poliuretano. La almohadilla absorbe las fuerzas generadas si la bomba se empuja, golpea o deja caer, y minimiza el efecto que tales eventos tienen sobre la pantalla.

[0065] La bomba 100 incluye una fuente de alimentación que puede adoptar muchas formas diferentes. En una realización preferida, la fuente de alimentación puede tener la forma de una unidad de batería recargable. Además, la bomba se puede alimentar con una fuente de alimentación de CA. El conjunto de la fuente de alimentación de CA tiene un cable de alimentación y un terminal asociado que se conecta al alojamiento. El conjunto de la fuente de alimentación de CA tiene un enchufe que se puede insertar en una toma de corriente estándar para recargar la batería recargable cuando sea necesario. La alimentación de CA también se puede suministrar a través del conjunto para alimentar la bomba.

[0066] Generalmente, el compartimento de jeringa 112 está dimensionado para recibir y soportar el conjunto de jeringa 110. El conjunto de jeringa 110 incluye generalmente un cilindro de jeringa y un émbolo de jeringa. El cilindro de jeringa contiene medicación y recibe de forma deslizante el émbolo de jeringa. El émbolo de jeringa es impulsado por el mecanismo de accionamiento para forzar la medicación desde el cilindro de la jeringa a través de un tubo (no se muestra) y hacia un paciente. El tubo tendría un extremo conectado a un extremo del cilindro de la jeringa y otro extremo adaptado para conectarse a un paciente.

[0067] Las Figuras 9A a 9D ilustran varias otras vistas en perspectiva de un ejemplo de bomba de jeringa 100. Similar a las Figuras 1A y 1B, la bomba de jeringa 100 ilustrada en las Figuras 9A a 9D incluye generalmente una interfaz de usuario o pantalla 120, un teclado 122, una fuente de alimentación, un mecanismo de accionamiento 130 y un cabezal de accionamiento 400.

[0068] El alojamiento aloja varios componentes de la bomba, incluida la interfaz de usuario o pantalla 120 que incluye una pantalla de visualización y un teclado 122. En una parte frontal inferior del alojamiento, se define un compartimento contenedor o compartimento de jeringa 112 que aloja el conjunto de jeringa.

POSICIÓN DEL CILINDRO DE LA JERINGA - PARED DE LA JERINGA

[0069] El compartimento de la jeringa 112 tiene una pared posterior 114 que es generalmente cóncava para recibir el cilindro de la jeringa del conjunto de jeringa (como se ilustra en la Figura 2). El cilindro de la jeringa del conjunto de jeringa y la pared posterior 114 están generalmente en relación enfrentada. La pared posterior 114 puede incluir una parte superior 116a y una parte inferior 116b que se encuentran en un vértice 118. La parte superior 116a tiene un ángulo de pared (α) con respecto a un plano vertical que intercepta el vértice 118. De manera similar, la parte inferior 116b tiene un ángulo de pared (β) con respecto a un plano vertical que intercepta el vértice 118, por ejemplo 20 grados, lo que mejora la posición uniforme del cilindro y ayuda a asegurar la jeringa. Los ángulos de pared (α , β) pueden ser iguales o diferentes. Por ejemplo, el ángulo de pared (α) para la parte superior 116a puede ser mayor que el ángulo de pared (β). En otro ejemplo, el ángulo de pared (α) de la parte superior 116a puede ser menor que el ángulo de pared (β) de la parte inferior 116b. Cuanto mayor sea el ángulo de pared (α , β), mayor será la distancia entre los centros de las jeringas más pequeñas y más grandes cargadas en la bomba de jeringa 100. Por ejemplo, una pared posterior plana 114 permitiría que el centro de un cilindro de jeringa se asiente en el radio del cilindro de jeringa desde la pared posterior 114. Si la pared posterior es convexa, el centro de un cilindro de jeringa se mueve cada vez más lejos del vértice 118 a medida que aumenta el diámetro del cilindro de jeringa. Por ejemplo, se puede ubicar una jeringa de pequeño diámetro cerca del vértice 118, pero una jeringa de gran diámetro puede entrar en contacto con la parte superior e inferior 116a, b de la pared posterior 114 a una distancia mayor del vértice 118. Aunque los ángulos de pared más grandes (α , β) crean distancias más grandes entre los centros de las diferentes jeringas cargadas en la bomba de infusión 100, los ángulos de pared más grandes (α , β) ayudan ventajosamente a mitigar la carga incorrecta de la jeringa al

proporcionar una muesca más profunda para guiar la jeringa hacia el vértice 118 de la pared posterior 114.

ABRAZADERA DEL CILINDRO DE JERINGA

[0070] Una abrazadera del cilindro de jeringa 150 está montada de forma móvil en el compartimento. La abrazadera 150 tiene una superficie interior cóncava 154 que mira hacia la pared posterior 114 y que encaja sobre el cilindro de la jeringa. La abrazadera 150 puede pivotar para mover la abrazadera 150 hacia y desde la pared posterior 114. Además, la abrazadera 150 puede pivotar para adaptarse a cilindros de jeringa de diferentes tamaños. La abrazadera del cilindro de jeringa 150 está configurada para pivotar hacia la pared posterior 114 o hacia una posición cerrada inicial, así como alejarse de la pared posterior 114 a una posición abierta. Por ejemplo, la abrazadera de cilindro 150 puede estar cargada por resorte para pivotar alrededor del pivote 152 (se ilustra en la Figura 3A) para encontrar una posición cerrada inicial o una posición consistente de modo que la abrazadera 150 esté adaptada para distinguir diferentes jeringas, así como ubicar consistentemente cilindros del mismo tamaño. La carga por resorte hacia la posición cerrada inicial también asegura que una jeringa cargada en la bomba 100 no se suelte si la bomba 100 se golpea accidentalmente. A medida que se abre la abrazadera del cilindro 150, después de un cierto punto de rotación, la abrazadera tiende hacia una posición abierta en lugar de la posición cerrada inicial. Por ejemplo, cuando un usuario está abriendo la abrazadera del cilindro 150, después de un cierto grado de rotación, la abrazadera del cilindro 150 tiende a la posición abierta, lo que facilita ventajosamente la facilidad de carga de la jeringa (por ejemplo, carga de la jeringa con una mano). Cuando el usuario comienza a cerrar la abrazadera del cilindro 150, la abrazadera gira más allá de la tendencia de posición abierta y de nuevo tiende hacia la posición cerrada inicial.

[0071] Como se ilustra en la Figura 2, la superficie interior 154 de la abrazadera del cilindro 150 está incluida en una conexión giratoria 156 para ayudar a retener jeringas de diferentes tamaños. Tanto la conexión giratoria 156 como el pivote 152 están adaptados para ubicar y posicionar de manera consistente las jeringas en la bomba 100. El pivote 152 controla el punto alrededor del cual gira toda la abrazadera del cilindro 150 mientras que la conexión giratoria 156 controla la orientación de la superficie de contacto con el cilindro

de la abrazadera del cilindro_150. La bomba 100 puede ser compatible y admitir jeringas de varios tamaños (por ejemplo, jeringas de 1 mL, 3 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL, 30 mL y 50/60 mL) provenientes de varios fabricantes de jeringas.

[0072] Además, como se ilustra en las Figuras 1A y 1B, el alojamiento de la bomba de jeringa puede albergar la abrazadera del cilindro de jeringa 150 protegiendo así la abrazadera 150 en cada lado de golpes accidentales o un acople no intencionado de la abrazadera desde cualquier lado del alojamiento.

[0073] Como se analiza con más detalle en este documento, la carga del cilindro de jeringa incluye medios de detección del tamaño del cilindro. Por ejemplo, se puede usar un potenciómetro giratorio para detectar el tamaño de un cilindro de jeringa. El potenciómetro se puede ajustar 3:1 para obtener la resolución adecuada para diferenciar los tamaños de jeringa. En otro ejemplo, se puede usar un potenciómetro lineal para detectar el tamaño del cilindro de la jeringa.

ABRAZADERA DE LA BRIDA DEL CILINDRO DE LA JERINGA

[0074] La jeringa también se mantiene en su lugar en la bomba 100 mediante una placa de brida o una abrazadera de brida del cilindro. La placa de brida 160 está adaptada para asegurar una jeringa al sujetar la brida del cilindro de la jeringa contra el alojamiento bajo una fuerza de compresión. En un ejemplo, la placa de brida 160 está cargada por resorte hacia el alojamiento de la bomba.

[0075] La placa de brida 160 incluye un perfil en ángulo 162 para ayudar a que la brida del cilindro se deslice en su lugar. Por ejemplo, el perfil en ángulo 162 permite insertar una brida del cilindro debajo del borde exterior de la placa de brida 160 y cuando la brida del cilindro se mueve más hacia el alojamiento de la bomba, el perfil en ángulo guía la brida del cilindro hacia el alojamiento y debajo de la placa de brida 160 hasta que la fuerza supere la carga por resorte. Una vez que un usuario supera la fuerza de retención de la carga por resorte, la placa de brida 160 se extiende lejos del alojamiento para adaptarse a la anchura de la brida del cilindro. La carga por resorte retiene la brida del cilindro contra el alojamiento bajo una fuerza de compresión hasta que el usuario retira la jeringa.

[0076] En un ejemplo, el accionamiento de la palanca de carga del émbolo (se ilustra en la Figura 4B) puede mover la placa de brida 160 hacia afuera del alojamiento de

la bomba para que un usuario pueda cargar una jeringa. Pueden usarse otros mecanismos de carga o traslación para mover la placa de brida 160 hacia y lejos del alojamiento de la bomba para cargar la jeringa.

ALETAS DE LA JERINGA

[0077] Como se ilustra en la Figura 4A, el cabezal de accionamiento 400 del mecanismo de accionamiento incluye dos aletas de jeringa o ganchos de émbolo 416 y 417 en el impulsor del émbolo. El tamaño y la orientación de los ganchos de émbolo 416, 417 permiten la compresión completa del émbolo de la jeringa. Los ganchos de émbolo 416, 417 están tendentes hacia el plano de la jeringa 460 alrededor de los pivotes 441 y 442. Los pivotes 441, 442 ubicados en el lado más distal del cabezal de accionamiento 400 lejos del alojamiento de la bomba reducen la interferencia del gancho del émbolo con la bomba para permitir la compresión completa del émbolo de la jeringa.

[0078] En un ejemplo, se puede incluir una pared de retención de jeringa 470 en el cabezal de accionamiento del émbolo 400 para ayudar a posicionar y retener el apoyo del émbolo en el cabezal de accionamiento 400. Además, se puede incluir una pared exterior 450 en el impulsor del émbolo para proteger el émbolo durante la infusión. Como se ilustra en la Figura 4B, el cabezal de accionamiento 400 también incluye una palanca del émbolo 409. La palanca del émbolo 409 incluye una región de compresión de pulgar, que proporciona una característica de compresión intuitiva en la palanca para ayudar a la interacción del usuario. La activación de la palanca del émbolo 409 abre los ganchos del émbolo 416, 417 (por ejemplo, hace pivotar los ganchos 416, 417 alejándolos entre sí y el plano de la jeringa 460) permitiendo al usuario ubicar una jeringa en la bomba 100. Después de soltar la palanca del émbolo 409, los ganchos del émbolo pivotan hacia el plano de la jeringa 460 y sujetan el vástago del émbolo y el apoyo de la jeringa.

[0079] El accionamiento de la palanca del émbolo 409 también puede mover los ganchos del émbolo 416, 417 fuera del cabezal de accionamiento 400 hacia el cilindro de la jeringa para proporcionar espacio adicional entre los ganchos del émbolo 416, 417 y la cara de empuje del cabezal de accionamiento 400. Los ganchos del émbolo 416, 417 pueden estar cargados por resorte hacia la cara de empuje del cabezal de accionamiento 400 para adaptarse a una amplia variedad de espesores de la brida del émbolo. La

tendencia hacia el cabezal de accionamiento 400 y el plano de la jeringa permiten que los ganchos del émbolo 416, 417 se autoajusten al tamaño del émbolo montado en la bomba.

[0080] En un ejemplo, los ganchos del émbolo 416, 417 están cargados por resorte y tendentes hacia adentro para proporcionar una fuerza de sujeción sustancial contra el vástago del émbolo, así como una fuerza de compresión que mantiene el apoyo del émbolo contra el cabezal de accionamiento 400. Los ganchos del émbolo 416, 417 pueden primero cerrarse de forma pivotante antes de moverse lateralmente hacia el cabezal de accionamiento 400 y regresar hacia su posición lateral inicial. Esta secuencia de movimientos de cierre asegura que el vástago del émbolo sea centrado primero por los brazos, y luego el apoyo del émbolo se ponga en contacto con la superficie de empuje.

[0081] La Figura 4C ilustra una vista en despiece del cabezal de accionamiento 400. El cabezal de accionamiento 400 puede incluir un alojamiento que tiene una carcasa frontal 401 y una carcasa posterior 402, que puede tener una interfaz con empaques (por ejemplo, empaque 418) entre ellas. La carcasa frontal 401 y la carcasa posterior 402 se pueden acoplar entre sí mediante una conexión a presión y se pueden asegurar mediante tornillos 428 con arandelas 420 opcionales. La palanca del émbolo 409 puede ubicarse en la carcasa posterior 402 y acoplarse mediante el gancho de sujeción 419, el tornillo 421 y/o la arandela 420. La palanca del émbolo 409 está acoplada operativamente a la varilla de accionamiento 132 mediante un acoplamiento de palanca del émbolo 408, un resorte de la palanca 422, un eslabón del embrague 407, una palanca del gancho del émbolo 404 y un tornillo de fijación del émbolo 406, que se extiende a través del conjunto del sensor de base del émbolo 403. Las conexiones también pueden incluir una junta tórica 430, una arandela 405 y una junta tórica 423.

[0082] Los ganchos del émbolo 416 y 417 están ubicados en la carcasa frontal 401 y se extienden a través del alojamiento y se conectan con la placa de deslizamiento del gancho 411, el conjunto del soporte del liberador del gancho 410 y el conjunto de la placa de apertura del gancho 412. El conjunto de la placa de apertura del gancho 412 puede incluir resortes de apertura del gancho 426 y puede estar acoplado a un sensor del gancho del émbolo PCB 436 que puede incluir un interruptor SMT 435. El sensor del gancho del émbolo PCB 436 puede montarse en el conjunto de la placa de apertura del gancho 412 y el conjunto del sensor de base del émbolo 403 mediante tornillos 438 separados por

arandelas 437. Los diversos componentes de montaje para los ganchos del émbolo 416 y 417 pueden incluir tornillos 433, arandelas 431, arandelas en E 421, resortes 427, arandelas de cubierta del gancho 414, eslabones del gancho 413, casquillos del gancho del émbolo 415 y juntas tóricas del eje del gancho del émbolo 429.

[0083] El alojamiento puede albergar un conjunto del sensor de base del émbolo 403 unido mediante arandelas 320 y tornillos 432. El conjunto del sensor de base del émbolo 403 también puede incluir una lámina de aislamiento 434. El conjunto del sensor de base del émbolo 403 incluye un botón del émbolo que se mantiene contra una placa de plástico plana dentro del conjunto del sensor de base del émbolo 403, que contacta directamente con una viga en voladizo dentro del cabezal de accionamiento del émbolo 400. La viga en voladizo puede incluir un calibrador de tensión para medir la fuerza que actúa sobre el botón del émbolo.

[0084] La rotación de la palanca del émbolo 409 se traduce directamente en un movimiento de “entrada y salida” de los ganchos del émbolo 416, 417. Una palanca de la escobilla unida en el conjunto del soporte del liberador del gancho 410 puede comprimir la placa de deslizamiento del gancho 411 para crear el movimiento de “entrada y salida” de los ganchos del émbolo 416, 417. A medida que la palanca del gancho del émbolo 404 empuja y gira la pequeña palanca de la escobilla, la característica de cuña de la escobilla interactúa con un rodillo dentro de la placa de deslizamiento del gancho 411. La placa de deslizamiento del gancho 411 se controla al comprimir resortes o resortes de sujeción del gancho 427. A medida que el rodillo desciende por la cuña, los resortes 427 se comprimen y los ganchos del émbolo 416, 417 se apartan de la carcasa frontal 401.

[0085] La rotación de la palanca del émbolo 409 también se traduce directamente en la rotación de los ganchos del émbolo 416, 417 a través del acoplamiento de la palanca del émbolo 408. Por ejemplo, la palanca del gancho del émbolo 404 y la palanca del émbolo 409 se mantienen en la posición de reposo ascendente mediante un resorte de extensión o un resorte de palanca 422. El resorte de palanca 422 se estira cuando se comprime la palanca del émbolo 409 y luego devuelve el sistema a la posición de reposo o posición de “palanca hacia arriba” cuando se suelta la palanca del émbolo 409. Específicamente, la palanca del gancho del émbolo 404 interactúa con un segundo rodillo, unido al conjunto de la placa de apertura del gancho 412, que sigue una ruta dentro de la

palanca del gancho del émbolo 404. A medida que el rodillo sigue la ruta, todo el conjunto de la placa de apertura del gancho 412 comprime los resortes de apertura del gancho 426 para moverse linealmente. La placa dentro del conjunto de la placa de apertura del gancho 412 puede incluir dos ranuras idénticas que encajan dentro del eslabón del gancho y crean un movimiento de rotación. Los eslabones del gancho se conectan de manera segura a los ejes del conjunto superior del gancho del émbolo, de modo que el movimiento de rotación creado mueve los ganchos del émbolo 416, 417 a posición abierta. Cuando el usuario suelta la palanca del émbolo 409, los resortes de apertura del gancho 426 devuelven el conjunto de la placa de apertura del gancho 412 a su posición original, lo que hace girar los ganchos del émbolo 416, 417 de nuevo a la posición cerrada.

[0086] Como se discutió anteriormente, los ganchos del émbolo 416, 417 permiten la compresión completa del émbolo de la jeringa y evitan la interferencia con la placa de brida 160 permitiendo así que la bomba de jeringa 100 expulse de manera más completa el fluido de la jeringa. Por ejemplo, si los ganchos del émbolo 416, 417 se colocan alternativamente en una orientación de espejo que gira en un lado opuesto del alojamiento (por ejemplo, más cerca de la varilla de accionamiento 132), los ganchos pueden interferir con la placa de brida 160 evitando que la jeringa se comprima completamente.

[0087] Cada uno de los componentes de carga de la jeringa (por ejemplo, la abrazadera del cilindro, la placa de brida, las aletas o los ganchos del émbolo) están adaptados para capturar y asegurar (por ejemplo, cargar) una jeringa de una manera que evite un bolo involuntario debido a un impacto en el cabezal de accionamiento de la jeringa. Analizado con más detalle a continuación, cuando una jeringa 110 se carga horizontalmente con el cilindro a ras de la cara de soporte del cilindro o la pared posterior 114, la brida del cilindro en la ranura de la brida proporcionada por la placa de brida 160, la abrazadera del cilindro 150 que empuja a ras contra el cilindro de la jeringa y el apoyo del émbolo dentro de los ganchos del ~~la jeringa-embolo~~ 416, 417, la bomba 100 puede detectar la presencia de la brida del cilindro, la presencia del botón del émbolo y también puede identificar las dimensiones del diámetro exterior del cilindro de la jeringa.

SENSORES DE LA BOMBA DE JERINGA

[0088] La bomba de jeringa 100 incluye varios sensores para garantizar el funcionamiento adecuado y la carga adecuada de la jeringa. Por ejemplo, la bomba 100 puede incluir un sensor de embrague, un sensor de oclusión, un sensor de detección de la brida, un sensor del tamaño del cilindro (por ejemplo, sensor de medición del tamaño del cilindro), un sensor de posición del émbolo de la jeringa y un codificador de motor. El sensor de detección de la brida, el sensor del tamaño del cilindro y el sensor de posición del émbolo de la jeringa pueden funcionar en conjunto como un sistema de sensor de jeringa.

[0089] Como se discutió anteriormente, la carga del cilindro de la jeringa incluye medios de detección del tamaño del cilindro, como un sensor del tamaño del cilindro. Por ejemplo, se puede usar un potenciómetro giratorio para detectar el tamaño de un cilindro de jeringa. En otro ejemplo, se puede usar un potenciómetro lineal para detectar el tamaño del cilindro de la jeringa. Como se ilustra en la Figura 3A, la rotación de la abrazadera del cilindro de la jeringa 150 puede detectarse con base en una cantidad de rotación o desplazamiento de los engranajes 164 y/o compresión del resorte 166.

[0090] Los sensores pueden rastrear la posición del émbolo. Por ejemplo, el sensor de posición del émbolo puede incluir una escobilla limpiadora lineal que está conectada al embrague y se desplaza paralela al tornillo de avance. La resistencia del sensor en el circuito cambia directamente con el desplazamiento y emite el voltaje en función de la posición lineal. En otro ejemplo, el sensor de posición del émbolo de la jeringa puede ser un sensor electromagnético que incluye un imán y un conjunto de sensores lineales del émbolo.

[0091] La salida del sensor de posición del émbolo puede usarse para rastrear la posición del émbolo de la jeringa. Por ejemplo, se pueden usar movimientos de seguimiento para verificar si el movimiento del émbolo coincide con la velocidad de administración programada. El sensor de posición del émbolo puede usarse para verificar un comando de volumen a infundir (“VTBI”) con el volumen disponible en la jeringa. Por ejemplo, la posición del émbolo de la jeringa puede usarse para determinar la longitud restante del cilindro, que junto con el diámetro del cilindro puede usarse para determinar el volumen restante en la jeringa. El sensor de posición del émbolo también puede usarse para detectar si una jeringa se ha vaciado o si se ha cargado una jeringa vacía (por ejemplo,

detecta una posición de émbolo completamente dispensada). Además, el sensor de posición del émbolo puede usarse para detectar la posición máxima del tope muerto (REOT, FEOT) del cabezal del émbolo, así como detectar el desnivel entre el motor y el embrague.

[0092] Los sensores pueden indicar el tamaño de la jeringa. El sensor del tamaño del cilindro de la jeringa puede incluir una escobilla limpiadora lineal conectada al eje de la abrazadera del cilindro 150. La resistencia del sensor en el circuito cambia directamente proporcional al desplazamiento de la abrazadera del cilindro 150 y emite el voltaje en función de la posición. En otro ejemplo, el sensor del tamaño del cilindro de la jeringa puede ser un sensor electromagnético que incluye un imán y un conjunto de sensores lineales del cilindro. El imán está montado en el conjunto de la abrazadera del cilindro de la jeringa. El conjunto de sensores lineales está montado generalmente adyacente al mismo y tiene un sensor. Debido a que el movimiento de la abrazadera del cilindro de la jeringa es menor que el movimiento del émbolo, se puede usar un solo sensor. De manera similar al sensor de posición del émbolo de la jeringa, con base en los niveles de señal detectados por el sensor, el sensor puede determinar qué tamaño de jeringa se carga en la bomba.

[0093] El sensor del tamaño del cilindro de la jeringa puede usarse para indicar si se cargó una jeringa incompatible en la bomba 100. Además, el sensor puede usarse como una indicación general de que un tubo no está cerrado correctamente.

[0094] El sensor de detección de la brida puede ser un micro interruptor que se encuentra detrás de la placa de retención de la brida del cilindro. En un ejemplo, el interruptor es presionado por la placa cuando la brida de la jeringa se empuja en su lugar durante la carga de la jeringa. El sensor de detección de la brida puede indicar que el cilindro está en su posición correcta y puede usarse para iniciar el encendido de la bomba.

[0095] Un sensor de detección del botón del émbolo ubicado en el cabezal de accionamiento 400 detecta la presencia de una jeringa. Por ejemplo, puede ubicarse un micro interruptor en el cabezal de accionamiento del émbolo 400 de manera que el interruptor sea presionado por la brida del émbolo cuando las aletas de la jeringa o los ganchos del émbolo 416, 417 capturan la brida del émbolo durante la carga de la jeringa. El sensor de detección del botón del émbolo indica la presencia de la brida del émbolo en el cabezal de accionamiento 400 para verificar que la jeringa esté cargada correctamente.

[0096] Se puede ubicar un sensor de fuerza de la jeringa o un sensor de oclusión corriente abajo (“DSO”) en el cabezal de accionamiento y puede usarse para indicar fuerza o presión sobre el émbolo de la jeringa. La presión que se calcula puede usarse para determinar una oclusión corriente abajo, que se analiza con más detalle a continuación. Además, el sensor de fuerza puede usarse para realizar una compensación de puesta en marcha para determinar cuándo se elimina la holgura en el desplazamiento de la jeringa. El sensor de fuerza de la jeringa también puede usarse para detectar una jeringa completamente gastada, así como para detectar la brida del émbolo.

[0097] El subconjunto de bomba, como se ha descrito anteriormente, tiene asociado una pluralidad de sensores, que están operativos para proporcionar información sobre la función y ubicación de los diversos elementos del mismo. Un sensor de embrague puede comprender un interruptor óptico con un obturador mecánico que se mueve para bloquear la luz. El sensor del embrague puede indicar que el embrague está activado o desactivado.

[0098] Un sensor de posición del motor puede comprender un codificador magnético giratorio. Por ejemplo, se puede montar un imán en el eje del motor, que gira con el motor y activa la cuenta del codificador giratorio, que indica la posición del motor (por ejemplo, 15 revoluciones por 1 revolución del tornillo de avance por 1 mm de desplazamiento lineal del émbolo). En otro ejemplo, la bomba puede incluir un codificador del eje del motor de accionamiento que comprende una rueda de bandera del codificador unida al eje de armadura del motor. La rueda de bandera del motor de la bomba puede incluir una pluralidad de banderas (por ejemplo, doce banderas) que se extienden radialmente hacia fuera desde su matriz. El sensor de posición del motor puede indicar la rotación del motor y puede usarse para detectar el bloqueo del motor.

[0099] Se pueden usar uno o más de los sensores anteriores (por ejemplo, sensor de posición del émbolo) para compensar la holgura del sistema durante el inicio de la infusión.

MECANISMO DE ACCIONAMIENTO

[00100] El mecanismo de accionamiento de la jeringa se aloja en el alojamiento de la bomba e incluye generalmente un motor, un tornillo de avance 510, una tuerca partida

520 (con mitades de tuerca 520a y 520b) y un conjunto deslizante-530, y un cabezal de accionamiento 400. Como se ilustra en la Figura 5A, la tuerca partida 520 está en un estado desacoplado (por ejemplo, sin hacer contacto con el tornillo de avance 510) y en la Figura 5B, la tuerca partida 520 está en un estado acoplado (por ejemplo, en contacto con el tornillo de avance 510). El conjunto de deslizamiento está asociado con el tornillo de avance 510 y se mueve linealmente en respuesta a la rotación del tornillo de avance 510 por parte del motor. El movimiento lineal del conjunto deslizante y del cabezal de accionamiento 400 mueve el émbolo de la jeringa, que tiene una pestaña del émbolo, un brazo del émbolo y un tapón del émbolo, dentro del cilindro de la jeringa para expulsar el fluido del conjunto de la jeringa.

[00101] El motor está conectado operativamente al tornillo de avance 510 para hacer girar el tornillo de avance cuando el motor está energizado. El tornillo de avance 510 tiene roscas que cooperan con un elemento roscado, tal como una tuerca partida 520 del conjunto deslizante, como se describirá con mayor detalle a continuación.

[00102] Los diseños comunes de media tuerca pueden incluir un mecanismo de embrague con una media tuerca que está cargada por resorte contra el tornillo de avance. Sin embargo, la carga por resorte puede conducir a niveles de tensión adicionales en la media tuerca, lo que en última instancia puede provocar un desgaste de la rosca en la media tuerca. La tensión y el desgaste adicionales también pueden contribuir a fluctuaciones periódicas dentro de un ciclo de rotación del tornillo de avance. Además, durante una oclusión, los mecanismos de accionamiento de media tuerca pueden experimentar niveles de tensión que exceden el límite de resistencia de la media tuerca, lo que con el tiempo puede provocar la falla de la media tuerca (por ejemplo, las roscas de la media tuerca pueden desgastarse significativa o completamente, lo que provoca una falla en la bomba). El desgaste de la media tuerca puede liberar un polvo abrasivo, por ejemplo, material de las roscas de la media tuerca desgastadas, que pueden interferir con otros componentes de la bomba.

[00103] La tuerca partida 520 mejorada que se describe aquí proporciona más del doble de acople/contacto de rosca que los diseños tradicionales de media tuerca. Además, la tuerca partida 520 permite que las roscas de la tuerca sean más concéntricas, lo que ayuda a reducir las fluctuaciones periódicas y el desgaste de la precisión de la velocidad de

flujo (“FRA”). Por ejemplo, pequeños movimientos de una media tuerca pueden crear grandes variaciones en la precisión de la velocidad de flujo cuando las roscas están en ángulo. Además, las mitades 520a, 520b se ponen en contacto entre sí de manera que no estén tendentes contra el tornillo de avance 510, lo que reduce ventajosamente la fricción y el desgaste y también aumenta la confiabilidad.

[00104] Un ejemplo de material del tornillo de avance es SUM24L (niquelado químico). Un ejemplo de material de la tuerca partida es C95400 Aluminum Bronze. Los materiales enumerados para el tornillo de avance y la tuerca partida no pretenden ser limitantes y se proporcionan como ejemplo. Puede usarse cualquier otro material adecuado.

[00105] La tuerca partida 520 del conjunto de deslizamiento se puede desacoplar del tornillo de avance 510 permitiendo que el conjunto de deslizamiento se deslice libremente a lo largo del tornillo de avance 510 para posicionar linealmente el cabezal de accionamiento del émbolo 400 contra el émbolo que se extiende desde el cilindro de la jeringa.

[00106] Las mitades de tuercas 520a, 520b están tendentes en acoplamiento con el tornillo de avance 510 mediante un resorte y un embrague magnético. Las roscas de cada una de las mitades de tuerca 520a, 520b se acoplan en lados generalmente opuestos del tornillo de avance 510. La configuración de la tuerca partida y el diseño del embrague anti-trinquete maximizan el rendimiento y minimizan el desgaste de las roscas de la tuerca partida 520 y el tornillo de avance 510. Con las roscas acopladas, cuando el motor gira el tornillo de avance 510, la tuerca partida 520 se mueve a lo largo del tornillo de avance 510, que, a su vez, mueve linealmente el cabezal de accionamiento 400. Esto empuja el émbolo hacia el interior del cilindro de la jeringa para desplazar el medicamento del conjunto de la jeringa.

[00107] Como se mencionó anteriormente, la tuerca partida 520 también se puede desacoplar fácilmente del tornillo de avance 510, lo que permite que el conjunto deslizante se coloque a lo largo del tornillo de avance 510, como cuando se coloca el cabezal de accionamiento 400 contra el émbolo de la jeringa. Como se ilustra en las Figuras 5A y 5B, una rótula 530 puede girar para mover un primer marco o elemento de embrague 540a y un segundo marco o elemento de embrague 540b. Por ejemplo, la llave 532a puede encajar en

una ranura correspondiente en el elemento de embrague 540a y la llave 532b puede encajar en una ranura correspondiente en el elemento de embrague 540b. A medida que la rótula 530 gira en sentido contrario a las agujas del reloj (de 5A a 5B), el marco o los elementos de embrague 540a, 540b se arrastran simultáneamente hacia el tornillo de avance 510. Por ejemplo, la rótula 530 tira del elemento de embrague 540a hacia el tornillo de avance 510 y empuja el elemento de embrague 540b hacia el tornillo de avance 510. Tal como se muestra en la Figura 5B, cuando la rótula 530 está en una orientación vertical, la tuerca partida 520 se encuentra completamente acoplada con el tornillo de avance 510. Para desacoplar la tuerca partida 520 del tornillo de avance, la rótula 530 se puede hacer girar en el sentido de las agujas del reloj para retirar el elemento de embrague 540a del tornillo de avance 510 y separar el elemento de embrague 540b del tornillo de avance 510.

[00108] Las Figuras 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F y 6G muestran varias disposiciones y mecanismos para desacoplar la tuerca partida 520 del tornillo de avance 510. En el ejemplo que se ilustra en la Figura 6A, una acción de leva junto con un resorte que acopla a los marcos o elementos de embrague asociados con cada mitad de tuerca 520a, 520b para separar la tuerca partida 520 de manera que se desacopla del tornillo de avance 510. Por ejemplo, una leva enchavetada 630 puede girar (por ejemplo, en el sentido de las agujas del reloj) para acoplar y desacoplar la tuerca partida 520 del tornillo de avance 510. A medida que la leva enchavetada 630 gira, los lóbulos interactúan con el primer y segundo marco o elemento de embrague 640a, 640b. El primer y segundo marco o los elementos de embrague pueden proporcionar rigidez adicional a la disposición a medida que los componentes (por ejemplo, leva enchavetada 630 y resorte 650) se mueven en relación con el tornillo de avance 510. Cuando los lóbulos están totalmente acoplados con cada elemento de embrague, la tuerca partida 520 está en una posición desacoplada donde el elemento de embrague 640a se retira del tornillo de avance 510 mientras que el elemento de embrague 640b se separa siempre del tornillo de avance 510. Como se ilustra en la Figura 6A, cada elemento de embrague 640a, 640b puede acoplarse operativamente a un elemento elastomérico, tal como un resorte 650. Cuando los lóbulos de la leva se acoplan a los elementos de embrague, el resorte 650 se comprime debido a una fuerza de tracción del elemento de embrague 640b y una fuerza de tracción del elemento de embrague 640a, lo que hace que la tuerca partida 520 se separe y desacople del tornillo de avance 510.

[00109] Una vez que la tuerca partida 520 se desacopla del tornillo de avance 510, el elemento deslizante puede moverse libremente a lo largo del tornillo de avance 510 para ubicar el cabezal de accionamiento 400.

[00110] Las Figuras 6B, 6C y 6D ilustran ejemplos adicionales con una leva en la que la acción de leva hace girar cada mitad de tuerca 520a, 520b alrededor de uno o más puntos de pivote de manera que las roscas se desacoplan de las roscas del tornillo de avance 510. Las Figuras 6E, 6F y 6G ilustran ejemplos adicionales con engranajes que se giran de manera que cada mitad de tuerca 520a, 520b se desacopla de las roscas del tornillo de avance 510. En las Figuras 6E y 6G, se puede fijar un engranaje a cada media tuerca.

EMBRAGUE MAGNÉTICO ANTI-TRINQUETE

[00111] La actuación del usuario de la palanca del émbolo 409 en el cabezal de accionamiento 400 también puede causar un desgaste prematuro del tornillo de avance 510 utilizado con una media tuerca. Por ejemplo, la rotación parcial de la palanca con media tuerca permite que la media tuerca permanezca en un estado parcialmente acoplado. En este estado parcialmente acoplado, un usuario puede mover el embrague y arrastrar las roscas de media tuerca a través de las roscas del tornillo de avance (por ejemplo, trinquete). Este trinquete puede provocar un desgaste prematuro de las roscas y una mala percepción de la calidad.

[00112] La incorporación de un imán dentro del embrague para evitar que la tuerca partida 520 se monte sobre el tornillo de avance 510 mejora la confiabilidad y evita el mal uso. Ventajosamente, el imán mantiene cerrado el embrague para proporcionar una seguridad adicional contra un bolo involuntario. Además, en los casos en los que comúnmente puede ocurrir trinquete, la fuerza magnética toma el control y se acopla completamente a la tuerca partida 520 y, por lo tanto, también requiere o anima al usuario a desacoplar completamente la tuerca partida 520 para mantener la tuerca partida 520 en una posición desacoplada mientras mueve manualmente el cabezal de accionamiento 400. Por ejemplo, los elementos magnéticos 550a, 550b se ilustran en la Figura 5C como ejemplo de posición de los imanes en el embrague magnético.

[00113] Por ejemplo, como se ilustra en las Figuras 6A a 6G se puede implementar un imán y/o resorte para proporcionar una fuerza de cierre adicional a cada

una de las mitades de tuerca 520a, 520b. Además, la mayor fuerza de cierre y retención requiere que el usuario use una fuerza de activación más alta al activar la palanca del émbolo 409, lo que da como resultado que el usuario abra o cierre completamente el embrague y evite el trinquete y desgaste. En un ejemplo, se pueden colocar imanes adicionales o carga por resorte dentro de la bomba 100 de manera que un embrague completamente abierto permanezca abierto hasta que el usuario lo cierre.

DETECCIÓN DE OCLUSIONES

[00114] La bomba puede estar equipada con un sensor de oclusión para determinar si una línea de infusión conectada al cilindro de la jeringa está bloqueada. En una realización de ejemplo, el sensor de oclusión está incorporado en el cabezal de accionamiento del mecanismo de accionamiento. Un sensor de fuerza o presión en el cabezal de accionamiento puede medir una fuerza reactiva de la fuerza que empuja contra el sensor. Si se requiere demasiada fuerza para mover el émbolo, significa que la línea de infusión está bloqueada. En otro ejemplo, las oclusiones pueden detectarse a partir de sensores de embrague y/o sensores de posición del émbolo.

[00115] Las oclusiones pueden detectarse al monitorear las medidas de fuerza y/o presión con el uso de diversas técnicas. Además, el usuario puede seleccionar entre detección de oclusión rápida y detección de oclusión no rápida. En el modo de detección de oclusión rápida, la bomba de jeringa 100 puede informar una oclusión al 50 % de los umbrales de fuerza o presión que se describen a continuación.

[00116] Valor de diferencia de la línea base

[00117] Se puede tomar un valor de fuerza de línea base (por ejemplo, una ventana promedio variable o deslizante de muestras de medición de fuerza, tal como veinte muestras) después de que arranque el motor. El sensor de fuerza y/o presión puede generar un recuento de convertidor analógico a digital (“ADC”). En un ejemplo, el valor de la fuerza de la línea base puede ser una ventana de 20 muestras de recuentos de ADC después de que arranca el motor de la bomba. La medición de la fuerza actual se puede monitorear y se puede determinar un valor de diferencia (por ejemplo, el valor de la fuerza de la línea base restado del valor actual). Si el valor de la diferencia excede un umbral predeterminado, puede sonar una alarma de oclusión. La bomba puede tener varios ajustes

para diversas sensibilidades de detección de oclusión (por ejemplo, Muy Alta, Alta, Media Alta, Media, Baja y Muy Baja). En un ejemplo no limitativo, la bomba 100 puede generar una señal de alarma cuando la presión de la línea IV alcanza de 2 a 4 psi para una alarma de sensibilidad baja, de 6 a 9 psi para una alarma de sensibilidad media y de 14 a 16 psi para una alarma de sensibilidad alta.

[00118] En un ejemplo, la bomba de jeringa 100 puede generar una alarma de oclusión aguas abajo de alta prioridad para las siguientes presiones y sensibilidades de fluido: (Sensibilidad - Muy Alta; presión de oclusión 50 psi; límite inferior 25 psi; límite superior 52 psi); (Sensibilidad - Alta; presión de oclusión 16 psi; límite inferior 13 psi; límite superior 18 psi); (Sensibilidad - Media Alta; presión de oclusión 13 psi; límite inferior 10 psi; límite superior 15 psi); (Sensibilidad - Media; presión de oclusión 10 psi; límite inferior 7 psi; límite superior 12 psi); (Sensibilidad - Baja; presión de oclusión 7 psi; límite inferior 4 psi; límite superior 9 psi); y (Sensibilidad - Muy Baja; presión de oclusión 4 psi; límite inferior 1 psi; límite superior 6 psi).

[00119] En otro ejemplo, la bomba de jeringa 100 puede generar una alarma de oclusión aguas abajo de alta prioridad para las siguientes presiones y sensibilidades de fluido: (Sensibilidad - Muy Alta; presión de oclusión 50 psi; límite < 52 psi); (Sensibilidad - alta; presión de oclusión 16 psi; límite inferior 12 psi; límite superior 20 psi); (Sensibilidad - Media alta; presión de oclusión 13 psi; límite inferior 10 psi; límite superior 15 psi); (Sensibilidad - Media; presión de oclusión 10 psi; límite inferior 7 psi; límite superior 12 psi); (Sensibilidad - Baja; presión de oclusión 7 psi; límite inferior 4 psi; límite superior 9 psi); y (Sensibilidad - Muy Baja; presión de oclusión 4 psi; límite inferior 2 psi; límite superior 8 psi).

[00120] Para la bomba de jeringa 100, el contacto de fuerza de la jeringa es de naturaleza no flexible y un cambio de temperatura no provoca un cambio de propiedad del material. Además, el sensor de fuerza para la bomba de jeringa 100 está clasificado y compensado para funcionar desde -10 grados a 40 grados C, lo que cubre los rangos de funcionamiento normales de la bomba sin afectar las variaciones de temperatura del nivel del sistema en la detección de DSO para la jeringa. Sin embargo, para una bomba de infusión, el tubo se relaja en el canal provocando un cambio de fuerza que depende de la temperatura. Por ejemplo, las propiedades del material del tubo cambian en función de la

temperatura y se puede agregar un desnivel de compensación de temperatura tanto para el valor de la fuerza de línea base como para los valores actuales de ADC.

[00121] Una vez que la bomba alcanza el estado estable, la detección de la oclusión puede basarse en un cambio en la presión o la presión delta en lugar de los valores de umbral Alto, Medio o Bajo. Por ejemplo, después de alcanzar un estado estable donde la presión es muy estable, un cambio repentino hacia arriba de la presión puede indicar que la bomba tiene una tendencia a la oclusión. La monitorización de una presión delta después del estado estable puede permitir una detección más temprana de la oclusión.

[00122] En un ejemplo, el estado estable se logra cuando hay un cambio de presión de menos de 1 psi en los últimos dos minutos de mediciones de presión. Si el sistema no está en una condición de estado estable, la detección de presión delta puede estar desactivada.

[00123] La bomba también puede monitorear los cambios de presión en función de la velocidad de flujo. Se pueden establecer diferentes niveles de referencia y/o umbrales en función de la velocidad de flujo. Por ejemplo, si la diferencia de presión con respecto a la línea base excede una relación predeterminada (por ejemplo, aumento de presión = $0.3 * \text{velocidad de flujo en un l de duración}$), suena una alerta o advertencia de una oclusión.

[00124] Como se discutió anteriormente, se puede ubicar un sensor de fuerza de la jeringa o un sensor de oclusión corriente abajo (“DSO”) en el cabezal de accionamiento y puede usarse para indicar fuerza o presión sobre el émbolo de la jeringa. La presión que se calcula puede usarse para determinar una oclusión corriente abajo. En otro ejemplo, al iniciar una infusión, la bomba puede registrar una medición inicial de la línea base durante un primer intervalo de puesta en marcha (por ejemplo, durante los primeros diez segundos). Al comienzo del primer intervalo de puesta en marcha (por ejemplo, durante el primer segundo del intervalo de diez segundos), la bomba puede registrar la medición de la línea base inicial mediante un promedio variable de los recuentos de ADC. La medición de la línea base puede actualizarse a un valor de ADC filtrado más bajo registrado dentro del primer intervalo de puesta en marcha. Por ejemplo, si un valor de ADC filtrado registrado a los cuatro segundos es menor que la medición inicial de la línea base

registrada en un segundo, el valor de ADC filtrado registrado a los cuatro segundos puede reemplazar la medición inicial de la línea base registrada en un segundo.

[00125] La bomba puede calcular continuamente la presión en tiempo real, ya que los valores de ADC se monitorean durante la infusión. Por ejemplo, la bomba puede calcular continuamente la presión DSO de la jeringa de acuerdo con la siguiente ecuación. El factor de calibración puede basarse en el tamaño de la jeringa y puede almacenarse en una base de datos que tiene diferentes valores para diferentes tamaños de jeringa.

$$\text{Syringe DSO Pressure} = \frac{(\text{Current Filtered ADC} - \text{Current Filtered Baseline})}{\text{Calibration Factor}}$$

[00126] Durante el primer intervalo de puesta en marcha, la detección de la oclusión puede basarse en el tamaño de la jeringa. Con tamaños de jeringa inferiores a un tamaño predeterminado (por ejemplo, 6 ml o menos, 10 ml o menos, etc.), la detección de la oclusión puede determinarse mediante un criterio dual de curvatura y caída. Por ejemplo, se puede informar de una oclusión durante el primer intervalo de puesta en marcha si se excede un umbral de DSO durante un período del umbral (por ejemplo, tres segundos) por una pluralidad de muestras filtradas dentro del período del umbral. Específicamente, el valor de ADC se puede monitorear y se puede determinar un valor de diferencia (por ejemplo, el valor de línea base restado del valor de ADC actual). Si el valor de diferencia excede el umbral DSO, puede sonar una alarma de oclusión. La cantidad de muestras puede estar predeterminada y, en algunos ejemplos, puede incluir todas las muestras filtradas dentro del período del umbral.

[00127] Por otro lado, para las jeringas más grandes que el tamaño predeterminado (por ejemplo, 6 ml o más, 10 ml o más grandes, etc.), se puede informar una oclusión cuando una muestra filtrada excede el umbral de DSO. En este ejemplo, se puede informar una oclusión cuando cualquier muestra filtrada excede el umbral de DSO.

[00128] Durante un segundo intervalo de puesta en marcha (por ejemplo, durante los primeros treinta segundos), para una infusión de modo rápido, puede sonar una alarma de oclusión (cuando se selecciona el modo de detección de oclusión no rápida) cuando se excede el umbral de presión de oclusión. En infusión rápida, la bomba de jeringa (por ejemplo, GUI) puede calcular tanto los niveles del umbral rápido como no rápido e informar ambos a la bomba de jeringa (por ejemplo, al administrador del cabezal de

bomba). La bomba de jeringa 100 puede seleccionar el umbral no rápido para el segundo intervalo de puesta en marcha y luego puede informar de oclusiones utilizando el umbral rápido después del segundo intervalo de puesta en marcha.

[00129] Después del primer y segundo intervalo de puesta en marcha, se puede adquirir una nueva medición de línea base al buscar una ventana de línea base (por ejemplo, una ventana de cinco segundos, una ventana de diez segundos, etc.) donde las muestras de ADC dentro de la ventana de línea base están dentro de un rango de valor ADC predeterminado (por ejemplo, recuentos de ± 50 de ADC). En otro ejemplo, la ventana de la línea base puede establecerse en función de un rango de valor de psi predeterminado (por ejemplo, ± 2 psi). En otro ejemplo, la ventana de la línea base puede establecerse en función de una combinación de un rango de valor de ADC predeterminado y un rango de valor de psi predeterminado, tal como en función del rango de valor de ADC predeterminado o el rango de valor de psi predeterminado, el que sea menor (por ejemplo, recuentos de ± 50 de ADC o ± 2 psi). Además, al establecer la ventana de la línea base, el valor de psi puede tener un límite superior (por ejemplo, no mayor de 3,87 psi por encima de la medición de la línea base actual). El establecimiento de una nueva medición de la línea base se puede realizar una o varias veces para cada inicio de infusión. Por ejemplo, los procesos anteriores pueden ser una corrección única de la línea base por inicio de infusión. Como se mencionó anteriormente, la medición de la línea base puede actualizarse a un valor de ADC filtrado que sea más bajo que la línea base establecida actual.

[00130] Además, después del primer y segundo intervalo de puesta en marcha, se puede informar de una oclusión cuando una muestra filtrada supera el umbral de DSO. Por ejemplo, una oclusión puede detectarse e informarse cuando se cruza el umbral. Como se discutió anteriormente, el valor de ADC se puede monitorear y se puede determinar un valor de diferencia (por ejemplo, el valor de línea base restado del valor de ADC actual). Si el valor de diferencia excede el umbral de DSO, puede sonar una alarma de oclusión. Además, la medición de la fuerza actual se puede monitorear mediante la bomba y se puede determinar un valor de diferencia (por ejemplo, el valor de la fuerza de la línea base restado del valor actual). Si el valor de la diferencia excede un umbral predeterminado, puede sonar una alarma de oclusión. Si se selecciona el modo de detección de oclusión

rápida, la bomba de jeringa 100 puede informar una oclusión al 50 % de los umbrales de fuerza o presión discutidos anteriormente. El modo de detección de oclusión rápida puede limitarse a velocidades de flujo más bajas (por ejemplo, aproximadamente 20 ml/hr o menos) porque si la bomba está realizando una infusión rápida con velocidades de flujo altas, entonces la detección de oclusión puede ocurrir más rápido ya que la bomba ya está utilizando una velocidad de flujo naturalmente alta.

[00131] Desnivel de las mediciones de presión

[00132] Se puede generar una alarma de oclusión si el desnivel calculado a partir de la diferencia de dos mediciones de presión excede un valor del umbral. Las medidas de presión se pueden tomar en una ventana o intervalo de tiempo predeterminados, por ejemplo, cada dos segundos. En un ejemplo, se pueden usar dos mediciones de desnivel diferentes para tener en cuenta las fuerzas de parada al comienzo de una infusión. Para evitar falsas alarmas, el valor inicial del umbral puede ser mayor para tener en cuenta las fuerzas de parada de la tubería u otros componentes de la bomba en la puesta en marcha. Después de la puesta en marcha, el valor del umbral puede ser menor después de que la bomba haya superado las fuerzas de parada.

[00133] Área bajo curva de fuerza

[00134] La detección de oclusión también puede basarse en la energía gastada o en el área entre una línea base y la línea de fuerza actual. El cambio de presión y el desplazamiento lineal (por ejemplo, para una bomba de jeringa) también se pueden usar para determinar si hay una oclusión. En cualquiera de los ejemplos anteriores, el cálculo del área puede compararse con un valor del umbral.

ACELERÓMETRO

[00135] Los filtros digitales del promedio variable filtran picos no deseados y/o señales de ruido. Sin embargo, el ruido generado mecánicamente también puede ser inesperado e irregular, lo que puede dar lugar a falsas alarmas. En algunos casos, el ruido generado mecánicamente puede ser más problemático que el ruido eléctrico.

[00136] Se puede usar un acelerómetro para ayudar a distinguir y/o filtrar ruidos y/o picos repentinos inducidos mecánicamente. Ejemplos de fuentes de dicho ruido pueden ser un operador que empuja la puerta de la bomba de infusión, un operador que

choca contra la bomba, un operador que mueve a la bomba y al paciente durante la infusión, etc.

[00137] Si la bomba cae desde una altura o una bomba de jeringa hace sifones debido al impacto en el émbolo, se puede enviar al usuario una alarma separada de alta prioridad. Si el acelerómetro detecta movimientos/vibraciones mecánicas debido al movimiento de la puerta o la selección de una tecla (por ejemplo, al presionar la pantalla o las teclas físicas), se envía una señal de retroalimentación a la bomba para que no active la alarma o se reinicie automáticamente porque el evento fue causado meramente por un pico repentino inducido mecánicamente. En consecuencia, después de un impacto/caída, se ejecuta un algoritmo de diagnóstico separado en los sensores para probar la funcionalidad de los sensores y/u otros componentes críticos. Por ejemplo, el algoritmo de diagnóstico puede garantizar que el impacto o la caída no inhabilitó ni perjudicó ninguna de las funciones del sensor para garantizar que la bomba pueda detectar y filtrar futuras vibraciones o eventos de caída. Cuando no hay impacto, pero el algoritmo de oclusión detecta picos repentinos de presión irregulares, el acelerómetro puede confirmar que fue inducida meramente de manera eléctrica. Si estos picos son repentinos e irregulares y no se encuentran dentro del rango de picos de oclusión esperado, se genera una alarma de falla del sensor inducida eléctricamente.

[00138] Con un acelerómetro es lo suficientemente sensible como para detectar movimientos/vibraciones más pequeños, se confirma un escenario de tirón o tirón de la tubería además de las características de la señal del sensor de fuerza.

[00139] Como se ilustra en la Figura 7, un sensor de fuerza de promedio variable puede controlar las fuerzas aplicadas a ubicaciones seleccionadas en la bomba (bloque 710). Si se detecta una perturbación, o un pico repentino de presión/fuerza (por ejemplo, del sensor de fuerza) (bloque 720), el sistema puede verificar si el acelerómetro ha detectado una perturbación repentina o irregular inducida externamente (bloque 730). Si el acelerómetro ha detectado una perturbación irregular e inducida externamente, la bomba puede ignorar la perturbación del sensor de fuerza y continuar con el monitoreo (bloque 740). Por ejemplo, el sistema puede determinar que la perturbación se debió a una perturbación irregular e inducida externamente y hacer caso omiso de la perturbación para continuar el monitoreo (por ejemplo, en el bloque 710) en busca de perturbaciones internas

(por ejemplo, no inducidas externamente). Sin embargo, si el acelerómetro no ha detectado un evento externo, la bomba puede generar una señal de alarma de falla para indicar esa condición de alarma (bloque 750), tal como la presencia de una oclusión. La bomba puede crear una alarma audible a través de los altavoces o puede indicar la condición de alarma en la pantalla.

INDICADORES OPERACIONALES

[00140] Se pueden colocar LED en la bomba 100 para indicar que la bomba está “ENCENDIDA” así como la dirección del flujo. En algunos ejemplos (por ejemplo, con LED de varios colores, como los LED de tres colores), los LED se pueden usar para indicar algunos de los estados básicos de la bomba cuando la pantalla está apagada para reducir el consumo de energía.

[00141] El funcionamiento de cada uno de los modos anteriores se puede cambiar dentro de la configuración de la bomba. Además, la pantalla puede depender de si la operación se realiza con el cable de alimentación o la batería. Por ejemplo, para conservar la batería, se pueden utilizar el LED y otros indicadores luminosos. Sin embargo, cuando se opera a través de un cable de alimentación, tanto los indicadores LED/luminosos como la pantalla pueden usarse para proporcionar indicaciones visuales y avisos al usuario.

GESTIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DEL RACK

[00142] La bomba de infusión descrita en este documento y/o una bomba de jeringa se pueden usar con un rack configurado para albergar una o más bombas (por ejemplo, bombas de infusión y/o de jeringa). El rack puede proporcionar una gestión dinámica de energía y calor para cada alojamiento de bomba dentro del rack. La gestión de energía y calor puede basarse en la criticidad de la medicación que administra cada bomba respectiva. Por ejemplo, a una bomba alojada en el rack que administra un medicamento de suma importancia se le puede asignar más energía para que la batería se cargue a un nivel que reduzca el riesgo para el paciente de una batería agotada después de que se haya desconectado la CA.

[00143] El rack puede ayudar con la identificación de la bomba, la comunicación de bomba a bomba, la comunicación de bomba a rack y de rack a bomba, la carga de la

batería de la bomba, etc. El rack también puede gestionar la energía en función de la importancia de la medicación y también puede gestionar el consumo del motor según las necesidades de medicación.

[00144] El rack puede proporcionar una pantalla común y conectividad externa a través de una conexión por cable o inalámbrica.

[00145] El rack puede implementar varios métodos o procedimientos para controlar el consumo de la batería y la carga de las diversas bombas de infusión y/o bombas de jeringa alojadas en el rack. El rack puede permitir que una fuente de alimentación o un adaptador de corriente alterna de la bomba consuman más corriente para una carga más rápida. Por ejemplo, el rack puede asignar energía del rack a cada bomba de modo que su batería se cargue a un nivel que reduzca el riesgo para un paciente de una batería agotada después de que se haya desconectado la alimentación de CA. Si un paciente está recibiendo un medicamento crucial junto con una solución intravenosa no crucial, se le puede dar prioridad de carga a la bomba que administra la terapia crucial de modo que se le permita cargar su batería más rápido que otras bombas alojadas en el rack. El rack también puede administrar la cantidad de energía que usa una bomba para otras cosas además de la carga de la batería, como la activación del motor. Si una bomba está usando más energía para impulsar su motor, entonces se puede permitir que esa bomba tenga una corriente de carga más alta, de modo que cuando se desconecte, el tiempo de funcionamiento de la batería será similar para todas las bombas alojadas en el rack. El rack también puede priorizar y asignar carga rápida frente a carga lenta de una bomba a otra en función de criterios, como la necesidad de carga, la administración de medicamentos, etc.

[00146] El rack también puede detectar modos de falla, como exceder las restricciones térmicas en las fuentes de alimentación.

[00147] Las muchas características y ventajas de la presente divulgación son evidentes a partir de la descripción escrita, y, por lo tanto, las reivindicaciones adjuntas buscan cubrir todas estas características y ventajas de la divulgación. Además, dado que a los versados en la materia les podría surgir numerosas modificaciones y cambios, la presente divulgación no se limita a la construcción y operación exacta que se ilustra y describe. Por lo tanto, las realizaciones descritas deben tomarse como ilustrativas y no

como restrictivas, y la divulgación no debe limitarse a los detalles que se exponen en el presente documento, sino que debe definirse mediante las siguientes reivindicaciones y mediante todo su alcance de equivalentes, ya sea que se puedan vislumbrar o no ahora o en el futuro.