(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 645 278**

(51) Int. CI.:

B05B 17/06 (2006.01)
A61M 11/00 (2006.01)
B06B 1/02 (2006.01)
B05B 12/08 (2006.01)
B05B 12/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.05.2014 PCT/EP2014/060723**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15010809**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2014 E 14725733 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 3024590**

(54) Título: **Control y supervisión de frecuencia de accionamiento de placa perforada vibrante de nebulizador**

(30) Prioridad:

24.07.2013 EP 13177909

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2017

(73) Titular/es:

STAMFORD DEVICES LIMITED (100.0%)
Galway Business Park
Dangan, Galway, IE

(72) Inventor/es:

GREHAN, JOSEPH y
SMITH, NIALL

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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

Control y supervisión de frecuencia de accionamiento de placa perforada vibrante de nebulizador

Introducción

Campo de la invención

La invención se refiere a generadores de aerosol o nebulizadores, que tienen placas perforadas vibrantes para aerosolizar medicamentos.

Explicación de la técnica anterior

Se describen ejemplos de nebulizadores en US6546927 (Litherland) y EP1558315 (PARI). Estas descripciones incluyen técnicas para predecir el final de una dosis de medicamento líquido en la placa perforada. Estas técnicas se basan en supervisar un parámetro, tal como la corriente de accionamiento, a diferentes frecuencias de accionamiento.

WO2011/091002 (Nektar Therapeutics) y WO2009/118717 (Stamford Devices) describen disposiciones para identificar elementos de nebulizador secos.

El acercamiento descrito en el documento de Litherland implica detectar la frecuencia deseada presente, y la frecuencia deseada puede ser, por ejemplo, la frecuencia resonante. La frecuencia es la variable que se barre, y se rastrea un parámetro. El rastreo proporciona una indicación de la frecuencia de accionamiento deseada. Ésta puede cambiar cuando disminuye el volumen de la dosis. Por ejemplo, la frecuencia resonante puede derivar de 135 KHz a 140 KHz desde un estado cargado a un sestado descargado. En Litherland, el dispositivo puede reducir la potencia suministrada a la placa perforada y/o proporcionar al usuario una indicación de que la dosis se está terminando.

La presente invención se refiere a realizar un control de frecuencia mejorado. Específicamente, se desea mejorar alguna o todas las respuestas de control de frecuencia más rápidas a cambios en las condiciones, menos impacto en el proceso de nebulización, y una mejor capacidad de predecir con exactitud el final de dosis cuando se usa en pacientes que inhalan medicación a tasas diferentes.

Resumen de la invención

Según la invención, se facilita un nebulizador incluyendo una placa perforada vibrante, un montaje, un accionador, y un circuito de accionamiento de placa perforada que tiene un controlador, donde el controlador está configurado para:

medir un parámetro de accionamiento eléctrico en cada uno de una pluralidad de puntos de medición, teniendo cada punto de medición una frecuencia de accionamiento; y

en base a los valores del parámetro en los puntos de medición hacer una determinación de la frecuencia de accionamiento óptima y también una predicción de fin de dosis,

caracterizado porque,

el controlador está configurado para realizar una exploración corta en la que se mide un parámetro en cada uno de dos o más puntos de medición con diferentes frecuencias de accionamiento, y, según las mediciones de parámetro de accionamiento en estos puntos, determinar si se deberá realizar un barrido de exploración completa a través de un mayor número de puntos de medición.

En una realización, la exploración corta tiene menos de cinco, y preferiblemente dos puntos de medición (CPt#1, CPt#2).

En una realización, el controlador está configurado para comparar mediciones con rangos de tolerancia, y, si una medición cae fuera de su rango asociado, se inicia una exploración completa. En una realización, los rangos de tolerancia están predefinidos.

En una realización, la exploración corta se realiza a intervalos regulares. Preferiblemente, los intervalos son inferiores a un segundo.

En una realización, la exploración completa tiene del orden de 5 a 300 puntos de medición. En una realización, la exploración completa tiene del orden de 100 a 300 puntos de medición.

En una realización, el controlador está configurado para determinar dinámicamente a partir de la exploración completa una frecuencia para al menos uno de los puntos de medición de exploración corta.

En una realización, el controlador está configurado para seleccionar un valor de frecuencia correspondiente a la corriente de accionamiento más baja como una frecuencia para un punto de medición de exploración corta. Preferiblemente, dicha corriente de accionamiento más baja se determina de modo que corresponda a una frecuencia resonante, y un valor de frecuencia para el punto de medición de exploración completa con corriente de accionamiento más baja se almacena para uso como una frecuencia de punto de medición de exploración corta.

En una realización, el parámetro es la corriente de accionamiento de placa perforada.

En una realización, el controlador está configurado para, durante una exploración completa:

realizar dinámicamente una pluralidad de iteraciones, y, en cada iteración, comparar el parámetro medido con una medición en un punto de medición previo para determinar el final de dosis y/o la frecuencia de accionamiento óptima.

En una realización, se analiza una pendiente en las mediciones de parámetro para determinar dicha indicación en cada iteración. En una realización, un valor de pendiente superior a un umbral indica el final de dosis.

En otro aspecto, la invención proporciona un método de operación de un nebulizador incluyendo una placa perforada vibrante, un montaje, un accionador, y un circuito de accionamiento de placa perforada que tiene un controlador, donde el método incluye los pasos del controlador:

medir un parámetro de accionamiento eléctrico en cada uno de una pluralidad de puntos de medición, teniendo cada punto de medición una frecuencia de accionamiento; y,

en base a los valores del parámetro en los puntos de medición, hacer una determinación de frecuencia de accionamiento óptima y también una predicción de fin de dosis, donde el controlador realiza una exploración corta en la que se mide un parámetro en cada uno de dos o más puntos de medición con diferentes frecuencias de accionamiento, y, según las mediciones de parámetro de accionamiento en estos puntos, determina si se deberá realizar un barrido de exploración completa a través de un mayor número de puntos de medición.

En una realización, la exploración corta tiene menos de cinco, y preferiblemente dos puntos de medición (CPt#1, CPt#2).

En una realización, el controlador compara las mediciones con rangos de tolerancia, y, si una medición cae fuera de su rango asociado, se inicia una exploración completa.

En una realización, la exploración corta se realiza a intervalos regulares, preferiblemente inferiores a un segundo. Preferiblemente, la exploración completa tiene del orden de 5 a 300 puntos de medición, preferiblemente de 100 a 300 puntos de medición.

En una realización, el controlador determina dinámicamente, a partir de la exploración completa, una frecuencia para al menos uno de los puntos de medición de exploración corta, y selecciona un valor de frecuencia correspondiente a la corriente de accionamiento más baja como una frecuencia para un punto de medición de exploración corta.

En una realización, dicha corriente de accionamiento más baja se determina de modo que corresponda a una frecuencia resonante, y un valor de frecuencia para el punto de medición de exploración completa con corriente de accionamiento más baja se almacena para uso como una frecuencia de punto de medición de exploración corta.

En una realización, el parámetro es la corriente de accionamiento de placa perforada.

En una realización, el controlador durante una exploración completa:

realiza dinámicamente una pluralidad de iteraciones, y, en cada iteración, compara el parámetro medido con una medición en un punto de medición previo para determinar el final de dosis y/o la frecuencia de accionamiento óptima.

En una realización, se analiza una pendiente en mediciones de parámetro para determinar dicha indicación en cada iteración. Preferiblemente, un valor de pendiente superior a un umbral indica el final de dosis.

Descripción detallada de la invención

Breve descripción de los dibujos

La invención se entenderá más claramente a partir de la descripción siguiente de algunas de sus realizaciones, dada a modo de ejemplo solamente con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La figura 1 es un diagrama de un circuito de accionamiento de nebulizador de la invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo de la operación del controlador para determinar cuándo se deberá realizar una exploración completa de fin de dosis.

La figura 3 es un diagrama de flujo que representa la exploración completa de fin de dosis.

Las figuras 4 a 6 son gráficos que muestran aspectos del cambio de corriente de accionamiento con la frecuencia.

Y la figura 7 es un gráfico que muestra la variación tanto del caudal como de la corriente con la frecuencia de accionamiento.

Con referencia a la figura 1, un circuito de accionamiento 1 para un nebulizador incluye una etapa de accionamiento de salida 2 que proporciona la potencia requerida para transferencia a la carga 5 del nebulizador. Una etapa de filtración 3 quita el ruido eléctrico indeseable de la señal de accionamiento, asegurando la conformidad con los requisitos EMC.

Un circuito resonante de voltaje alto (etapa 4) acondiciona la señal de accionamiento para asegurar un acoplamiento de potencia eficiente a la carga 5 del nebulizador.

La disposición mecánica de la placa perforada, el accionador y el montaje puede ser del tipo conocido, por ejemplo, por nuestras memorias descriptivas anteriores números WO2010035252 y US2012111970.

El circuito de la figura 1 supervisa dinámicamente la corriente de accionamiento con el fin de determinar en tiempo real las frecuencias resonantes (donde las frecuencias resonantes se refieren a puntos de resonancia y antirresonancia) a usar en la determinación de la frecuencia operativa óptima del nebulizador, y también para determinar el fin de dosis de forma integrada.

Exploración corta

Con referencia a la figura 2, el controlador realiza una exploración corta múltiples veces cada segundo. Esto implica medir la corriente de accionamiento a la frecuencia de accionamiento normal (CheckPoint#1, "CPt#1"), y medir el valor de la corriente de accionamiento a la placa perforada. La tolerancia de corriente está predefinida. La corriente solamente cambia normalmente cuando tiene lugar un cambio de estado de la placa perforada de húmedo a seco. Una vez identificado un cambio, indica una exploración completa.

Si la corriente de accionamiento CPt#1 está fuera de la tolerancia de corriente, se pone un señalizador para una exploración completa. En caso contrario, la frecuencia se cambia a una segunda frecuencia de referencia. Ésta última se determina según una exploración completa. Se determina el valor de corriente de accionamiento para la frecuencia CPt#2. Igualmente, si está fuera de la tolerancia, se pone el señalizador de exploración completa. Este bucle se repite a intervalos regulares, múltiples veces por segundo.

La exploración corta se ejecuta a intervalos del orden de cada segundo o menos. Solamente se aleja de la frecuencia operativa normal durante menos de 1/1000 de segundo mientras mide la corriente en este segundo punto de medición (CPt#2). Esto asegura que no haya interrupción discernible del proceso de nebulización.

En resumen, la finalidad de la exploración corta es determinar si se deberá realizar una exploración completa. Si la corriente de accionamiento está fuera de tolerancia, entonces se activa la exploración completa con el fin de determinar la frecuencia operativa óptima y también de detectar el final de dosis. La exploración corta no interfiere con la operación del nebulizador porque mide a dos frecuencias solamente. Una de éstas es la frecuencia resonante. CPt#2 es una frecuencia resonante. En esta realización, la etapa de accionamiento de salida 2 se mueve en CPt#1 con una frecuencia de 128 KHz, que se ha hallado que proporciona un buen rendimiento en un rango de viscosidades de líquido.

En otras realizaciones es posible que, una vez determinada la frecuencia de accionamiento óptima, se use para CPt#1.

Exploración completa

Con referencia a la figura 3 se ilustra el flujo de implementación de una exploración completa. La frecuencia se incrementa en escalones entre 140 KHz y 160 KHz. El tamaño de escalón cambiará dependiendo de la resolución requerida. Por ejemplo, en una aplicación puede usarse solamente un tipo de nebulizador; por lo tanto, una exploración simple usando solamente 10 escalones puede ser suficiente. Sin embargo, en una aplicación que use

múltiples tipos de nebulizador, se requerirá un número mucho mayor de escalones para obtener una resolución más alta, con el fin de distinguir entre húmedo y seco de los diferentes dispositivos.

La corriente de accionamiento de placa perforada se determina en cada punto en la exploración completa. Esto proporciona un gráfico de corriente de accionamiento en función de la frecuencia, como se representa en la figura 4. Una sección con una pendiente empinada se representa en un recuadro en la figura 4 y con más detalle en las figuras 5 y 6. En cada iteración se registra el diferencial de corriente máximo (es decir, la pendiente). Por lo tanto, en la primera fase de la figura 3, el diferencial máximo se registra en tiempo real durante la exploración completa.

La fase siguiente de la lógica de la figura 3 es registrar dinámicamente el valor mínimo de la corriente de accionamiento (punto de antirresonancia). Al final de cada bucle, si la corriente de accionamiento es inferior a la registrada para el CPt#2 de exploración corta, se registra el valor, puesto que es la frecuencia correspondiente. El valor de corriente se registra como el valor de corriente de accionamiento de CPt#2 de exploración corta.

Como ilustran los pasos finales, la pendiente registrada en la primera fase de esta exploración proporciona una indicación de final de dosis.

Es importante observar que esta exploración puede ser usada para determinar la frecuencia de accionamiento óptima, como se ha descrito anteriormente. Es importante observar que la determinación en tiempo real de las frecuencias resonantes da opciones configurables para cambiar la operación del nebulizador a la frecuencia de accionamiento óptima. La frecuencia resonante puede ser usada para cualquiera de los puntos de medición de exploración corta.

Esta interrupción visual en la pluma debida a la exploración completa dura solamente 0,3 segundo. Esto tiene un efecto despreciable en la operación del dispositivo.

El requisito de energía de la placa perforada es directamente proporcional a la impedancia que presenta la placa durante la aerosolización. La impedancia de la placa se mide supervisando una o varias características eléctricas tales como voltaje, corriente o diferencia de fase, y en la realización anterior, la corriente de accionamiento.

La impedancia de la placa a aerosolización se supervisa a la frecuencia de accionamiento inicial (CPt#1) y los requisitos energéticos pueden determinarse de modo que estén dentro de límites requeridos para la correcta operación del nebulizador de malla vibrante, punto en el que puede seguir operando a dicha frecuencia.

Alternativamente, la frecuencia de operación del circuito de accionamiento puede ajustarse para determinar el punto operativo óptimo para el piezoelemento. Éste puede ser el punto de antirresonancia (frecuencia de CPt #2), donde tiene lugar el consumo mínimo de energía (o una desviación de éste).

Hay una frecuencia más alta, más allá del punto de antirresonancia, donde se maximiza el consumo de energía y este punto se denomina el punto de resonancia.

Estos puntos pueden usarse en la determinación de la frecuencia operativa óptima para la creación de flujo deseado de líquido aerosolizado. Hay razones mecánicas por las que es preferible no accionar en el punto resonante, por ejemplo, puede no dar lugar al caudal deseado del nebulizador o al tamaño deseado de partícula o puede dar lugar a un esfuerzo mecánico excesivo en la placa perforada.

Con referencia a la figura 7, la frecuencia de accionamiento óptima puede determinarse utilizando detalles de los parámetros eléctricos capturados por el método de exploración completa. La determinación del punto de antirresonancia (donde se minimiza la corriente) y el punto de resonancia (donde se maximiza la corriente) puede usarse al elegir la frecuencia de accionamiento óptima.

El punto de resonancia puede proporcionar el caudal máximo; sin embargo, esta frecuencia puede dar lugar a esfuerzos indeseables en la estructura mecánica. La variación del tiempo de ejecución en el punto de resonancia también puede dar lugar a fluctuaciones indeseables del caudal en este punto de resonancia. Igualmente, el uso del punto de antirresonancia puede no ser deseable puesto que el caudal puede no ser suficiente en este punto. La frecuencia óptima puede estar entre estos dos puntos y la frecuencia final puede ser una desviación fija de uno o varios de estos dos puntos.

La figura 7 podría ser normalmente el caso en el que la frecuencia operativa se elige a partir de la parte lineal de entre aproximadamente 141 KHz y 150 KHz.

Se apreciará que el estado de aerosolización (húmedo/seco) puede determinarse supervisando la tasa de cambio de impedancia de la placa entre los puntos de antirresonancia y resonancia (o su desviación). Esto se implementa determinando la tasa de cambio positiva máxima de la impedancia entre las dos frecuencias resonantes. Una tasa de cambio pronunciada o brusca indica que no hay líquido en la placa (SECO). Una tasa de cambio plana/suave indica la presencia de líquido (HÚMEDO).

Alternativamente, un cambio repentino en la impedancia de la placa a la frecuencia inicial y/o la frecuencia resonante (CPt#2) puede usarse como un método rápido de indicar un posible cambio en el estado de aerosolización (en la exploración corta). Esto es lo que dispara la exploración completa para determinar realmente el final de dosis.

También se apreciará que la exploración corta proporciona mucha información útil para control en tiempo real, pero no produce una interrupción visible de la aerosolización. La exploración corta se ejecuta antes que una exploración completa, que puede producir una interrupción visible de la aerosolización de líquido.

En resumen, el procedimiento de software implementado por el controlador para determinar el estado del nebulizador es el siguiente:

- Múltiples veces por segundo, el software ejecutará una exploración corta (figura 2) para determinar si se ha producido un cambio en la corriente de accionamiento.

- Este cambio de la corriente de accionamiento puede indicar que se ha producido la frecuencia de antirresonancia y/o un cambio de estado; por lo tanto, se pide una exploración completa (figura 3).

- A la terminación de la exploración completa, se actualiza el estado del nebulizador (Húmedo o Seco).

En algunas realizaciones, el controlador puede iniciar una exploración completa después de un tiempo predeterminado (por ejemplo, otros 5 segundos). La finalidad de esta exploración adicional es registrar la pendiente máxima después de que el dispositivo ha completado 5 segundos en el nuevo estado. Cuando un dispositivo cambia de estado, el cambio en el perfil de corriente/pendiente es casi instantáneo. Sin embargo, después de unos pocos segundos adicionales, el nuevo perfil habrá cambiado de nuevo ligeramente, debido a cambios en la estructura mecánica de la placa, a un valor que el nebulizador mantendrá durante un período de tiempo más largo. Es importante determinar este valor estable para asegurar que la exploración corta tenga detalles de la frecuencia correcta a supervisar. Cuando lo indica la exploración corta (o en períodos predefinidos, por ejemplo, de 5 segundos), la finalidad de la exploración completa predefinida puede ser actualizar los puntos de comprobación para la exploración rápida, puesto que estos dos puntos pueden derivar ligeramente durante el modo de ejecución normal.

La exploración corta comprueba el consumo de corriente a la frecuencia operativa normal y en otro punto cada intervalo (cada segundo o menos). Si se halla un cambio en alguna de estas dos frecuencias, el controlador indicará un posible cambio de estado (es decir, el dispositivo puede haber cambiado de húmedo a seco o de seco a húmedo). Este cambio dará lugar a una llamada de la exploración completa.

En una realización, durante la exploración completa, el algoritmo calcula una pendiente/diferencial de la corriente de accionamiento en cada escalón de frecuencia. Cuando el algoritmo pasa por las frecuencias, mide la corriente y luego resta de la medición de corriente tomada 16 pasos de frecuencia usando previamente un registro de desplazamiento rodante.

REIVINDICACIONES

1. Un nebulizador incluyendo una placa perforada vibrante, un montaje, un accionador (5), y un circuito de accionamiento de placa perforada (2-4) que tiene un controlador, donde el controlador está configurado para:

medir un parámetro de accionamiento eléctrico en cada uno de una pluralidad de puntos de medición, teniendo cada punto de medición una frecuencia de accionamiento; y

en base a los valores del parámetro en los puntos de medición hacer una determinación de la frecuencia de accionamiento óptima y también una predicción de fin de dosis,

caracterizado porque

el controlador está configurado para realizar una exploración corta en la que se mide un parámetro en cada uno de dos o más puntos de medición con diferentes frecuencias de accionamiento, y, según las mediciones de parámetro de accionamiento en estos puntos, determinar si se deberá efectuar un barrido de exploración completa a través de un mayor número de puntos de medición.

2. Un nebulizador según la reivindicación 1, donde la exploración corta tiene menos de cinco, y preferiblemente dos puntos de medición (CPt#1, CPt#2).

3. Un nebulizador según alguna de las reivindicaciones 1 o 2, donde el controlador está configurado para comparar las mediciones con rangos de tolerancia, y, si una medición cae fuera de su rango asociado, se inicia una exploración completa.

4. Un nebulizador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la exploración corta se realiza a intervalos regulares, y dichos intervalos son preferiblemente inferiores a un segundo.

5. Un nebulizador según cualquier reivindicación precedente, donde la exploración completa tiene del orden de 5 a 300 puntos de medición, y preferiblemente del orden de 100 a 300 puntos de medición.

6. Un nebulizador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el controlador está configurado para determinar dinámicamente a partir de la exploración completa una frecuencia para al menos uno de los puntos de medición de exploración corta, y opcionalmente el controlador está configurado para seleccionar un valor de frecuencia correspondiente a la corriente de accionamiento más baja como una frecuencia para un punto de medición de exploración corta, y preferiblemente dicha corriente de accionamiento más baja se determina de modo que corresponda a una frecuencia resonante, y un valor de frecuencia para el punto de medición de exploración completa con corriente de accionamiento más baja se almacena para uso como una frecuencia de punto de medición de exploración corta.

7. Un nebulizador según cualquier reivindicación precedente, donde el parámetro es la corriente de accionamiento de placa perforada.

8. Un nebulizador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde

el controlador está configurado, durante una exploración completa, para:

realizar dinámicamente una pluralidad de iteraciones, y, en cada iteración, comparar el parámetro medido con una medición en un punto de medición previo para determinar el final de dosis y/o la frecuencia de accionamiento óptima.

9. Un nebulizador según la reivindicación 8, donde se analiza una pendiente en mediciones de parámetro para determinar dicha indicación en cada iteración, y opcionalmente un valor de pendiente superior a un umbral indica el final de dosis.

10. Un método de operación de un nebulizador incluyendo una placa perforada vibrante, un montaje, un accionador (5), y un circuito de accionamiento de placa perforada (2-4) que tiene un controlador, donde el método incluye los pasos del controlador:

medir un parámetro de accionamiento eléctrico en cada uno de una pluralidad de puntos de medición, teniendo cada punto de medición una frecuencia de accionamiento; y

en base a los valores del parámetro en los puntos de medición, hacer una determinación de la frecuencia de accionamiento óptima y también una predicción de fin de dosis,

donde el controlador realiza una exploración corta en la que se mide un parámetro en cada uno de dos o más puntos de medición con diferentes frecuencias de accionamiento, y

según las mediciones de parámetro de accionamiento en estos puntos, determinar si deberá realizarse un barrido de exploración completa a través de un mayor número de puntos de medición.

11. Un método según la reivindicación 10, donde la exploración corta tiene menos de cinco, y preferiblemente dos puntos de medición (CPt#1, CPt#2).

12. Un método según alguna de las reivindicaciones 10 o 11, donde el controlador compara mediciones con rangos de tolerancia, y, si una medición cae fuera de su rango asociado, se inicia una exploración completa.

13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, donde la exploración corta se realiza a intervalos regulares, preferiblemente inferiores a un segundo.

14. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, donde la exploración completa tiene del orden de 5 a 300 puntos de medición, preferiblemente de 100 a 300 puntos de medición.

15. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, donde el controlador determina dinámicamente a partir de la exploración completa una frecuencia para al menos uno de los puntos de medición de exploración corta, y selecciona un valor de frecuencia correspondiente a la corriente de accionamiento más baja como una frecuencia para un punto de medición de exploración corta, y opcionalmente dicha corriente de accionamiento más baja se determina de modo que corresponda a una frecuencia resonante, y un valor de frecuencia para el punto de medición de exploración completa con corriente de accionamiento más baja se almacena para uso como una frecuencia de punto de medición de exploración corta.

16. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, donde el parámetro es la corriente de accionamiento de placa perforada.

17. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, donde el controlador durante una exploración completa:

realiza dinámicamente una pluralidad de iteraciones, y

en cada iteración compara el parámetro medido con una medición en un punto de medición previo para determinar el final de dosis y/o la frecuencia de accionamiento óptima.

18. Un método según la reivindicación 17, donde se analiza una pendiente en mediciones de parámetro para determinar dicha indicación en cada iteración, y opcionalmente un valor de pendiente superior a un umbral indica el final de dosis.

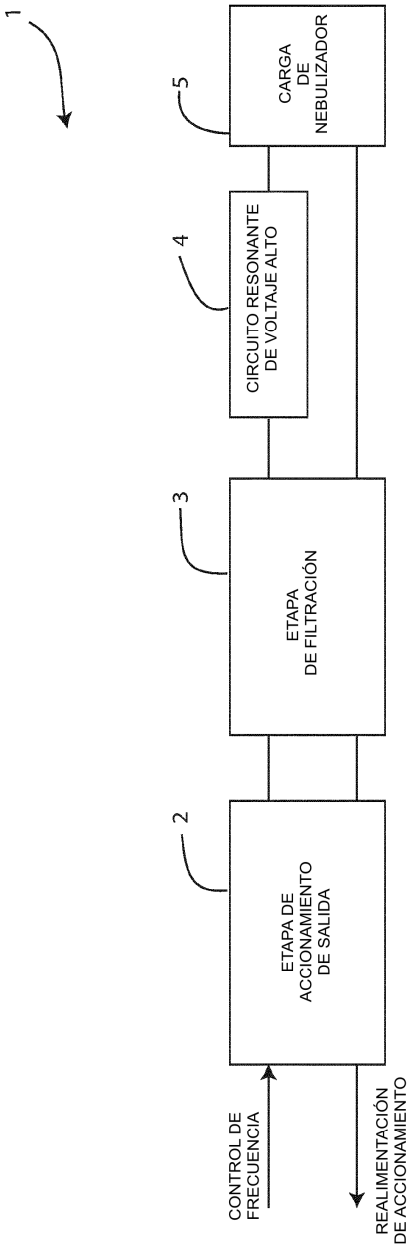
1
5
CARGA DE NEBULIZADOR
4
CIRCUITO RESONANTE DE VOLTAJE ALTO
3
ETAPA DE FILTRACIÓN
2
ETAPA DE ACCIONAMIENTO DE SALIDA
CONTROL DE FRECUENCIA
REALIMENTACIÓN DE ACCIONAMIENTO

Fig.1

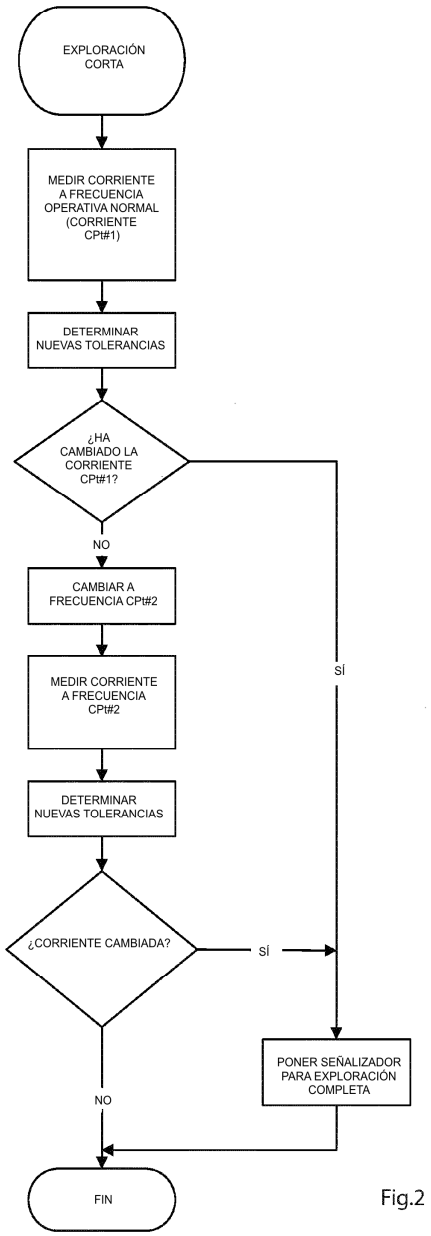
EXPLORACIÓN CORTA
MEDIR CORRIENTE A FRECUENCIA OPERATIVA NORMAL (CORRIENTE CPt#1)
DETERMINAR NUEVAS TOLERANCIAS
¿HA CAMBIADO LA CORRIENTE CPt#1?
NO
SÍ
CAMBIAR A FRECUENCIA CPt#2
MEDIR CORRIENTE A FRECUENCIA CPt#2
DETERMINAR NUEVAS TOLERANCIAS
¿CORRIENTE CAMBIADA?
SÍ
NO
PONER SEÑALIZADOR PARA EXPLORACIÓN COMPLETA
FIN

Fig.2

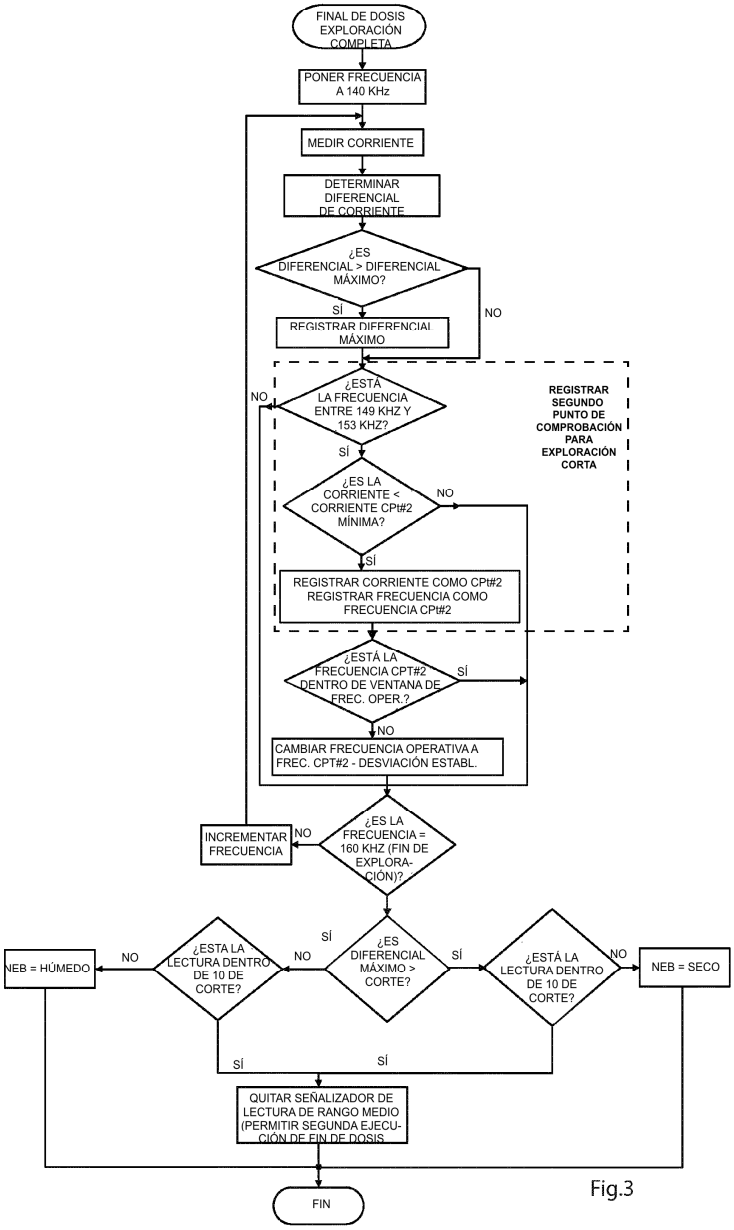
FINAL DE DOSIS EXPLORACIÓN COMPLETA
PONER FRECUENCIA A 140 KHz
MEDIR CORRIENTE
DETERMINAR DIFERENCIAL DE CORRIENTE
¿ES DIFERENCIAL > DIFERENCIAL MÁXIMO?
SÍ
NO
REGISTRAR DIFERENCIAL MÁXIMO
¿ESTÁ LA FRECUENCIA ENTRE 149 KHZ Y 153 KHZ?
NO
SÍ
REGISTRAR SEGUNDO PUNTO DE COMPROBACIÓN PARA EXPLORACIÓN CORTA
¿ES LA CORRIENTE < CORRIENTE CPt#2 MÍNIMA?
NO
SÍ
REGISTRAR CORRIENTE COMO CPt#2
REGISTRAR FRECUENCIA COMO FRECUENCIA CPt#2
¿ESTÁ LA FRECUENCIA CPT#2 DENTRO DE VENTANA DE FREC. OPER.?
SÍ
NO
CAMBIAR FRECUENCIA OPERATIVA A FREC. CPT#2 - DESVIACIÓN ESTABL.
¿ES LA FRECUENCIA = 160 KHZ (FIN DE EXPLORA-CIÓN)?
NO
INCREMENTAR FRECUENCIA
¿ES DIFERENCIAL MÁXIMO > CORTE?
SÍ
NO
¿ESTÁ LA LECTURA DENTRO DE 10 DE CORTE?
SÍ
NO
NEB = SECO
¿ESTA LA LECTURA DENTRO DE 10 DE CORTE?
NO
NEB = HÚMEDO
SÍ
SÍ
QUITAR SEÑALIZADOR DE LECTURA DE RANGO MEDIO (PERMITIR SEGUNDA EJECU-CIÓN DE FIN DE DOSIS
FIN

Fig.3

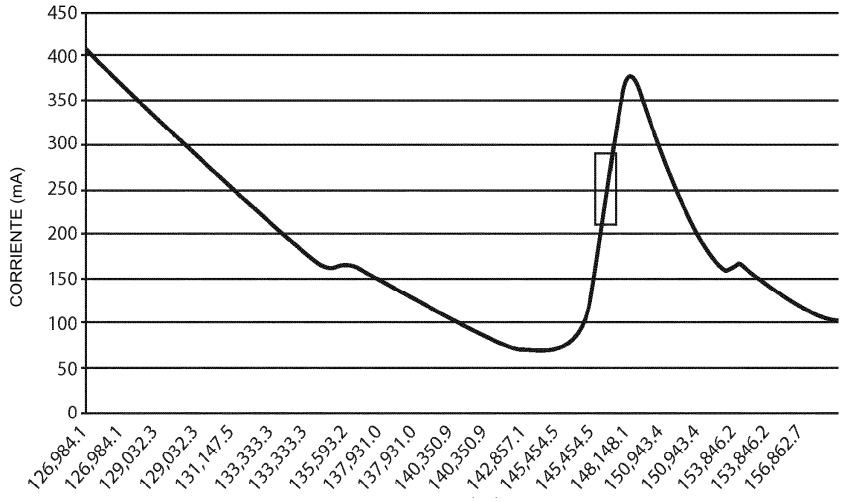

Fig.4

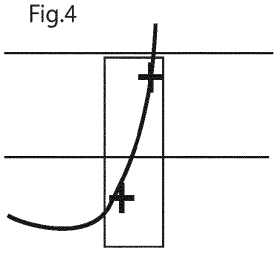

Fig.5

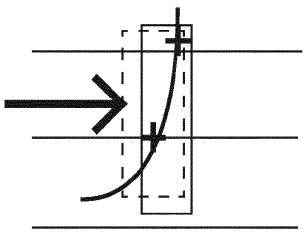

Fig.6

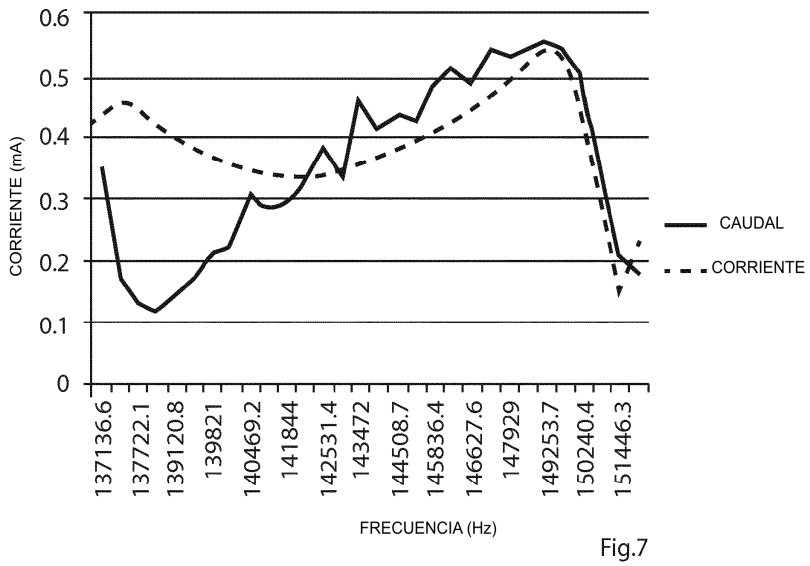
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
CORRIENTE (mA)
137136.6
137722.1
139120.8
139821
140469.2
141844
142531.4
143472
144508.7
145836.4
146627.6
147929
149253.7
150240.4
151446.3
FRECUENCIA (Hz)
CAUDAL
CORRIENTE

Fig.7