

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 344**

51 Int. Cl.:

<b>A61M 5/00</b>	(2006.01)
<b>A61M 5/145</b>	(2006.01)
<b>A61B 5/055</b>	(2006.01)
<b>A61B 90/00</b>	(2006.01)
<b>G01R 33/28</b>	(2006.01)
<b>G01R 33/36</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2014 PCT/US2014/046180**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15013046**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2014 E 14744724 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018 EP 3024513**

54 Título: **inyector con sistema de motor piezoeléctrico con ajuste de la forma de onda**

30 Prioridad:

**25.07.2013 US 201361858189 P**

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

**06.09.2018**

73 Titular/es:

**LIEBEL-FLARSHEIM COMPANY LLC (100.0%)  
2111 East Galbraith Road  
Cincinnati, OH 45237, US**

72 Inventor/es:

**CRAWFORD, CHARLES H. y  
RIGGLE, JEREMY A.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 680 344 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Inyector con sistema de motor piezoeléctrico con ajuste de la forma de onda

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a la formación de imágenes por resonancia magnética y, más particularmente, a motores que son usados por uno o más componentes que se utilizan en relación con la formación de imágenes por resonancia magnética.

10

Antecedentes

Diversos procedimientos médicos requieren que uno o más fluidos médicos se inyecten en un paciente. Por ejemplo, los procedimientos de formación de imágenes médicas en muchas ocasiones implican la inyección de medios de contraste en un paciente, posiblemente junto con solución salina y/u otros fluidos. Otros procedimientos médicos implican inyectar uno o más fluidos en un paciente para fines terapéuticos. Pueden usarse inyectores de potencia para estos tipos de aplicaciones.

15

Un inyector de potencia generalmente incluye lo que se conoce comúnmente como un cabezal de potencia. Pueden montarse una o más jeringuillas en el cabezal de potencia de diversas maneras (por ejemplo, separable; de carga trasera; de carga frontal; de carga lateral). Cada jeringuilla típicamente incluye lo que puede caracterizarse como un émbolo, vástago o similares de la jeringuilla. Cada émbolo de la jeringuilla está diseñado para interactuar con (por ejemplo, entrar en contacto con y/o interconectarse temporalmente con) un accionador de émbolo de la jeringuilla apropiado que está incorporado en el cabezal de potencia, de tal manera que el funcionamiento del accionador del émbolo de la jeringuilla hace avanzar axialmente el émbolo de la jeringuilla asociado dentro de y con respecto al cilindro de la jeringuilla.

20

25

Típicamente, el inyector de potencia utiliza un motor para mover el accionador del émbolo de la jeringuilla. Como tal, se requiere que el motor funcione en un intervalo operativo de frecuencia que está especificado para el inyector de potencia. Actualmente, los motores piezoeléctricos, en general, se ajustan por hibridación del material cerámico de los estatores del motor. El ajuste de los motores piezoeléctricos por hibridación puede añadir coste y tiempo a la fabricación de los motores piezoeléctricos y puede dar como resultado aplicaciones limitadas del motor. Por ejemplo, una vez que el motor se ha ajustado por hibridación, el motor piezoeléctrico solo puede usarse en aplicaciones que requieren un intervalo operativo de frecuencia dentro del intervalo de frecuencia en el que se ha ajustado el motor. Como tal, los motores ajustados por hibridación típicamente se ajustan a un amplio intervalo de frecuencia, lo que puede dar como resultado el calentamiento del motor más a menudo y, finalmente, un aumento de los errores potenciales para el motor. Por ejemplo, cuando se hace funcionar el motor, éste puede calentarse, y cuanto más se calienta el motor, más puede cambiar la frecuencia resonante del motor, lo que puede dar como resultado un par de torsión mayor o menor que el deseado. Los motores piezoeléctricos que se han ajustado por hibridación se han usado en inyectores de potencia, aunque el intervalo ajustado de frecuencia de estos motores piezoeléctricos es significativamente mayor que el intervalo operativo de frecuencia que se especifica para el inyector de potencia. Por ejemplo, en un ejemplo conocido, un motor piezoeléctrico puede ajustarse a un intervalo de frecuencia de 35 kHz-49 kHz para su uso en un inyector de potencia que requiere un intervalo operativo de frecuencia de 42,7 kHz-44,6 kHz. En otras palabras, el motor piezoeléctrico en este ejemplo se ajusta para funcionar en un amplio intervalo de frecuencias, más que en un intervalo operativo de frecuencia específico realmente requerido por el inyector de potencia.

30

35

40

45

El documento WO 2011/046857 A1 se refiere a un conjunto de accionador del émbolo de una jeringuilla para hacer avanzar el émbolo de una jeringuilla en al menos una dirección, pudiendo construirse el conjunto con todos sus componentes no ferrosos e incluye una bomba piezoeléctrica.

50

Sumario

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un inyector de potencia. Este inyector de potencia incluye un accionador del émbolo de la jeringuilla, un motor piezoeléctrico que tiene un intervalo ajustado de frecuencia, y un panel de control que está interconectado operativamente con el motor piezoeléctrico. Una menor frecuencia del intervalo ajustado de frecuencia para el motor piezoeléctrico no es mayor de 4 kHz que una frecuencia más pequeña de un intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia. Una frecuencia más alta del intervalo ajustado de frecuencia para el motor piezoeléctrico no es mayor de 4 kHz que una frecuencia más alta del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia. El motor piezoeléctrico está interconectado operativamente al accionador del émbolo de la jeringuilla para mover el accionador del émbolo de la jeringuilla al menos en una primera dirección. El panel de control está interconectado operativamente al motor piezoeléctrico para aplicar al menos una señal de una frecuencia seleccionada al motor piezoeléctrico que está dentro del intervalo operativo de frecuencia para el inyector de potencia.

55

60

65

Es aplicable un número de refinamientos de características y características adicionales para el primer aspecto de la presente invención. Estos refinamientos de características y características adicionales pueden usarse individualmente o en cualquier combinación. Como tal, cada una de las siguientes características que se analizará puede usarse, aunque no necesariamente, con cualquier otra característica o combinación de características del primer aspecto. El siguiente análisis es aplicable al primer aspecto, hasta el comienzo del análisis de un segundo aspecto de la presente invención.

El inyector de potencia puede incluir adicionalmente una jeringuilla que puede incluir un émbolo de la jeringuilla (que por ejemplo puede moverse dentro de y con respecto al cilindro de la jeringuilla). El accionador del émbolo de la jeringuilla puede interactuar con el émbolo de la jeringuilla de una manera apropiada para mover el émbolo de la jeringuilla cuando el accionador del émbolo de la jeringuilla lo mueve el motor piezoeléctrico. El accionador del émbolo de la jeringuilla puede incluir un vástago que está montado sobre y que puede moverse a lo largo de un tornillo impulsor roscado. En cualquier caso, el motor piezoeléctrico puede mover el accionador del émbolo de la jeringuilla (y, de esta manera, el émbolo de la jeringuilla) en al menos una primera dirección (por ejemplo una dirección de descarga de fluido, por ejemplo a lo largo de una trayectoria axial). El motor piezoeléctrico puede mover el accionador del émbolo de la jeringuilla tanto en una dirección de descarga de fluido como en una dirección de retracción (por ejemplo, a lo largo de una trayectoria axial común, pero en direcciones opuestas).

Al menos parte del motor piezoeléctrico puede fabricarse a partir de una aleación de cobre n.º 642. En una realización, cada estator y cada rotor del motor piezoeléctrico está formado de aleación de cobre n.º 642. El motor piezoeléctrico entero puede tener una configuración que no incluye plomo ni cristales piezoeléctricos o tanto ni plomo como tampoco cristales piezoeléctricos.

El intervalo específico de frecuencia en el que se ajusta el motor piezoeléctrico puede seleccionarse basándose en al menos un requisito de la aplicación para el motor piezoeléctrico, que en el caso del primer aspecto es como una fuente de alimentación para un inyector de potencia. En este ejemplo, el inyector de potencia puede tener un panel de control con software que requiere un intervalo operativo de frecuencia para el inyector de potencia. Como tal y en este ejemplo, el motor piezoeléctrico puede ajustarse a un intervalo específico de frecuencia que es similar al intervalo operativo de frecuencia requerido por el inyector de potencia. A su vez, el motor piezoeléctrico puede funcionar en el intervalo operativo de frecuencia requerido del inyector de potencia. Como puede apreciarse, el mismo motor piezoeléctrico puede ajustarse a diferentes intervalos de frecuencia específicos basándose en diferentes y cualquier número de requisitos. Como tal, el mismo motor piezoeléctrico podría ajustarse para su uso con cualquier aplicación y/o componente que requiera el uso de un motor piezoeléctrico que incluye, aunque sin limitación, otros sistemas de formación de imágenes por resonancia magnética.

El intervalo específico de frecuencia en el que se ajusta el motor piezoeléctrico puede ser sustancialmente similar (por ejemplo, tener una pequeña desviación respecto a) el intervalo operativo de frecuencia requerido para la aplicación pertinente. Por ejemplo y en el caso de un inyector de potencia para el primer aspecto, una frecuencia más baja del intervalo específico de frecuencia para el motor piezoeléctrico puede no ser más de 1 kHz de la frecuencia más baja del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia y una frecuencia más alta del intervalo específico de frecuencia para el motor piezoeléctrico puede ser no mayor de 1 kHz desde la frecuencia más alta del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia. En otro ejemplo, una frecuencia más baja del intervalo específico de frecuencia para el motor piezoeléctrico puede no ser más de 2 kHz de la frecuencia más baja del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia, y una frecuencia más alta del intervalo específico de frecuencia para el motor piezoeléctrico puede no ser más de 2 kHz de la frecuencia más alta del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia. En otro ejemplo más, una frecuencia más baja del intervalo específico de frecuencia para el motor piezoeléctrico puede ser no más de 3 kHz de la frecuencia más baja del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia, y una frecuencia más alta del intervalo específico de frecuencia para el motor piezoeléctrico puede ser no más de 3 kHz de la frecuencia más alta del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia. En una realización, el intervalo operativo de frecuencia para el inyector de potencia es un subconjunto del intervalo ajustado de frecuencia para el motor piezoeléctrico. Otra caracterización es que la frecuencia más baja del intervalo específico de frecuencia para el motor piezoeléctrico es más pequeña que la frecuencia más baja del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia, y una frecuencia más alta del intervalo específico de frecuencia para el motor piezoeléctrico es mayor que la frecuencia más alta del intervalo operativo de frecuencia del inyector de potencia.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a integrar un motor piezoeléctrico con un componente de un sistema de formación de imágenes por resonancia magnética. Integrar el motor piezoeléctrico con el componente del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética generalmente incluye ajustar el motor piezoeléctrico a un intervalo específico de frecuencia, junto con la incorporación del motor piezoeléctrico ajustado en un componente del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética. Ajustar el motor piezoeléctrico a un intervalo específico de frecuencia incluye ejecutar una primera etapa de aplicación, que incluye aplicar una presión inicial al motor piezoeléctrico. Ajustar el motor piezoeléctrico a un intervalo específico de frecuencia incluye además un panel de control que genera al menos una señal que tiene una frecuencia seleccionada que está dentro del intervalo específico de frecuencia (por ejemplo, el intervalo de frecuencia al que se desea ajustar el motor piezoeléctrico), ejecutar una segunda etapa de aplicación en forma de aplicación de la señal generada al motor piezoeléctrico, medir

5 una frecuencia de vibración del motor piezoeléctrico (por ejemplo, la frecuencia a la cual el motor resuena/vibra), y variar la presión aplicada al motor piezoeléctrico. La segunda etapa de aplicación, la etapa de medición, y la etapa de variación pueden repetirse hasta que la frecuencia de vibración medida está a una frecuencia resonante que abarca el intervalo específico de frecuencia (por ejemplo tal que el motor piezoeléctrico resuena a/sobre el intervalo específico de frecuencia).

10 Es aplicable un número de refinamientos de características y características adicionales al segundo aspecto de la presente invención. Estos refinamientos de características y características adicionales pueden usarse individualmente o en cualquier combinación. Como tal, cada una de las siguientes características que se analizará puede usarse, aunque no necesariamente, con cualquier otra característica o combinación de características del segundo aspecto. El siguiente análisis es aplicable al menos al segundo aspecto.

15 Ajustar el motor piezoeléctrico a un intervalo específico de frecuencia puede incluir un número de etapas. Por ejemplo, puede generarse al menos una señal mediante un panel de control, donde esta señal tiene una frecuencia seleccionada dentro del intervalo específico de frecuencia (por ejemplo, que incluye un intervalo operativo de frecuencia del componente del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética). En un ejemplo, la frecuencia seleccionada puede ser una frecuencia central del intervalo operativo de frecuencia del componente del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética que incorporará el motor piezoeléctrico ajustado (por ejemplo, un inyector de potencia). En este ejemplo, el motor piezoeléctrico se ajusta a la frecuencia central del intervalo operativo de frecuencia para el componente del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética de tal manera que el motor piezoeléctrico resuena al intervalo operativo de frecuencia (por ejemplo, la frecuencia resonante del motor piezoeléctrico tiene un ancho de banda al menos equivalente al intervalo operativo de frecuencia del componente del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética).

25 El motor piezoeléctrico puede incluir un primer estator, un segundo estator, un primer rotor y un segundo rotor. Otra etapa de ajuste del motor piezoeléctrico puede incluir ejecutar una segunda etapa de aplicación, que puede incluir aplicar la señal generada al motor piezoeléctrico. La segunda etapa de aplicación puede incluir también aplicar la señal generada a uno del primer estator o el segundo estator. La señal generada puede incluir una pluralidad de pulsos, donde cada pulso tiene un ancho de pulso La señal generada puede tener un coeficiente de utilización en el intervalo de aproximadamente el 15 % a aproximadamente el 40 %. Por ejemplo, en un caso de aplicación de la señal generada al motor piezoeléctrico, puede ser beneficioso tener un coeficiente de utilización del 15 % y en otro caso de aplicación de la señal generada al motor piezoeléctrico, puede ser beneficioso tener un coeficiente de utilización del 35 %. Como tal, el panel de control puede ser operable para ajustar el ancho de pulso de cada uno de la pluralidad de pulsos.

35 Ajustar el motor piezoeléctrico a un intervalo específico de frecuencia puede incluir adicionalmente medir una frecuencia de vibración del motor piezoeléctrico (por ejemplo la frecuencia a la que el motor resuena/vibra) y variar las presiones aplicadas al motor piezoeléctrico. Variar la presión aplicada al motor piezoeléctrico generalmente puede incluir cambiar una cantidad de compresión entre el primer y segundo estatores. Por ejemplo, variar la presión aplicada puede incluir añadir al menos una cuña entre el primer estator y el segundo estator. En otro ejemplo, variar la presión aplicada puede incluir retirar al menos una cuña de entre el primer estator y el segundo estator. En otro ejemplo más, variar la presión aplicada puede incluir comprimir externamente extremos opuestos de una porción de alojamiento del motor piezoeléctrico.

45 Ajustar el motor piezoeléctrico a un intervalo específico de frecuencia puede incluir además repetir: aplicar la señal generada al motor piezoeléctrico, medir la frecuencia de vibración del motor piezoeléctrico y variar la presión aplicada al motor piezoeléctrico hasta que la frecuencia de vibración medida está a una frecuencia resonante (por ejemplo, tal que el motor piezoeléctrico resuena al intervalo específico de frecuencia). El panel de control puede ser operable para ajustar la frecuencia seleccionada dentro del intervalo específico de frecuencia. Por ejemplo, después de determinar que la frecuencia de vibración medida está a una frecuencia resonante, puede generarse una nueva señal con una frecuencia seleccionada diferente dentro del intervalo específico de frecuencia y, después, esta señal puede aplicarse al motor piezoeléctrico para verificar que el motor piezoeléctrico funciona a la nueva frecuencia seleccionada (por ejemplo, la frecuencia de vibración está aún a una frecuencia resonante).

55 En otra realización, ajustar el motor piezoeléctrico a un intervalo específico de frecuencia puede incluir generar al menos cuatro señales mediante el panel de control, donde estas señales tienen una frecuencia seleccionada dentro del intervalo específico de frecuencia. La frecuencia seleccionada de cada señal de las al menos cuatro señales puede ser la misma. Las etapas restantes para ajustar el motor piezoeléctrico pueden ser similares a las etapas analizadas anteriormente con respecto a la generación de al menos una señal. Por ejemplo, una etapa adicional en el ajuste del motor piezoeléctrico puede incluir aplicar las al menos cuatro señales al motor piezoeléctrico. Esto puede incluir aplicar al menos dos de las cuatro señales al primer estator y al menos dos de las cuatro señales al segundo estator. Cada una de las cuatro señales puede tener una relación de fases de 90°. Por ejemplo, las cuatro señales pueden ser seno, -seno, coseno y -coseno. De nuevo, de forma similar a la generación de al menos una señal, cada una de las cuatro señales puede incluir una pluralidad de pulsos, donde cada pulso tiene un ancho de pulso. La señal generada puede tener un coeficiente de utilización en el intervalo de aproximadamente el 15 % a

aproximadamente el 40 %. Como tal, el panel de control puede ser operable para ajustar el ancho de pulso de cada uno de la pluralidad de pulsos de las cuatro señales.

La presente invención puede caracterizarse de forma más general como perteneciente al ajuste de un motor piezoeléctrico-ajuste del motor piezoeléctrico a un intervalo de frecuencia deseado. Como tal, el método de ajuste como se describe en el presente documento puede adaptarse a ajustar el motor piezoeléctrico a cualquier frecuencia operativa para cualquier componente/dispositivo (por ejemplo, para una aplicación diana de cualquier tipo), y como tal está dentro del alcance de la presente invención. Un componente o dispositivo que incluye tal motor piezoeléctrico ajustado está también dentro del alcance de la presente invención. En este sentido, tal motor ajustado puede usarse en aplicaciones de formación de imágenes de resonancia magnética y, como se describe por ejemplo, mediante un inyector de potencia o cualquier otro componente del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética. Específicamente, pueden usarse motores piezoeléctricos mediante uno o más componentes que se utilizan con relación a la formación de imágenes por resonancia magnética, y la presente invención puede ajustar los motores piezoeléctricos para funcionar a un intervalo específico de frecuencia basado en un intervalo operativo de frecuencia de uno o más componentes que se utilizan con relación a la formación de imágenes por resonancia magnética. Sin embargo, un motor piezoeléctrico que se ajusta de acuerdo con la presente invención puede usarse para cualquier aplicación apropiada, incluyendo para aplicaciones distintas de MRI, como se ejemplifica más completamente en el presente documento.

Puede apreciarse que el intervalo específico de frecuencia en el que se ajusta el motor piezoeléctrico (por ejemplo el intervalo ajustado de frecuencia del motor piezoeléctrico) puede ser específico para la aplicación/componente y puede ser diferente para cada uno y/o cualquier aplicación/componente o puede ser el mismo para cada aplicación/componente. Por ejemplo, una primera aplicación/componente puede tener un intervalo operativo de frecuencia de 42 kHz-44 kHz. En este ejemplo, el motor piezoeléctrico puede ajustarse a un intervalo específico de frecuencia de 40 kHz-46 kHz. Como alternativa y en este mismo ejemplo, el motor piezoeléctrico puede ajustarse a un intervalo específico de frecuencia de 41 kHz-46 kHz o de 41 kHz-45 kHz. En otro ejemplo, una segunda aplicación/componente puede tener un intervalo operativo de frecuencia de 50 kHz-53 kHz. En este ejemplo, el motor piezoeléctrico puede ajustarse a un intervalo específico de frecuencia de 47 kHz-54 kHz. En este sentido, el intervalo específico de frecuencia (por ejemplo el intervalo ajustado de frecuencia) para el motor piezoeléctrico puede tener un ancho de banda en el intervalo de aproximadamente 1 kHz a aproximadamente 10 kHz. En otras palabras, la frecuencia resonante del motor piezoeléctrico puede tener un ancho de banda en el intervalo de aproximadamente 1 kHz a aproximadamente 10 kHz dependiendo de los requisitos de frecuencia operativa del componente del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética. Específicamente, la frecuencia resonante del motor piezoeléctrico puede tener un ancho de banda de aproximadamente 1 kHz o aproximadamente 2 kHz o aproximadamente 3 kHz o aproximadamente 4 kHz, etc. hasta aproximadamente 10 kHz.

Es aplicable por separado un número de refinamientos de características y características adicionales a cada aspecto de la presente invención. Estos refinamientos de características y características adicionales pueden usarse individualmente o en cualquier combinación con respecto a cada uno de los aspectos indicados anteriormente. Cualquier "instrucción" o lógica que pueda ser utilizada por cualquiera de los diversos aspectos de la presente invención puede implementarse de cualquier manera apropiada incluyendo, sin limitación, en cualquier software, firmware o hardware apropiado, usando una o más plataformas, usando uno o más procesadores, usando una memoria de cualquier tipo apropiado, usando cualquier ordenador individual de cualquier tipo apropiado o múltiples ordenadores de cualquier tipo apropiado e interconectados de cualquier manera apropiada, o cualquier combinación de los mismos. Estas instrucciones o lógica pueden implementarse en cualquier localización individual o en múltiples localizaciones que estén interconectadas de cualquier manera apropiada (por ejemplo, por cualquier tipo de red).

Cualquier inyector de potencia que pueda utilizarse para proporcionar una descarga de fluido puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiado. Cualquiera de estos inyectores de potencia puede utilizar uno o más accionadores del émbolo de la jeringuilla de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiado, donde cada accionador del émbolo de la jeringuilla es capaz de un movimiento al menos bidireccional (por ejemplo, un movimiento en una primera dirección para descargar fluido; un movimiento en una segunda dirección para acomodar una carga y/o dirigir un fluido y/o devolverlo a una posición para una operación posterior de descarga de fluido), y donde cada uno de estos accionadores del émbolo de la jeringuilla puede interactuar con su émbolo de la jeringuilla correspondiente de cualquier manera apropiada (por ejemplo, por contacto mecánico; mediante un acoplamiento apropiado (mecánico o de otro tipo)), para poder hacer avanzar el émbolo de la jeringuilla en al menos una dirección (por ejemplo para descargar fluido). Cada accionador del émbolo de la jeringuilla puede utilizar una o más fuentes de accionamiento de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiado. Pueden combinarse múltiples salidas de la fuente de accionamiento de cualquier manera apropiada para hacer avanzar un único émbolo de la jeringuilla en un momento dado. Una o más fuentes de accionamiento pueden dedicarse a un accionador de émbolo de jeringuilla individual, una o más fuentes de accionamiento pueden asociarse con múltiples accionadores del émbolo de la jeringuilla (por ejemplo, incorporando una transición de clases para cambiar la salida desde un émbolo de jeringuilla a otro émbolo de jeringuilla), o una combinación de los mismos. Las formas de fuente de accionamiento representativas incluyen un motor eléctrico con escobillas o sin escobillas, un motor hidráulico, un motor neumático, un motor piezoeléctrico o un motor gradual.

Puede usarse cualquiera de estos inyectores de potencia para cualquier aplicación apropiada donde se desea el suministro de uno o más fluidos médicos incluyendo, sin limitación, cualquier aplicación de formación de imágenes médicas apropiada (por ejemplo tomografía computarizada o formación de imágenes CT; formación de imágenes por resonancia magnética o MRI; formación de imágenes por tomografía computarizada por emisión de un único fotón o SPECT; formación de imágenes por tomografía de emisión de positrones o PET; formación de imágenes por rayos X, formación de imágenes angiográficas, formación de imágenes ópticas; formación de imágenes por ultrasonidos) y/o cualquier aplicación de diagnóstico médico y/o terapéutica apropiada (por ejemplo, inyección de quimioterapia, gestión del dolor etc.). Puede usarse cualquiera de estos inyectores de potencia junto con cualquier componente o combinación de componentes, tal como un sistema de formación de imágenes apropiado (por ejemplo, un escáner CT). Por ejemplo, la información puede transportarse entre cualquiera de estos inyectores de potencia y uno o más componentes distintos (por ejemplo, información de retraso de exploración, señal de inicio de la inyección, velocidad de inyección).

Puede utilizarse cualquier número apropiado de jeringuillas con cualquiera de estos inyectores de potencia de cualquier manera apropiada (por ejemplo separable; de carga frontal; de carga trasera; de carga lateral), cualquier fluido médico apropiado puede descargarse desde una jeringuilla dada de cualquiera de estos inyectores de potencia (por ejemplo, medio de contraste, fluido terapéutico, un radiofarmacéutico, solución salina y cualquier combinación de los mismos), y cualquier fluido apropiado puede descargarse desde una configuración de inyector de potencia de múltiples jeringuillas de cualquier manera apropiada (por ejemplo secuencialmente, simultáneamente), o cualquier combinación de las mismas. En una realización, el fluido descargado desde una jeringuilla por el funcionamiento del inyector de potencia se dirige a un conducto (por ejemplo, un conjunto de tubo médico), donde este conducto está interconectado de forma fluida con la jeringuilla de cualquier manera apropiada y dirige el fluido a una localización deseada (por ejemplo, a un catéter que está insertado en un paciente para inyección). Múltiples jeringuillas pueden descargar en un conducto común (por ejemplo, para la provisión a un único sitio de inyección), o una jeringuilla puede descargar en un conducto (por ejemplo, para la provisión a un sitio de inyección), mientras que otra jeringuilla puede descargar a un conducto diferente (por ejemplo, para la provisión a un sitio de inyección diferente). En una realización, cada jeringuilla incluye un cilindro de jeringuilla y un émbolo que está dispuesto dentro de y que puede moverse con respecto al cilindro de la jeringuilla. Este émbolo puede interactuar con el conjunto de accionador de émbolo de la jeringuilla del inyector de potencia, de manera que el conjunto de accionador del émbolo de la jeringuilla es capaz de hacer avanzar el émbolo en al menos una dirección, y posiblemente en dos direcciones diferentes, opuestas.

Como se usa en el presente documento, la expresión "interconectado de forma fluida" se refiere a que uno o más componentes o entidades están conectados (directa o indirectamente) de una manera tal que el fluido puede fluir (por ejemplo, unidireccional o bidireccionalmente) en una trayectoria de flujo predeterminada entre ellos. Por ejemplo, "un dispositivo de inyección conectado fluidamente a un paciente" describe una configuración donde el fluido puede fluir desde el dispositivo de inyección a través de cualquier dispositivo de interconexión (por ejemplo tubos, conectores) y dentro del paciente (por ejemplo, dentro de la vasculatura del paciente).

Cualquier característica de la presente invención que se pretenda limitar a un contexto "singular" o similar claramente se expone en el presente documento mediante términos tales como "únicamente", "individual", "limitado a" o similares. Simplemente introducir una característica de acuerdo con la práctica básica anterior comúnmente aceptada no limita la característica correspondiente al singular (por ejemplo, indicando que un inyector de potencia incluye "un panel de control" no solo significa que el inyector de potencia incluya solo un único panel de control). Además, cualquier fallo en el uso de frases tales como "al menos uno" tampoco limita la característica correspondiente al singular (por ejemplo, indicar que un inyector de potencia incluye solo "un panel de control" no significa que el inyector de potencia incluya solo un único panel de control). El uso de la frase "al menos generalmente" o similares con relación a una característica particular abarca la característica correspondiente y variaciones insustanciales de la misma (por ejemplo, indicar que un cilindro de jeringuilla es al menos generalmente cilíndrico abarca un cilindro de jeringuilla que es cilíndrico). Finalmente, una referencia de una característica junto con la frase "en una realización" no limita el uso de la característica a una única realización.

#### Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un esquema de una realización de un inyector de potencia.

La Figura 2A es una vista en perspectiva de una realización de un inyector de potencia portátil, montado en un soporte, de doble cabezal.

La Figura 2B es una vista en perspectiva ampliada, parcialmente despiezada, de un cabezal de potencia usado por el inyector de potencia de la Figura 2A.

La Figura 2C es un esquema de una realización de un conjunto de accionador del émbolo de la jeringuilla que puede ser usado por el inyector de potencia de la Figura 2A.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de una realización de un motor piezoeléctrico que puede usarse con el inyector de potencia de la Figura 2A.

La Figura 4 es un esquema de una realización de un sistema para ajustar un motor piezoeléctrico.

La Figura 5 es una realización de un protocolo de ajuste que puede ser usado por el sistema de la Figura 4 para ajustar un motor piezoeléctrico.

La Figura 6 es un esquema de una realización de un inyector de potencia que incluye un motor piezoeléctrico que se ha ajustado de acuerdo con las Figuras 4-5.

Descripción detallada

5 La Figura 1 presenta un esquema de una realización de un inyector de potencia 10 que tiene un cabezal de potencia 12. Una o más interfaces gráficas de usuario o GUI 11 pueden estar asociadas con el cabezal de potencia 12. Cada GUI 11: 1) puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiado; 2) puede estar interconectada operativamente con el cabezal de potencia 12 de cualquier manera apropiada; 3) puede estar dispuesta en cualquier localización apropiada; 4) puede estar configurada para proporcionar cualquiera de las siguientes funciones: controlar uno o más aspectos del funcionamiento del inyector de potencia 10; introducir/editar uno o más parámetros asociados con el funcionamiento del inyector de potencia 10; y mostrar información apropiada (por ejemplo asociada con la operación del inyector de potencia 10); o 5) cualquier combinación de las anteriores. Puede utilizarse cualquier número apropiado de GUI 11. En una realización, el inyector de potencia 10 incluye una GUI 11 que se incorpora mediante una consola que está separada de, pero en comunicación con, el cabezal de potencia 12. En otra realización, el inyector de potencia 10 incluye una GUI 11 que es parte del cabezal de potencia 12. En otra realización más, el inyector de potencia 10 utiliza una GUI 11 en una consola diferente que se comunica con el cabezal de potencia 12, y también utiliza otra GUI 11 que está en el cabezal de potencia 12. Cada GUI 11 podría proporcionar la misma funcionalidad o conjunto de funcionalidades, o las GUI 11 pueden diferir en al menos algún aspecto en relación con sus funcionalidades respectivas.

Puede instalarse una jeringuilla 28 en el cabezal de potencia 12 y, cuando está instalada, puede considerarse como parte del inyector de potencia 10. Algunos procedimientos de inyección pueden dar lugar a una presión relativamente alta que se genera dentro de la jeringuilla 28. En este sentido, puede ser deseable disponer la jeringuilla 28 dentro de una camisa de presión 26. La camisa de presión 26 típicamente está asociada con el cabezal de potencia 12 de modo que permite que la jeringuilla 28 se disponga en su interior como parte de o después de instalar la jeringuilla 28 en el cabezal de potencia 12. La misma camisa de presión 26 típicamente permanecerá asociada con el cabezal de potencia 12, mientras se posicionan diversas jeringuillas 28 dentro de y se retiran de la camisa de presión 26 para múltiples procedimientos de inyección. El inyector de potencia 10 puede eliminar la camisa de presión 26 si el inyector de potencia 10 está configurado/utilizado para inyecciones de baja presión y/o si la jeringuilla o jeringuillas 28 que se van a utilizar con el inyector de potencia 10 es (son) de suficiente durabilidad para soportar las inyecciones a alta presión sin el soporte adicional proporcionado por una camisa de presión 26. En cualquier caso, el fluido descargado de la jeringuilla 28 puede dirigirse a un conducto 38 de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiado, que puede estar interconectado de forma fluida con la jeringuilla 28 de cualquier manera apropiada, y que puede dirigir el fluido a cualquier localización apropiada (por ejemplo a un paciente).

El cabezal de potencia 12 incluye un conjunto de accionador del émbolo de la jeringuilla o un accionador del émbolo de la jeringuilla 14 que interactúa (por ejemplo, en una interfaz) con la jeringuilla 28 (por ejemplo, un émbolo 32 de la misma) para descargar fluido desde la jeringuilla 28. Este conjunto de accionamiento del émbolo de la jeringuilla 14 incluye una fuente de accionamiento 16 (por ejemplo, un motor de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiado, engranajes opcionales y similares) que alimenta una salida de accionamiento 18 (por ejemplo, un tornillo de accionamiento rotatorio). Puede hacerse avanzar un vástago 20 a lo largo de una trayectoria apropiada (por ejemplo axial) mediante la salida de accionamiento 18. El vástago 20 puede incluir un acoplador 22 para interactuar o hacer de interfaz con una porción correspondiente de la jeringuilla 28 de un modo que se analizará más adelante.

La jeringuilla 28 incluye un émbolo o pistón 32 que está dispuesto de forma móvil dentro de un cilindro de jeringuilla 30 (por ejemplo, para el movimiento alternativo axial a lo largo de un eje coincidente con la flecha de doble cabeza B). El émbolo 32 puede incluir un acoplador 34. Este acoplador del émbolo de la jeringuilla 34 puede interactuar o hacer de interfaz con el acoplador del vástago 22 para permitir que el conjunto de accionamiento del émbolo de la jeringuilla 14 retraiga el émbolo de la jeringuilla 32 dentro del cilindro de la jeringuilla 30. El acoplador del émbolo de la jeringuilla 34 puede estar en forma de un árbol 36a que se extiende desde un cuerpo del émbolo de la jeringuilla 32 junto con un cabezal o botón 36b. Sin embargo, el acoplador del émbolo de la jeringuilla 34 puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo adecuado.

Generalmente, el conjunto de accionamiento del émbolo de la jeringuilla 14 del inyector de potencia 10 puede interactuar con el émbolo de jeringuilla 32 de la jeringuilla 28 de cualquier manera apropiada (por ejemplo, por contacto mecánico; mediante un acoplamiento adecuado (mecánico o de otro tipo)) para poder mover o hacer avanzar el émbolo de la jeringuilla 32 (con respecto al cilindro de la jeringuilla 30) en al menos una dirección (por ejemplo, para descargar el fluido desde la jeringuilla 28 correspondiente). Es decir, aunque el conjunto de accionamiento del émbolo de la jeringuilla 14 puede ser capaz de un movimiento bidireccional (por ejemplo, a través de la operación de la misma fuente de accionamiento 16), el inyector de potencia 10 puede estar configurado de tal manera que el funcionamiento del conjunto de accionamiento del émbolo de la jeringuilla 14 en realidad solo desplaza cada émbolo de jeringuilla 32 usada por el inyector de potencia 10 en una sola dirección. Sin embargo, el conjunto de accionamiento del émbolo de la jeringuilla 14 puede estar configurado para interactuar con cada émbolo de jeringuilla 32 usada por el inyector de potencia 10 para ser capaz de mover cada émbolo de jeringuilla 32 en cada una de dos direcciones diferentes (por ejemplo, en diferentes direcciones a lo largo de una trayectoria axial común).

La retracción del émbolo de la jeringuilla 32 puede utilizarse para acomodar una carga de fluido en el cilindro de la jeringuilla 30 para una inyección o descarga posterior, puede utilizarse para dirigir realmente fluido al cilindro de la jeringuilla 30 para una inyección o descarga posterior, o para cualquier otro fin apropiado. Ciertas configuraciones pueden no requerir que el conjunto de accionamiento del émbolo de la jeringuilla 14 pueda retraer el émbolo de la jeringuilla 32, en cuyo caso el acoplador del vástago 22 y el acoplador del émbolo de la jeringuilla 34 pueden no desearse. En este caso, el conjunto de accionamiento del émbolo de la jeringuilla 14 puede retraerse para los fines de ejecutar otra operación de suministro de fluido (por ejemplo, después de que se haya instalado otra jeringuilla 28 llena previamente). Incluso cuando se utilizan un acoplador del vástago 22 y el acoplador del émbolo de la jeringuilla 34, es posible que estos componentes puedan o no puedan acoplarse cuando el vástago 20 hace avanzar el émbolo de la jeringuilla 32 para descargar el fluido de la jeringuilla 28 (por ejemplo, el vástago 20 puede simplemente "empujar" el acoplador del émbolo de la jeringuilla 34 o directamente sobre un extremo proximal del émbolo de la jeringuilla 32). Puede utilizarse cualquier movimiento o combinación de movimientos en cualquier dimensión adecuada o combinación de dimensiones para disponer el acoplador del vástago 22 y el acoplador del émbolo de la jeringuilla 34 en un estado o condición acoplada, para disponer el acoplador del vástago 22 y el acoplador del émbolo de la jeringuilla 34 en un estado o condición no acoplada, o ambos.

La jeringuilla 28 puede instalarse en el cabezal de potencia 12 de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, la jeringuilla 28 puede estar configurada para instalarse directamente en el cabezal de potencia 12. En la realización ilustrada, un alojamiento 24 está montado apropiadamente en el cabezal de potencia 12 para proporcionar una interfaz entre la jeringuilla 28 y el cabezal de potencia 12. Este alojamiento 24 puede ser en forma de un adaptador en el que se pueden instalar una o más configuraciones de jeringuillas 28, y donde al menos una configuración para una jeringuilla 28 puede ser instalarse directamente en el cabezal de potencia 12 sin utilizar ningún adaptador. El alojamiento 24 también puede ser en forma de una placa frontal en la que se puede instalar una o más configuraciones de jeringuillas 28. En este caso, puede ser tal que se requiere una placa frontal para instalar una jeringuilla 28 en el cabezal de potencia 12-la jeringuilla 28 no se puede instalar en el cabezal de potencia 12 sin la placa frontal. Cuando se está usando una camisa de presión 26, se puede instalar en el cabezal de potencia 12 de las diversas maneras analizadas en este documento en relación con la jeringuilla 28, y la jeringuilla 28 entonces se instalará en la camisa de presión 26.

El alojamiento 24 puede estar montado en y permanecer en una posición fija con respecto al cabezal de potencia 12 cuando se instala una jeringuilla 28. Otra opción es interconectar de manera móvil el alojamiento 24 y el cabezal de potencia 12 para acomodar la instalación de una jeringuilla 28. Por ejemplo, el alojamiento 24 se puede mover dentro de un plano que contiene la flecha A de doble cabeza, para proporcionar uno o más de un estado o condición acoplado, y un estado o condición no acoplado entre el acoplador del vástago 22 y el acoplador del émbolo de la jeringuilla 34.

En la Figura 2A se ilustra una configuración particular del inyector de potencia, que se identifica por un número de referencia 40, y está al menos generalmente de acuerdo con el inyector de potencia 10 de la Figura 1. El inyector de potencia 40 incluye un cabezal de potencia 50 que está montado sobre un soporte portátil 48. Dos jeringuillas 86a, 86b para el inyector de potencia 40 están montadas en el cabezal de potencia 50. El fluido puede descargarse desde las jeringuillas 86a, 86b durante el funcionamiento del inyector de potencia 40.

El soporte portátil 48 puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiado. Pueden utilizarse ruedas, rodillos, ruedas orientables o similares para hacer portátil al soporte 48. El cabezal de potencia 50 puede mantenerse en una posición fija con respecto al soporte portátil 48. Sin embargo, puede ser deseable permitir que la posición del cabezal de potencia 50 sea ajustable con respecto al soporte portátil 48 al menos de alguna manera. Por ejemplo, puede ser deseable tener el cabezal de potencia 50 en una posición con respecto al soporte portátil 48 cuando se carga fluido en una o más de las jeringuillas 86a, 86b, y tener el cabezal de potencia 50 en una posición diferente con respecto al soporte portátil 48 para la realización de un procedimiento de inyección. En este sentido, el cabezal de potencia 50 puede interconectarse de forma móvil con el soporte portátil 48 de cualquier manera apropiada (por ejemplo de tal manera que el cabezal de potencia 50 pueda pivotar a través de al menos un cierto intervalo de movimiento, y posteriormente mantenerse en la posición deseada).

Debe apreciarse que el cabezal de potencia 50 podría estar soportado de cualquier manera apropiada para proporcionar fluido. Por ejemplo, en lugar de montarlo sobre una estructura portátil, el cabezal de potencia 50 podría interconectarse con un conjunto de soporte que a su vez está montado en una estructura apropiada (por ejemplo techo, pared, suelo). Cualquier conjunto de soporte para el cabezal de potencia 50 puede ser posicionalmente ajustable al menos en algunos aspectos (por ejemplo teniendo una o más secciones de soporte que pueden reposicionarse con respecto a una o más secciones de soporte distintas), o puede mantenerse en una posición fija. Además, el cabezal de potencia 50 puede integrarse con cualquiera de este conjunto de soporte tal como para mantenerlo en una posición fija o que sea ajustable con respecto al conjunto de soporte.

El cabezal de potencia 50 incluye una interfaz gráfica de usuario o GUI 52. Esta GUI 52 puede estar configurada para proporcionar una o cualquier combinación de las siguientes funciones: controlar uno o más aspectos del funcionamiento del inyector de potencia 40; introducir/editar uno o más parámetros asociados con el funcionamiento del inyector de potencia 40; y mostrar información apropiada (por ejemplo asociada con el funcionamiento del

inyector de potencia 40). El inyector de potencia 40 puede incluir también una consola 42 y un transformador 46 cada uno de los cuales puede estar en comunicación con el cabezal de potencia 50 de cualquier manera apropiada (por ejemplo mediante uno o más cables), que pueden colocarse sobre una mesa o montarse sobre una estantería electrónica en una sala de examen o en cualquier otra localización apropiada o ambos. El transformador 46 puede incluir uno o más de los siguientes y, en cualquier combinación apropiada: un suministro de potencia para el inyector 5 40; un circuito de interfaz para proporcionar comunicación entre la consola 42 y el cabezal de potencia 50; un circuito para permitir la conexión del inyector de potencia 50 con unidades remotas tales como consolas remotas, interruptores de control remoto para mano o pie u otro equipo original del fabricante (OEM) para conexiones de control remoto (por ejemplo, para permitir que el funcionamiento del inyector de potencia 40 se sincronice con la 10 exposición a rayos X de un sistema de formación de imágenes); y cualquier otro componente apropiado. La consola 42 puede incluir una pantalla táctil 44, que a su vez puede proporcionar una o más de las siguientes funciones y en cualquier combinación apropiada: permitir que un operario controle remotamente uno o más aspectos del funcionamiento del inyector de potencia 40; permitir que un operario introduzca/edite uno o más parámetros asociados con el funcionamiento del inyector de potencia 40; permitir que un operario especifique y almacene 15 programas para el funcionamiento automatizado del inyector de potencia 40 (que puede ejecutarse posteriormente de forma automática por el inyector de potencia 40 después de que el operario lo ponga en marcha); y mostrar cualquier información apropiada con relación al inyector de potencia 40 y que incluya cualquier aspecto de esta operación.

En la Figura 2B se presentan diversos detalles con respecto a la integración de las jeringuillas 86a, 86b con el cabezal de potencia 50. Cada una de las jeringuillas 86a, 86b incluye los mismos componentes generales. La jeringuilla 86a incluye un émbolo o pistón 90a que está dispuesto de forma móvil dentro de un cilindro de jeringuilla 20 88a. El movimiento del émbolo 90a a lo largo de un eje 100a (Figura 2A) mediante el funcionamiento del cabezal de potencia 50 descargará fluido desde el interior del cilindro de una jeringuilla 88a a través de una boquilla 89a de la jeringuilla 86a. Un conducto apropiado (no mostrado) típicamente estará interconectado de forma fluida con la boquilla 89a de cualquier manera apropiada para dirigir el fluido a una localización deseada (por ejemplo, a un 25 paciente). Análogamente, la jeringuilla 86b incluye un émbolo o pistón 90b que está dispuesto de forma móvil dentro del cilindro de una jeringuilla 88b. El movimiento del émbolo 90b a lo largo de un eje 100b (Figura 2A) mediante la operación del cabezal de potencia 50 descargará fluido desde el interior del cilindro de la jeringuilla 88b a través de una boquilla 89b de la jeringuilla 86b. Un conducto apropiado (no mostrado) típicamente estará interconectado de forma fluida con la boquilla 89b de cualquier manera apropiada para dirigir fluido a una localización deseada (por 30 ejemplo un paciente).

La jeringuilla 86a está interconectada con el cabezal de potencia 50 mediante una placa frontal 102a. Esta placa 35 frontal 102a incluye una plataforma 104 que soporta al menos parte del cilindro de la jeringuilla 88a, y que puede proporcionarse/acomodar cualquier funcionalidad adicional o combinación de funcionalidades. Se dispone un montaje 82a sobre y está fijado con respecto al cabezal de potencia 50 para hacer de interfaz con la placa frontal 102a. Un acoplador del vástago 76 de un vástago 74 (Figura 2C), cada uno de los cuales es parte de un conjunto de accionador de émbolo de la jeringuilla o accionador de émbolo de la jeringuilla 56 (Figura 2C) para la jeringuilla 86a, 40 está situado en la cercanía de la placa frontal 102a cuando está montado sobre el cabezal de potencia 50. Los detalles con respecto al conjunto de accionador del émbolo de la jeringuilla 56 se analizarán con mayor detalle más adelante con relación a la Figura 2C. En general, el acoplador del vástago 76 puede acoplarse con el émbolo de jeringuilla 90a de una jeringuilla 86a y el acoplador del vástago 76 y el vástago 74 (Figura 2C) pueden moverse entonces con respecto al cabezal de potencia 50 para mover el émbolo de la jeringuilla 90a a lo largo del eje 100a 45 (Figura 2A). Esto puede ser de tal manera que el acoplador del vástago 76 se engrane con, pero no se acople realmente, con el émbolo de la jeringuilla 90a cuando mueve el émbolo de la jeringuilla 90a para descargar fluido a través de la boquilla 89a de la jeringuilla 86a.

La placa frontal 102a puede moverse, al menos generalmente, dentro de un plano que es ortogonal a los ejes 100a, 50 100b (asociados con el movimiento de los émbolos de las jeringuilla 90a, 90b, respectivamente, e ilustrados en la Figura 2A), ambos para montar la placa frontal 102a sobre y retirar la placa frontal 102a de su montaje 82a en el cabezal de potencia 50. La placa frontal 102a puede usarse para acoplar el émbolo de la jeringuilla 90a con su acoplador del vástago 76 correspondiente en el cabezal de potencia 50. En este sentido, la placa frontal 102a incluye un par de asideros 106a. En general y con la jeringuilla 86a situada inicialmente dentro de la placa frontal 55 102a, los asideros 106a pueden moverse y, a su vez, mover/trasladar la jeringuilla 86a al menos generalmente dentro de un plano que es ortogonal respecto a los ejes 100a, 100b (asociados con el movimiento de los émbolos de la jeringuilla 90a, 90b, respectivamente, e ilustrados en la Figura 2A). Mover los asideros 106a a una posición mueve/traslada la jeringuilla 86a (respecto a la placa frontal 102a) en una dirección al menos generalmente descendente para acoplar su émbolo de la jeringuilla 90a con su acoplador del vástago 76 correspondiente. Mover 60 los asideros 106a a otra posición mueve/traslada la jeringuilla 86a (respecto a la placa frontal 102a) en una dirección al menos generalmente ascendente para desacoplar su émbolo de la jeringuilla 90a de su acoplador del vástago 76 correspondiente.

La jeringuilla 86b está interconectada con el cabezal de potencia 50 mediante una placa frontal intermedia 102b. Un 65 montaje 82b está dispuesto sobre y fijado con respecto al cabezal de potencia 50 para interactuar con la placa frontal 102b. Un acoplador del vástago 76 de un vástago 74 (Figura 2C), cada uno de los cuales es parte de un

conjunto de accionador de émbolo de jeringuilla 56 para la jeringuilla 86b, está situado en la cercanía de la placa frontal 102b cuando está montado en el cabezal de potencia 50. Los detalles con respecto al conjunto accionador de émbolo de jeringuilla 56 se analizarán de nuevo con mayor detalle a continuación con relación a la Figura 2C. En general, el acoplador del vástago 76 puede estar acoplado con el émbolo de jeringuilla 90b de la jeringuilla 86b, y el acoplador del vástago 76 y el vástago 74 (Figura 2C) puede moverse con respecto al cabezal de potencia 50 para mover el émbolo de jeringuilla 90b a lo largo del eje 100b (Figura 2A). Puede ser tal que el acoplador del vástago 76 esté engrando con, pero no realmente acoplado al émbolo de jeringuilla 90b cuando se mueve el émbolo de jeringuilla 90b para descargar el fluido a través de la boquilla 89b de la jeringuilla 86b.

La placa frontal 102b puede moverse, al menos generalmente, dentro de un plano que es ortogonal respecto a los ejes 100a, 100b (asociados con el movimiento de los émbolos de jeringuilla 90a, 90b, respectivamente e ilustrados en la Figura 2A), ambos para montar la placa frontal 102b sobre y retirar la placa frontal 102b de su montaje 82b en el cabezal de potencia 50. La placa frontal 102b puede usarse también para acoplar el émbolo de jeringuilla 90b con su acoplador del vástago 76 correspondiente sobre el cabezal de potencia 50. En este sentido, la placa frontal 102b puede incluir un asidero 106b. En general y con la jeringuilla 86b situada inicialmente dentro de la placa frontal 102b, la jeringuilla 86b puede hacerse girar a lo largo de su eje longitudinal 100b (Figura 2A) y respecto a la placa frontal 102b. Esta rotación puede realizarse moviendo el asidero 106b, agarrando y girando la jeringuilla 86b o ambos. En cualquier caso, esta rotación mueve/traslada tanto la jeringuilla 86b como la placa frontal 102b, al menos generalmente, dentro de un plano que es ortogonal a los ejes 100a, 100b (asociados con el movimiento de los émbolos de jeringuilla 90a, 90b respectivamente e ilustrados en la Figura 2A). Hacer girar la jeringuilla 86b en una dirección mueve/traslada la jeringuilla 86b y la placa frontal 102b en al menos una dirección generalmente descendente para acoplar el émbolo de la jeringuilla 90b con su acoplador del vástago 76 correspondiente. Hacer girar la jeringuilla 86b en la dirección opuesta mueve/traslada la jeringuilla 86b y la placa frontal 102b en una dirección al menos generalmente ascendente para desacoplar su émbolo de la jeringuilla 90b de su acoplador del vástago 76 correspondiente.

Como se ilustra en la Figura 2B, el émbolo de jeringuilla 90b incluye un cuerpo de émbolo 92 y un acoplador de émbolo de jeringuilla 94. Este acoplador de émbolo de jeringuilla 94 incluye un árbol 98 que se extiende desde el cuerpo del émbolo 92, junto con un cabezal 96 que está separado del cuerpo del émbolo 92. Cada uno de los acopladores de vástago 76 incluye una ranura más grande que está situada detrás de una ranura más pequeña en la cara del acoplador del vástago 76. El cabezal 96 del acoplador del émbolo de jeringuilla 94 puede estar situado dentro de la ranura más grande del acoplador del vástago 76 y el árbol 98 del acoplador del émbolo de jeringuilla 94 puede extenderse a través de la ranura más pequeña en la cara del acoplador del vástago 76 cuando el émbolo de jeringuilla 90b y su acoplador del vástago 76 correspondiente están en un estado o condición acoplado. El émbolo de jeringuilla 90a puede incluir un acoplador de émbolo de jeringuilla 94 similar para interactuar con su acoplador del vástago 76 correspondiente.

El cabezal de potencia 50 se utiliza para descargar fluido desde las jeringuillas 86a, 86b en el caso del inyector de potencia 40. Esto es, el cabezal de potencia 50 proporciona la fuerza motriz para descargar fluido de cada una de las jeringuillas 86a, 86b. En la Figura 2C se ilustra una realización de lo que puede caracterizarse como un conjunto de accionador de émbolo de jeringuilla o accionador de émbolo de jeringuilla, que se identifica por el número de referencia 56 y puede ser utilizado por el cabezal de potencia 50 para descargar fluido desde cada una de las jeringuillas 86a, 86b. Puede incorporarse un conjunto de accionador de émbolo de jeringuilla 56 diferente en el cabezal de potencia 50 para cada una de las jeringuillas 86a, 86b. En este sentido, y con referencia de nuevo a las Figuras 2A-B, el cabezal de potencia 50 puede incluir botones operados manualmente 80a y 80b para su uso en un control por separado de cada uno de los conjuntos de accionador de émbolo de jeringuilla 56.

Inicialmente, y con relación al conjunto de accionador de émbolo de jeringuilla 56 de la Figura 2C, cada uno de sus componentes individuales puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiado. El conjunto de accionador de émbolo de jeringuilla 56 incluye un motor 58, que tiene un árbol de salida 60. Los detalles con relación a una realización para el motor 58 se analizarán con mayor detalle a continuación con respecto a la Figura 3. Un engranaje impulsor 62 está montado sobre y gira con el árbol de salida 60 del motor 58. El engranaje impulsor 62 está engranado o es al menos engranable con un engranaje impulsado 64. Este engranaje impulsado 64 está montado sobre y gira con un tornillo o árbol impulsor 66. Uno o más cojinetes 72 soportan apropiadamente el tornillo impulsor 66. Se proporciona una tuerca 68 para engranar el tornillo impulsor 66.

Un carro o vástago 74 está montado de forma móvil sobre el tornillo impulsor 66, y se extiende desde la tuerca 68 de tal manera que la tuerca 68 y el vástago 74 se muevan colectivamente. En general, la rotación del tornillo impulsor 66 en una dirección hace avanzar axialmente el vástago 74 a lo largo del tornillo impulsor 66 en la dirección de la jeringuilla 86a/b correspondiente, mientras que la rotación del tornillo impulsor 66 en la dirección opuesta hace avanzar axialmente el vástago 74 a lo largo del tornillo impulsor 66 alejándose de la jeringuilla 86a/b correspondiente. En este sentido, el perímetro de al menos parte del tornillo impulsor 66 incluye roscas helicoidales 70 que interactúan con al menos parte del vástago 74 (más específicamente, la tuerca 68). La rotación del tornillo impulsor 66 proporciona un movimiento axial del vástago 74 en una dirección determinada por la dirección rotacional del tornillo impulsor 66. El vástago 74 incluye un acoplador 76 que puede estar acoplado de forma separable con un acoplador de émbolo de jeringuilla 94 del émbolo de jeringuilla 90a/b de la jeringuilla 86a/b correspondiente. Cuando

el acoplador del vástago 76 y el acoplador de émbolo de jeringuilla 94 están acoplados apropiadamente, el émbolo de jeringuilla 90a/b se mueve junto con el vástago 74.

5 Puede usarse cada uno de los inyectores de potencia 10, 40 de las Figuras 1 y 2A-C, para cualquier aplicación apropiada incluyendo, sin limitación, para aplicaciones de formación de imágenes médicas en las que se inyecta fluido en un sujeto (por ejemplo, un paciente) y/o cualquier aplicación de diagnóstico médico y/o terapéutica apropiada (por ejemplo, inyección de quimioterapia, gestión del dolor etc.). algunas aplicaciones representativas de formación de imágenes médicas para los inyectores de potencia 10, 40 incluyen, sin limitación, tomografía computarizada o formación de imágenes CT, formación de imágenes por resonancia magnética o MRI, formación de imágenes por tomografía computarizada por emisión de un único fotón o SPECT; formación de imágenes por tomografía de emisión de positrones o PET; formación de imágenes por rayos X, formación de imágenes angiográficas, formación de imágenes ópticas; formación de imágenes por ultrasonidos. Puede usarse cada uno de los inyectores de potencia 10, 40 en solitario o en combinación con uno o más componentes distintos. Cada uno de los inyectores de potencia 10, 40 puede estar interconectado operativamente con uno o más componentes, por ejemplo para que la información pueda transmitirse entre el inyector de potencia 10, 40 y uno o más componentes distintos (por ejemplo, información de retraso de exploración, señal de inicio de la inyección, velocidad de inyección).

20 Puede usarse cualquier número de jeringuillas por cada uno de los inyectores de potencia 10, 40 incluyendo, sin limitación de configuraciones de una solo cabezal (para una sola jeringuilla) y configuraciones de doble cabezal (para dos jeringuillas). En el caso de una configuración de jeringuilla múltiple, cada inyector de potencia 10, 40 puede descargar fluido desde las diferentes jeringuillas de cualquier manera apropiada y de acuerdo con cualquier secuencia de tiempo (por ejemplo, descargas secuenciales a partir de dos o más jeringuillas, descargas simultáneas de dos o más jeringuillas, o cualquier combinación de los mismos). Las múltiples jeringuillas pueden descargarse en un conducto común (por ejemplo, para la provisión de un sitio de inyección individual), o una jeringuilla puede descargar en un conducto (por ejemplo, para la provisión de un lugar de inyección), mientras que otra jeringuilla puede descargar en un conducto diferente (por ejemplo, para el suministro a un sitio de inyección diferente). Cada jeringuilla utilizada por cada uno de los inyectores de potencia 10, 40 puede incluir cualquier fluido apropiado (por ejemplo un fluido médico), por ejemplo, medios de contraste, fluido terapéutico, un radiofármaco, solución salina, y cualquier combinación de los mismos. Cada jeringuilla utilizada por cada uno de los inyectores de potencia 10, 40 puede instalarse de cualquier forma apropiada (por ejemplo, se pueden utilizar configuraciones de carga trasera; se pueden utilizar configuraciones de carga frontal; se pueden utilizar configuraciones de carga lateral).

35 La Figura 3 ilustra una realización de un motor piezoeléctrico 150 que puede ser usado por un inyector de potencia y que es particularmente adecuado para aplicaciones de formación de imágenes por resonancia magnética. Sin embargo, el motor piezoeléctrico 150 puede incorporarse mediante otros componentes que se usan en formación de imágenes por resonancia magnética ("componentes del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética"). En lo sucesivo en el presente documento, el motor piezoeléctrico 150 puede describirse cuando se usa en lugar del motor 58 para el inyector de potencia 40 de las Figuras 2A-2C, aunque puede usarse en otras configuraciones de inyector de potencia, así como por otros componentes del sistema de formación de imágenes por resonancia magnética. Además, la manera de ajustar el motor piezoeléctrico 150 puede ser aplicable a aplicaciones de motor piezoeléctrico distintas de formación de imágenes por resonancia magnética.

45 El motor piezoeléctrico 150 puede incluir porciones de alojamiento 152a, 152b, 152c, un primer rotor 154, un primer estator 156, un árbol central 158, un segundo rotor 164 y un segundo estator 166. Cuando se usa para aplicaciones de formación de imágenes por resonancia magnética, la totalidad del motor piezoeléctrico 150 puede estar desprovista de plomo, la totalidad del motor piezoeléctrico 150 puede estar desprovista de cristales piezoeléctricos o ambos. En una realización, al menos parte del motor piezoeléctrico 150 está compuesta de aleación de cobre n.º 642. Por ejemplo, cada uno del primer y el segundo estatores 156, 166, y el primer y el segundo rotores 154, 164 pueden estar compuestos de aleación de cobre n.º 642.

50 El motor piezoeléctrico 150 puede estar interconectado operativamente al accionador de émbolo de jeringuilla 56 para accionar el accionador de émbolo de jeringuilla 56 en al menos una primera dirección. El motor piezoeléctrico 150 puede ajustarse para resonar a un intervalo de frecuencia de un ancho de banda de menos de o igual a 5 kHz (se describirá un método para ajustar el motor piezoeléctrico 150 con mayor detalle más adelante). Como tal, el primer y segundo estatores 156, 166 pueden estar configurados para funcionar a intervalos de frecuencia operativa específicos y estrechos, de manera que el motor piezoeléctrico 150 pueda utilizarse para aplicaciones específicas. Por ejemplo y en una aplicación, el motor piezoeléctrico 150 puede usarse en una sala de MRI con un inyector de potencia (por ejemplo, inyectores de potencia 10, 40) que especifica un intervalo operativo de frecuencia de 42,7 kHz-44,6 kHz. En esta aplicación, el motor piezoeléctrico 150 puede ajustarse para funcionar a un intervalo de frecuencia de aproximadamente 40 kHz-45 kHz, por ejemplo. En otra aplicación, el motor piezoeléctrico 150 puede usarse en una sala de MRI con un brazo robótico que especifica un intervalo operativo de frecuencia fuera del intervalo de 40 kHz-45 kHz. Para esta aplicación, puede ajustarse el mismo motor piezoeléctrico 150 que el usado para la aplicación de inyector de potencia para funcionar al nuevo intervalo operativo de frecuencia. El motor piezoeléctrico 150 puede ajustarse para funcionar a un intervalo de frecuencia tan bajo como 1 kHz (por ejemplo la frecuencia resonante del motor piezoeléctrico 150 puede tener un ancho de banda no mayor de 1 kHz). En otras realizaciones, el motor piezoeléctrico 150 puede ajustarse para funcionar a un intervalo de frecuencia no mayor de

10 kHz. Como tal, el motor piezoeléctrico 150 puede ajustarse para diversas aplicaciones que tienen diferentes intervalos de frecuencia operativa específicos incluyendo, aunque sin limitación, intervalos de frecuencia fuera de un intervalo de frecuencia en el que el motor piezoeléctrico 150 se había ajustado previamente.

5 La Figura 4 es un esquema de una realización de un sistema para ajustar el motor piezoeléctrico 150. El sistema de la Figura 4 puede incluir un suministro de potencia 205, un panel de control 200 y una unidad o panel de accionamiento 220. El panel de control 200 puede incluir una unidad de almacenamiento 210 y una unidad de procesamiento 215. En un ejemplo, el panel de control 200 puede estar configurado para ajustar el motor piezoeléctrico 150. Por ejemplo, el panel de control 200 puede estar configurado para aplicar al menos una señal a una frecuencia seleccionada al motor piezoeléctrico 150, donde esta frecuencia seleccionada está dentro de un intervalo operativo de frecuencia para la aplicación diana (por ejemplo, el intervalo operativo de frecuencia requerido por los inyectores de potencia 10, 40). Puede usarse al menos una cuña (no ilustrada) entre los rotores 154, 164 (Figura 3) para variar la presión aplicada contra los estatores 156, 166 (Figura 3) hasta que el motor piezoeléctrico 150 resuena dentro del intervalo operativo de frecuencia requerido por una aplicación de inyector de potencia (por ejemplo requerida por los inyectores de potencia 10, 40). En otras palabras, el motor piezoeléctrico 150 se ajusta de manera que este resuena dentro del intervalo operativo de frecuencia del dispositivo que incorporará el motor piezoeléctrico 150. El motor piezoeléctrico 150 puede ajustarse a una frecuencia central del intervalo operativo de frecuencia del dispositivo que incorporará el motor piezoeléctrico 150 de manera que el motor piezoeléctrico 150 pueda funcionar a las frecuencias más bajas y más altas del intervalo operativo de frecuencia del dispositivo que incorporará el motor piezoeléctrico 150. Por ejemplo, puede ser deseable ajustar la frecuencia de accionamiento para conseguir un mayor o menor par de torsión del motor piezoeléctrico 150 (por ejemplo para conseguir un mayor o menor caudal de fluido para una aplicación de inyector de potencia). En otro ejemplo, el panel de control 200 puede estar configurado para aplicar al menos dos señales a la frecuencia seleccionada al primer estator 156 y al menos dos señales a la frecuencia seleccionada al segundo estator 166. Las dos señales aplicadas al primer y segundo estatores 156, 166 pueden tener una relación de fase de  $90^\circ$  (por ejemplo, puede aplicarse una señal seno y coseno). Cada señal aplicada al motor piezoeléctrico 150 puede tener un coeficiente de utilización de al menos aproximadamente el 15 % y no mayor de aproximadamente el 40 %. A su vez, los errores de motor y un nivel indeseado de calentamiento pueden reducirse. Por ejemplo, aplicar una señal al motor piezoeléctrico 150 que tiene un coeficiente de utilización mayor del 40 % puede provocar que el motor piezoeléctrico 150 se caliente más de lo deseado y/o a una velocidad más rápida de lo deseado, lo que puede dar como resultado que el motor piezoeléctrico 150 produzca un par de torsión mayor o menor que el deseado.

Como se ha analizado anteriormente, cada uno de los inyectores de potencia 10, 40 puede incluir al menos cualquiera de una configuración de cabezal único (para una sola jeringuilla) o una configuración de doble cabezal (para dos jeringuillas). En este sentido, en la configuración de doble cabezal, puede desearse ajustar dos motores. Como tal, el panel de control 200 puede configurarse para seleccionar un motor para el ajuste. Como se ha analizado anteriormente, puede ser deseable ajustar la frecuencia de accionamiento de la señal aplicada al motor piezoeléctrico 150. En este sentido, el panel de control 200 puede estar configurado para ajustar la frecuencia y/o anchura de pulso de cada señal aplicada al motor piezoeléctrico 150. A su vez, el panel de control 200 puede estar configurado para seleccionar la velocidad operativa del motor piezoeléctrico 150. Como se ha analizado anteriormente con relación a la Figura 2C, la rotación del tornillo impulsor 66 en una dirección hace avanzar axialmente el vástago 74 a lo largo del tornillo impulsor 66 en la dirección de la jeringuilla 86a/b correspondiente, mientras que la rotación del tornillo impulsor 66 en la dirección opuesta hace avanzar axialmente el vástago 74 a lo largo del tornillo impulsor 66 lejos de la jeringuilla 86a/b correspondiente. Como tal, el panel de control 200 puede estar configurado para seleccionar la dirección operativa del motor piezoeléctrico 150 (por ejemplo, la dirección de rotación del tornillo impulsor 66).

El suministro de potencia 205 puede estar interconectado operativamente con el panel de control 200. Por ejemplo, el suministro de potencia 205 puede suministrar potencia a la unidad de almacenamiento 210 y la unidad de procesamiento 215. La unidad de almacenamiento 210 puede ser una memoria del panel de control 200. Por ejemplo, la unidad de almacenamiento 210 puede almacenar información en una base temporal o permanente. La unidad de almacenamiento 210 puede incluir una memoria de solo lectura (ROM) (por ejemplo, PROM, EPROM, EEPROM, EAROM, memoria ultrarrápida) o memoria de lectura/escritura (por ejemplo memoria de acceso aleatorio, unidad de disco duro, unidad de estado sólido), por nombrar algunas. La unidad de almacenamiento 210 puede estar en comunicación con la unidad de procesamiento 215 (por ejemplo uno o más procesadores). La unidad de almacenamiento 210 puede enviar datos/información a la unidad de procesamiento 215 para su procesamiento. En este sentido, la unidad de procesamiento 215 puede incluir instrucciones (por ejemplo un código informático) para procesar datos/información.

En un ejemplo, la unidad de procesamiento 215 está en forma de una unidad central de procesamiento (CPU) (por ejemplo, uno o más procesadores dispuestos en cualquier arquitectura de procesamiento apropiada). La unidad de procesamiento 215 puede incluir instrucciones de un programa informático, por ejemplo, para realizar operaciones aritméticas, lógicas y/o de entrada/salida del panel de control 200. Por ejemplo, la unidad de procesamiento 215 puede incluir instrucciones para generar y aplicar al menos una señal que tiene una frecuencia y anchura de pulso seleccionadas para al menos un motor y ajustar la frecuencia y anchura de pulso seleccionadas de la al menos una señal. En otras palabras, la unidad de procesamiento 215 del panel de control 200 puede realizar todos los

procesamientos necesarios para ajustar un motor (por ejemplo el motor piezoeléctrico 150). El panel de accionamiento 220 puede estar en comunicación con el panel de control 200 y al menos un motor piezoeléctrico 150. Por ejemplo, la unidad de procesamiento 215 del panel de control 200 puede comunicar una señal que tiene una frecuencia generada y una anchura de pulso al panel de accionamiento 220. El panel de accionamiento 220 puede incluir puertos de salida (no ilustrados) para accionar (por ejemplo aplicar la señal) el al menos un motor piezoeléctrico 150 mediante la señal recibida. El panel de control 200 puede incluir una o más unidades de almacenamiento 210 y unidades de procesamiento 215, y cada una de las unidades de almacenamiento 210 y unidades de procesamiento 215 pueden estar localizadas en la misma localización o pueden estar localizadas en una localización diferente una con respecto a la otra, de modo que el motor se ajuste apropiadamente.

La Figura 5 presenta una realización de un protocolo 250 para ajustar un motor piezoeléctrico (por ejemplo el motor piezoeléctrico 150). El protocolo de ajuste 250 generalmente se dirige a ajustar un motor piezoeléctrico para una aplicación específica de manera que el motor funcione a un intervalo operativo de frecuencia requerido por la aplicación específica. La aplicación puede ser cualquier aplicación utilizada en una sala de MRI. Por ejemplo, una aplicación puede incluir suministro de fluido a través de un inyector de potencia (por ejemplo, los inyectores de potencia 10, 40), como se ha descrito anteriormente. Otras aplicaciones pueden incluir cualquier aplicación que requiera el uso de un motor y que tenga el intervalo operativo de frecuencia requerido, incluyendo para aplicaciones distintas de MRI. La etapa 252 del protocolo de ajuste 250 se dirige a aplicar una presión al motor piezoeléctrico 150. La aplicación de una presión al motor piezoeléctrico 150 puede cambiar la frecuencia resonante del motor piezoeléctrico 150 (por ejemplo la frecuencia resonante del primer y segundo estatores 156, 166). Aplicar una presión al motor piezoeléctrico 150 puede incluir añadir al menos una cuña entre los rotores 154, 164 y localizada en el árbol central 158 para variar el hueco entre los rotores 154, 156. En otro ejemplo, la presión puede aplicarse al motor piezoeléctrico 150 por compresión externa opuesta a las porciones de alojamiento 152a y 152c del motor piezoeléctrico 150.

Después de aplicar una presión inicial al motor piezoeléctrico 150, el protocolo de ajuste 250 puede transcurrir a la etapa 254. La etapa 254 se dirige a generar al menos una señal que tiene una frecuencia seleccionada (por ejemplo una frecuencia de accionamiento) dentro del intervalo operativo de frecuencia requerido por la aplicación para el que se usará el motor piezoeléctrico 150. En un ejemplo, la frecuencia seleccionada será la frecuencia central del intervalo operativo de frecuencia. Por ejemplo, si el intervalo operativo de frecuencia es de aproximadamente 42,7 kHz-44,6 kHz, la frecuencia seleccionada de la señal puede ser de aproximadamente 43,65 kHz. En algunas realizaciones, la etapa 254 puede dirigirse a generar al menos cuatro señales que tienen una frecuencia seleccionada dentro del intervalo operativo de frecuencia. Por ejemplo, las cuatro señales pueden tener todas la misma frecuencia seleccionada y una relación de fase de 90°. Por ejemplo, y en el caso donde la frecuencia seleccionada es de aproximadamente 43,65 kHz, las cuatro señales se generan todas para tener una frecuencia de aproximadamente 43,65 kHz, pero cada señal se genera para estar 90° desfasada entre sí. Después de que se genere al menos una señal, el protocolo de ajuste 250 puede transcurrir a la etapa 256. La etapa 256 se dirige a aplicar la al menos una señal al motor piezoeléctrico 150. La al menos una señal puede aplicarse a uno del primer estator 156 o el segundo estator 166. En el caso donde se generan cuatro señales, dos señales pueden aplicarse al primer estator 156 y dos señales pueden aplicarse al segundo estator 166. Por ejemplo, las dos señales aplicadas al primer estator 156 pueden tener la misma frecuencia y están 90° desfasadas y las dos señales aplicadas al segundo estator 166 pueden tener la misma frecuencia y están desfasadas 90°.

Aunque la al menos una señal se ha aplicado al motor piezoeléctrico 150, el protocolo de ajuste 250 puede transcurrir a la etapa 258. La etapa 258 se dirige a medir una frecuencia de vibración del motor piezoeléctrico 150. La frecuencia de vibración del motor piezoeléctrico 150 es la frecuencia a la cual vibra el motor piezoeléctrico 150. Después de medir la frecuencia de vibración del motor piezoeléctrico 150, se determina si la frecuencia de vibración está a una frecuencia resonante del motor piezoeléctrico 150. En otras palabras, se desea que el motor piezoeléctrico 150 resuene dentro del intervalo operativo de frecuencia requerido por la aplicación, de manera que el motor piezoeléctrico 150 solo responde a señales que tienen frecuencias dentro del intervalo operativo de frecuencia y de manera que una cantidad especificada de par de torsión resulte de cada señal que tiene una frecuencia seleccionada dentro del intervalo operativo de frecuencia. El motor piezoeléctrico 150 puede ajustarse a una frecuencia resonante que tiene un ancho de banda mayor que el del intervalo operativo de frecuencia. Por ejemplo, como se ha analizado anteriormente, si el intervalo operativo de frecuencia es de aproximadamente 42,7 kHz-44,6 kHz, el motor piezoeléctrico 150 puede ajustarse para que funcione a una frecuencia de aproximadamente 40 kHz-45 kHz (por ejemplo, que tiene una frecuencia resonante de ancho de banda de 5 kHz).

Si la frecuencia de vibración no es a una frecuencia resonante (etapa 260), el protocolo de ajuste 250 transcurre a la etapa 264. La etapa 264 se dirige a variar la presión aplicada al motor piezoeléctrico 150. La presión puede variarse cambiando el hueco entre el primer y segundo rotores 154, 164 añadiendo cuñas al árbol central 158, quitando las cuñas del árbol central 158 o comprimiendo porciones de alojamiento opuestas 152a a 152c del motor piezoeléctrico 150 (como se ha analizado anteriormente con relación a la etapa 252 del protocolo de ajuste 250). En otras palabras, variar la presión puede incluir cambiar una cantidad de compresión entre el primer y segundo rotores 154, 164. Después de que se varíe la presión en la etapa 264, el protocolo de ajuste 250 transcurre hacia y repite las etapas 256, 258, 260 y 264 hasta que la frecuencia de vibración medida está a una frecuencia resonante. En otras palabras, el motor piezoeléctrico 150 se ajusta para resonar dentro del intervalo operativo de frecuencia. Si la

frecuencia de vibración está a una frecuencia resonante, el motor piezoeléctrico 150 se ajusta y el protocolo de ajuste 250 transcurre a la etapa 262. La etapa 262 se dirige a incorporar el motor piezoeléctrico 150 en un componente de un sistema de formación de imágenes por resonancia magnética.

5 La Figura 6 ilustra una realización de un inyector de potencia 40' que es una variación del inyector de potencia 40 como se ha descrito anteriormente con relación a la Figura 2A, y que incluye un motor piezoeléctrico 150 ajustado. El inyector de potencia 40' puede incluir un panel de control 300, un panel de accionamiento 320, un motor piezoeléctrico 150 (como se ha descrito anteriormente con relación a las Figuras 3-5), un impulsor de accionamiento de jeringuilla 56 (como se ha descrito anteriormente con relación a la Figura 2C) y un émbolo de jeringuilla 90a/b  
 10 (como se ha descrito anteriormente con relación a las Figuras 2B-2C). El panel de control 300 puede configurarse para funcionar al intervalo operativo de frecuencia para el inyector de potencia 40'. Por ejemplo, el panel de control 300 tiene un intervalo de frecuencia establecido (por ejemplo, el intervalo operativo de frecuencia) al cual se aplican señales al motor piezoeléctrico 150. En otras palabras, el panel de control 200 analizado anteriormente con relación a las Figuras 4-5 (para ajustar el motor piezoeléctrico 150), puede programarse para simular funcionalmente el panel  
 15 de control 300 (usado por el inyector de potencia 40') cuando el panel de control 200 se utiliza para ajustar el motor piezoeléctrico 150. El panel de accionamiento 320 para el inyector de potencia 40' puede hacer funcionar el mismo como el panel de accionamiento 220. En otras palabras, el panel de accionamiento 320 puede incluir puertos de salida (no ilustrados) para accionar el motor piezoeléctrico 150 (por ejemplo aplicar la señal). Como se ha analizado anteriormente, el motor piezoeléctrico 150 puede estar interconectado operativamente al accionador del émbolo de  
 20 jeringuilla 56 para accionar el accionador del émbolo de jeringuilla 56 en al menos una primera dirección.

La descripción anterior de la presente invención se ha presentado con fines de ilustración y descripción. Además, la descripción no pretende limitar la invención a la forma divulgada en el presente documento. En consecuencia, las variaciones y modificaciones correspondientes a las enseñanzas anteriores y las habilidades y el conocimiento de la  
 25 técnica pertinente están dentro del alcance de la presente invención. Las realizaciones descritas anteriormente en el presente documento pretenden adicionalmente explicar los mejores modos conocidos para la realización práctica de la invención y habilitar a otros expertos en la materia a utilizar la invención tal cual, u otras realizaciones y con diversas modificaciones requeridas por la aplicación o uso particular de la presente invención. Se pretende que se considere que las reivindicaciones adjuntas incluyan realizaciones alternativas en la extensión permitida por la  
 30 técnica anterior.

**REIVINDICACIONES**

1. Un inyector de potencia (10) para formación de imágenes por resonancia magnética, que comprende:

5 un accionador de émbolo de jeringuilla (14);  
 un motor piezoeléctrico (150) que comprende un intervalo ajustado de frecuencia, en donde una frecuencia más  
 baja de dicho intervalo ajustado de frecuencia para dicho motor piezoeléctrico (150) no es mayor de 4 kHz que  
 una frecuencia más baja de un intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10), en donde  
 10 una frecuencia más alta de dicho intervalo ajustado de frecuencia para dicho motor piezoeléctrico (150) no es  
 mayor de 4 kHz que una frecuencia más alta de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de  
 potencia (10), y en donde dicho motor piezoeléctrico (150) está interconectado operativamente a dicho  
 accionador de émbolo de jeringuilla (14) para mover dicho accionador de émbolo de jeringuilla (14) en al menos  
 una primera dirección, en donde dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10) es un  
 15 subconjunto de dicho intervalo ajustado de frecuencia de dicho motor piezoeléctrico (150); y  
 un panel de control (200) interconectado operativamente a dicho motor piezoeléctrico (150) para aplicar al menos  
 una señal de una frecuencia seleccionada dentro de dicho intervalo operativo de frecuencia a dicho motor  
 piezoeléctrico (150).

20 2. El inyector de potencia (10) de la reivindicación 1, que comprende además:  
 una jeringuilla (28) que comprende un émbolo de jeringuilla (32), en donde dicho accionador de émbolo de jeringuilla  
 (14) interactúa con dicho émbolo de jeringuilla (32) para mover dicho émbolo de jeringuilla (32) cuando dicho  
 accionador de émbolo de jeringuilla (14) lo mueve dicho motor piezoeléctrico (150).

25 3. El inyector de potencia (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde dicho accionador del émbolo de  
 jeringuilla (14) comprende un vástago (20) que está montado sobre y puede moverse a lo largo de un tornillo  
 impulsor roscado (18) y en donde dicho motor piezoeléctrico (150) comprende opcionalmente un primer estator  
 (156), un segundo estator (166), un primer rotor (154) y un segundo rotor (164).

30 4. El inyector de potencia (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde dicha frecuencia más baja de  
 dicho intervalo ajustado de frecuencia para dicho motor piezoeléctrico (150) no es mayor de 3 kHz que dicha  
 frecuencia más baja, opcionalmente no mayor de 2 kHz que dicha frecuencia más baja y opcionalmente no mayor de  
 1 kHz que dicha frecuencia más baja, de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10); y  
 en donde dicha frecuencia más alta de dicho intervalo ajustado de frecuencia para dicho motor piezoeléctrico (150)  
 35 no es mayor de 3 kHz que dicha frecuencia más alta, opcionalmente no mayor de 2 kHz que dicha frecuencia más  
 alta y opcionalmente no mayor de 1 kHz que dicha frecuencia más alta de dicho intervalo operativo de frecuencia de  
 dicho inyector de potencia (10).

40 5. El inyector de potencia (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde dicho intervalo ajustado de  
 frecuencia para dicho motor piezoeléctrico (150) tiene un ancho de banda en el intervalo de 1 kHz a 10 kHz.

6. El inyector de potencia (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde dicho motor piezoeléctrico (150)  
 comprende una aleación de cobre n.º 642 y/o está desprovisto de plomo y/o está desprovisto de cristales  
 piezoeléctricos.

45 7. Un método para integrar un motor piezoeléctrico (150) con un inyector de potencia (10) usado en formación de  
 imágenes por resonancia magnética, en donde dicho inyector de potencia (10) comprende un accionador de émbolo  
 de jeringuilla (14), comprendiendo dicho método:

50 ajustar un motor piezoeléctrico (150) a un intervalo específico de frecuencia, en donde dicha etapa de ajuste  
 comprende:

ejecutar una primera etapa de aplicación que comprende aplicar una presión a dicho motor piezoeléctrico  
 (150);  
 55 generar al menos una señal usando un panel de control, en donde dicha al menos una señal tiene una  
 frecuencia seleccionada dentro de dicho intervalo específico de frecuencia;  
 ejecutar una segunda etapa de aplicación que comprende aplicar dicha al menos una señal a dicho motor  
 piezoeléctrico (150);  
 medir una frecuencia de vibración de dicho motor piezoeléctrico (150);  
 variar dicha presión aplicada a dicho motor piezoeléctrico (150); y  
 60 repetir dicha segunda etapa de aplicación, dicha etapa de medición y dicha etapa de variación hasta que  
 dicha frecuencia de vibración medida esté a una frecuencia resonante que abarca dicho intervalo específico  
 de frecuencia; e

65 incorporar dicho motor piezoeléctrico ajustado (150) en dicho inyector de potencia (10) después de dicha etapa  
 de ajuste y de manera que dicho motor piezoeléctrico (150) se interconecte operativamente con dicho accionador  
 del émbolo de jeringuilla (14).

8. El método de la reivindicación 7, en donde dicho motor piezoeléctrico (150) comprende un primer estator (156) y un segundo estator (166), y/o en donde dicha segunda etapa de aplicación comprende aplicar dicha al menos una señal a uno de dicho primer estator (156) o dicho segundo estator (166).
- 5 9. El método de la reivindicación 8, en donde dicha etapa de variación comprende uno o más de: 1) retirar al menos una cuña de entre dicho primer estator (156) y dicho segundo estator (166), 2) añadir al menos una cuña entre dicho primer estator (156) y dicho segundo estator (166), 3) comprimir externamente los extremos opuestos de una porción de alojamiento de dicho motor piezoeléctrico (150) y/o 4) cambiar una cantidad de compresión entre dicho primer (156) y segundo (166) estatores.
- 10 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en donde dicha al menos una señal comprende una pluralidad de pulsos, teniendo cada pulso una anchura de pulso, y en donde dicho panel de control es operativo para ajustar dicha anchura de pulso de cada uno de dicha pluralidad de pulsos, y en donde dicha al menos una señal opcionalmente tiene un coeficiente de utilización en el intervalo del 15 % al 40 %.
- 15 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7-10, que comprende además:  
 aplicar al menos cuatro señales a dicho motor piezoeléctrico (150), teniendo cada una de dichas señales de dichas al menos cuatro señales una frecuencia seleccionada dentro de dicho intervalo específico de frecuencia en donde dicha frecuencia seleccionada de cada una de dichas señales de dichas al menos cuatro señales es opcionalmente la misma.
- 20 12. El método de la reivindicación 11, en donde dicho motor piezoeléctrico (150) comprende un primer estator (156) y un segundo estator (166), comprendiendo además dicho método:  
 aplicar al menos dos de dichas al menos cuatro señales a dicho primer estator (156) y al menos dos de dichas al menos cuatro señales a dicho segundo estator (166).
- 25 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-12, en donde cada una de dichas al menos cuatro señales comprende una pluralidad de pulsos, teniendo cada pulso un ancho de pulso y en donde dicho panel de control es operativo para ajustar dicho ancho de pulso de cada uno de dichas al menos cuatro señales, y en donde cada una de dichas al menos cuatro señales opcionalmente tiene: un coeficiente de utilización en el intervalo del 15 % al 40 %; y/o una relación de fases de 90°.
- 30 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7-13, en donde dicho inyector de potencia (10) tiene un intervalo operativo de frecuencia que comprende una frecuencia más baja y una frecuencia más alta, en donde:
- 35 una frecuencia más baja de dicho intervalo específico de frecuencia para dicha etapa de ajuste no es mayor de 4 kHz que dicha frecuencia más baja de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10), y además, opcionalmente: no es mayor de 3 kHz que dicha frecuencia más baja de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10), no mayor de 2 kHz que dicha frecuencia más baja de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10) o no mayor de 1 kHz que dicha frecuencia más baja de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10) y en donde:
- 40 una frecuencia más alta de dicho intervalo específico de frecuencia para dicha etapa de ajuste no es mayor de 4 kHz que dicha frecuencia más alta de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10) y además, opcionalmente, no es mayor de 3 kHz que dicha frecuencia más alta de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10), no mayor de 2 kHz que dicha frecuencia más alta de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10), o no mayor de 1 kHz que dicha frecuencia más alta de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10).
- 45 15. El método de la reivindicación 14, en donde dicha frecuencia más baja de dicho intervalo específico de frecuencia para dicha etapa de ajuste es menor que dicha frecuencia más baja de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10), y en donde dicha frecuencia más alta de dicho intervalo específico de frecuencia para dicha etapa de ajuste es mayor que dicha frecuencia más alta de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10).
- 50 16. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-15, en donde dicha frecuencia seleccionada es una frecuencia central de dicho intervalo operativo de frecuencia de dicho inyector de potencia (10) y/o en donde dicha frecuencia resonante opcionalmente coincide con dicho intervalo específico de frecuencia.
- 55

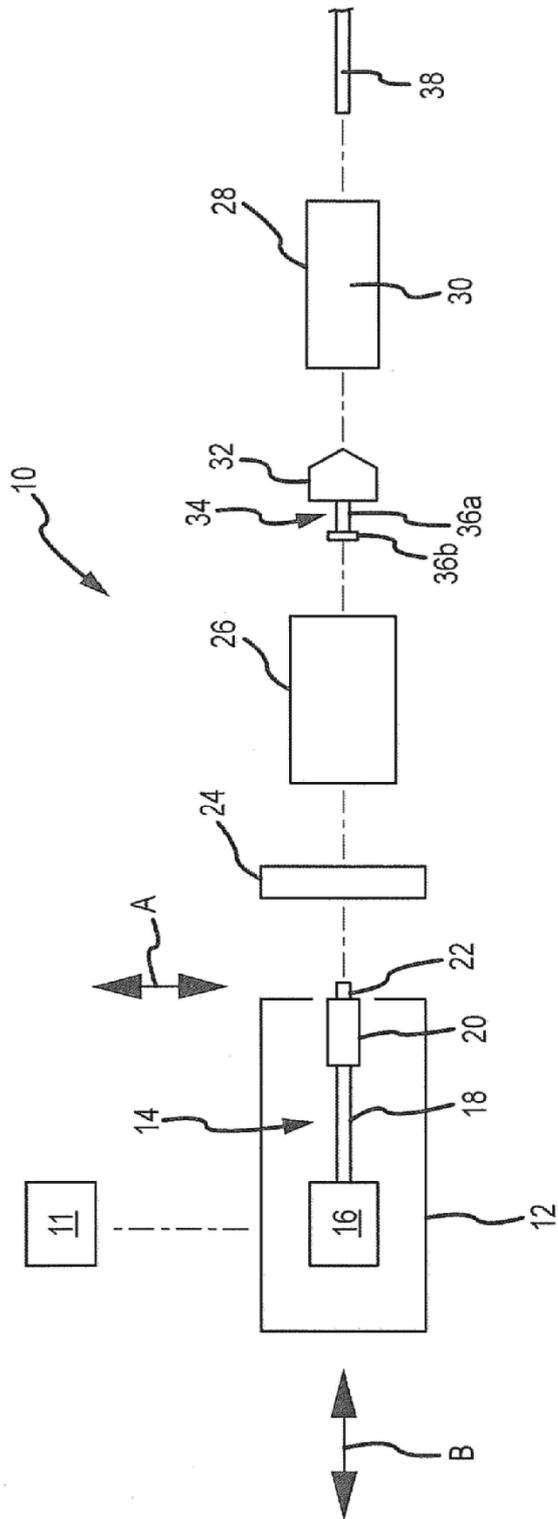


FIG.1

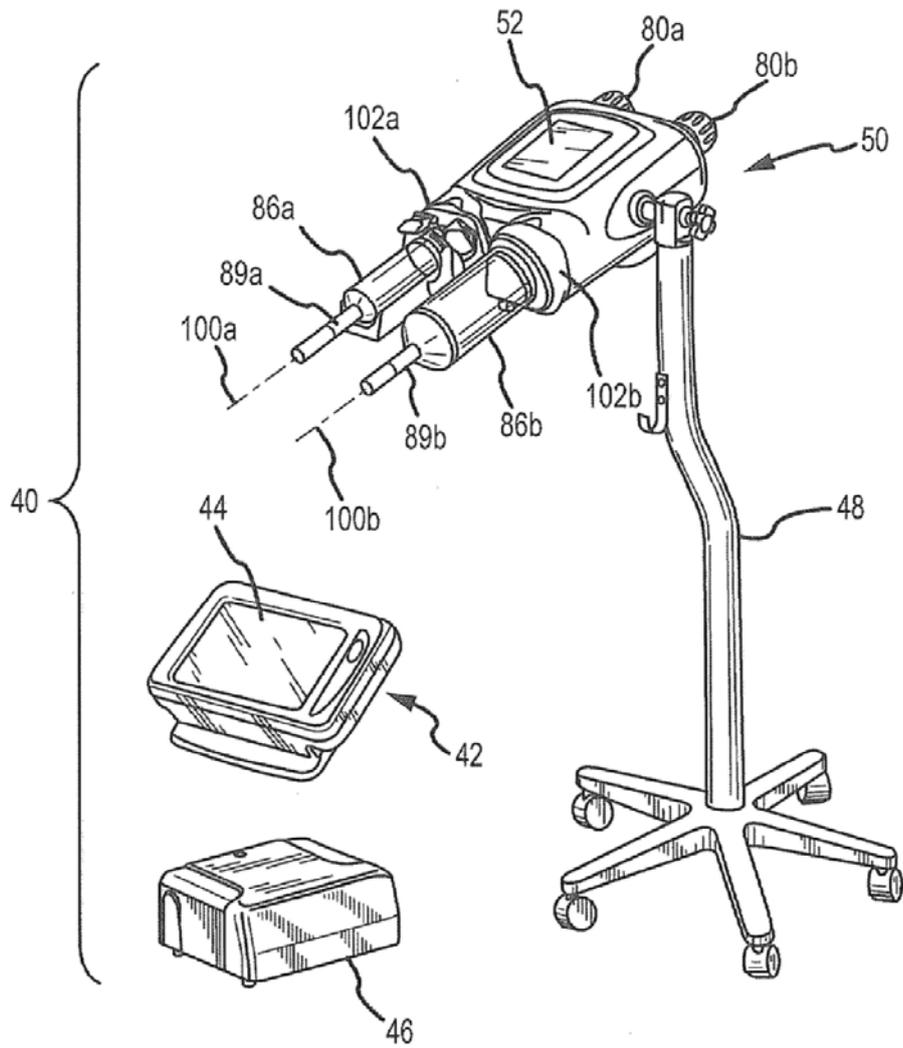


FIG.2A

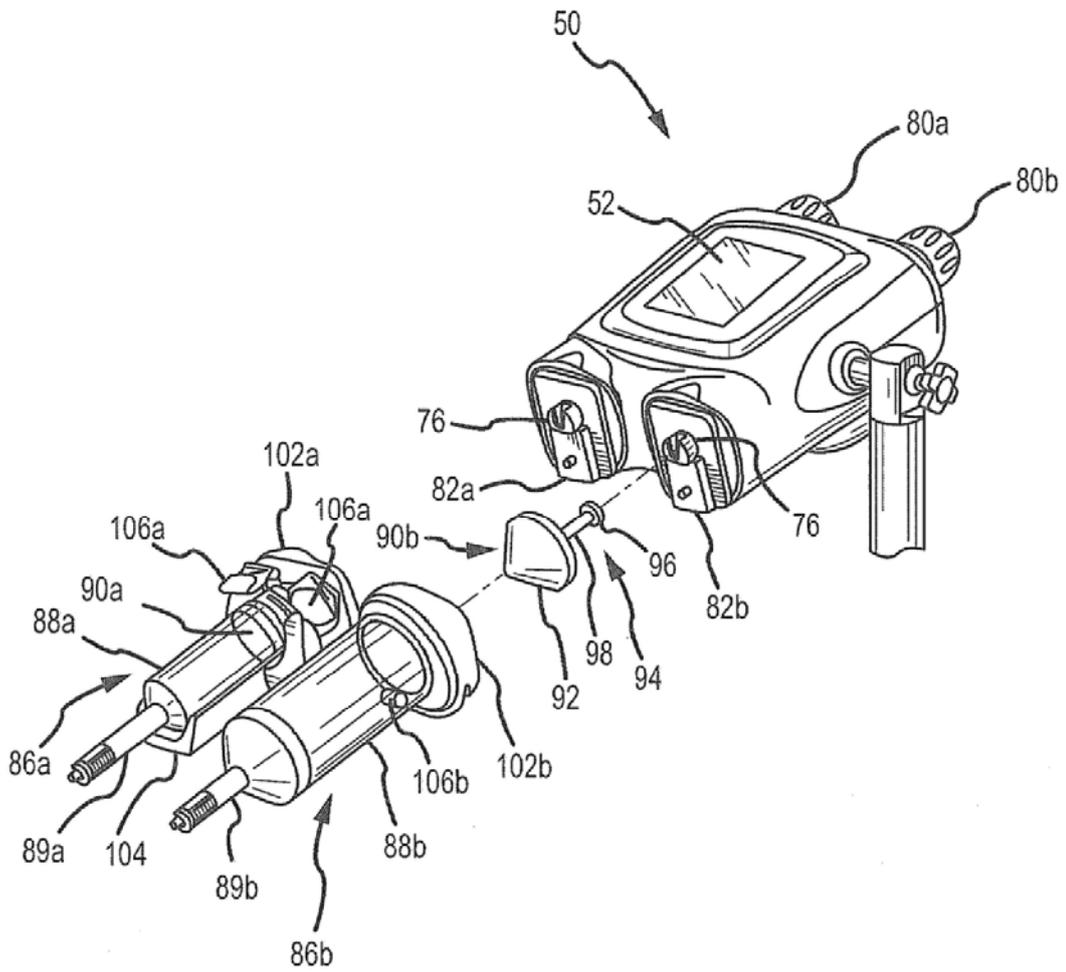


FIG.2B

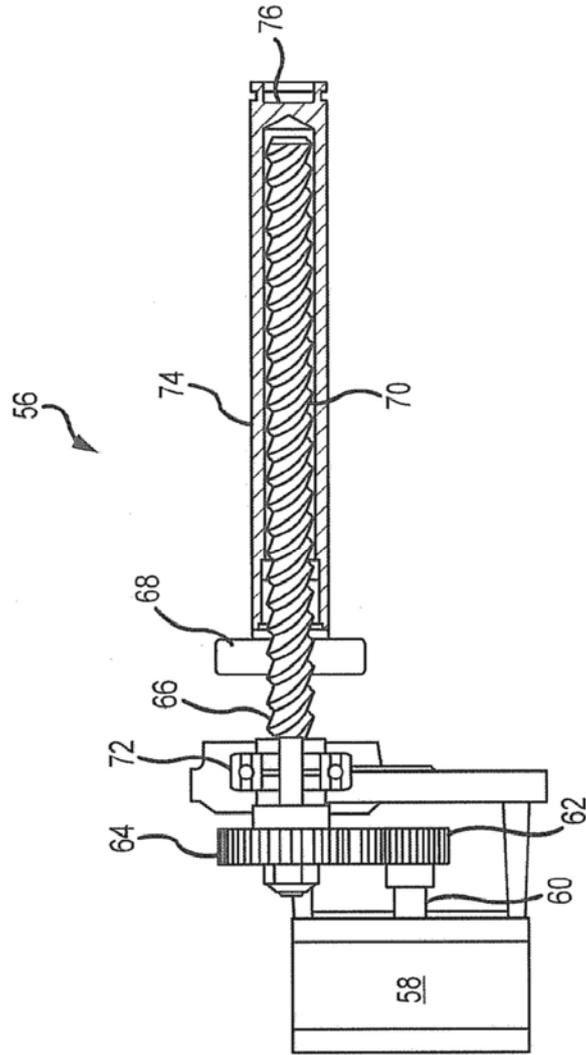


FIG.2C

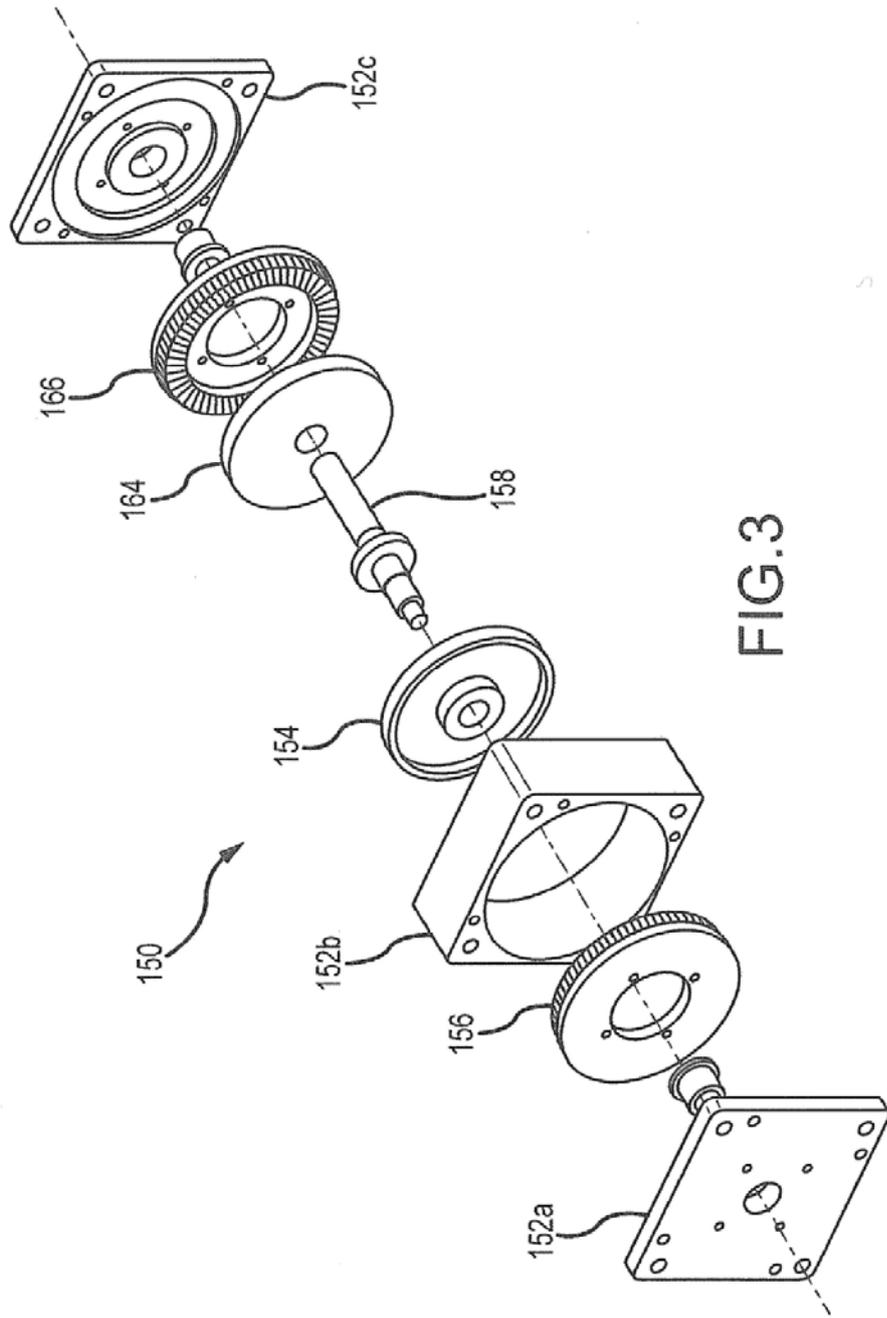


FIG.3

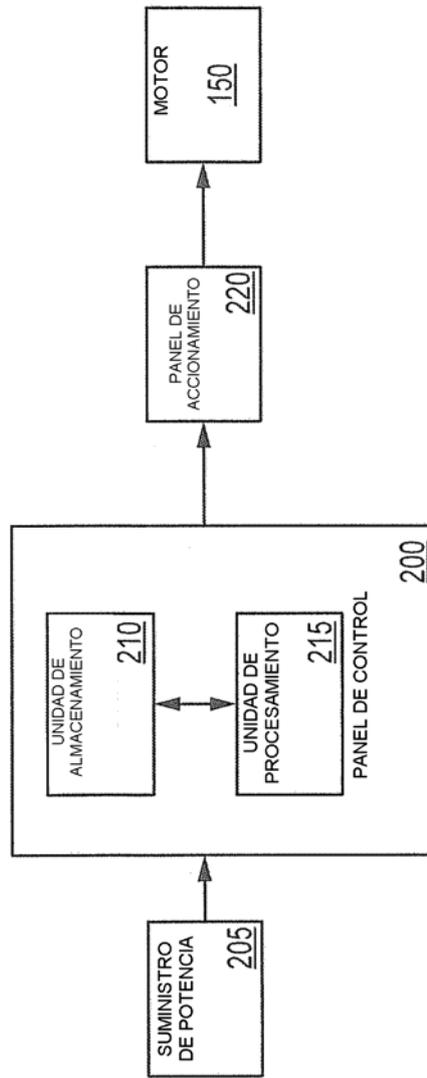


FIG.4

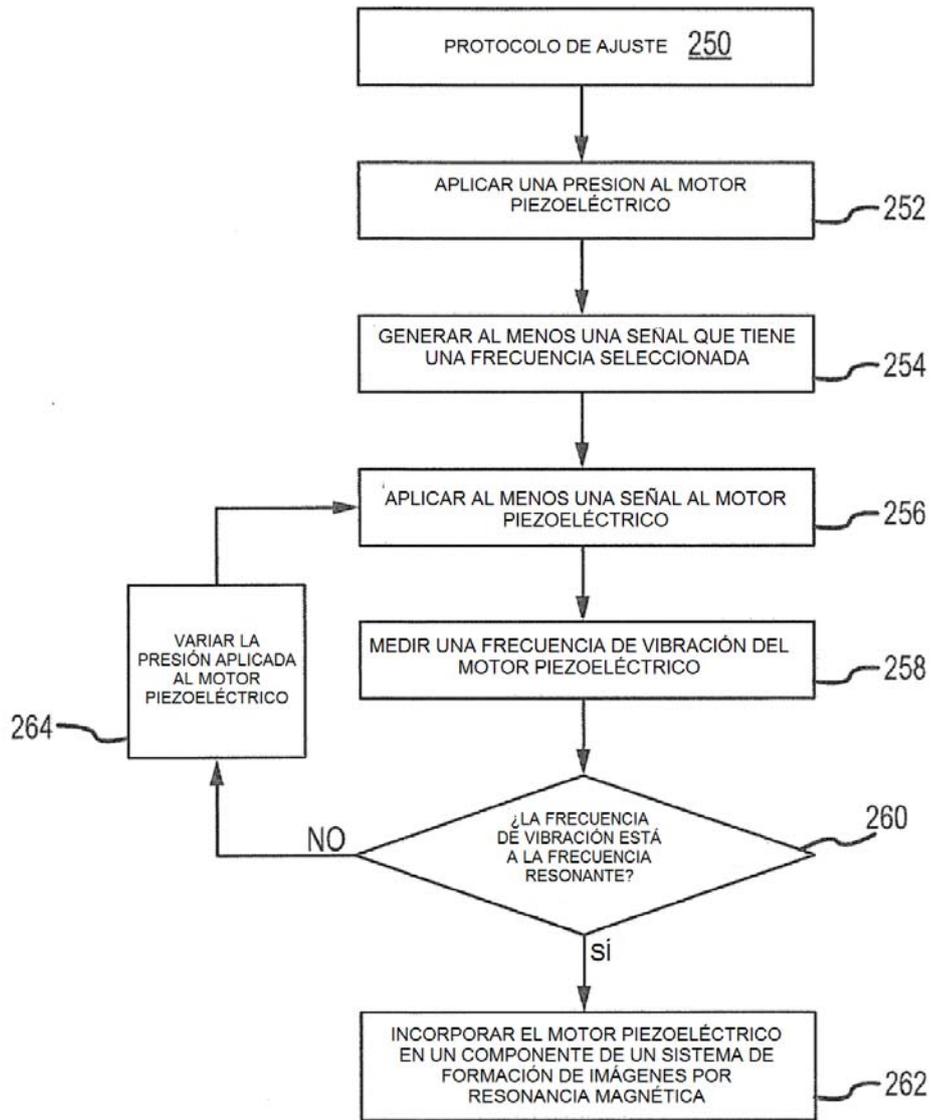


FIG.5

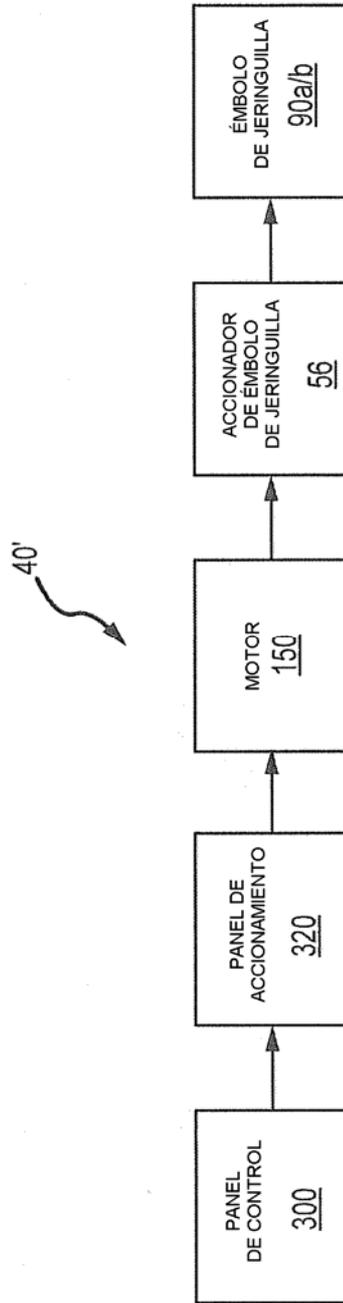


FIG.6