

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 945**

51 Int. Cl.:

**A24F 47/00** (2010.01)

**A61M 11/04** (2006.01)

**A61M 15/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2015 PCT/GB2015/050958**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15189556**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2015 E 15713807 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3151690**

54 Título: **Sistema electrónico de provisión de vapor**

30 Prioridad:

**09.06.2014 GB 201410171**

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

**17.11.2020**

73 Titular/es:

**NICOVENTURES HOLDINGS LIMITED (100.0%)  
Globe House, 1 Water Street  
London WC2R 3LA , GB**

72 Inventor/es:

**DICKENS, COLIN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 793 945 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**

Sistema electrónico de provisión de vapor

5 Campo

La presente divulgación se refiere a sistemas electrónicos de provisión de vapor, tales como los sistemas electrónicos de suministro de nicotina (por ejemplo, cigarrillos electrónicos).

10 Antecedentes

Los sistemas electrónicos de provisión de vapor, como los cigarrillos electrónicos, contienen, por lo general, un depósito de líquido, normalmente de nicotina, que se vaporizará o se convertirá de otra manera en aerosol. Por ejemplo, cuando un usuario inhala sobre el dispositivo, se activa un calentador para vaporizar una pequeña cantidad de líquido que, por lo tanto, inhala el usuario. De manera más particular, dichos dispositivos suelen estar provistos de uno o más orificios de entrada de aire, ubicados lejos de la boquilla. Cuando un usuario aspira sobre la boquilla, el aire es atraído a través de los orificios de entrada y pasa la fuente de vapor, como el calentador, que recibe la nicotina u otro líquido desde un cartucho.

20 La cantidad de energía proporcionada al calentador puede controlarse por razones operativas. Por ejemplo, el documento WO 2012/109371 describe un dispositivo que tiene diferentes modos de funcionamiento, y la selección del modo de funcionamiento depende del intervalo entre caladas sucesivas (ya que, durante un intervalo corto, es posible que el calentador ya esté caliente por una calada anterior). El documento WO 2013/060784 describe un dispositivo que reduce la energía suministrada al calentador hacia el final de una inhalación para reducir la condensación no deseada del aerosol dentro del dispositivo.

En algunos dispositivos conocidos, el usuario puede ejercer un cierto grado de control sobre el funcionamiento de un sistema electrónico de provisión de vapor. Este control, por ejemplo, puede permitir que un usuario altere la energía suministrada al calentador haciendo girar un selector. No obstante, los mecanismos existentes para controlar la experiencia del usuario siguen siendo algo limitados en términos de flexibilidad, capacidad de respuesta y facilidad de uso.

30 Sumario

Un sistema electrónico de provisión de vapor incluye un vaporizador para vaporizar líquido para que lo inhale un usuario del sistema electrónico de provisión de vapor; una fuente de alimentación que comprende una celda o batería para suministrar energía al vaporizador; un sensor para medir el índice de flujo de aire a través del sistema electrónico de provisión de vapor como resultado de la inhalación por parte del usuario; y una unidad de control para controlar la energía suministrada al vaporizador en función de un flujo de aire acumulativo de esta inhalación por parte del usuario, en donde el flujo de aire acumulativo se determina en función de las mediciones, por parte del sensor, del índice de flujo de aire. Un sistema de este tipo permite al usuario controlar la cantidad de líquido vaporizado obtenida en una inhalación determinada en función del flujo de aire acumulativo de la inhalación determinada.

45 El enfoque descrito en este documento no se limita a realizaciones específicas, como las establecidas a continuación, sino que incluye y contempla cualquier combinación apropiada de características presentadas en este documento. Por ejemplo, se puede proporcionar un sistema electrónico de provisión de vapor de conformidad con el enfoque descrito en el presente documento, que incluye una cualquiera o más de las diversas características descritas a continuación cuando proceda.

50 Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán en detalle varias realizaciones de la invención, únicamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los siguientes dibujos:

55 La figura 1 es un diagrama esquemático (en despiece) de un sistema electrónico de provisión de vapor, tal como un cigarrillo electrónico, de conformidad con algunas realizaciones de la invención.

La figura 2 es un diagrama esquemático del cuerpo del cigarrillo electrónico de la figura 1 de conformidad con algunas realizaciones de la invención.

60 La figura 3 es un diagrama esquemático de la parte vaporizadora del cigarrillo electrónico de la figura 1 de conformidad con algunas realizaciones de la invención.

La figura 4 es un diagrama esquemático que muestra determinados aspectos de un extremo de la parte de cuerpo del cigarrillo electrónico de la figura 1 de conformidad con algunas realizaciones de la invención.

La figura 5 es un diagrama esquemático de los principales componentes funcionales del cuerpo del cigarrillo electrónico de la figura 1 de conformidad con algunas realizaciones de la invención.

65 La figura 6 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra ciertos aspectos del funcionamiento del cigarrillo electrónico de la figura 1 de conformidad con algunas realizaciones de la invención.

La figura 7 es un gráfico que muestra algunos resultados correspondientes al enfoque mostrado en la figura 6 de conformidad con algunas realizaciones de la invención.

#### Descripción detallada

Tal como se ha descrito anteriormente, la presente divulgación se refiere a un sistema electrónico de provisión de vapor, tal como un cigarrillo electrónico. A lo largo de la siguiente descripción, se utiliza el término "cigarrillo electrónico"; no obstante, este término puede usarse indistintamente con el de "sistema electrónico de provisión de vapor".

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema electrónico de provisión de vapor, tal como un cigarrillo electrónico 10, de conformidad con algunas realizaciones de la invención (no a escala). El cigarrillo electrónico tiene una forma generalmente cilíndrica, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal indicado por la línea discontinua LA, y comprende dos componentes principales, en concreto, un cuerpo 20 y un cartomizador 30. El cartomizador incluye una cámara interna que contiene un depósito de nicotina, un vaporizador (como un calentador) y una boquilla 35. El depósito puede ser una matriz de espuma o cualquier otra estructura para retener la nicotina hasta el momento en que sea necesario suministrarla hacia el vaporizador. El cartomizador 30 también incluye un calentador para vaporizar la nicotina y puede incluir, además, una mecha o mecanismo similar para transportar una pequeña cantidad de nicotina desde el depósito hasta una ubicación de calentamiento en o adyacente al calentador.

El cuerpo 20 incluye una celda o batería recargable para proporcionar energía al cigarrillo electrónico 10 y una placa de circuito para controlar, en general, el cigarrillo electrónico. Cuando el calentador recibe energía de la batería, controlada por la placa de circuito, el calentador vaporiza la nicotina y, después, un usuario inhala este vapor a través de la boquilla.

El cuerpo 20 y el cartomizador 30 se pueden desmontar el uno del otro separándolos en una dirección paralela al eje longitudinal LA, como se muestra en la figura 1, pero cuando el dispositivo 10 está en uso están unidos por medio de una conexión, indicada esquemáticamente en la figura 1 como 25A y 25B, que proporciona la conectividad mecánica y eléctrica entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30. El conector eléctrico del cuerpo 20, que se utiliza para conectarse al cartomizador, también sirve como toma para conectar un dispositivo de carga (no mostrado) cuando el cuerpo se desmonta del cartomizador 30. El otro extremo del dispositivo de carga se puede enchufar a una toma USB para recargar la celda del cuerpo del cigarrillo electrónico. En otras implementaciones, se puede proporcionar un cable para la conexión directa entre el conector eléctrico del cuerpo y una toma USB.

El cigarrillo electrónico 10 está provisto de uno o más orificios (no mostrados en la figura 1) para la entrada de aire. Estos orificios están conectados a un conducto de aire, a través del cigarrillo electrónico 10, que llega hasta la boquilla 35. Cuando un usuario inhala a través de la boquilla 35, el aire es atraído hacia este conducto de aire a través de uno o más orificios de entrada de aire, que están ubicados adecuadamente en el exterior del cigarrillo electrónico. Este flujo de aire (o el cambio resultante de presión) es detectado por un sensor de presión que, a su vez, activa el calentador para vaporizar la nicotina del cartucho. El flujo de aire pasa a través de y se combina con el vapor de nicotina, y esta combinación de flujo de aire y vapor de nicotina luego sale de la boquilla 35 para ser inhalada por un usuario. El cartomizador 30 puede desmontarse del cuerpo 20 y desecharse cuando se agota el suministro de nicotina (y ser sustituido por otro cartomizador si así se desea).

Se apreciará que el cigarrillo electrónico 10 que se muestra en la figura 1 se presenta a modo de ejemplo y que se pueden adoptar otras diversas implementaciones. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el cartomizador 30 se proporciona como dos componentes separables, en concreto, un cartucho que comprende el depósito de nicotina y la boquilla (que puede ser sustituido cuando se agota la nicotina del depósito) y un vaporizador que comprende un calentador (que generalmente está retenido). Como otro ejemplo, el mecanismo de carga puede conectarse a una fuente de energía adicional o alternativa, como al mechero de un automóvil.

La figura 2 es un diagrama esquemático (simplificado) del cuerpo 20 del cigarrillo electrónico de la figura 1 de conformidad con algunas realizaciones de la invención. La figura 2 puede considerarse, en general, una sección transversal en un plano a través del eje longitudinal LA del cigarrillo electrónico. Obsérvese que varios componentes y detalles del cuerpo, por ejemplo, como el cableado y una conformación más compleja, se han omitido de la figura 2 por razones de claridad.

Como se muestra en la figura 2, el cuerpo 20 incluye una batería o celda 210 para la alimentación del cigarrillo electrónico 10, así como un chip, como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o un microcontrolador para controlar el cigarrillo electrónico 10. El ASIC puede colocarse junto a o en un extremo de la batería 210. El ASIC está acoplado a una unidad sensora 215 para detectar una inhalación sobre la boquilla 35 (o alternativamente, la unidad sensora 215 puede proporcionarse en el propio ASIC). Como respuesta a esta detección, el ASIC proporciona energía desde la batería o celda 210 hasta un calentador en el cartomizador para vaporizar la nicotina en el flujo de aire que inhala el usuario.

El cuerpo incluye, además, una tapa 225 para sellar y proteger el otro lado (distal) del cigarrillo electrónico. Hay un

orificio de entrada de aire provisto en o adyacente a la tapa 225 para permitir que el aire entre en el cuerpo y fluya más allá de la unidad sensora 215 cuando un usuario inhala sobre la boquilla 35. Por lo tanto, este flujo de aire permite que la unidad sensora 215 detecte la inhalación del usuario.

5 En el extremo opuesto del cuerpo 20 desde la tapa 225 está el conector 25B para unir el cuerpo 20 al cartomizador 30. El conector 25B proporciona la conectividad mecánica y eléctrica entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30. El conector 25B incluye un conector de cuerpo 240, que es metálico (plateado en algunas realizaciones) y que sirve como un terminal de conexión eléctrica (positiva o negativa) con el cartomizador 30. El conector 25B incluye, además, un contacto eléctrico 250 para proporcionar un segundo terminal de conexión eléctrica con el cartomizador 30 de polaridad opuesta al primer terminal, en concreto, el conector de cuerpo 240. El contacto eléctrico 250 está montado sobre un resorte helicoidal 255. Cuando el cuerpo 20 está acoplado al cartomizador 30, el conector 25A del cartomizador empuja contra el contacto eléctrico 250 de tal manera que comprime el resorte helicoidal en una dirección axial, es decir, en una dirección paralela (alineada con) el eje longitudinal LA. En vista de la naturaleza elástica del resorte 255, esta compresión predispone la expansión del resorte 255, que tiene el efecto de empujar el contacto eléctrico 250 firmemente contra el conector 25A, ayudando así a garantizar una buena conectividad eléctrica entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30. El conector de cuerpo 240 y el contacto eléctrico 250 están separados por un puente 260, que está hecho de un no conductor (como plástico) para proporcionar un buen aislamiento entre los dos terminales eléctricos. El puente 260 tiene una forma que ayuda al acoplamiento mecánico mutuo de los conectores 25A y 25B.

20 La figura 3 es un diagrama esquemático del cartomizador 30 del cigarrillo electrónico de la figura 1 de conformidad con algunas realizaciones de la invención. La figura 3 puede considerarse, en general, una sección transversal en un plano a través del eje longitudinal LA del cigarrillo electrónico. Obsérvese que varios componentes y detalles del cuerpo, por ejemplo, como el cableado y una conformación más compleja, se han omitido de la figura 3 por razones de claridad.

25 El cartomizador 30 incluye un conducto de aire 355 que se extiende a lo largo del eje central (longitudinal) del cartomizador 30 desde la boquilla 35 hasta el conector 25A para unir el cartomizador al cuerpo 20. Se proporciona un depósito de nicotina 360 alrededor del conducto de aire 335. Este depósito 360 puede implementarse, por ejemplo, proporcionando algodón o espuma empapada en nicotina. El cartomizador también incluye un calentador 365 para calentar la nicotina del depósito 360 y generar vapor de nicotina para que fluya a través del conducto de aire 355 y salga a través de la boquilla 35 como respuesta a la inhalación de un usuario sobre el cigarrillo electrónico 10. El calentador recibe alimentación a través de las líneas 366 y 367 que, a su vez, están conectadas a polaridades opuestas (positiva y negativa, o viceversa) de la batería 210 a través del conector 25A (los detalles del cableado entre las líneas de alimentación 366 y 367 y el conector 25A se omiten de la figura 3).

35 El conector 25A incluye un electrodo interno 375, que puede estar plateado o hecho con algún otro metal adecuado. Cuando el cartomizador 30 está conectado al cuerpo 20, el electrodo interno 375 hace contacto con el contacto eléctrico 250 del cuerpo 20 para proporcionar una primera trayectoria eléctrica entre el cartomizador y el cuerpo. En particular, cuando se acoplan los conectores 25A y 25B, el electrodo interno 375 empuja contra el contacto eléctrico 250 para comprimir el resorte helicoidal 255, ayudando así a garantizar un buen contacto eléctrico entre el electrodo interno 375 y el contacto eléctrico 250.

40 El electrodo interno 375 está rodeado por un anillo aislante 372, que puede ser de plástico, caucho, silicona, o cualquier otro material adecuado. El anillo aislante está rodeado por el conector del cartomizador 370, que puede estar plateado o hecho con algún otro metal o material conductor adecuado. Cuando el cartomizador 30 está conectado al cuerpo 20, el conector del cartomizador 370 hace contacto con el conector de cuerpo 240 del cuerpo 20 para proporcionar una segunda trayectoria eléctrica entre el cartomizador y el cuerpo. Dicho de otro modo, el electrodo interno 375 y el conector del cartomizador 370 sirven como terminales positivo y negativo (o viceversa) para suministrar energía desde la batería 210 del cuerpo hasta el calentador 365 del cartomizador a través de las líneas de suministro 366 y 367, según corresponda.

45 El conector del cartomizador 370 está provisto de dos lengüetas o pestañas 380A, 380B, que se extienden en direcciones opuestas alejadas del eje longitudinal del cigarrillo electrónico. Estas pestañas se utilizan para proporcionar un accesorio de bayoneta junto con el conector de cuerpo 240 para conectar el cartomizador 30 al cuerpo 20. Este accesorio de bayoneta proporciona una conexión segura y firme entre el cartomizador 30 y el cuerpo 20, de modo que el cartomizador y el cuerpo se mantengan en una posición fija uno con respecto al otro, sin bamboleo ni flexión, y se reduzca la probabilidad de una desconexión accidental. Al mismo tiempo, el accesorio de bayoneta proporciona una conexión y desconexión simples y rápidas mediante una inserción seguida de un giro, para realizar la conexión, y un giro (en la dirección inversa) seguido de una extracción, para realizar la desconexión. Se apreciará que otras realizaciones pueden usar una forma diferente de conexión entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30, como un ajuste a presión o una conexión por tornillo.

50 La figura 4 es un diagrama esquemático de determinados detalles del conector 25B en el extremo del cuerpo 20 de conformidad con algunas realizaciones de la invención (pero omitiendo, por motivos de claridad, la mayor parte de la estructura interna del conector, como se muestra en la figura 2, tal como el puente 260). En particular, la figura 4 muestra la carcasa externa 201 del cuerpo 20, que generalmente tiene la forma de un tubo cilíndrico. Esta carcasa

externa 201 puede comprender, por ejemplo, un tubo interno de metal con una cubierta externa de papel o similar.

El conector de cuerpo 240 se extiende desde esta carcasa externa 201 del cuerpo 20. El conector de cuerpo, como se muestra en la figura 4, comprende dos partes principales, una parte de eje 241 en forma de un tubo cilíndrico hueco, que está dimensionada para caber justo dentro de la carcasa externa 201 del cuerpo 20, y una parte de reborde 242 que está dirigida en una dirección radialmente hacia fuera, alejada del eje longitudinal principal (LA) del cigarrillo electrónico. Rodeando la parte de eje 241 del conector de cuerpo 240, donde la parte de eje no se solapa con la carcasa externa 201, hay un collar o manguito 290, que nuevamente tiene la forma de un tubo cilíndrico. El collar 290 queda retenido entre la parte de reborde 242 del conector de cuerpo 240 y la carcasa externa 201 del cuerpo, y juntas evitan el movimiento del collar 290 en una dirección axial (es decir, paralela al eje LA). No obstante, el collar 290 puede girar libremente alrededor de la parte de eje 241 (y, por lo tanto, también el eje LA).

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la tapa 225 está provista de un orificio de entrada de aire para permitir que el aire fluya y pase por el sensor 215 cuando un usuario inhala sobre la boquilla 35. No obstante, la mayor parte del aire que entra en el dispositivo cuando un usuario inhala fluye a través del collar 290 y del conector de cuerpo 240, como lo indican las dos flechas de la figura 4.

La figura 5 es un diagrama esquemático de los principales componentes funcionales del cuerpo 20 del cigarrillo electrónico 10 de la figura 1 de conformidad con algunas realizaciones de la divulgación. Estos componentes pueden montarse sobre la placa de circuito proporcionada dentro del cuerpo 20, aunque dependiendo de la configuración en particular, en algunas realizaciones, uno o más de los componentes pueden alojarse en el cuerpo para funcionar en conjunto con la placa de circuito, pero sin estar montado(s) físicamente en la propia placa de circuito.

El cuerpo 20 incluye la unidad sensora 215 ubicada en o adyacente a la trayectoria del aire a través del cuerpo 20 desde la entrada de aire hasta la salida de aire (hasta el vaporizador). La unidad sensora 215 incluye un sensor de caída de presión 562 y un sensor de temperatura 563 (también en o adyacente a esta trayectoria de aire). El cuerpo incluye, además, un pequeño altavoz 558 y una toma de corriente o conector 5B para conectarse al cartomizador 30 o a un dispositivo de carga USB.

El microcontrolador 555 (por ejemplo, un ASIC) incluye una CPU 550. Las operaciones de la CPU 550 y otros componentes electrónicos, como el sensor de presión 562, suelen estar controlados, al menos en parte, por programas de *software* que se ejecutan en la CPU (u otro componente). Dichos programas de *software* pueden almacenarse en una memoria no volátil, tal como en una ROM, que puede integrarse en el propio microcontrolador 555 o proporcionarse como un componente separado. La CPU puede acceder a la ROM para cargar y ejecutar programas de *software* individuales cuando sea necesario. El microcontrolador 555 también contiene interfaces de comunicación apropiadas (y *software* de control) para comunicarse, según proceda, con otros dispositivos del cuerpo 10, como el sensor de presión 562.

La CPU controla el altavoz 558 para producir salida de audio que refleje las condiciones o estados del interior del cigarrillo electrónico, como una advertencia de batería baja. Se pueden proporcionar diferentes señales para indicar diferentes estados o condiciones utilizando tonos o pitidos con longitudes y/o duración distintas y/o proporcionando varios pitidos o tonos.

Tal y como se ha indicado anteriormente, el cigarrillo electrónico 10 proporciona una trayectoria de aire desde la entrada de aire a través del cigarrillo electrónico, pasado el sensor de caída de presión 562 y el calentador (en el vaporizador o cartomizador 30), hasta la boquilla 35. Así, cuando un usuario inhala sobre la boquilla del cigarrillo electrónico, la CPU 550 detecta dicha inhalación en función de la información procedente del sensor de caída de presión. Como respuesta a esta detección, la CPU suministra energía desde la batería o celda 210 hasta el calentador, que calienta y vaporiza la nicotina de la mecha para que el usuario la inhale.

El cigarrillo electrónico 10 está configurado para responder a una calada (inhalación) de un usuario o consumidor, de modo que la cantidad y/o calidad del vapor generado la puede controlar el consumidor en función del esfuerzo de calada y/o el volumen de calada. Esto es, en cierta medida, similar a la situación con un cigarrillo de combustión convencional, que responde a la calada de un consumidor, siendo la materia particulada total (TPM) aproximadamente proporcional al volumen de la calada (para un tipo particular de cigarrillo). Por consiguiente, el esfuerzo de la calada o el volumen de la calada acumulativo de una inhalación determinada se mide en el cigarrillo electrónico 10 usando la unidad sensora 215, y el microcontrolador 555 está configurado de modo que el cigarrillo electrónico responda al volumen o esfuerzo de calada medido suministrando más/menos vapor (según corresponda) y/o una calidad diferente de vapor. Esto ofrece al consumidor una manera intuitiva de controlar el uso del cigarrillo electrónico 10 en términos de producción de vapor, etc.

La figura 6 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra ciertos aspectos del funcionamiento del cigarrillo electrónico de la figura 1, de conformidad con algunas realizaciones de la invención, para proporcionar dicho control del usuario basado en el volumen o esfuerzo de la calada. El procesamiento comienza con la detección del inicio de una inhalación (calada) del usuario en la etapa 610. Dicha detección la realiza la unidad sensora 215, en particular, el sensor de presión 562, que detecta la caída de presión provocada por el usuario que aspira sobre la boquilla 35. Además,

utilizando la caída de presión medida, una vez que se ha detectado una inhalación, se puede determinar el índice de flujo de aire a través del cigarrillo electrónico (etapa 620). En general, se puede realizar una determinación más precisa si también se incluye la temperatura del flujo de aire (ya que la densidad del aire depende de la temperatura). Por lo tanto, dicha temperatura puede medirse al mismo tiempo que la caída de presión (por ejemplo, utilizando el sensor de temperatura 563 incluido en la unidad sensora 215, véase la figura 5) y esta temperatura medida se puede incorporar en la determinación del flujo de aire. Si la unidad sensora no incluye un sensor de temperatura, entonces se puede prever una temperatura fija (promedio).

La relación entre la caída de presión y la velocidad del flujo de aire (y la temperatura, si está disponible) puede determinarse empíricamente y/o mediante cálculo/modelado. En el primer caso, el cigarrillo electrónico puede colocarse en un dispositivo mecánico que simule la inhalación a través de la boquilla. Esto permite realizar mediciones del flujo de aire a través de la boquilla frente a la caída de presión (según lo determinado por el sensor de presión 562), incluyendo la sensibilidad a la temperatura, si así se desea, y permitiendo así desarrollar una relación empírica entre los dos. Como alternativa, la relación entre la caída de presión y el índice del flujo de aire puede modelarse en función de la forma interna conocida del cigarrillo electrónico mediante el uso de dinámica de fluidos, etc. La relación resultante entre la caída de presión y el índice del flujo de aire (y la temperatura, si está disponible), bien determinada empíricamente o bien mediante cálculo/modelado (o mediante una combinación de los dos), se puede enviar al microcontrolador, ya sea como código que implementa una expresión matemática adecuada correspondiente a la relación, o como un conjunto adecuado de valores de datos, por ejemplo, en forma de una tabla de consulta almacenada en alguna ROM, o que al menos sea accesible para el microcontrolador. Esta relación permite que el microcontrolador 555 determine el índice de flujo de aire actual en función de la caída de presión medida desde el sensor de presión 562.

En otras implementaciones, la unidad sensora 215 puede incluir un monitor de flujo de aire para medir directamente el flujo de aire (en lugar de la caída de presión). En tales implementaciones, aun puede ser deseable determinar empíricamente y/o mediante cálculo/modelado la relación entre el flujo de aire medido por este monitor y el volumen real inhalado por un usuario.

Habiendo medido y determinado el flujo de aire actual en la etapa 620, a continuación, se determina el flujo de aire total o acumulativo de esta calada o inhalación (etapa 630). Este flujo de aire acumulativo se determina en efecto, según la invención, sumando o integrando el flujo de aire actual (instantáneo) medido en la etapa 620 durante la inhalación (hasta el momento).

A continuación, el cigarrillo electrónico 10 utiliza el volumen de inhalación acumulativo hasta el momento de esa calada en particular para controlar la salida de vapor en esta misma calada (etapa 640). Dicho de otro modo, el cigarrillo electrónico admite un mecanismo de control adaptativo en tiempo real para modificar la salida de vapor hacia el usuario a través de la boquilla 35. Este control puede ejercerse de varias maneras, por ejemplo:

- suministrando una cantidad de aerosol (vapor) que es proporcional al flujo de aire acumulativo
- suministrando una cantidad de aerosol (vapor) que es proporcional a otra función, por ejemplo, no lineal, del flujo de aire acumulativo, por ejemplo, después de una relación exponencial o logarítmica
- ajustando una mezcla de sabores con el aerosol (vapor) en función del flujo de aire acumulativo,
- ajustando un tamaño de las partículas del aerosol (vapor) en función del flujo de aire acumulativo.

Las posibilidades anteriores se proporcionan únicamente a modo de ejemplo, y los expertos en la materia apreciarán otras maneras de controlar la salida de vapor del cigarrillo electrónico de conformidad con el volumen del flujo de aire acumulativo (hasta el momento).

El microcontrolador 555, en general, es responsable de implementar el control deseado de la salida de vapor en función del flujo de aire acumulativo medido de la calada actual. Por ejemplo, el microcontrolador puede incrementar (o reducir) la energía suministrada al calentador 365 para aumentar (o disminuir) el índice de producción de vapor o aerosol. En algunas implementaciones, dicho control de energía puede implementarse alterando la corriente (y/o tensión) suministrada al calentador. Otras realizaciones pueden usar un enfoque diferente, como la modulación por ancho de pulsos (PWM). En la PWM, se suministra un pulso de energía eléctrica al calentador cada período o franja de tiempo  $T_w$ , donde  $T_w$  se selecciona para que sea relativamente corto, de modo que el calentador no cambie significativamente de temperatura durante el intervalo  $T_w$  (sin recibir energía). La duración del propio pulso,  $T_p$ , se selecciona para que ocupe una fracción (o potencialmente la totalidad) de la franja de tiempo, es decir,  $T_w \geq T_p$ . La cantidad de energía proporcionada (en promedio) al calentador se puede controlar ajustando la  $T_p$ , produciéndose la provisión máxima de energía cuando  $T_p = T_w$ .

En algunas implementaciones, el calentador 365 puede comprender varios elementos diferentes que pueden controlarse por separado, pudiendo vaporizar los distintos elementos calefactores diferentes sabores. Esto permite que el microcontrolador altere la mezcla de sabores en la salida del cigarrillo electrónico haciendo variar la energía suministrada a los diferentes elementos calefactores según la mezcla de sabores deseada.

A continuación, el procesamiento de la figura 6 determina si la inhalación ha terminado o no (etapa 660), hecho que

se puede detectar por la ausencia de cualquier caída de presión gracias a la unidad sensora de presión 562. Si la inhalación ha terminado, esto representa el final del procesamiento de esta calada en particular. Como alternativa, si todavía se detecta una caída de presión, y por lo tanto, la inhalación aún está en curso, el procesamiento vuelve a la etapa 620. Después, el cigarrillo electrónico mide nuevamente el flujo de aire de la inhalación y utiliza esta medición para actualizar el volumen acumulativo de la calada hasta el momento (etapa 630). Esto permite que la determinación de la cantidad de aerosol y el control del calentador se actualicen en consecuencia en las etapas 640 y 650, respectivamente. Este ciclo de procesamiento continúa como anteriormente hasta que la inhalación finalmente termina, tal como se detecta en la etapa 660.

La figura 7 es un gráfico que muestra un ejemplo de control de la energía de un calentador 365 con el fin de suministrar una cantidad acumulativa de aerosol que coincida (se corresponda) con el volumen de calada acumulativo utilizando una relación lineal (proporcionalidad) en el transcurso de una sola inhalación. Hay cuatro líneas trazadas en la figura 7 que son las siguientes:

- a) flujo de calada: es decir, el índice actual de flujo de aire que inhala el usuario (línea discontinua clara)
- b) flujo de aire acumulativo: en efecto, la integral de (a), que representa la cantidad total de flujo de aire de esta calada (línea continua oscura)
- c) energía suministrada al calentador: (línea continua clara)
- d) salida acumulativa de vapor: en efecto, el volumen total de salida de vapor de esta calada hasta el momento.

El eje X de la figura 7 es el tiempo (segundos), mientras que la escala del eje Y representa el nivel de energía suministrado al calentador en función de la fuente de alimentación máxima disponible para el calentador, es decir, según la línea "c" anterior. (La escala en el eje Y para las otras tres líneas representadas en la figura 7 es arbitraria).

La cantidad de aerosol o vapor suministrado por el cigarrillo electrónico depende de varios factores, en especial, de la energía suministrada al calentador, la temperatura esperada del calentador (que en sí misma está relacionada con la energía suministrada al calentador), la pérdida de temperatura esperada del calentador debido a la convección y radiación y la pérdida de temperatura debido a la evaporación de la formulación, es decir, la nicotina u otro líquido que se vaporice. El aerosol suministrado es, en general, proporcional a la pérdida de temperatura debido a la evaporación de la formulación.

Como se muestra en la figura 7, cuando se detecta una calada (correspondiente a la etapa 610 en la figura 6), la energía del calentador se ajusta inicialmente al 100 % para hacer que el cigarrillo electrónico llegue a una temperatura activa (según la línea "c"). En este punto, el flujo de aire de la calada (línea "a") aumenta de manera constante. Esto refleja el movimiento de los pulmones del usuario, que deben acelerarse a partir de una posición de reposo inicial. A medida que los pulmones aceleran y ganan velocidad, el flujo de aire de la inhalación aumenta.

En el ejemplo particular de la figura 7, el microcontrolador 555 tiene la tarea de hacer que la salida de vapor acumulativa coincida (realice un seguimiento de) la salida de flujo de aire acumulativa. Se apreciará que esto deriva en una proporción aproximadamente constante de vapor dentro del flujo de aire; de modo que cuando el usuario inhala con más fuerza para producir el mayor flujo de aire, la cantidad de vapor inhalada (en términos absolutos) también es la máxima.

Al principio, el flujo de aire acumulativo de la calada (línea "b") va por delante de la salida de vapor acumulativa (línea "d") debido al retardo en la producción de vapor mientras la temperatura del calentador se eleva hasta su punto operativo. Una vez que esto ha ocurrido, tras aproximadamente 0,5 segundos en la figura 7, comienza a producirse el vapor. En este punto, la salida de vapor y, por lo tanto, la salida de vapor acumulativa (línea "d") se eleva rápidamente, en efecto, alcanzando el flujo de aire acumulativo (línea "b").

A continuación, la energía del calentador cae para evitar el sobrecalentamiento. No obstante, a medida que aumenta el flujo de aire que pasa por el calentador (como se indica con la línea "a"), este hecho permite que el calentador vaporice más líquido (dado que el aumento del flujo de aire atrae el líquido previamente vaporizado hacia fuera del cigarrillo electrónico). Así, esto deriva en mayores requisitos de energía para el calentador y, por lo tanto, en un aumento del suministro de energía al calentador justo antes de 1 s.

En el siguiente segundo, el índice de aumento en el flujo de aire (línea "a") comienza a disminuir y, finalmente, el índice de flujo de aire alcanza su punto máximo y comienza a caer. La energía del calentador (línea "c") también alcanza su punto máximo y luego comienza a caer en este período. Finalmente, en el último segundo de la inhalación (del 2 al 3), el índice de flujo de aire de la inhalación disminuye constantemente hasta llegar a cero y, de nuevo, la energía del calentador (línea "c") muestra una disminución, en general, similar.

En términos de teoría de control, el índice de salida de vapor se puede representar como  $V(t)$  y la entrada de energía al calentador como  $P(t)$ , de modo que  $V(t)=H(P(t))$ , donde  $H$  es una función de transferencia basada en los factores comentados anteriormente, como la energía suministrada previamente al calentador, la pérdida de calor del calentador debido a la producción de vapor, etc. Si el índice de flujo de aire medido es  $A(t)$ , entonces el objetivo general del microcontrolador es que  $F1(V(t))=F2(A(t))$ , donde  $F1$  y  $F2$  son funciones que se deben especificar y pueden incluir un

desfase de tiempo entre el índice de flujo de aire (entrada) medido y la salida de vapor. Tomando el ejemplo de la figura 7, este corresponde a obtener F1 y F2 de manera que:  $\int_0^t V(t) = k \int_0^t A(t)$

$$\int_0^t V(t) = k \int_0^t A(t)$$

5 donde k es una constante, y se asume que la calada comienza en t=0, de modo que el lado izquierdo representa la salida de vapor acumulativa de esta calada, mientras que el lado derecho representa el flujo de aire acumulativo de esta calada hacia el interior (y a través) del sistema.

10 Adoptando  $H^{-1}$  como la inversa de H, y  $F3=F1^{-1}(F2)$ , donde  $F^{-1}$  es igualmente la inversa de F, entonces  $V(t)=F3(A(t))$  y  $P(t)=H^{-1}(V(t))$  y, por lo tanto, obtenemos  $P(t)=H^{-1}(F3(A(t)))$ . Se apreciará que esta ecuación puede ser utilizada por el microcontrolador para determinar la entrada de energía al calentador en función de i) el índice de flujo de aire medido A(t), ii) la relación deseada entre el índice de flujo de aire y el índice de salida de vapor V(t), representado por la función F3, y iii) la relación entre la entrada de energía al calentador y el índice de salida de vapor, como se representa por la función de transferencia H (y su inversa  $H^{-1}$ ).

20 Como se ha descrito en el presente documento, las diversas realizaciones proporcionan un sistema electrónico de provisión de vapor que incluye un vaporizador para vaporizar líquido para que lo inhale un usuario del sistema electrónico de provisión de vapor, una fuente de alimentación que comprende una celda o batería para suministrar energía al vaporizador; un sensor para medir el índice de flujo de aire a través del sistema electrónico de provisión de vapor como resultado de la inhalación por parte del usuario; y una unidad de control. La unidad de control controla la energía suministrada al vaporizador en función de un flujo de aire acumulativo de esta inhalación del usuario, en donde el flujo de aire acumulativo se determina en función de las mediciones, por parte del sensor, del índice de flujo de aire. Esto permite al usuario controlar la cantidad de líquido vaporizado obtenida en una inhalación determinada en función del flujo de aire acumulativo producido por la inhalación determinada.

25 Se apreciará que la naturaleza detallada del control puede variar de una implementación a otra. Por ejemplo, tal y como se ha descrito anteriormente, el control puede configurarse de modo que la salida de vapor acumulativa, es decir, la cantidad total (acumulativa) de líquido vaporizado para esta inhalación, realice un seguimiento del flujo de aire acumulativo a través del dispositivo. Otra posibilidad (por ejemplo) es que, para un flujo de aire acumulativo más elevado, se activa un elemento calentador adicional. Esto puede aumentar la salida de vapor o cambiar la mezcla de salida de vapor, tal como alterando las cantidades relativas de dos vapores diferentes en la salida de vapor.

30 El flujo de aire acumulativo representa el volumen total de aire que ha pasado (a través) del sistema hasta el momento desde el inicio de la inhalación. El inicio de la inhalación puede ser detectado por el sensor de flujo de aire, que también mide el índice de flujo de aire actual (instantáneo) durante la inhalación. El flujo de aire acumulativo se puede determinar, por ejemplo, integrando el flujo de aire actual medido desde el inicio de la inhalación hasta la fase actual de la inhalación. Otro posible mecanismo para determinar el flujo de aire acumulativo es medir el índice de flujo de aire actual o instantáneo en múltiples ocasiones y, después, realizar un modelado o búsqueda para determinar el flujo de aire acumulativo. Por ejemplo, el control de la salida de vapor puede basarse, en parte, en un valor de flujo de aire previsto, por ejemplo, en función del flujo de aire acumulativo ya medido de esa inhalación en particular y/o de múltiples mediciones instantáneas del flujo de aire, más en el conocimiento de una variación típica del índice de flujo de aire con el tiempo (es decir, correspondiente a la línea "a" en la figura 7).

40 Cuando se obtienen mediciones adicionales del flujo de aire real, estas pueden compararse con el índice de flujo de aire previsto, y cualquier discrepancia se utiliza para ajustar el suministro futuro de energía hacia el calentador. En algunos casos, el índice de flujo de aire previsto puede basarse en los índices de flujo de aire medidos de las inhalaciones previas de ese usuario. El uso de un índice de flujo de aire previsto de esta manera puede ayudar a mejorar la capacidad de respuesta del control.

50 El flujo de aire acumulativo puede determinarse dentro del propio sensor, dentro de la unidad de control o dentro de cualquier otro componente apropiado del sistema electrónico de provisión de vapor. El flujo de aire acumulativo puede determinarse de forma explícita o implícita, utilizando uno o más parámetros que sirven, en efecto, como proxy del flujo de aire acumulativo. Por ejemplo, el sensor puede medir la caída de presión, que después puede convertirse en un parámetro que refleje el flujo de aire acumulativo (y, por lo tanto, puede usarse para controlar la energía del calentador) sin determinar explícitamente de por sí el flujo de aire acumulativo.

60 Como se ha descrito en el presente documento, un usuario puede controlar, por tanto, al menos en parte, el vapor que recibe. Este control se puede proporcionar de manera intuitiva, por ejemplo, solo dando caladas (inhalando) más fuertes para obtener más vapor, o dando caladas más suaves para obtener menos vapor. La naturaleza intuitiva del control mejora su capacidad de respuesta rápida (en tiempo real); dicho de otra forma, si el usuario cambia el índice de caladas (inhalación) durante una calada individual, esto produce un cambio notable en la salida de vapor, incluso durante la misma calada. Por ejemplo, con referencia a la figura 7, se puede observar que el tiempo de respuesta del



sistema es una pequeña fracción de 1 s, normalmente de menos de 0,5 segundos, o de menos de 0,3 segundos, o de menos de 0,1 segundos. Esta capacidad de respuesta de tiempo representa el retardo o retraso de tiempo entre un cambio medido en el flujo de aire acumulativo y un cambio correspondiente en la salida de vapor en función de la modificación de la energía suministrada al calentador para reflejar el volumen actual de la calada. (Hay un retraso inicial de aproximadamente 0,7 segundos en la figura 7 para que la salida de vapor acumulativa siga el volumen de flujo de aire acumulativo, aunque este representa la inercia térmica del calentador en lugar de un retraso de tiempo en el ciclo de control). Por consiguiente, el vínculo entre el volumen de la calada y la salida de vapor es muy evidente para el usuario, quien, por lo tanto, puede aprender rápidamente cómo aprovechar esta funcionalidad del dispositivo.

Además, el enfoque descrito en este documento puede extenderse a una gama de sistemas electrónicos de provisión de vapor, tales como dispositivos de calentamiento sin quemado (que pueden incluir algo de materia o extracto vegetal, por ejemplo, hoja de tabaco, que luego se calienta o recibe vapor para producir el vapor deseado). Un ejemplo de tal forma alternativa de sistema electrónico de provisión de vapor se describe en el documento US 2011/0226236, que divulga un inhalador que contiene un evaporador basado en una estructura plana compuesta que incorpora un mecanismo de calentamiento y un mecanismo de absorción. Dicho sistema proporciona una alta capacidad de evaporación específica de funcionamiento intermitente, combinada con una gran eficiencia del evaporador (vaporizador). Dicho sistema puede incluir, además, un sensor de presión o de flujo de aire para medir el flujo de aire, y una unidad de control para controlar la energía suministrada al mecanismo de calentamiento de conformidad con el enfoque descrito en el presente documento.

Para abordar los diversos problemas y avanzar en la técnica, esta divulgación muestra, a modo de ilustración, diversas realizaciones en las que se puede(n) poner en práctica la(s) invención(es) reivindicada(s). Las ventajas y características de la divulgación son solamente de una muestra representativa de las realizaciones y no son exhaustivas y/o exclusivas. Se presentan solamente para ayudar a comprender y para enseñar la(s) invención(es) reivindicada(s). Ha de entenderse que las ventajas, realizaciones, ejemplos, funciones, características, estructuras y/u otros aspectos de la divulgación no deben considerarse limitaciones de la divulgación definida por las reivindicaciones o limitaciones de los equivalentes a las reivindicaciones, y que se pueden utilizar otras realizaciones y realizar modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Las diversas realizaciones pueden comprender adecuadamente, consistir en o consistir esencialmente en varias combinaciones de los elementos, componentes, características, partes, etapas, medios divulgados, etc. aparte de los específicamente descritos en este documento. La divulgación incluye otras invenciones no actualmente reivindicadas, pero que se pueden reivindicar en un futuro.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema electrónico de provisión de vapor (10) que incluye:

5 un vaporizador (30) para vaporizar líquido para que lo inhale un usuario del sistema electrónico de provisión de vapor;  
 una fuente de alimentación (210), que comprende una celda o batería para suministrar la energía al vaporizador;  
 un sensor (215) para medir el índice del flujo de aire a través del sistema electrónico de provisión de vapor como resultado de una inhalación por parte del usuario; y  
 10 una unidad de control (555), configurada para controlar reiteradamente la energía suministrada al vaporizador para la inhalación del usuario, en donde el sistema electrónico de provisión de vapor está adaptado para, en cada repetición en una sola inhalación:

15 medir el índice de flujo de aire actual;  
 actualizar un flujo de aire acumulativo sumando, durante la inhalación, las mediciones del índice de flujo de aire actual realizadas por el sensor hasta el momento; y  
 que la unidad de control controle la energía suministrada al vaporizador en función del flujo de aire acumulativo actualizado de esta repetición, de modo que una salida de vapor acumulativa se mantenga aproximadamente proporcional al flujo de aire acumulativo;

20 permitiendo así al usuario controlar la cantidad de líquido vaporizado obtenida en una inhalación determinada en función del flujo de aire acumulativo de la inhalación determinada.

2. El sistema electrónico de provisión de vapor de la reivindicación 1, en donde el vaporizador es un calentador (365) que recibe energía de la fuente de alimentación para calentar y, de ese modo, vaporizar el líquido para que lo inhale un usuario.

3. El sistema electrónico de provisión de vapor de la reivindicación 2, en donde la unidad de control controla la energía suministrada al calentador para controlar la temperatura del calentador.

4. El sistema electrónico de provisión de vapor de cualquier reivindicación anterior, en donde el líquido es nicotina.

5. El sistema electrónico de provisión de vapor de cualquier reivindicación anterior, en donde el sensor para medir el índice de flujo de aire mide directamente una caída de presión, y la unidad de control estima un índice de flujo de aire medido a partir de la caída de presión medida.

6. El sistema electrónico de provisión de vapor de cualquier reivindicación anterior, en donde la unidad de control determina el flujo de aire acumulativo en función de las mediciones del índice de flujo de aire por parte del sensor.

7. El sistema electrónico de provisión de vapor de cualquier reivindicación anterior, en donde el sistema controla la energía suministrada al vaporizador en función de i) el índice de flujo de aire medido A(t), ii) la relación deseada entre el flujo de aire acumulativo de la inhalación determinada y la cantidad de líquido vaporizado proporcionada al usuario para la inhalación determinada, y iii) una relación del sistema entre la entrada de energía al vaporizador y la cantidad de líquido vaporizado producida por el vaporizador.

8. El sistema electrónico de provisión de vapor de cualquier reivindicación anterior, en donde el sistema controla la energía suministrada al vaporizador en función de, al menos, un flujo de aire acumulativo previsto, en donde dicho flujo de aire acumulativo previsto se obtiene a partir del índice de flujo de aire medido de la inhalación determinada y una variación típica del índice de flujo de aire con el tiempo.

9. El sistema electrónico de provisión de vapor de cualquier reivindicación anterior, en donde el sistema controla la energía suministrada al vaporizador para proporcionar al usuario una respuesta en tiempo real en términos de la cantidad de salida de vapor con respecto al flujo de aire acumulativo para la inhalación por parte del usuario.

10. El sistema electrónico de provisión de vapor de la reivindicación 9, en donde el sistema controla la energía suministrada al vaporizador para proporcionar al usuario una respuesta en tiempo real de 0,3 segundos o menos.

11. Un método no terapéutico para hacer funcionar un sistema electrónico de provisión de vapor, que incluye un vaporizador para vaporizar líquido para que lo inhale un usuario del sistema electrónico de provisión de vapor; una fuente de alimentación que comprende una celda o batería para suministrar energía al vaporizador; un sensor y una unidad de control para controlar reiteradamente la energía suministrada al vaporizador para una inhalación por parte de un usuario, comprendiendo dicho método, en cada repetición en una sola inhalación:

65 el sensor mide el índice de flujo de aire actual a través del sistema electrónico de provisión de vapor como resultado de la inhalación por parte del usuario;  
 actualizar un flujo de aire acumulativo sumando, durante la inhalación, las mediciones del índice de flujo de aire

actual realizadas por el sensor hasta el momento; y  
la unidad de control controla la energía suministrada al vaporizador en función del flujo de aire acumulativo actualizado de esta repetición, de modo que una salida de vapor acumulativa se mantenga aproximadamente proporcional al flujo de aire acumulativo;  
5 permitiendo así al usuario controlar la cantidad de líquido vaporizado obtenida en una inhalación determinada en función del flujo de aire acumulativo de la inhalación determinada.

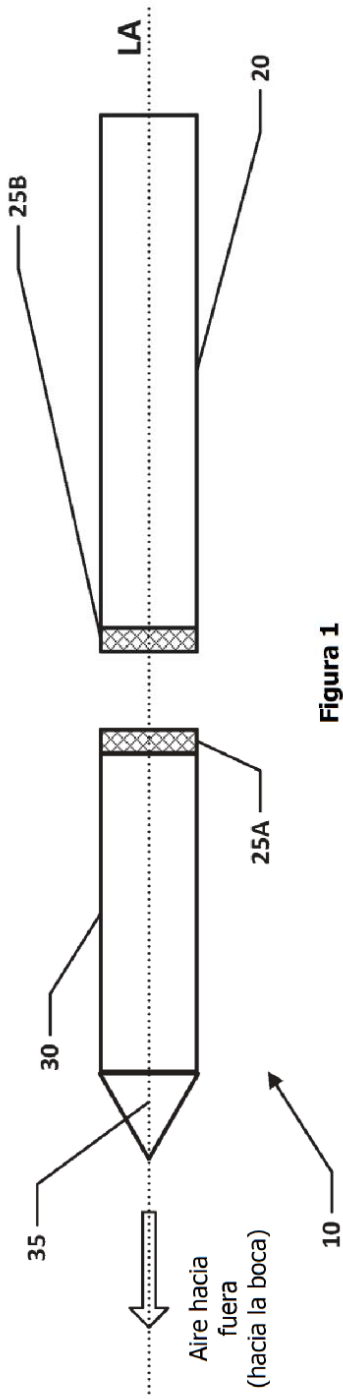


Figura 1

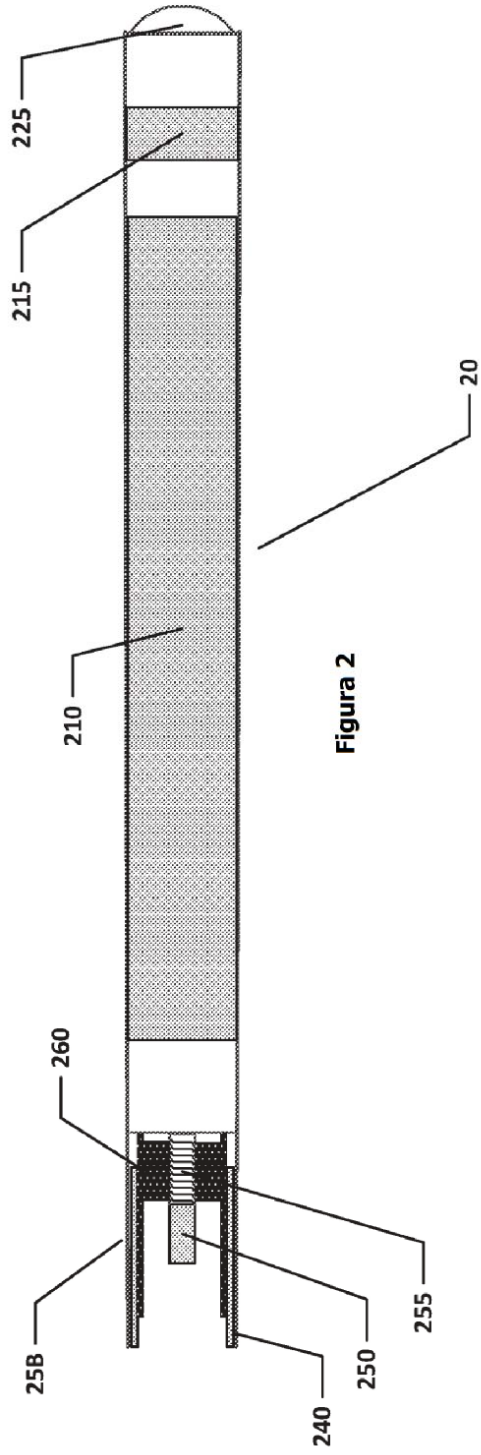


Figura 2

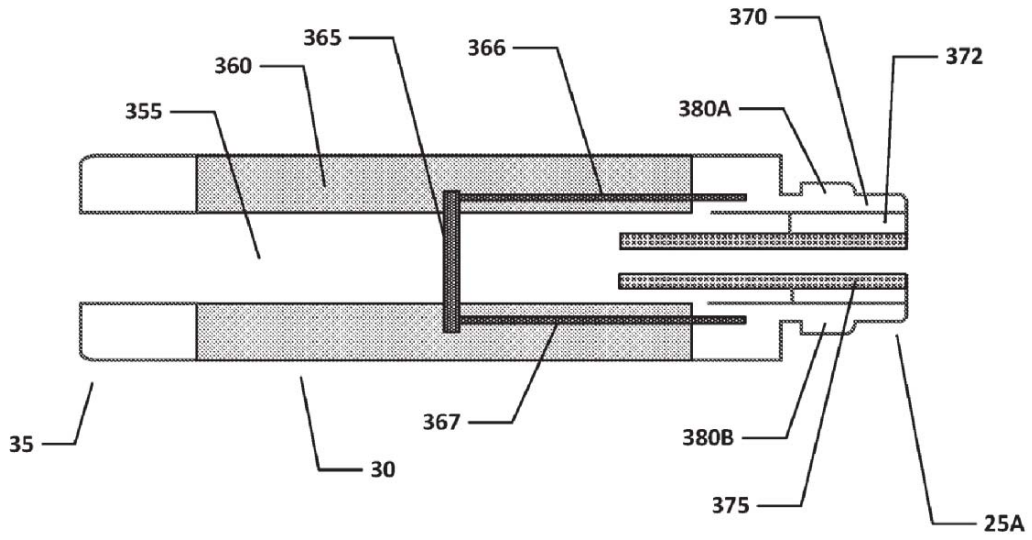


Figura 3

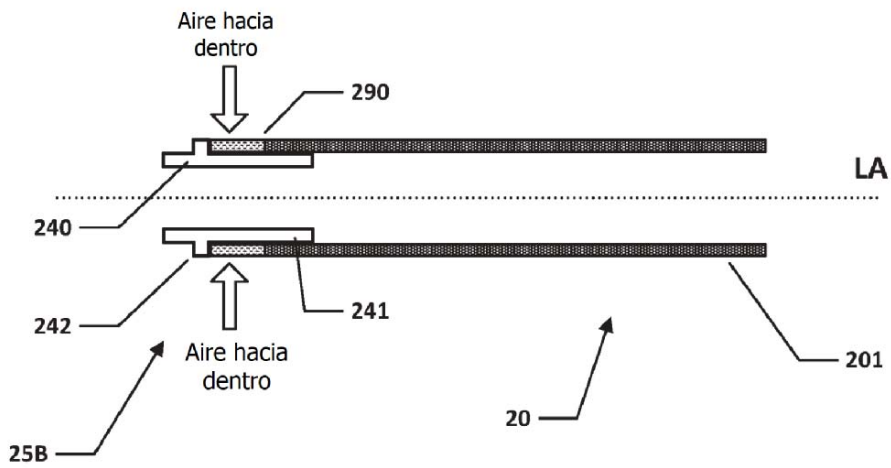


Figura 4

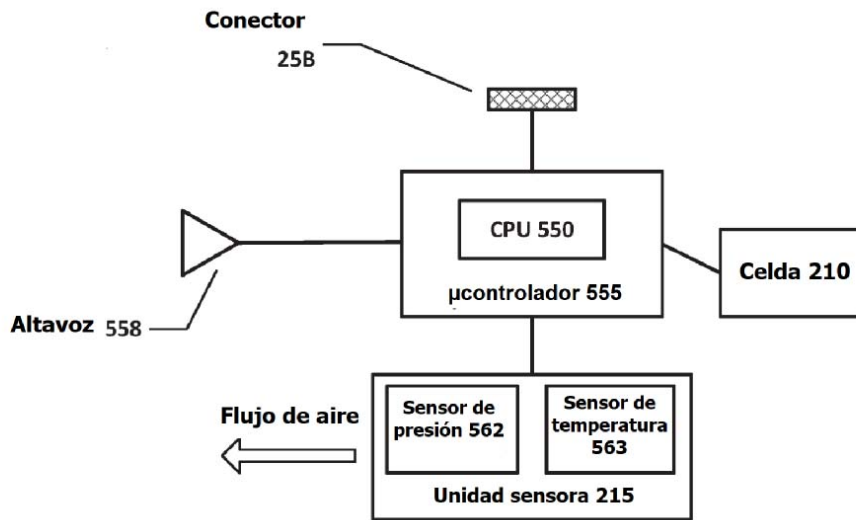


Figura 5

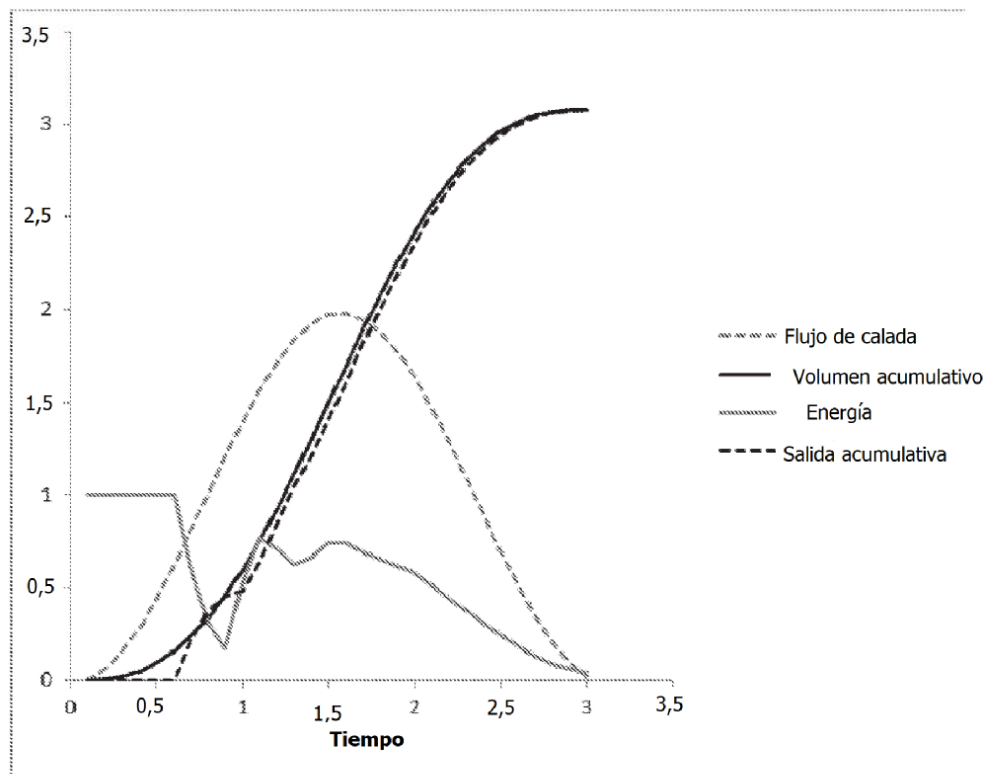


Figura 7

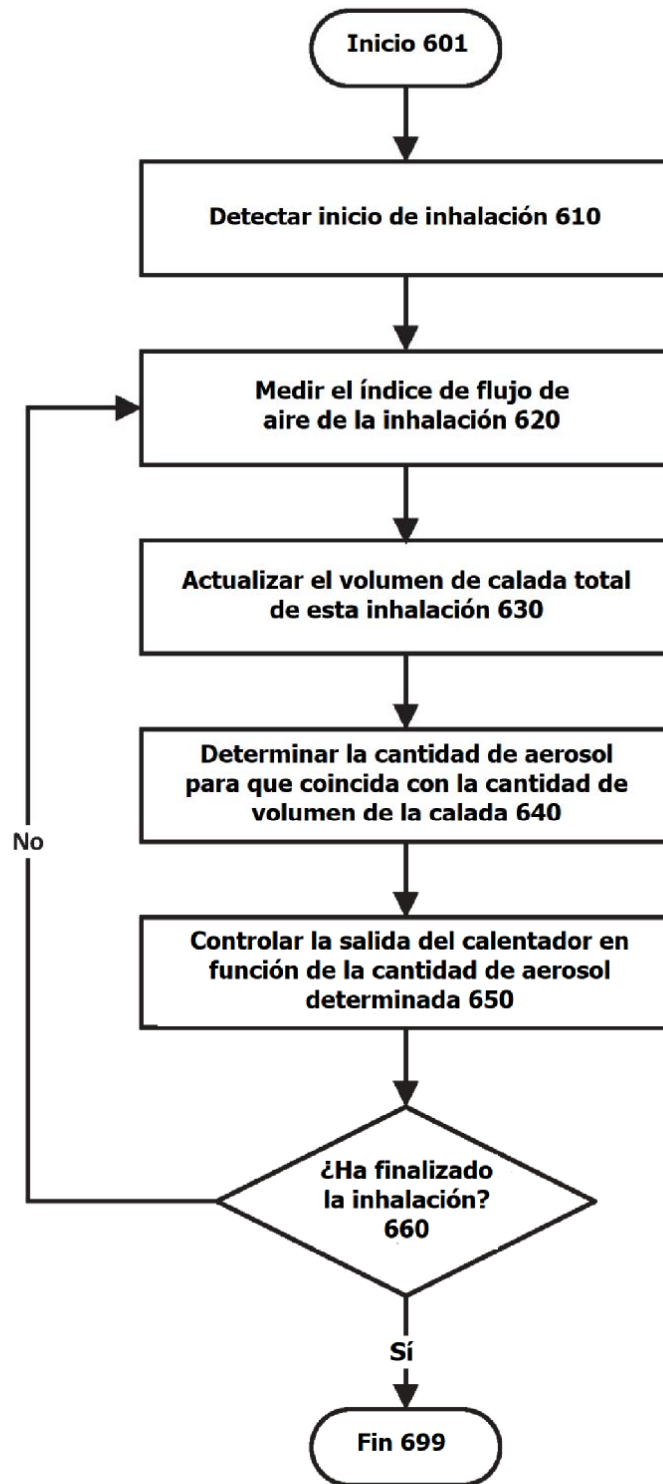


Figura 6