

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 835 872**

51 Int. Cl.:

**A24F 40/50** (2010.01)

**A24F 40/65** (2010.01)

**A24F 40/90** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2016 PCT/GB2016/052679**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.04.2017 WO17055793**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2016 E 16762835 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2020 EP 3355728**

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

30 Prioridad:

**28.09.2015 GB 201517086**

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

**23.06.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BAKER, DARRYL y  
OLDBURY, ROSS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 835 872 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 suministro de vapor

## 5 Campo

La presente divulgación se refiere a un sistema electrónico de suministro de vapor, por ejemplo, un cigarrillo electrónico, y a una unidad de control para tal sistema.

## 10 Antecedentes

Los sistemas electrónicos de suministro de vapor, como los cigarrillos electrónicos y otros sistemas electrónicos de suministro de nicotina, generalmente contienen un cartucho para proporcionar un depósito de líquido que se va a vaporizar, que típicamente contiene nicotina. Cuando un usuario inhala en el dispositivo, una unidad de control hace funcionar una batería para proporcionar potencia a un calentador. Esto activa el calentador para vaporizar una pequeña cantidad de líquido, que luego es inhalado por el usuario.

Por lo tanto, este tipo de cigarrillo electrónico generalmente incorpora dos consumibles, en primer lugar el líquido a vaporizar y en segundo lugar potencia en la batería. Con respecto a lo anterior, una vez que se ha agotado el depósito de líquido, al menos una parte del dispositivo que contiene el cartucho puede descartarse para permitir la sustitución por un cartucho nuevo. Con respecto a esto último, un cigarrillo electrónico generalmente proporciona algún tipo de conector eléctrico para recibir potencia de un dispositivo de carga externo, lo que permite recargar la batería dentro del cigarrillo electrónico.

La mayoría de los cigarrillos electrónicos funcionan con baterías (o células) de iones de litio recargables, que se encuentran en una amplia gama de dispositivos, no solo en los cigarrillos electrónicos. (N.B., los términos "batería" y "célula" se usarán indistintamente en la presente memoria, ya que debido al espacio limitado dentro de un cigarrillo electrónico, la batería en dicho cigarrillo electrónico generalmente comprende una sola célula). Las baterías de iones de litio convencionales que se utilizan en los cigarrillos electrónicos suelen tener una capacidad de almacenamiento de potencia en el intervalo de 70 a 3.500 mAh, en función del tamaño del dispositivo, etc. Tales baterías producen una salida de tensión que tiende a disminuir a medida que la batería se descarga, por ejemplo, desde aproximadamente 4,2 V cuando está completamente cargada, hasta aproximadamente 3,6 V justo antes de descargarse por completo, es decir, una disminución de aproximadamente el 14 %. Además, dado que la salida de potencia a través de una determinada resistencia de calentamiento R se calcula como  $V^2/R$ , esto implica que, en general, habría una caída correspondiente en la potencia de salida de modo que la potencia de salida final de operación (a una tensión de 3,6 V) sea solo el 73 % de la potencia de salida inicial (a una tensión de 4,2 V). Este cambio en la potencia suministrada por la batería al calentador, de estar completamente cargada a estar casi descargada, puede por tanto impactar significativamente en la cantidad de líquido vaporizado y, por tanto, inhalado por un usuario.

Algunos cigarrillos electrónicos pueden intentar compensar la pérdida de tensión, por ejemplo, extrayendo corriente adicional de la batería (por ejemplo, usando modulación por ancho de pulso, PWM). Sin embargo, este tipo de enfoque puede agotar la batería más rápidamente, por lo que el usuario termina inesperada e incómodamente con un cigarrillo electrónico completamente descargado.

El documento US 2015/142387 divulga un sistema, un procedimiento, un dispositivo y un programa informático para detectar, controlar y registrar datos relacionados con la actividad de fumar. El dispositivo comprende una carcasa, una fuente de potencia ubicada dentro de la carcasa, un atomizador acoplado eléctricamente a la fuente de potencia, una solución líquida acoplada de manera fluida al atomizador y un dispositivo de registro de datos configurado para ubicarse dentro de la carcasa y que comprende un microcontrolador, un memoria y una interfaz de datos. El dispositivo de registro de datos se puede configurar para detectar, monitorear y registrar datos de actividad de fumar.

Sumario

La divulgación se define en las reivindicaciones adjuntas. Para superar los inconvenientes mencionados anteriormente a la vista de la técnica anterior, la presente invención proporciona una unidad de control como se define en la reivindicación 1, un sistema como se define en la reivindicación 13 y un procedimiento como se define en la reivindicación 15.

Un sistema electrónico de suministro de vapor comprende una unidad de control que incluye: una batería para proporcionar potencia eléctrica a un calentador que se usa para producir vapor, y un controlador. El controlador está configurado para recoger información, durante la operación del usuario del sistema electrónico de suministro de vapor, relacionada con: (i) el consumo de potencia de la batería debido al funcionamiento del calentador para producir vapor, y (ii) la recarga de la batería. El controlador está configurado además para mantener un modelo de consumo de potencia de la batería por el sistema electrónico de suministro de vapor y de los tiempos de recarga de

la batería, en el que dicho modelo se forma o se actualiza a partir de dicha información recogida. El modelo está configurado además para predecir a partir del modelo si un consumo de potencia estimado de la batería por el sistema electrónico de suministro de vapor se descargará por debajo del nivel de carga umbral antes de un tiempo estimado de la próxima recarga y, de ser así, realizar una notificación al usuario y/o acción de mitigación en respuesta a dicha predicción.

5 En algunas implementaciones, el modelo puede ejecutarse en un dispositivo externo, como un teléfono inteligente o un servidor.

10 Breve descripción de los dibujos

Se describirán ahora, a manera de ejemplo solamente, varias realizaciones de la invención con referencia a los dibujos siguientes:

- 15 La Figura 1 es un diagrama esquemático (en despiece) de un cigarrillo electrónico de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación.  
La Figura 2 es un diagrama esquemático del cuerpo del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación.
- 20 La Figura 3 es un diagrama esquemático del cartomizador del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación.  
La Figura 4 es un diagrama esquemático de ciertos componentes eléctricos del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación.
- La Figura 5 es un conjunto de diagramas de flujo que ilustran varios procedimientos para registrar, analizar y explotar datos de uso de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación.
- 25 La Figura 6 es un ejemplo de una parte del análisis de datos de uso de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación.

Descripción detallada

- 30 Como se describió anteriormente, la presente divulgación se refiere a un sistema electrónico de suministro de vapor, como un cigarrillo electrónico. A lo largo de la siguiente descripción se utiliza el término "cigarrillo electrónico"; sin embargo, este término se puede usar indistintamente como sistema electrónico de suministro de vapor, sistema de suministro de aerosol electrónico y otras expresiones similares.
- 35 La Figura 1 es un diagrama esquemático (en despiece) de un cigarrillo electrónico 10 de acuerdo con algunas realizaciones de la invención (no escalado). El cigarrillo electrónico tiene una forma generalmente cilíndrica, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal indicado por la línea de trazos LA, y comprende dos componentes principales, específicamente, un cuerpo 20 y un cartomizador 30. El cartomizador incluye una cámara interna que contiene un depósito de líquido, un vaporizador (como un calentador) y una boquilla 35. El líquido del depósito incluye típicamente nicotina en un disolvente apropiado y puede incluir otros constituyentes, por ejemplo, para ayudar a la formación de aerosoles y/o para aromatizar de manera adicional. El depósito puede incluir una matriz de espuma o cualquier otra estructura para retener el líquido hasta el tiempo en que sea necesario entregarlo al vaporizador. El cartomizador 30 puede incluir además una mecha o una instalación similar para transportar una pequeña cantidad de líquido desde el depósito a un lugar de calentamiento en o junto al calentador. La unidad de control 20 incluye una célula o batería recargable para proporcionar potencia al cigarrillo electrónico 10 y una placa de circuito para controlar generalmente el cigarrillo electrónico. Cuando el calentador recibe potencia de la batería, controlado por la placa de circuito, el calentador vaporiza el líquido de la mecha y este vapor es luego inhalado por un usuario a través de la boquilla.
- 40
- 45
- 50 La unidad de control 20 y el cartomizador 30 se pueden separar entre sí separándose en una dirección paralela al eje longitudinal (LA) del cigarrillo electrónico, como se muestra en la Figura 1, pero se unen cuando el dispositivo 10 está en uso por un conexión, indicada esquemáticamente en la Figura 1 como 25A y 25B, como un accesorio de bayoneta o de husillo. Esta conexión proporciona conectividad mecánica y eléctrica entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30. El conector eléctrico en el cuerpo 20 que se usa para conectar al cartomizador también puede servir como un enchufe para conectar un dispositivo de carga (no mostrado) cuando el cuerpo está separado del cartomizador 30. El otro extremo del dispositivo de carga se puede conectar a un enchufe USB para recargar la batería en la unidad de control del cigarrillo electrónico. En otras implementaciones, se puede proporcionar un cable para la conexión directa entre el conector eléctrico del cuerpo y un enchufe USB. En otras implementaciones, la recarga de la batería en la unidad de control puede realizarse a través del extremo de la punta 225 del cigarrillo electrónico 10, es decir, el extremo opuesto a la boquilla 35.
- 55
- 60

La unidad de control está provista de uno o más orificios (no mostrados en la Figura 1) para la entrada de aire. Estos orificios se conectan a un pasaje de aire a través de la unidad de control a un pasaje de aire proporcionado a través del conector 25. Este luego se enlaza con una trayectoria de aire a través del cartomizador 30 hasta la boquilla 35. Cuando un usuario inhala a través de la boquilla 35, el aire entra en la unidad de control a través de uno o más orificios de entrada de aire, que están convenientemente ubicados en el exterior del cigarrillo electrónico. Este flujo

de aire (o el cambio de presión resultante) es detectado por un sensor de presión que a su vez activa el calentador para vaporizar el líquido del depósito (a través de la mecha). El flujo de aire pasa desde la unidad de control, a través del vaporizador, donde se combina con el vapor, y esta combinación de flujo de aire y vapor (de nicotina) pasa luego a través del cartomizador y sale de la boquilla 35 para ser inhalada por un usuario. El cartomizador 30 puede separarse del cuerpo 20 y desecharse cuando se agota el suministro de líquido y sustituirse por otro cartomizador, si así se desea. (Por lo tanto, el cartomizador 30 puede denominarse en ocasiones como componente desechable y la unidad de control 20 como componente reutilizable).

Se apreciará que el cigarrillo electrónico 10 mostrado en la Figura 1 se presenta a modo de ejemplo, y se pueden adoptar varias otras implementaciones. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el cartomizador 30 se proporciona como dos componentes separables, específicamente, un cartucho que comprende el depósito de nicotina y la boquilla (que se puede reemplazar cuando se agota el líquido del depósito), y un vaporizador que comprende un calentador (que es generalmente retenido). Como otro ejemplo, la instalación de carga puede conectarse a una fuente de potencia alternativa o adicional, como un encendedor de cigarrillos de automóvil.

La Figura 2 es un diagrama esquemático (simplificado) de la unidad de control 20 del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones. La Figura 2 se puede considerar generalmente como una sección transversal en un plano a través del eje longitudinal LA del cigarrillo electrónico. Tenga en cuenta que ciertos componentes y detalles del cuerpo, por ejemplo, el cableado y formas más complejas, se han omitido de la Figura 2 para lograr mayor claridad.

Como se muestra en la Figura 2, la unidad de control 20 incluye una batería 210 para brindar potencia al cigarrillo electrónico 10, así como una placa de circuito impreso (PCB) 202 en la que está montado un chip, como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o un microcontrolador, para controlar el cigarrillo electrónico 10. La PCB 202 puede colocarse al lado o en un extremo de la batería 210. En la configuración que se muestra en la Figura 2, la PCB está ubicada entre la batería 210 y el conector 25B. La unidad de control también incluye una unidad de sensor 215 para detectar una inhalación en la boquilla 35. En la configuración que se muestra en la Figura 2, la unidad de sensor 215 está ubicada entre la batería 210 y el extremo de la punta 225, pero en otras implementaciones, puede estar ubicada en o adyacente a la PCB 202 (que puede colocarse como se muestra en la Figura 2 o en algún otro lugar). En respuesta a tal detección de inhalación, la unidad de sensor 215 notifica al chip en la PCB 202, que a su vez inicia el flujo de potencia desde la batería 210 a un calentador en el cartomizador.

El extremo de la punta 225 de la unidad de control 20 incluye un capuchón para sellar y proteger el extremo lejano (distal) del cigarrillo electrónico. Hay un orificio de entrada de aire provisto en o adyacente al capuchón para permitir que el aire entre en el cuerpo y fluya a través de la unidad de sensor 215 cuando un usuario inhala en la boquilla 35. Por tanto, este flujo de aire permite que la unidad de sensor 215 detecte la inhalación del usuario. En algunas implementaciones, el extremo de la punta 225 puede estar provisto de una luz, tal como un diodo emisor de luz (LED) que es iluminado por el chip en respuesta a la detección de inhalación por la unidad de sensor 225. El extremo de la punta 225 también puede (o alternativamente) estar provisto de un contacto eléctrico (no mostrado en la Figura 2) para proporcionar una conexión adicional para recargar la batería 210.

En el extremo opuesto del cuerpo 20 desde el extremo de la punta 225 está el conector 25B para unir la unidad de control 20 al cartomizador 30. Como se señaló anteriormente, el conector 25B proporciona conectividad mecánica y eléctrica entre la unidad de control 20 y el cartomizador 30. Como se muestra en la Figura 2, el conector 25B incluye un conector de cuerpo 240, que es metálico (plateado en algunas realizaciones) que sirve como un terminal para la conexión eléctrica (positiva o negativa) al cartomizador 30. El conector 25B incluye además un contacto eléctrico 250 para proporcionar un segundo terminal para la conexión eléctrica al cartomizador 30 de polaridad opuesta al primer terminal, específicamente, el conector del cuerpo 240. El conector 240 tiene generalmente una forma de anillo anular, mientras que el contacto 250 está ubicado en el centro de este anillo (visto en un plano que es perpendicular al eje longitudinal, LA, del cigarrillo electrónico 10).

El contacto eléctrico 250 está montado en un resorte helicoidal 255. Cuando la unidad de control 20 está unida al cartomizador 30, el conector 25A en el 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 a (coalineado con) el eje longitudinal LA. En vista de la naturaleza elástica del resorte 255, esta compresión empuja el resorte 255 para expandirse, lo que tiene el efecto de empujar el contacto eléctrico 250 firmemente contra el conector 25A, ayudando así a asegurar una buena conectividad eléctrica entre la unidad de control 20 y el cartomizador 30. El conector del cuerpo 240 y el contacto eléctrico 250 están separados por un caballete 260, que está hecho de un material no conductor (tal como el plástico) para proporcionar un buen aislamiento entre los dos terminales eléctricos. El caballete 260 está conformado para ayudar en el acoplamiento mecánico mutuo de los conectores 25A y 25B.

La Figura 3 es un diagrama esquemático del cartomizador 30 del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. La Figura 3 se puede considerar en general como una sección transversal en un plano que incluye el eje longitudinal LA del cigarrillo electrónico. Tenga en cuenta que varios componentes y detalles de la unidad de control, por ejemplo, el cableado y las formas más complejas, se han omitido nuevamente de la Figura 3 para lograr mayor claridad.

5 El cartomizador 30 incluye un pasaje 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 a la unidad de control 20. Se proporciona un depósito de líquido 360 (que típicamente incluye nicotina en un disolvente) alrededor del pasaje de aire 335. Este depósito 360 puede implementarse, por ejemplo, proporcionando algodón o espuma remojados en el líquido. El cartomizador también incluye un calentador 365 para calentar el líquido del depósito 360 para generar vapor (que contiene nicotina) que fluya a través del pasaje de aire 355 y salga a través de la boquilla 35 en respuesta a un usuario que inhala el cigarrillo electrónico 10. El calentador se alimenta 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. (Como se indicó anteriormente, los detalles del cableado entre las líneas de potencia eléctrica 366 y 367 y el conector 25A se omiten en la Figura 3).

15 El conector 25A incluye un electrodo interior 375, que puede ser plateado o hecho de algún otro metal adecuado. Cuando el cartomizador 30 está conectado a la unidad de control 20, el electrodo interior 375 entra en contacto con el contacto eléctrico 250 de la unidad de control 20 para proporcionar una primera trayectoria eléctrica entre el cartomizador y la unidad de control. En particular, cuando los conectores 25A y 25B se acoplan, el electrodo interior 375 empuja contra el contacto eléctrico 250 para comprimir el muelle helicoidal 255, ayudando así a asegurar un buen contacto eléctrico entre el electrodo interior 375 y el contacto eléctrico 250.

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

30 El conector 370 del cartomizador está provisto de dos orejetas o lengüetas 380A, 380B, que se extienden en direcciones opuestas alejándose del eje longitudinal del cigarrillo electrónico. Estas lengüetas se utilizan para proporcionar un accesorio de bayoneta junto con el conector del cuerpo 240 para conectar el cartomizador 30 a la unidad de control 20. Este accesorio de bayoneta proporciona una conexión segura y robusta entre el cartomizador 30 y la unidad de control 20, de modo que el cartomizador y la unidad de control se mantienen en una posición fija entre sí, sin bamboleo ni flexión, y la probabilidad de cualquier desconexión accidental es muy pequeña. Al mismo tiempo, el accesorio de bayoneta proporciona una conexión y desconexión simple y rápida mediante una inserción seguida de una rotación para la conexión y una rotación (en sentido inverso) seguida de una extracción para la desconexión. Se apreciará que otras realizaciones pueden usar una forma diferente de conexión entre la unidad de control 20 y el cartomizador 30, tal como un ajuste a presión o una conexión por husillo.

40 La Figura 4 es un diagrama esquemático de ciertos componentes eléctricos (incluidos los electrónicos) del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación. Estos componentes generalmente están ubicados en la unidad de control 20, ya que esta es una parte reutilizable (en lugar de desechable). Sin embargo, en algunas realizaciones al menos, algunos de los componentes eléctricos pueden estar ubicados en el cartomizador 30.

45 Como se muestra en la Figura 4, la unidad de control 20 incluye un conector eléctrico (y mecánico) 25B (como se discutió anteriormente), un interruptor de potencia 212, una batería 210, un procesador o (micro) controlador 555, una memoria no volátil 218 (por ejemplo, ROM), una interfaz de comunicaciones 217, un temporizador (reloj) 219, un altavoz 558 y una unidad de sensor 215. El controlador 555 está ubicado en la PCB 202, que también puede usarse para montar otros componentes según sea apropiado, por ejemplo, la unidad de sensor 215, el interruptor de potencia 212 y/o la interfaz de comunicaciones 217, dependiendo de la configuración interna particular de la unidad de control 202. Alternativamente, estos componentes pueden estar ubicados en una o más PCB (u otras formas de montaje).

55 La Figura 4 ilustra algunas, pero no necesariamente todas, las conexiones eléctricas entre los diferentes componentes. Por ejemplo, la unidad de sensor 215 puede recibir potencia de la batería 210 a través de su conexión al controlador 555, o alternativamente puede haber una conexión de potencia separada de la batería 210 directamente a la unidad de sensor 215 (no mostrada).

60 La unidad de sensor 215 está ubicada en o adyacente a la trayectoria de aire a través de la unidad de control 20 desde la entrada de aire hasta la salida de aire (al vaporizador). La unidad de sensor incluye un sensor de presión 562 y un sensor de temperatura 563 (también en o junto a esta trayectoria de aire). Tenga en cuenta que en algunas realizaciones, puede haber sensores adicionales (no mostrados en la Figura 4); también, el sensor de presión 562 y el sensor de temperatura 563 pueden proporcionarse como dispositivos diferentes (en lugar de estar combinados en una sola unidad de sensor). El sensor de presión 562 puede detectar el flujo de aire midiendo una caída de presión provocada por la inhalación en la boquilla 35 (o, alternativamente, el sensor de presión 562 puede detectar una inhalación midiendo directamente el flujo de aire, análogo a un anemómetro que mide el viento).

- El controlador 555 incluye un procesador tal como una CPU y una memoria (ROM y RAM). Las operaciones del controlador 555 y otros componentes electrónicos, tales como el sensor de presión 562, generalmente se controlan al menos en parte mediante programas de software que se ejecutan en el procesador (o en los otros componentes electrónicos según sea apropiado). Dichos programas de software pueden almacenarse en una memoria no volátil 218, que puede integrarse en el propio controlador 555 o proporcionarse como un componente separado (por ejemplo, en la PCB 202). El procesador puede acceder a la ROM para cargar y ejecutar programas de software individuales cuando sea necesario. El controlador 555 también contiene interfaces adecuadas (y software de control) para interactuar con los otros dispositivos, tales como con la unidad de sensor 215.
- El controlador 555 utiliza el altavoz 58 como un dispositivo de salida para producir señales de audio para indicar condiciones o estados dentro del cigarrillo electrónico, como una advertencia de batería baja. Pueden proporcionarse diferentes señales para señalar diferentes estados o condiciones utilizando tonos o pitidos de diferente tono y/o duración, y/o proporcionando múltiples de dichos pitidos o tonos. Pueden proporcionarse otras formas de dispositivo de salida además del altavoz 58 o en lugar del mismo. Por ejemplo, como se mencionó anteriormente, el extremo de la punta 225 puede estar provisto de un diodo emisor de luz (LED) que puede usarse para señalización y/u ornamentación. También puede (o alternativamente) haber una salida de luz en una o más ubicaciones en el cigarrillo electrónico 10.
- La interfaz de comunicaciones 217 puede ser una conexión por cable o inalámbrica para permitir que el cigarrillo electrónico 10 se comunique con un dispositivo externo. Por ejemplo, la interfaz de comunicaciones 217 puede admitir uno o más dispositivos de Bluetooth, Wi-Fi (la familia IEEE 802.11) y/o comunicaciones de campo cercano (NFC) para establecer comunicaciones inalámbricas. Alternativamente, o adicionalmente, el enlace de comunicaciones puede soportar comunicaciones por cable, potencialmente a través del conector 25B y/o alguna otra instalación de comunicaciones. La interfaz de comunicaciones se puede usar, entre otras cosas, para permitir que un dispositivo externo proporcione y actualice los ajustes de control en el cigarrillo electrónico 10 y/o para recuperar información de estado y uso del cigarrillo electrónico.
- Como se señaló anteriormente, el cigarrillo electrónico 10 proporciona una trayectoria de aire desde la entrada de aire a través del cigarrillo electrónico 10, pasando el sensor de presión 562 y el calentador 365 (en el vaporizador), hasta la boquilla 35. Por tanto, cuando un usuario inhala con la boquilla del cigarrillo electrónico, el controlador 555 detecta dicha inhalación en base a la información del sensor de presión. En respuesta a tal detección, la CPU suministra potencia desde la batería o célula 210 al calentador 365, que de ese modo calienta y vaporiza el líquido de la mecha para que lo inhale el usuario.
- La batería 210 está conectada al calentador 365 mediante un interruptor de potencia 212 y el conector 25B (más el conector 25A en el cartomizador 30). El interruptor de potencia 212 soporta el flujo (y el encendido/apagado) de la corriente relativamente grande suministrada desde la batería 210 para brindar potencia al calentador 365; esto es típicamente del orden de 1 Amperio o más. El interruptor de potencia 212 está controlado por el controlador 555. Por ejemplo, el controlador 555 puede cerrar el interruptor de potencia 212 en respuesta al sensor de presión 562 que detecta un flujo de aire a través del cigarrillo electrónico 10, permitiendo así que la potencia fluya desde la batería al calentador. A la inversa, el controlador 555 puede abrir el interruptor de potencia 212 en respuesta a que el sensor de presión 562 detecte que el flujo de aire a través del cigarrillo electrónico 10 ha terminado, terminando así el flujo de potencia desde la batería al calentador. Además, el controlador 555 puede usar el interruptor 212 para implementar un esquema PWM, como se describió anteriormente, para regular la cantidad de potencia suministrada desde la batería 210 al calentador 365 durante una inhalación.
- Se apreciará que la configuración eléctrica mostrada en la Figura 4 se proporciona únicamente a modo de ejemplo, y el experto en la técnica será consciente de muchas variaciones potenciales. Por ejemplo, algunos cigarrillos electrónicos 10 pueden no tener una interfaz de comunicaciones 217, mientras que en otras realizaciones, la interfaz de comunicaciones 217 puede combinarse, al menos en parte, con el controlador 555.
- La funcionalidad del controlador 555 puede distribuirse entre uno o más componentes que actúan en combinación como un controlador. Por ejemplo, puede haber una PCB provista en combinación con la batería 210 para controlar la recarga de la batería, para detectar y por lo tanto evitar la sobrecarga de tensión o corriente y/o una carga demasiado larga, y también para controlar la descarga de la batería, por ejemplo, para que la batería no se descargue excesivamente hasta el punto de dañarse.
- La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo del proceso de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación. La parte izquierda de este diagrama (Figura 5A) muestra que el procesamiento implica que el controlador detecta un evento (operación 610), obteniendo una marca de tiempo para el evento del temporizador 219 (a menos que se proporcione con el evento en sí) (operación 615), y luego guardar la información sobre este evento (620), incluida la marca de tiempo y la naturaleza del evento, en un registro, que se puede mantener en la memoria no volátil 218. Esta parte del procesamiento se muestra en la Figura 5A como un bucle de regreso al inicio, para indicar la naturaleza continua y en curso de este registro de eventos.

El cigarrillo electrónico 10 puede registrar múltiples tipos diferentes de eventos en un registro. Por ejemplo, el cigarrillo electrónico 10 puede tratar una inhalación como un evento y registrar diversa información sobre el evento, por ejemplo, la hora de inicio de la inhalación, la duración de la inhalación y la potencia total utilizada por la batería para brindar potencia al calentador durante la inhalación. Este último parámetro (potencia) se puede determinar, por ejemplo, a partir de la integral de tensión multiplicada por la corriente durante el período de inhalación, que a su vez podría obtenerse de una serie de medidas rápidas de la corriente y la tensión durante la inhalación. Alternativamente, la cantidad de potencia para una inhalación podría estimarse, al menos en parte, por ejemplo, en base a la duración de la inhalación, el ajuste de cualquier control de nivel de salida, etc.

- 5
- 10
- 15

Tenga en cuenta que en lugar de registrar la hora de inicio y la duración de un evento, otra opción es considerar el inicio y la parada como eventos separados, por ejemplo, un primer evento para indicar el inicio de la recarga y un segundo evento para indicar el final de la recarga. El temporizador 218 también puede proporcionar información de la fecha y/o información del día de la semana.

- 20
- 25

El cigarrillo electrónico 10 también puede registrar en tiempos predeterminados (por ejemplo), el nivel de salida de la batería 210. Además, el cigarrillo electrónico puede registrar una amplia variedad de otros tipos de eventos y/o parámetros en el registro, como estados de error, temperatura de funcionamiento, etc. Estos otros tipos de eventos/parámetros son menos relevantes para el procesamiento de la presente solicitud y no se describirán en la presente memoria.

Tabla 1

Número	Marca de tiempo	Tipo	Parámetros
...	...	...	...
20140	Fecha y hora	Fin de la carga	
20141	Fecha y hora	Lectura de la carga	Nivel de la carga
20142	Fecha y hora	Inicio de la inhalación	Ajuste de potencia
20143	Fecha y hora	Fin de la inhalación	Volumen de aire
20144	Fecha y hora	Inicio de la inhalación	Ajuste de potencia
20145	Fecha y hora	Fin de la inhalación	Volumen de aire
20146	Fecha y hora	Bloqueo del dispositivo	
20147	Fecha y hora	Desbloqueo del dispositivo	
20148	Fecha y hora	Lectura de la carga	Nivel de la carga
20149	Fecha y hora	Inicio de la inhalación	Ajuste de potencia
20150	Fecha y hora	Fin de la inhalación	Volumen de aire
20151	Fecha y hora	Inicio de la carga	
...	...	...	...

- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

La Tabla 1 es un ejemplo de la información que se puede almacenar en el registro, tal como se mantiene en la memoria. Esta información se muestra en forma de tabla para facilitar la comprensión, pero el registro puede estar en base a cualquier estructura de datos adecuada. Cada fila de la tabla corresponde a un evento y está asociada con un número de evento único y una marca de tiempo que indica la fecha y la hora. En general, existen diferentes códigos para cada tipo de evento, pero para entender cada uno, cada evento registrado en la Tabla 1 recibe un nombre descriptivo. El primer evento es el final de la carga, que representa la terminación de la carga. El segundo evento es una medición del nivel de carga de la batería. Tales mediciones (y registrarlas en el registro) pueden realizarse en una escala de tiempo predeterminada, por ejemplo, cada 15 minutos y/o en respuesta a varios otros eventos. Por ejemplo, el nivel de carga de la batería puede medirse después de cada finalización de la carga (como se muestra en la Tabla 1 anterior), y también siempre que el dispositivo esté desbloqueado, como se describe a continuación.

- 65

El tercer y cuarto eventos (así como el quinto y sexto eventos, etc.) son detecciones del inicio y final de la inhalación, respectivamente. Se apreciará que puede haber muchos de estos pares de eventos durante un día. La Tabla 2 también registra el bloqueo del dispositivo, lo que puede ocurrir automáticamente después de un período de tiempo de espera si el dispositivo no se usa durante este período (por ejemplo, no se detecta inhalación durante el período).

Además o alternativamente, el usuario puede bloquear explícitamente el cigarrillo electrónico, por ejemplo, presionando un botón en particular (o una combinación de botones). Posteriormente, el desbloqueo podría realizarse mediante alguna manipulación adecuada (que podría, por ejemplo, ser difícil de realizar para los niños), o tal vez ingresando un código adecuado en un teléfono inteligente, que luego envía una señal de autorización para desbloquear el cigarrillo electrónico a través de la interfaz de comunicaciones 217.

Se puede usar una columna final en la Tabla anterior para almacenar información auxiliar, por ejemplo, parámetros (si los hay) asociados con un evento en particular; N.B., el tipo de información de evento almacenada generalmente dependerá del tipo de evento. Por ejemplo, un parámetro para el evento de lectura de la carga puede indicar la tensión actual o el nivel de carga de la batería. Un parámetro para el evento de inicio de la inhalación podría corresponder a un ajuste de potencia (que podría usarse para controlar la cantidad de vapor que se producirá para una determinada fuerza de inhalación). Un parámetro para el evento de fin de la inhalación podría corresponder al volumen de aire inhalado, que puede ser medido o al menos estimado por (por ejemplo) la unidad de sensor 215.

Se apreciará que la estructura de registro mostrada en la Tabla es sólo con fines ilustrativos, y muchas variaciones serán evidentes para el experto en la técnica. Por ejemplo, una inhalación podría registrarse como un evento único, con los parámetros para tal evento que proporcionan información sobre la hora de inicio y la duración de la inhalación. El número de evento también puede omitirse si no es necesario; por ejemplo, la marca de tiempo puede identificar de manera única cada evento (quizás en combinación con el tipo de evento).

La parte central de la Figura 5 (indicada como Figura 5B) ilustra un uso potencial del registro creado en la memoria 218. En particular, los datos de eventos (incluidos los parámetros, etc.) se leen del registro (operación 640) y se utilizan para actualizar un modelo (operación 645) que lo mantiene el controlador. Esta actualización del modelo puede ocurrir de forma continua o periódica, y/o después de ciertos eventos específicos; por ejemplo, el controlador podría favorecer la actualización del modelo cuando el cigarrillo electrónico se está recargando para evitar agotar la carga de la batería 210 (y porque la tasa de eventos puede ser menor). En la mayoría de los dispositivos, el procesamiento de la Figura 5B se ejecutará repetidamente, pero con pausas entre ejecuciones sucesivas (en contraste con el ciclo continuo de la Figura 5A). El modelo puede ser un solo modelo general o puede comprender varios modelos de componentes

En algunas implementaciones, los datos de eventos cuando se generan se pueden aplicar directamente, de manera continua, para actualizar el modelo (en lugar de volver a leerlos de un registro). Sin embargo, tenga en cuenta que los datos del evento aún pueden registrarse en un registro, ya que esto podría (por ejemplo) proporcionar información útil, es decir, para el diagnóstico en caso de algún tipo de falla del cigarrillo electrónico 10. Además, tener un registro de eventos separado del modelo puede ayudar a reducir los conflictos de acceso a los datos entre guardar nuevos eventos en el registro y actualizar y explotar el modelo. Por ejemplo, una posibilidad es copiar los eventos recientes del registro al modelo, quizás en un tiempo de poca actividad (por ejemplo, de noche) y, por lo tanto, con una interrupción mínima del funcionamiento continuo del registro para registrar nuevos eventos. Esto permite que el registro y el modelo se utilicen en paralelo, sin conflictos, en otros momentos. Otra posibilidad es que el registro y el modelo se ejecuten en diferentes dispositivos, como se describe con más detalle a continuación.

La parte derecha de la Figura 5 (es decir, la Figura 5C), se refiere a la explotación del modelo en base a los datos (actualizados) del registro de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación. Se ejecuta el modelo (operación 660), y luego se prueba la salida del modelo para ver si se detecta o no una activación particular, es decir, una situación particular (operación 665). De lo contrario, el procesamiento vuelve a el próximo tiempo que se ejecuta el modelo (que puede ser de forma continua o intermitente). Sin embargo, si se detecta la activación o la condición, entonces se puede realizar una acción (o acciones) adecuada asociada con esta activación o condición (operación 670). A continuación, el procesamiento puede volver a el próximo tiempo que se ejecuta el modelo.

La acción de la operación 670 puede comprender poner (por ejemplo) información a disposición del usuario, ya sea de forma activa o pasiva (en el primero, el usuario recibe una notificación explícita de que la información está disponible; en el segundo, la información está disponible si el usuario mira en el lugar correcto, que por supuesto ya el mismo conoce). La acción también puede comprender modificar uno o más parámetros de funcionamiento o características del dispositivo, ya sea de forma totalmente automática, o bien sujeto a alguna forma de confirmación del usuario.

En algunas implementaciones, el modelo en sí puede estar ubicado en otro dispositivo (no en el cigarrillo electrónico en sí). En tales circunstancias, se apreciará que sólo algunas, pero no todas, las operaciones mostradas en la Figura 5 se realizarían en el cigarrillo electrónico, y las operaciones restantes se realizarían en su lugar en el otro dispositivo. Además, en algunas implementaciones, el procesamiento de la Figura 5A puede ejecutarse en paralelo con el procesamiento de las Figuras 5B y 5C, sin embargo, el procesamiento de las Figuras 5B y 5C pueden ser alternativas si la actualización del modelo y la ejecución del modelo son operaciones separadas y distintas. El procesamiento de las Figuras 5B y 5C puede iniciarse de acuerdo con una variedad de criterios. Por ejemplo, los datos pueden copiarse del registro al modelo diariamente en un tiempo predeterminado (o regularmente en algún otro intervalo de tiempo), o activarse por la acumulación de un cierto número de eventos nuevos en el registro. Un ejemplo más, si el modelo no está ubicado en el propio cigarrillo electrónico, se ejecutaría el procesamiento de la

Figura 5B siempre que el cigarrillo electrónico esté conectado al dispositivo responsable del modelo. Del mismo modo, el procesamiento de la Figura 5C podría ejecutarse a diario en un tiempo predeterminado (o regularmente en algún otro intervalo de tiempo), o puede haber algún otro factor de inicio, nuevamente, como una conexión entre el cigarrillo electrónico y el dispositivo responsable del modelo. Otros ejemplos de factores de inicialización podrían ser el nivel de potencia que cae por debajo de una cierta cantidad, o la finalización de una actualización del modelo según el procesamiento de la Figura 5B.

La Figura 6 es un ejemplo de una parte del análisis de datos de uso de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación. Este análisis de los datos se puede realizar en la operación 645 en la Figura 5B como parte de la actualización del modelo con nuevos datos de uso (operación 645). Alternativamente, el análisis puede posponerse hasta que el modelo se ejecute en la operación 660, en cuyo caso la actualización del modelo puede, por ejemplo, comprender la carga de nuevos datos de uso en el modelo, pero estos nuevos datos de uso podrían no analizarse hasta que se ejecute el modelo en la operación 660. Una posibilidad adicional es dividir el análisis, de modo que se realice una parte inicial al actualizar el modelo (operación 645), y luego el resto se realice cuando se ejecute el modelo (operación 660).

En particular, la Figura 6A muestra dos tipos de actividad promedio diaria, con la hora del día representada a lo largo del eje x utilizando un reloj de 24 horas. La línea negra continua en la Figura 6A ilustra la recarga, más particularmente, el porcentaje de días que el dispositivo se recarga en un tiempo dado. En otras palabras, a partir de la información del evento incluida en el registro, el análisis determina, para cada día, por horas, la cantidad de días durante los cuales se recargó el cigarrillo electrónico en ese tiempo (y, a la inversa, la cantidad de días durante los cuales el cigarrillo electrónico no se recargó en este tiempo). Se apreciará que estos resultados se pueden derivar de una manera sencilla a partir de la información de eventos registrada en la Tabla anterior (ya que los eventos registran la fecha y la hora en que comienza y se detiene la carga).

Los resultados de la Figura 6A se muestran como un porcentaje (representado por el eje y), lo que indica la proporción de días durante los cuales se recargó el cigarrillo electrónico en un tiempo determinado. Por ejemplo, durante la mayor parte de los datos diarios, entre las 8 am y las 5 pm (17:00), era relativamente poco probable que el dispositivo se recargara, típicamente solo entre el 5 y el 15 % de los días. Por otro lado, durante la noche, aproximadamente entre la 1 am y las 4 am, el dispositivo se recargaba en una proporción mucho mayor de los días (típicamente entre el 70 % y el 80 %).

La Figura 6A también denota el número de inhalaciones por unidad de período de tiempo, representado por los trazos cortos; NB, esta línea se muestra en términos de una escala arbitraria con respecto al eje y, en lugar de la escala porcentual marcada para los datos de recarga. De nuevo, se apreciará que esta información se puede obtener fácilmente a partir de la información de registro ilustrada en la tabla anterior, contando los pares de eventos correspondientes para iniciar y detener la inhalación en los intervalos de tiempo relevantes. En general, se puede ver que hay un bajo nivel de uso durante la noche, un nivel medio de uso durante el día y un nivel más alto de uso durante la madrugada.

Los gráficos ilustrados en la Figura 6A pueden utilizarse para ejecutar un modelo de uso del cigarrillo electrónico según la operación 660. Como ilustración, la información de recarga puede usarse para estimar el tiempo más probable hasta que se produzca la recarga. Por ejemplo, si la hora actual es el mediodía (12), se puede estimar que la próxima recarga no será hasta las 10 pm (22:00), ya que solo en este punto la probabilidad de recarga se eleva a 50 %, la probabilidad está dada directamente en base a la información de frecuencia histórica. (Este es un procedimiento bastante básico para estimar el tiempo de la próxima recarga; a continuación se analizan enfoques más perfeccionados). Además, la información de inhalación de la Figura 6A puede usarse para estimar el número de inhalaciones durante las próximas 10 horas, es decir, entre el tiempo actual y el tiempo estimado de recarga. Este número estimado de inhalaciones puede convertirse en un uso de potencia total esperado, por ejemplo, en base a un uso de potencia estándar predeterminado por inhalación, o un uso de potencia medido por inhalación. A continuación, el modelo puede determinar si la carga restante de la batería es suficiente para suministrar este uso de potencia total esperado.

Si la carga restante de la batería es mayor que el uso de potencia total esperado (típicamente por una cantidad umbral), entonces la detección de activación en la operación 665 en la Figura 5C tendría un resultado negativo; esto generalmente representaría una situación normal aceptable. Sin embargo, si el uso de potencia total esperado es mayor que (o no ampliamente menor que) la carga restante de la batería, la detección de activación en la operación 665 en la Figura 5C tendría un resultado positivo, lo que llevaría a realizar la acción de activación en la operación 670.

La acción de activación comprende una o más acciones que surgen de la detección de activación. Una posible acción en esta situación es emitir una notificación o advertencia al usuario sobre la predicción de que la batería no tiene la carga adecuada para su uso probable. Tenga en cuenta que esto es diferente de una advertencia convencional de "batería baja", ya que esta última suele ocurrir cuando la carga restante de una batería cae por debajo de una cantidad especificada. Por el contrario, una advertencia de que la batería no tiene una carga adecuada para el uso probable puede ocurrir mientras todavía hay una carga sustancial en la batería (por encima

del nivel de una "advertencia de batería baja" convencional), si se espera que haya un intervalo de tiempo significativo hasta la próxima recarga esperada.

5 La notificación puede tomar cualquier forma apropiada, dependiendo de las instalaciones disponibles del cigarrillo electrónico. Por ejemplo, el cigarrillo electrónico puede proporcionar una advertencia de audio particular (uno o más pitidos) a través del altavoz 558, o establecer una o más luces indicadoras. Otra posibilidad es establecer un estado interno que luego se puede detectar a través de la interfaz de comunicaciones 217, por ejemplo, usando una aplicación en un teléfono inteligente, y la aplicación proporciona la notificación relevante al usuario. Tenga en cuenta que la forma de la notificación puede variar de acuerdo con la gravedad o la probabilidad estimada de que el  
 10 cigarrillo electrónico se agote. Por ejemplo, si el uso esperado está significativamente por encima del nivel de carga de la batería, la notificación puede enviarse con más asiduidad que si el uso esperado está ligeramente por debajo del nivel de carga de la batería, por ejemplo, un estado de alarma está disponible para una aplicación de teléfono inteligente en ambos casos, pero una notificación de audio o luz en el propio cigarrillo electrónico solo se proporciona en el primer caso, donde el uso esperado es significativamente superior al nivel de carga de la batería.  
 15 En respuesta a la notificación o advertencia, el usuario puede elegir alguna acción apropiada, por ejemplo, buscar activamente una oportunidad lo antes posible para recargar el cigarrillo electrónico y/o reducir el uso del cigarrillo electrónico.

20 Otra forma de acción de activación en la operación 670, que puede adoptarse en lugar de o además de la notificación al usuario descrita anteriormente, es reducir los niveles de consumo de potencia. Esta reducción en los niveles de consumo de potencia puede ser realizada por el propio controlador 555, o instruida por un mecanismo externo (como una aplicación de teléfono inteligente), o por una combinación de ambos. Además, la reducción en los niveles de consumo de potencia puede realizarse automáticamente o puede, al menos en parte, requerir primero la confirmación o instrucción de un usuario. Ejemplos de mecanismos para reducir el consumo de potencia son: si el  
 25 cigarrillo electrónico se enciende durante una inhalación, apague dicha iluminación o reduzca el período y/o la intensidad de la iluminación; reduzca el nivel de potencia suministrada al calentador durante una inhalación y/o reduzca el tiempo durante el cual se suministra potencia. Además, si el cigarrillo electrónico tiene un modo de "suspensión" con niveles generalmente más bajos de consumo de potencia, el cigarrillo electrónico puede pasar más rápidamente a este modo de potencia de nivel más bajo (después de un período más corto de inactividad).  
 30

Se apreciará que el modelo descrito anteriormente para el uso de potencia es relativamente simple, y se pueden emplear fácilmente modelos más sofisticados, por ejemplo, teniendo un modelo que se basa en la probabilidad. Por ejemplo, podemos definir  $t$  como el intervalo de tiempo desde la hora actual hasta que comienza la próxima recarga, donde  $0 < t < T$ , siendo  $T$  un tiempo probable hasta la próxima recarga. Definimos una distribución de probabilidad (densidad) para  $t$ , denotado como  $p(t)$ , donde  $\int_0^T p(t) dt$  entre 0 y  $T$  es 1 (asumiendo que el cigarrillo electrónico definitivamente se recargará dentro del tiempo  $T$ ). Por tanto,  $p(t)$  representa la probabilidad de tener que esperar el tiempo  $t$  (ni más, ni menos) hasta que se produzca la próxima recarga.  
 35

Podemos usar la gráfica de la Figura 6A para derivar una estimación de la distribución de  $p(t)$ . Tenga en cuenta que esta distribución generalmente dependerá de la hora actual del día; por ejemplo, es probable que la recarga comience antes (con un valor más bajo de  $t$ ) por la noche que por la mañana. Otra forma de estimar la distribución de  $p(t)$ , en lugar de usar los datos de la Figura 6A, sería mirar solo el tiempo de los eventos que representan el inicio de la carga (como el representado por el evento final en la tabla anterior). Por ejemplo, si la hora actual es a las 3 pm (15:00), podemos ver los eventos diarios y contar el número de días durante los cuales el próximo evento de inicio de recarga fue de 1 hora ( $t=1$ ) de las 3:00 pm, el próximo evento de inicio de recarga fue de 1 a 2 horas ( $t=2$ ) de las 3:00 pm, el próximo evento de inicio de recarga fue de 2 a 3 horas ( $t=3$ ) de las 3:00 pm, y así sucesivamente (descontando los días en los que la recarga ya estaba en curso a las 3:00 pm). Luego podemos convertir esta información de frecuencia relativa en la distribución de probabilidad  $p(t)$ .  
 40  
 45

Una vez que tenemos  $p(t)$ , un enfoque es estimar el tiempo hasta la próxima recarga de acuerdo con  $\int_0^T p(t) \cdot t dt$  entre los límites integrales 0 y  $T$ ; esta es la fórmula estándar para el valor esperado de  $t$  (denotado  $E[t]$ ). Suponiendo que esperamos un período de tiempo  $E[t]$  hasta la próxima recarga, podemos seguir el enfoque descrito anteriormente para determinar si el uso de potencia esperado durante este período  $E[t]$  excede la capacidad de carga restante en el batería.  
 50

Un perfeccionamiento adicional es que en lugar de usar el valor esperado  $E[t]$  para evaluar el riesgo de que la batería se agote, podemos usar la distribución de probabilidad  $p(t)$  directamente. Por lo tanto, si el nivel de carga total de la batería es actualmente  $C$ , y el uso de potencia esperado en el próximo tiempo  $t$  (a partir de la hora actual) es  $E [P(t)]$ , se puede determinar la probabilidad de que la batería se agote (Prob) como:  
 55

$$60 \quad Prob = \int p(t) \cdot k dt \quad (\text{integral para } 0 < t < T)$$

donde  $k=1$  si  $E [P(t)] > C$ , y  $k=0$  en caso contrario. Tenga en cuenta que dado que  $E [P(t)]$  es necesariamente una función creciente (o al menos, no decreciente) con respecto al aumento de  $t$  (el cigarrillo electrónico solo consume  
 65

potencia), entonces si definimos  $t'$  como el valor de  $t$  para lo cual  $E [P(t)] > C$ , la expresión anterior se puede reescribir como:

$$Prob = \int p(t) dt \text{ (para } 0 < t < t')$$

5 En tal situación, podemos considerar que el modelo incorpora la distribución de las horas de inicio para la próxima recarga y la tasa de uso esperado (en base a inhalaciones), derivada de los datos de registro, incluida la dependencia de la hora actual. Luego, el modelo se suministra con los parámetros de estado actual (es decir, el tiempo actual y el nivel de carga de la batería), que sirven como entradas al modelo para determinar la probabilidad especificada anteriormente. La detección de activación de la operación 665 puede producir entonces un resultado positivo si la probabilidad determinada excede un cierto umbral. Una posibilidad podría ser tener un sistema de "semáforo" en el que una probabilidad del 30 % o menos se considere "verde", una probabilidad de que la batería se agote entre el 30 % y el 65 % se considere "ámbar", tal vez con un notificación adecuada al usuario, y una probabilidad de que la batería se agote por encima del 65 % se considera "roja", con una notificación más significativa (por ejemplo, más frecuente o directa) al usuario, y tal vez la implementación automática de medidas de ahorro de potencia como se discutió anteriormente.

20 Por consiguiente, la persona experta comprenderá que aunque la información de inhalación mostrada en la Figura 6A en efecto solo representa un valor promedio o medio, los datos de registro completos permiten determinar varias distribuciones de probabilidad (y/o múltiples parámetros de las mismas). Por ejemplo, mientras que la Figura 6A indica que un cierto número de inhalaciones ocurre como promedio a (digamos) las 8 am, los datos de registro se pueden usar para derivar la distribución alrededor de este valor promedio (cuál es el valor mínimo, el valor máximo, la dispersión, etc.). Esto permite entonces representar el uso estimado de potencia eléctrica como una distribución de probabilidad. En este caso, en lugar de tener  $k=1$  si  $E [P(t)] > C$ , y  $k=0$  en caso contrario,  $k$  ahora puede representar la probabilidad de que el uso de potencia estimado (de acuerdo con la distribución observada de los eventos de registro) exceda la carga restante (para cada valor especificado de  $t$ ).

30 Además, la duración de las inhalaciones (y por lo tanto la potencia consumida por cada inhalación) puede variar en sí misma de acuerdo con una distribución (y la distribución puede variar con la hora del día, etc.). Nuevamente, la información de registro permite determinar dicha distribución, y esto nuevamente permite desarrollar y explotar un modelo de probabilidad más sofisticado para el uso estimado de potencia.

35 Se apreciará que el análisis descrito anteriormente representa solo algunos ejemplos de un modelo en base a la información recogida, y muchos otros estarán disponibles. Por ejemplo, los patrones de uso que se muestran en la Figura 6A pueden ser específicos de un día de trabajo y se puede desarrollar un modelo separado para un fin de semana (o individualmente para el sábado y el domingo).

40 La Figura 6B proporciona de nuevo un ejemplo de una parte del análisis de datos de uso de acuerdo con algunas realizaciones de la divulgación. La Figura 6B muestra los mismos datos que la Figura 6A, pero complementados con una línea que representa el nivel de carga medido (promedio) de la batería, mostrado en guiones grandes. (Esta línea se traza en la Figura 6B como una curva continua, en lugar de bloques discretos, únicamente para facilitar la distinción visual de las dos líneas de la Figura 6A; el experto elegirá la representación de los datos que sea más apropiada en las circunstancias dadas). Nuevamente, el nivel de carga medido se puede obtener directamente de la tabla de eventos de registro presentada anteriormente. En la práctica, el nivel de carga tiende a aumentar durante la noche (el tiempo de recarga más común) y luego a disminuir durante el día (el tiempo de uso más común). En cuanto a las cifras de inhalación, la línea que se muestra en la Figura 6B para el nivel de carga de la batería indica un valor promedio, pero hay una distribución subyacente de las mediciones en diferentes días, y esta distribución también se puede aprovechar en cualquier análisis.

50 Se apreciará que el nivel de carga promedio, que se muestra como un porcentaje del nivel total de la batería, depende en gran medida tanto de los tiempos de recarga como de la inhalación, por lo que existe una estrecha interrelación entre las tres líneas trazadas en la Figura 6B (el nivel de carga de la batería también se ve afectado por otras operaciones eléctricas dentro del cigarrillo electrónico, pero generalmente la potencia suministrada al calentador para la inhalación es el factor de uso más importante). En consecuencia, un modelo podría estar en base a dos de estos parámetros, en lugar de los tres (aunque el uso de los tres ayudaría a proporcionar la mejor exactitud).

60 Los modelos descritos en la presente memoria pueden basarse en una amplia gama de estructuras estadísticas y de cálculo de diversa sofisticación, como el análisis de componentes principales (PCA), modelos de correlación, redes neuronales, etc. Por ejemplo, el modelo puede mostrar a partir de los datos de uso que el número (o la duración y/o la fuerza) de las inhalaciones está correlacionado no solo con el tiempo, sino también con un día específico de la semana, así como con el uso en el pasado inmediato del cigarrillo electrónico; por ejemplo, un uso más intenso (que el promedio) durante la tarde puede ir seguido de un uso más ligero (que el promedio) por la noche. Estas correlaciones, etc., pueden luego ser explotadas por el modelo para dar una estimación más precisa del (distribución del) uso de potencia esperado.

65

Tenga en cuenta que el modelo puede perfeccionarse con el uso creciente del dispositivo. Por ejemplo, en un tiempo dado, el modelo puede predecir un cierto uso esperado durante un período de tiempo establecido. Se puede acceder al uso real durante este período de tiempo (como se registra posteriormente en el registro) y compararlo con la predicción. Si la predicción difiere del uso real, esto puede usarse para ayudar a perfeccionar y mejorar el modelo a través de cualquier técnica de aprendizaje automático adecuada.

5

Como se señaló anteriormente, el modelo puede implementarse en el propio cigarrillo electrónico y/o en un dispositivo externo, como un teléfono inteligente o una tableta. El dispositivo externo se conecta al cigarrillo electrónico a través de la interfaz 217 para leer los datos de registro (operación 640) con el fin de actualizar el modelo correspondiente (operación 645). Los resultados de ejecutar el modelo en el dispositivo externo pueden presentarse directamente desde el dispositivo al usuario (se apreciará que la interfaz de usuario de un dispositivo como un teléfono inteligente suele ser mucho más potente que la de un cigarrillo electrónico, por ejemplo, con un interfaz de pantalla táctil, etc., y dicho dispositivo generalmente también tiene mucha más potencia de procesamiento). Los resultados de ejecutar el modelo también pueden volver a cargarse en el cigarrillo electrónico, posiblemente en forma de instrucciones para adoptar medidas de ahorro de potencia.

10

15

Otra posibilidad es que el modelo en sí se mantenga en un servidor accesible por el dispositivo externo (y/o posiblemente el cigarrillo electrónico) a través de Internet u otra red apropiada. En este caso, los datos de uso pueden cargarse en el servidor para su análisis y modelado (algo parecido a cargar datos de seguimiento de posición desde un dispositivo GPS para su análisis).

20

25

Con el fin de abordar varios problemas y hacer avanzar la técnica, esta divulgación muestra a modo de ilustración varias realizaciones en las que se pueden poner en práctica la invención o las invenciones reivindicadas. Las ventajas y características de la divulgación son solo una muestra representativa de realizaciones, y no son exhaustivas y/o exclusivas. Se presentan únicamente para ayudar a comprender y enseñar las invenciones reivindicadas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una unidad de control (20) para un sistema electrónico de suministro de vapor (10), la unidad de control que incluye una batería (210) para proporcionar potencia eléctrica a un calentador (365) que se usa para producir vapor, y un controlador (555) que es configurado para:  
 recoger información, durante la operación del usuario del sistema electrónico de suministro de vapor, relacionada con: (i) el consumo de potencia de la batería debido al funcionamiento del calentador para producir vapor, y (ii) la recarga de la batería;  
**caracterizado porque** el controlador está configurado para;
- 10 mantener un modelo de consumo de potencia de la batería por el sistema electrónico de suministro de vapor y de los tiempos de recarga de la batería, en el que dicho modelo se forma y/o actualiza a partir de dicha información recogida;
- 15 predecir a partir del modelo si un consumo de potencia estimado de la batería por el sistema electrónico de suministro de vapor descargará la batería hasta un nivel de carga umbral antes de un tiempo estimado de recarga de la batería, y si es así:  
 realizar una notificación al usuario y/o una acción de mitigación en respuesta a dicha predicción.
- 20 2. La unidad de control (20) de la reivindicación 1, en la que la información se recoge en un registro de eventos y, opcionalmente, en la que los eventos monitorean al menos los tiempos de inicio y parada de (i) la inhalación y (ii) la recarga.
- 25 3. La unidad de control (20) de la reivindicación 1 o 2, en la que el modelo proporciona un valor esperado de tiempo hasta la próxima recarga;  
 y opcionalmente en la que el modelo proporciona además una distribución de probabilidad del tiempo hasta la próxima recarga, y/o en la que el modelo usa información recogida con respecto al tiempo de inicio de la recarga para determinar el valor esperado de tiempo hasta la próxima recarga.
- 30 4. La unidad de control (20) de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 3, en la que el modelo proporciona un consumo de potencia esperado antes del tiempo estimado de la próxima recarga de la batería y, opcionalmente, en la que el modelo proporciona además una distribución de probabilidad del consumo de potencia hasta el tiempo estimado de la próxima recarga de la batería.
- 35 5. La unidad de control (20) de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 3, en la que al menos uno del consumo de potencia estimado y el tiempo estimado de la próxima recarga se proporciona como una distribución de probabilidad y, en la que opcionalmente, dicha predicción se determina sumando o integrando sobre la distribución de probabilidad para el consumo estimado y/o el tiempo de la próxima recarga.
- 40 6. La unidad de control (20) de la reivindicación 5, en la que la predicción proporciona una probabilidad de que la batería (210) se descargue a un nivel de descarga dado, para cada uno de los múltiples niveles de descarga dados diferentes; y en la que opcionalmente, una evaluación de que en caso de que la batería se descargará al nivel umbral se toma en consideración la probabilidad esperada de que la batería se descargue al nivel umbral, y opcionalmente en la que el nivel umbral se especifica en base a una combinación de nivel de carga de la batería y la probabilidad esperada de descarga hasta este nivel de carga.
- 45 7. La unidad de control (20) de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 6, en la que el modelo está provisto con la hora actual y/o el nivel de carga actual de la batería para realizar dicha predicción.
- 50 8. La unidad de control (20) de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, en la que el nivel de carga umbral se establece en aproximadamente el 20 %, el 10 % o el 5 % del nivel máximo de carga de la batería y/o se establece de manera que la carga de la batería se agote por debajo de un nivel de carga mínimo para permitir que el calentador (365) produzca vapor.
- 55 9. La unidad de control (20) de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 8, en la que la información recogida sobre el consumo de potencia de la batería (210) debido al funcionamiento del calentador (365) para producir vapor comprende información sobre las inhalaciones utilizando el sistema electrónico de suministro de vapor (10), y en la que opcionalmente, la información recogida sobre las inhalaciones especifica la duración de cada inhalación, y opcionalmente en la que la información sobre inhalaciones especifica la fuerza o potencia suministrada para cada inhalación.
- 60 10. La unidad de control (20) de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 9, en la que dicha acción de mitigación en respuesta a dicha predicción es iniciar una o más medidas de ahorro de potencia para el sistema electrónico de suministro de vapor (10).
- 65 11. La unidad de control (20) de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 10, en la que hay al menos un primer y segundo niveles de carga umbrales, y en la que la notificación al usuario y/o la acción de mitigación varía de acuerdo con que si se prevé que la batería (210) se descargue hasta el primer o segundo nivel umbral, y

opcionalmente en el que el primer nivel umbral es más alto en cuanto a nivel de carga que el segundo nivel umbral, y solo se realiza una acción de mitigación si se predice que la batería se descargará hasta el segundo nivel umbral.

5 12. Un sistema electrónico de suministro de vapor (10) que incluye la unidad de control (20) de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 11.

10 13. Un sistema que comprende:  
 un sistema electrónico de suministro de vapor (10) que tiene una unidad de control que incluye una batería (210) para proporcionar potencia eléctrica a un calentador (365) que se utiliza para producir vapor, y un controlador (555) que está configurado para recoger información, durante la operación del usuario del sistema electrónico de suministro de vapor, relacionado con: (i) el consumo de potencia de la batería debido al funcionamiento del calentador para producir vapor, y (ii) la recarga de la batería;  
**caracterizado porque** el sistema comprende;  
 un dispositivo externo que está configurado para mantener un modelo de consumo de potencia de la batería por el sistema electrónico de suministro de vapor y de los tiempos de recarga de la batería, en el que dicho modelo se forma y/o actualiza a partir de dicha información recogida, y para predecir a partir del modelo, si un consumo de potencia estimado de la batería por el sistema electrónico de suministro de vapor descargará la batería hasta un nivel de carga umbral antes de un tiempo estimado de la próxima recarga de la batería;  
 en el que el sistema está configurado para realizar una notificación al usuario y/o una acción de mitigación en respuesta a dicha predicción.

25 14. El sistema de la reivindicación 13, en el que el dispositivo externo comprende un teléfono inteligente o un servidor al que se accede desde el cigarrillo electrónico a través de un teléfono inteligente u otro dispositivo intermedio.

30 15. Un procedimiento para operar una unidad de control (20) para un sistema electrónico de suministro de vapor (10), la unidad de control incluye una batería (210) para proporcionar potencia eléctrica a un calentador (365) que se usa para producir vapor, y un controlador (555) que realiza las operaciones de:  
 la recogida de información, durante la operación del usuario del sistema electrónico de suministro de vapor, relacionada con: (i) el consumo de potencia de la batería debido al funcionamiento del calentador para producir vapor, y (ii) la recarga de la batería;  
**caracterizado porque** el controlador realiza las operaciones de;  
 mantener un modelo de consumo de potencia de la batería por el sistema electrónico de suministro de vapor y de los tiempos de recarga de la batería, en el que dicho modelo se forma y/o actualiza a partir de dicha información recogida;  
 predecir a partir del modelo si un consumo de potencia estimado de la batería por el sistema electrónico de suministro de vapor descargará la batería hasta un nivel de carga umbral antes de un tiempo estimado de recarga de la batería, y si es así;  
 realizar una notificación de usuario y/o una acción de mitigación en respuesta a dicha predicción.

40

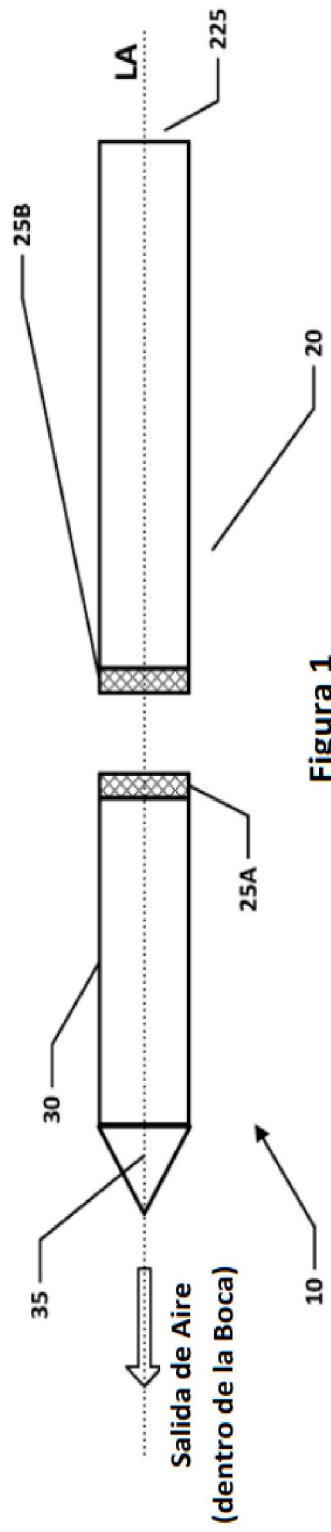


Figura 1

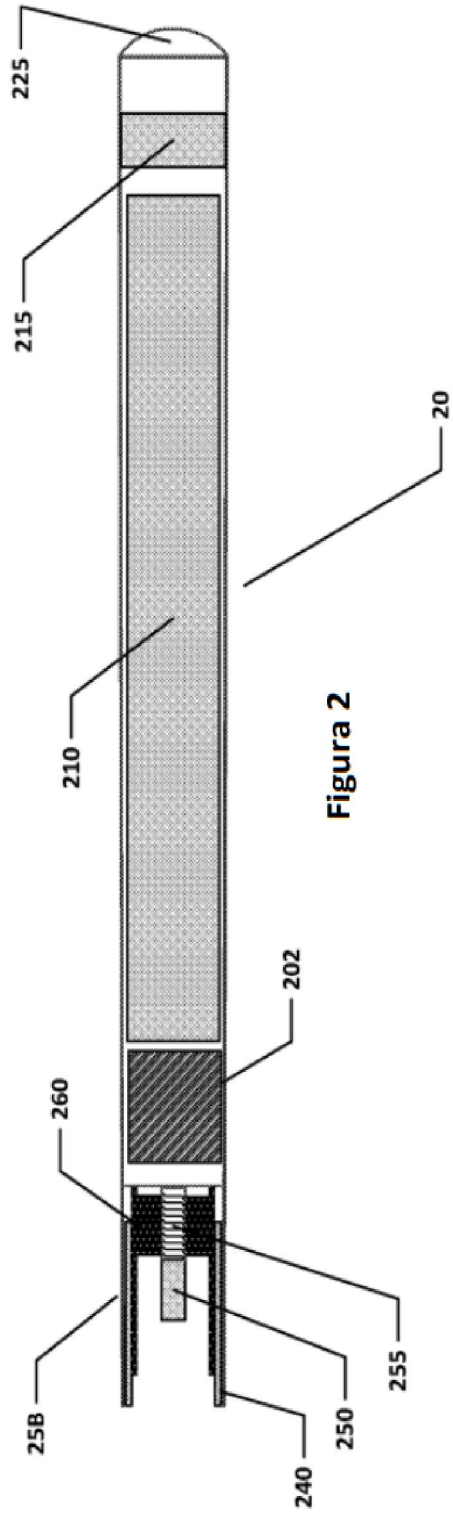


Figura 2

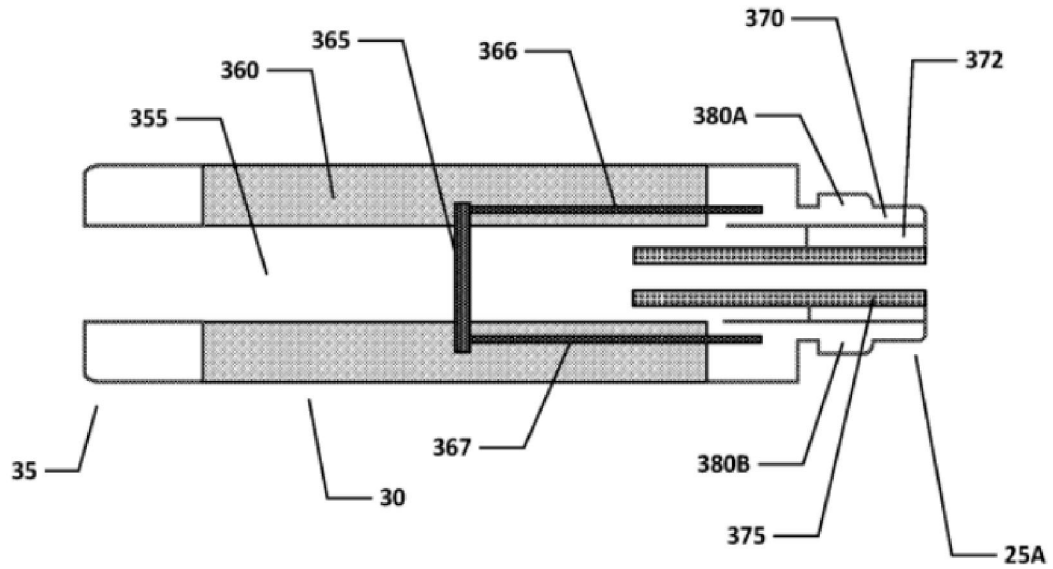


Figura 3

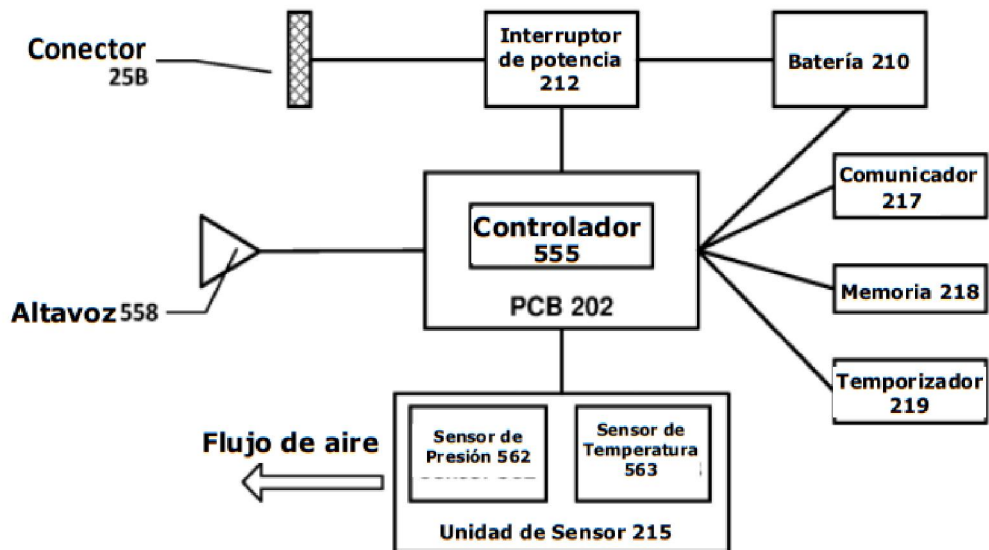


Figura 4

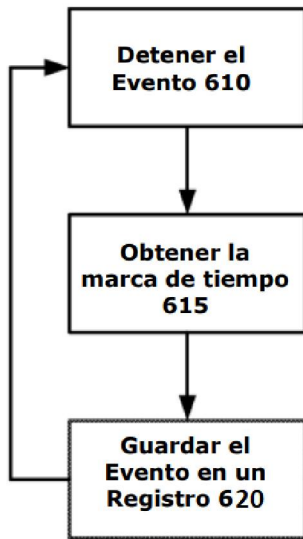


Figura 5A

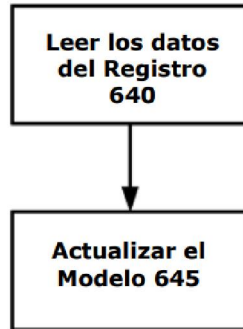


Figura 5B

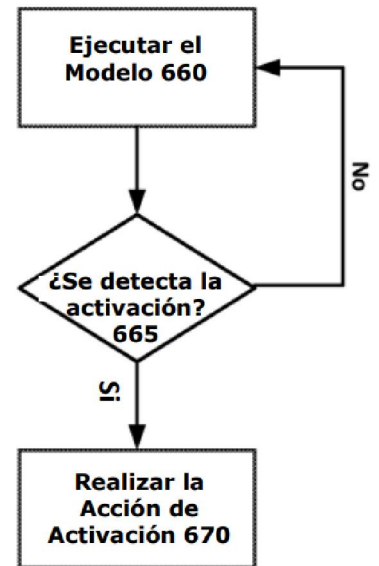


Figura 5C

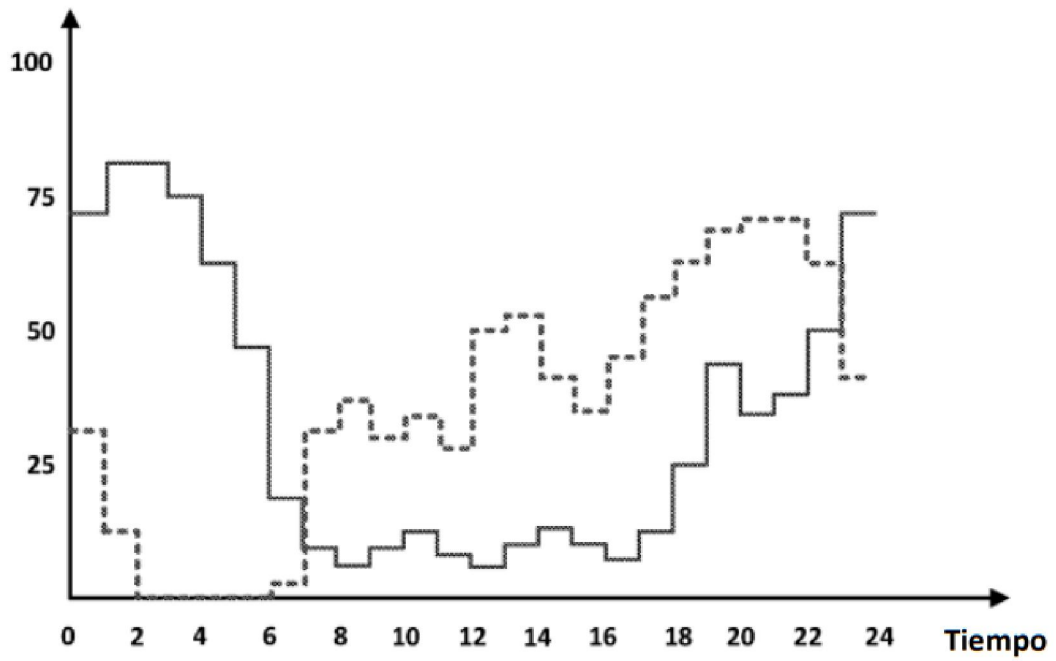


Figura 6A

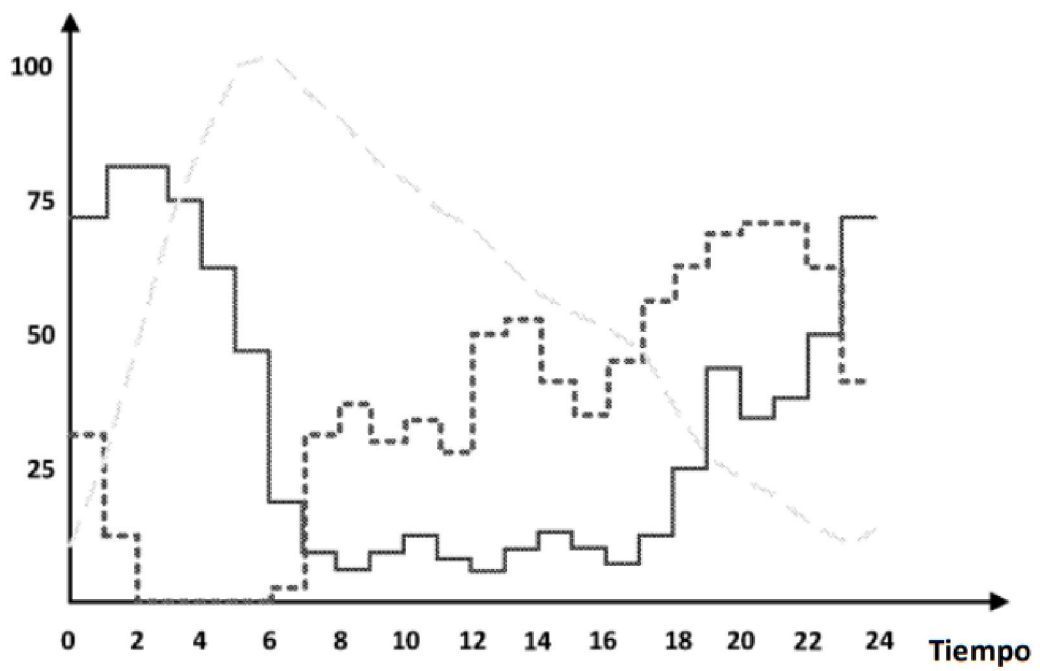


Figura 6B