

sistemas divulgados se definan solo por las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de infusión configurado para controlar automáticamente una bomba de infusión, el sistema de infusión comprende:

una bomba de infusión configurada para bombear un fluido de infusión a lo largo de una trayectoria de flujo;

un primer sensor acústico colocado en una primera ubicación a lo largo de la trayectoria del flujo, el primer sensor acústico configurado para detectar una primera señal acústica;

un segundo sensor acústico colocado en una segunda ubicación descendente del primer sensor acústico a lo largo de la trayectoria de flujo, el segundo sensor acústico configurado para detectar una segunda señal acústica; y

un controlador configurado para: determinar una primera tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión basado en la primera señal acústica detectada y la segunda señal acústica detectada , y controlar la bomba de infusión para bombear el fluido de infusión en un segunda tasa de flujo volumétrico basado en la primera tasa de flujo volumétrico detectado.

2. El sistema de infusión de la Reivindicación 1, en el que la primera señal acústica se originó a partir del segundo sensor acústico y la segunda señal acústica se originó a partir del primer sensor acústico.

3. El sistema de infusión según la Reivindicación 1, en el que el primer sensor acústico comprende un primer transductor y el segundo sensor acústico comprende un segundo transductor.

4. El sistema de infusión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,

en el que el primer sensor acústico comprende un primer transmisor y un primer receptor y el segundo sensor acústico comprende un segundo transmisor y un segundo receptor.

5. El sistema de infusión de la Reivindicación 4, en el que el primer receptor y el segundo receptor cada uno comprende al menos un componente de cancelación de ruido.

6. El sistema de infusión según la Reivindicación 1, en el que la primera tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión se calcula para cada golpe de la bomba de infusión.

7. El sistema de infusión de la Reivindicación 1, en el que la primera tasa de flujo volumétrico es determinada con base en un primer retardo de fase asociado a la primera señal acústica.

8. El sistema de infusión según cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 7, en el que la primera tasa de flujo volumétrico se determina con base en un segundo retardo de fase asociado a la segunda señal acústica.

9. El sistema de infusión según cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 7, en el que la primera tasa de flujo volumétrico se determina con base en la longitud entre la primera ubicación y la segunda ubicación.

10. El sistema de infusión de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 7, en el que la primera tasa de flujo volumétrico se determina con base en la primera vez que toma la primera señal acústica para viajar entre el segundo sensor acústico y el primer sensor acústico.

11. El sistema de infusión de la Reivindicación 1, en el que la primera tasa de flujo volumétrico se determina con base en la primera vez que toma la segunda señal acústica para viajar entre el primer sensor acústico y el segundo sensor acústico.

12. Un método para controlar una bomba de infusión configurada para bombear fluido de infusión a lo largo de una trayectoria de flujo, el método que comprende:

detectar una primera señal acústica de un primer sensor acústico colocado en una primera ubicación a lo largo de la trayectoria de flujo;

detectar una segunda señal acústica de un segundo sensor acústico colocado en una segunda ubicación descendente del primer sensor acústico a lo largo de la trayectoria de flujo; determinar una primera tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión con base en la primera señal acústica detectada y la segunda señal acústica detectada; y

cambiar la primera tasa de flujo volumétrico a una segunda tasa de flujo volumétrico con base en la primera tasa de flujo volumétrico determinada.

13. El método de la Reivindicación 12, en el que la primera señal acústica se originó a partir del segundo sensor acústico y la segunda señal acústica se originó a partir de la primer sensor acústico.

14. El método de la Reivindicación 12, en el que el primer sensor acústico comprende un primer transductor y el segundo sensor acústico comprende un segundo transductor.

15. El método según cualquiera de las Reivindicaciones 12 a 14, en el que el primer sensor acústico comprende un primer transmisor y un primer receptor y el segundo sensor acústico comprende un segundo transmisor y un segundo receptor.

16. El método de la Reivindicación 15, en el que el primer receptor y el segundo receptor cada uno comprende al menos un componente de cancelación de ruido.

17. El método de la Reivindicación 12, en el que la primera tasa de flujo volumétrico del fluido de la infusión se calcula sobre cada golpe de la bomba de infusión. 18. El método de la Reivindicación 12, en el que se determina la primera tasa de flujo volumétrico con base en un primer retardo de fase asociado a la primera señal acústica.

19. El método de la Reivindicación 12, en el que se determina la primera tasa de flujo volumétrico con base en un segundo retardo de fase asociado a la segunda señal acústica.

20. El método de la Reivindicación 12, en el que se determina la primera tasa de flujo volumétrico con base en una longitud entre la primera ubicación y la segunda ubicación.

21. El método de la Reivindicación 12, en el que la primera tasa de flujo volumétrico se determina con base en la primera vez que toma la primera señal acústica para viajar entre el segundo sensor acústico y el primer sensor acústico.

22. El método según cualquiera de las Reivindicaciones 12 a 21, en el que la primera tasa de flujo volumétrico se determina con base en la primera vez que la

segunda señal acústica viaja entre el primer sensor acústico y el segundo sensor acústico.

23. Un sistema de infusión para detectar y ajustar automáticamente una tasa de flujo volumétrico suministrada por una bomba de infusión que comprende:

una bomba de infusión configurada para bombear fluido de infusión;

una trayectoria de flujo a lo largo de la cual el fluido de infusión está configurado para ser suministrado por la bomba de infusión;

al menos un sensor acústico ascendente ubicado en una posición en sentido ascendente de la trayectoria del flujo,

al menos un sensor acústico descendente ubicado en una posición en sentido descendente de la trayectoria del flujo;

en el que el sensor acústico descendente está configurado para detectar una señal acústica ascendente emitida por el sensor acústico ascendente, y el sensor acústico ascendente está configurado para detectar una señal acústica descendente emitida por el sensor acústico descendente,

al menos un procesador en comunicación electrónica con la bomba de infusión, el sensor acústico ascendente y el sensor acústico descendente; y

al menos una memoria en comunicación electrónica con el procesador, en donde la memoria comprende un código de programación para ser ejecutado por el procesador, y el código de programación está configurado para determinar una tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria de flujo, con base en la señal acústica ascendente detectada por el sensor acústico descendente y en la señal acústica descendente detectada por el sensor acústico ascendente, y para ajustar automáticamente la bomba de infusión con base en la tasa de flujo volumétrico determinado, para lograr una tasa deseada de flujo volumétrico del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria del flujo;

en el que el código de programación está configurado para determinar la tasa

de flujo volumétrico del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria de flujo con base en un primer retardo de fase de la señal acústica ascendente entre el sensor acústico ascendente y el sensor acústico descendente, o en un segundo retardo de fase de la señal acústica descendente, entre el sensor acústico descendente y el sensor acústico ascendente.

24. El sistema de infusión de la Reivindicación 23, en el que el sensor acústico ascendente comprende un primer transductor, y el sensor acústico descendente comprende un segundo transductor.

25. El sistema de infusión de la reivindicación 23, en el que el sensor acústico ascendente comprende un primer transmisor y un primer receptor, el sensor acústico descendente comprende un segundo transmisor y un segundo receptor, y el primer receptor y el segundo receptor cada uno comprende al menos un componente de cancelación de ruido.

26. El sistema de infusión de la reivindicación 23, en el que el código de programación está configurado para determinar la tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria de flujo, a lo largo de cada golpe de la bomba de infusión, usando el algoritmo $Q = V * A$, en el que Q comprende la tasa de flujo volumétrico, V comprende una velocidad del fluido de infusión generado por la bomba de infusión, A comprende un área de sección transversal de la trayectoria del flujo y $V = (L / 2) * (1/t_1 - 1/t_2)$, en donde L comprende una longitud entre la ubicación en sentido ascendente y la ubicación en sentido descendente, t_1 comprende una primera vez que toma la señal acústica en sentido ascendente para viajar desde el sensor acústico ascendente hasta el sensor acústico descendente, y t_2 comprende una segunda vez que toma la señal acústica descendente para viajar desde el sensor acústico descendente hasta el sensor acústico ascendente.

27. El sistema de infusión de la reivindicación 23, en el que el sensor acústico ascendente está ubicado o integrado en un sensor de presión distal, y el sensor acústico descendente está ubicado o integrado con un sensor de aire en línea distal.

28. El sistema de infusión de la reivindicación 23, que comprende además un casete de bomba conectado a la bomba de infusión, en el que la trayectoria de flujo está dispuesta a través del casete de bomba, el sensor acústico ascendente está acoplado con el casete de bomba, y el sensor acústico descendente se acopla con el casete de bomba.

29. El sistema de infusión de la reivindicación 23, en el que el código de programación está configurado para determinar, a lo largo de cada golpe de la bomba de infusión, la tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión, a lo largo de la trayectoria de flujo con base en la señal acústica ascendente detectada por la señal acústica descendente detectada por el sensor acústico ascendente y en la señal acústica descendente detectada por el sensor acústico ascendente, para ajustar automáticamente la bomba de infusión en cada ciclo de bombeo de la bomba de infusión con base en la tasa de flujo volumétrico determinado, para lograr la tasa de flujo volumétrico deseada del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria del flujo, y para determinar, a lo largo de cada golpe de la bomba de infusión, la tasa de flujo volumétrico del fluido de la infusión a lo largo de la trayectoria de flujo con base en el primer retardo de fase o en el segundo retardo de fase.

30. El sistema de infusión de la reivindicación 23, que comprende además una pluralidad de canales dispuestos dentro de la trayectoria de flujo, en el que la señal acústica descendente emitida por el sensor acústico descendente y la señal

acústica ascendente emitida por el sensor acústico ascendente están configurados para ser emitidas simultáneamente en diferentes frecuencias mediante la separación de la respectiva pluralidad de canales.

31. El sistema de infusión de la reivindicación 23, en el que el sensor acústico ascendente y el sensor acústico descendente están configurados para alternarse periódicamente para emitir la señal acústica ascendente y la señal acústica descendente.

32. Un método para detectar y ajustar automáticamente una tasa de flujo volumétrico suministrado por una bomba de infusión que comprende;

bombear el fluido de infusión con una bomba de infusión a lo largo de una trayectoria de flujo;

detectar una señal acústica en sentido ascendente emitida por al menos un sensor acústico ascendente, ubicada en una posición en sentido ascendente de la trayectoria de flujo, con al menos un sensor acústico descendente ubicado en una posición en sentido descendente de la trayectoria de flujo;

detectar una señal acústica descendente emitida por el sensor acústico descendente, ubicado en posición descendente de la trayectoria del flujo, con el sensor acústico ascendente ubicado en posición ascendente de la trayectoria del flujo;

determinar, con al menos un procesador, una tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión, a lo largo de cada golpe de la bomba de infusión, a lo largo de la trayectoria de flujo con base en la señal acústica ascendente detectada por el sensor acústico descendente y en la señal acústica descendente detectada por el sensor acústico ascendente; en el que la determinación, con el procesador, de la tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión, a lo largo de cada golpe de la bomba de infusión, a lo largo de la trayectoria del flujo comprende determinar un primer

retardo de fase de la señal acústica ascendente entre el sensor acústico ascendente y el sensor acústico descendente , o determinar un segundo retardo de fase de la señal acústica descendente entre el sensor acústico descendente y el sensor acústico ascendente; y

ajustar automáticamente cada ciclo de bombeo de la bomba de infusión, con el procesador, la bomba de infusión, con base en la tasa de flujo volumétrico determinado para lograr un flujo volumétrico deseado del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria del flujo.

33. El método según la reivindicación 32, en el que la detección de la señal acústica ascendente emitida por el sensor acústico ascendente comprende recibir la señal acústica ascendente con un primer componente de cancelación de ruido, y la detección de la señal acústica descendente emitida por el sensor acústico descendente comprende recibir la señal acústica descendente con un segundo componente de cancelación de ruido.

34. El método de la reivindicación 32, en el que la determinación, con el procesador, la tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria de flujo, sobre cada golpe de la bomba de infusión, comprende determinar la tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria de flujo , sobre cada golpe de la bomba de infusión, utilizando el algoritmo $Q = V * A$, en donde Q comprende la tasa de flujo volumétrico, V comprende una velocidad del fluido de infusión generada por la bomba de infusión, A comprende un área de sección transversal de la trayectoria del flujo , y $V = (L / 2) * (1/t_1 - 1/t_2)$, donde L comprende una longitud entre la ubicación en sentido ascendente y la ubicación en sentido descendente , t_1 comprende una primera vez que se toma la señal acústica en sentido ascendente para viajar desde el sensor acústico ascendente hasta el sensor acústico descendente, y t_2 comprende una segunda vez que se toma

la señal acústica descendente para viajar desde el sensor acústico descendente hasta el sensor acústico ascendente.

35. Un medio no transitorio legible por computadora configurado para, usando al menos un procesador, detectar y ajustar automáticamente una tasa de flujo volumétrico suministrado por una bomba de infusión, el medio no transitorio legible por computadora que incluye el código de programación para ordenar al procesador que:

determine una tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión suministrada por una bomba de infusión, a lo largo de cada golpe de la bomba de infusión, a lo largo de una trayectoria de flujo basada en: (1) una señal acústica ascendente emitida por al menos un sensor acústico ascendente, ubicada en posición ascendente de la trayectoria del flujo, y detectada por al menos un sensor acústico descendente ubicado en posición descendente de la trayectoria del flujo; en (2) una señal acústica descendente emitida por el sensor acústico descendente y detectada por el sensor acústico ascendente; y en (3) un primer retardo de fase de la señal acústica ascendente entre el sensor acústico ascendente y el sensor acústico descendente, o un segundo retardo de fase de la señal acústica descendente entre el sensor acústico descendente y el sensor acústico ascendente; y

ajustar automáticamente la bomba de infusión durante cada ciclo de bombeo de la bomba de infusión, con base en la tasa de flujo volumétrico determinada, para lograr un flujo volumétrico deseado del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria del flujo.

36. El medio no transitorio legible por computador de la reivindicación 35, en el que el código de programación está además configurado para cancelar el ruido de la señal acústica ascendente utilizando el sensor acústico descendente, y cancelar el ruido de la señal acústica descendente utilizando el sensor acústico

ascendente.

37. El medio no transitorio legible por computadora de la reivindicación 35, en el que el código de programación está además configurado para determinar la tasa de flujo volumétrico del fluido de infusión a lo largo de la trayectoria del flujo, a lo largo de cada golpe de la bomba de infusión, utilizando el algoritmo $Q = V * A$, en donde Q comprende la tasa de flujo volumétrico, V comprende una velocidad del fluido de infusión generado por la bomba de infusión, A comprende un área de sección transversal de la trayectoria del flujo y $V = (L / 2) * (1/t_1 - 1/t_2)$, en donde L comprende una longitud entre la ubicación ascendente y la ubicación descendente, t_1 comprende una primera vez que se toma la señal acústica ascendente para viajar desde el sensor acústico ascendente hasta el sensor acústico descendente, y t_2 comprende una segunda vez que se toma la señal acústica descendente para viajar desde el sensor acústico descendente hasta el sensor acústico ascendente.