

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 693**

51 Int. Cl.:

F26B 21/08 (2006.01)

F26B 5/04 (2006.01)

F26B 3/353 (2006.01)

F26B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2013 PCT/US2013/024277**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO13116599**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2013 E 13744398 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2810004**

54 Título: **Métodos y aparatos para el secado de dispositivos electrónicos**

30 Prioridad:

01.02.2012 US 201261593617 P
26.04.2012 US 201261638599 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.04.2019

73 Titular/es:

REVIVE ELECTRONICS, LLC (100.0%)
12816 Whitebridge Drive
Fishers, IN 46037, US

72 Inventor/es:

ZIELINSKI, REUBEN, QUINCEY y
TRUSTY, JOEL, CHRISTOPHER

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 709 693 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

Métodos y aparatos para el secado de dispositivos electrónicos

Campo

5 Realizaciones de la presente divulgación se refieren, en general, a la reparación y el mantenimiento de dispositivos electrónicos, y a la reparación y el mantenimiento de dispositivos electrónicos que se han vuelto al menos parcialmente inoperantes debido a la entrada de humedad.

Antecedentes

10 Los dispositivos electrónicos se fabrican con frecuencia usando piezas de ultraprecisión para dimensiones de ajuste y acabado estrictas en las que se pretenden impedir que entre humedad en la parte interior del dispositivo. Muchos dispositivos electrónicos también se fabrican para hacer que sea difícil que los dueños o usuarios los desmonten sin volver inoperante el dispositivo incluso antes de realizar intentos de secado. Con la miniaturización continuada de los componentes electrónicos y las aplicaciones de software computerizadas cada vez más potentes, resulta habitual que las personas hoy en día porten múltiples dispositivos electrónicos, tales como dispositivos electrónicos portátiles. Los teléfonos móviles son actualmente más omnipresentes que las líneas fijas telefónicas y muchas personas, diariamente en todo el mundo, someten involuntariamente a estos dispositivos a un contacto no intencionado con agua u otros fluidos. Esto sucede cada día, por ejemplo, en cuartos de baño, cocinas, piscinas, lagos, lavadoras, o cualquier otra zona en la que pueden sumergirse diversos dispositivos electrónicos (por ejemplo, pequeños dispositivos electrónicos portátiles) en agua o someterse a condiciones sumamente húmedas. Estos dispositivos electrónicos tienen con frecuencia una memoria transistorizada de estado sólido miniaturizada para captar y almacenar medios digitalizados en forma de listas de contactos telefónicos, direcciones de correo electrónico, fotografías digitalizadas, música digitalizada y similares. Los documentos US 5732478 A, WO 2011/145555 A1 y US 6893530 B2 describen la retirada de humedad de un artículo, en los que se coloca el artículo en una cámara a presión reducida.

Sumario

25 En la técnica convencional, actualmente existen dificultades en la retirada de humedad de la parte interior de un dispositivo electrónico. Tales dispositivos pueden calentarse en vano, ya que con frecuencia la humedad dentro del dispositivo no puede salir debido a trayectorias tortuosas para la retirada. Sin el desmontaje completo del dispositivo electrónico y usando una combinación de secado con aire y calor, el dispositivo no puede secarse apropiadamente una vez que se ve sometido a agua y/u otros fluidos o agentes humectantes. Además, si se emplea un calentamiento general para secar el dispositivo y el calor supera los máximos recomendados de los componentes electrónicos u otros, puede producirse un daño, el dispositivo puede volverse inoperativo, y pueden perderse para siempre los datos digitalizados del dueño. Se reconoció que era necesario un nuevo tipo de sistema de secado para permitir a los individuos y tiendas de reparación secar dispositivos electrónicos sin su desmontaje, al tiempo que se conservan los datos digitalizados y/o al tiempo que se evita totalmente la corrosión del dispositivo electrónico.

35 Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a equipos y métodos para el secado a presión de vacío de materiales basándose en la reducción de la presión de vapor y los puntos de ebullición de líquidos. Más particularmente, determinadas realizaciones de la invención se refieren a una cámara de vacío con una pletina calentada que puede controlarse automáticamente para calentar componentes electrónicos, tales como un dispositivo electrónico portátil inoperativo, mediante conducción, reduciendo de ese modo la temperatura de presión de vapor global con fines de secado del dispositivo y volviéndolo operativo de nuevo.

40 En determinadas realizaciones, una pletina que se calienta eléctricamente proporciona conducción de calor al dispositivo electrónico portátil que se ha visto sometido a agua u otros agente(s) humectante(s) no intencionado(s). Esta pletina calentada puede formar la base de una cámara de vacío de la que se evacua aire selectivamente. La pletina conductora calentada puede elevar la temperatura global del dispositivo humedecido a través de contacto físico y el coeficiente de transferencia de calor del material. La pletina conductora calentada, que está alojada en una caja de convección, irradia calor y puede calentar otras porciones de la cámara de vacío (por ejemplo, la parte exterior de la cámara de vacío) para el calentamiento por convección simultáneo. La presión dentro del alojamiento de la cámara de vacío que contiene el dispositivo electrónico humedecido puede disminuir simultáneamente. La presión disminuida proporciona un entorno mediante el cual pueden reducirse las presiones de vapor de líquidos, permitiendo menores puntos de ebullición de cualquier líquido o agente humectante dentro de la cámara. La combinación de una trayectoria calentada (por ejemplo, una trayectoria conductora calentada) hasta el dispositivo electrónico húmedo y la presión disminuida, da como resultado una fase de presión de vapor en la que "se eliminan por ebullición" los líquidos y agentes humectantes en forma de un gas a menores temperaturas, impidiendo de ese modo el daño de los componentes electrónicos mientras se secan. Este secado se produce debido a que la vaporización de los líquidos en gases puede escapar más fácilmente a través de los recintos herméticos del dispositivo electrónico y a través de las trayectorias tortuosas establecidas en el diseño y la fabricación del dispositivo. Esencialmente se elimina por ebullición el agua o agente humectante a lo largo del tiempo en un gas y después de eso se evacua desde dentro del alojamiento de la cámara.

Otras realizaciones incluyen una cámara de vacío con una pletina calentada bajo control automático. La cámara de vacío se controla por un microprocesador usando diversos perfiles de calor y presión de vacío para diversos dispositivos electrónicos. Este sistema de vacío calentado de ejemplo proporciona unas condiciones locales al dispositivo electrónico que se ha humedecido y reduce el punto de presión de vapor global, permitiendo que se eliminen por ebullición los agentes humectantes a una temperatura mucho menor. Esto permite el secado completo del dispositivo electrónico sin daño del propio dispositivo por (altas) temperaturas excesivas.

Determinadas características de la presente invención abordan estas y otras necesidades y proporcionan otras ventajas importantes.

Según un primer aspecto, la presente invención proporciona un método, que comprende: colocar un dispositivo electrónico portátil que se ha vuelto al menos parcialmente inoperativo debido a la entrada de humedad en una cámara de baja presión; calentar el dispositivo electrónico portátil; disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión; retirar humedad de la parte interior del dispositivo electrónico portátil a la parte exterior del dispositivo electrónico portátil; aumentar la presión dentro de la cámara de baja presión después de dicha disminución de la presión; igualar la presión dentro de la cámara de baja presión con la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión; y retirar el dispositivo electrónico portátil de la cámara de baja presión, en el que el método comprende: (i) medir la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión y aumentar la presión después de haberse disminuido la humedad relativa y haberse ralentizado la velocidad de disminución de la humedad relativa; o (ii) medir la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión en el que se repiten dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil; y en el que comienza dicha disminución de la presión cuando ha aumentado la humedad relativa y se ha ralentizado la velocidad de aumento de la humedad relativa; o (iii) medir la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión, en el que se repiten dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil; y en el que se detienen dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida una vez que la diferencia entre un máximo de humedad relativa y un mínimo de humedad relativa secuenciales está dentro de una tolerancia predeterminada; o (iv) medir la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión en el que se repiten dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil; y en el que se detienen dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida una vez que la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión alcanza un valor predeterminado.

En algunas realizaciones del método según el primer aspecto de la presente invención: (i) dicha colocación incluye colocar el dispositivo electrónico portátil sobre una pletina y dicho calentamiento incluye calentar la pletina hasta al menos 110°F (43,3°C) y como máximo 120°F (48,9°C); o (ii) dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos 28 pulgadas de Hg (94,8 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión; o (iii) dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos 30 pulgadas de Hg (101,6 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión; o (iv) dicha colocación incluye colocar el dispositivo electrónico portátil sobre una pletina, dicho calentamiento incluye calentar la pletina hasta al menos 110°F (43,3°C) y como máximo 120°F (48,9°C), y dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos 28 pulgadas de Hg (94,8 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión.

En algunas realizaciones del método se repiten dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil. En algunas realizaciones, el método comprende además la etapa de: (i) controlar automáticamente dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida según al menos un criterio predeterminado; o (ii) detectar cuándo se ha retirado una cantidad suficiente de la humedad del dispositivo electrónico portátil; y detener la disminución de la presión y el aumento de la presión de manera repetida después de dicha detección.

En algunas realizaciones, el método comprende además desinfectar el dispositivo electrónico portátil, opcionalmente en el que dicha desinfección incluye irradiar el dispositivo electrónico portátil con luz ultravioleta.

En algunas realizaciones el método comprende además: disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión usando una bomba; y retirar la humedad de un gas que se extrae de la cámara de baja presión con la bomba antes de que el gas alcance la bomba. En realizaciones preferidas, dicha retirada de la humedad incluye retirar la humedad usando un desecador que contiene desecante, y opcionalmente retirar la humedad del desecante. En realizaciones preferidas, el método opcionalmente incluye (a) aislar el desecante de la bomba antes de dicha retirada de la humedad del desecante; o (b) invertir el flujo de aire a través del desecador mientras se retira la humedad del desecante; o (c) calentar el desecante durante dicha retirada de la humedad del desecante; o (d) dicho calentamiento incluye calentar el desecante hasta al menos 200°F (93,3°C) y como máximo 300°F (148,9°C); o (e) dicho calentamiento incluye calentar el desecante hasta 250°F (121,1°C).

En algunas realizaciones, el método comprende detectar cuándo se ha retirado una cantidad suficiente de la humedad del dispositivo electrónico portátil.

Según un segundo aspecto, la presente invención proporciona un aparato, que comprende: una cámara de baja

presión que define una parte interior, y que tiene la parte interior dimensionada y configurada para la colocación de un dispositivo electrónico en la parte interior y la retirada del dispositivo electrónico de la parte interior; una bomba de evacuación conectada a la cámara de baja presión; un calentador conectado a la cámara de baja presión; un controlador conectado a la bomba de evacuación y al calentador, controlando el controlador la retirada de humedad del dispositivo electrónico mediante el control de la bomba de evacuación para disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión (3) y controlando el funcionamiento del calentador para añadir calor al dispositivo electrónico; y un sensor de humedad ambiental conectado a la cámara de baja presión y al controlador, en el que el controlador controla la bomba de evacuación para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de humedad ambiental.

En algunas realizaciones del aparato según el segundo aspecto de la presente invención: (a) el controlador controla la bomba de evacuación para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión cuando la velocidad a la que cambia la humedad relativa disminuye o es cero; o (b) el sensor de humedad ambiental detecta valores máximo y mínimo de la humedad relativa a medida que la bomba de evacuación disminuye la presión dentro de la cámara de baja presión varias veces, y en el que el controlador determina que el dispositivo electrónico está seco cuando la diferencia entre valores de humedad relativa máximo y mínimo sucesivos es igual a o menor que un valor predeterminado; o (c) el controlador controla la bomba de evacuación para que comience a disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión cuando la velocidad a la que cambia la humedad relativa o bien disminuye o bien es cero.

En algunas realizaciones del aparato según la presente invención, el controlador controla la bomba de evacuación para disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión varias veces, y en el que la presión dentro de la cámara de baja presión aumenta entre disminuciones sucesivas de la presión.

En algunas realizaciones del aparato según el segundo aspecto de la presente invención, el aparato comprende además: una válvula conectada a la cámara de baja presión y al controlador, en el que la presión dentro de la cámara de baja presión aumenta entre disminuciones sucesivas de la presión debido al menos en parte a que el controlador controla la válvula para aumentar la presión, opcionalmente en el que el controlador controla la válvula para: (a) aumentar la presión dentro de la cámara de baja presión al mismo tiempo que el controlador controla la bomba de evacuación para detener la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión; o (b) igualar la presión entre la parte interior de la cámara de baja presión y la parte exterior de la cámara de baja presión.

En algunas realizaciones del aparato según el segundo aspecto de la presente invención, el aparato comprende además: (i) un sensor de temperatura conectado al calentador y al controlador, en el que el controlador controla el calentador para mantener una temperatura predeterminada basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de temperatura; o (ii) un sensor de presión conectado a la cámara de baja presión y al controlador, en el que el controlador controla la bomba de evacuación para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de presión.

En algunas realizaciones del aparato según el segundo aspecto de la presente invención: (a) el calentador incluye una pletina con la que está en contacto el dispositivo electrónico durante la retirada de la humedad del dispositivo electrónico; o (b) el aparato comprende además un elemento de esterilización conectado a la cámara de baja presión, estando el elemento de esterilización configurado y adaptado para destruir gérmenes en el dispositivo electrónico situado dentro de la cámara de baja presión en el que opcionalmente el elemento de esterilización es una lámpara ultravioleta.

Este sumario se proporciona para presentar una selección de los conceptos que se describen con mayor detalle en la descripción detallada y los dibujos contenidos en el presente documento. Pueden estar presentes algunas o todas las características descritas en las reivindicaciones independientes o dependientes correspondientes, pero no debe interpretarse que es una limitación a menos que se mencione expresamente en una reivindicación particular. Cada realización descrita en el presente documento no pretende abordar necesariamente cada objeto descrito en el presente documento, y cada realización no incluye necesariamente cada característica descrita. Otras formas, realizaciones, objetos, ventajas, beneficios, características y aspectos de la presente invención resultarán evidentes para un experto en la técnica a partir de la descripción detallada y los dibujos contenidos en el presente documento. Además, los diversos aparatos y métodos descritos en esta sección de sumario, así como en otras partes de esta solicitud, pueden expresarse como un gran número de diferentes combinaciones y subcombinaciones. Se contemplan todas de tales combinaciones y subcombinaciones útiles, novedosas e inventivas en el presente documento, reconociéndose que la expresión explícita de cada una de estas combinaciones es innecesaria, si bien el alcance de protección está definido por las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Algunas de las figuras mostradas en el presente documento pueden incluir dimensiones o pueden haberse creado a partir de dibujos trazados a escala. Sin embargo, tales dimensiones, o la modificación a escala relativa dentro de una figura, son a modo de ejemplo solamente, y no debe interpretarse que limitan el alcance de esta invención.

La figura 1 es una vista isométrica de un aparato de secado de dispositivos electrónicos según una realización de la presente divulgación.

La figura 2 es una vista isométrica desde abajo del elemento de pletina de conducción calentado eléctricamente del aparato de secado de dispositivos electrónicos representado en la figura 1.

5 La figura 3 es una vista isométrica en corte que deja ver el interior del elemento de pletina de conducción calentado eléctricamente y la cámara de vacío representados en la figura 1.

La figura 4A es una vista isométrica del elemento de pletina de conducción calentado eléctricamente y la cámara de vacío de la figura 1 en la posición abierta.

10 La figura 4B es una vista isométrica del elemento de pletina de conducción calentado eléctricamente y la cámara de vacío de la figura 1 en la posición cerrada.

La figura 5 es un diagrama de bloques que representa un sistema de control de componentes electrónicos y un aparato de secado de dispositivos electrónicos según una realización de la presente divulgación.

15 La figura 6A es una representación gráfica de la curva de presión de vapor de agua a diversas temperaturas y presiones de vacío y una zona de secado de calentamiento y evacuación objetivo según una realización de la presente divulgación.

La figura 6B es una representación gráfica de la curva de presión de vapor de agua a una presión de vacío particular que representa la pérdida de calor como resultado del calor latente de evaporación.

La figura 6C es una representación gráfica de la curva de presión de vapor de agua a una presión de vacío particular que representa la ganancia de calor como resultado del calentamiento de la pletina de conducción.

20 La figura 7 es una representación gráfica de la temperatura de la pletina calentada y la temperatura del dispositivo electrónico asociado sin vacío aplicado según una realización de la presente divulgación.

La figura 8A es un gráfico que representa la temperatura de la pletina calentada y la respuesta de temperatura del dispositivo electrónico asociado con vacío aplicado de manera cíclica y luego liberado hasta presión atmosférica durante un periodo de tiempo según otra realización de la presente divulgación.

25 La figura 8B es un gráfico que representa el vacío aplicado de manera cíclica y luego liberado hasta presión atmosférica durante un periodo de tiempo según otra realización de la presente divulgación.

La figura 8C es un gráfico que representa el vacío aplicado de manera cíclica y luego liberado hasta presión atmosférica con la respuesta de temperatura del dispositivo electrónico superpuesta durante un periodo de tiempo según otra realización de la presente divulgación.

30 La figura 9 es un gráfico que representa la salida del sensor de humedad relativa que se produce durante los ciclos de calentamiento y vacío sucesivos del aparato de secado de dispositivos electrónicos según una realización de la presente invención.

La figura 10 es una vista isométrica de un aparato de secado de dispositivos electrónicos y un elemento germicida según otra realización de la presente divulgación.

35 La figura 11 es un diagrama de bloques que representa un sistema de control de componentes electrónicos, un aparato de secado de dispositivos electrónicos y un elemento germicida según una realización adicional de la presente divulgación.

40 La figura 12 es un diagrama de bloques de un desecador regenerativo representado con válvulas de solenoide de 3 vías en la posición abierta para proporcionar, por ejemplo, vacío a una cámara de evacuación en el estado de eliminación de humedad según otra realización.

La figura 13 es un diagrama de bloques del desecador regenerativo de la figura 12 representado con válvulas de solenoide de 3 vías en la posición cerrada para proporcionar, por ejemplo, una purga de aire a los desecadores.

Descripción de las realizaciones ilustradas

45 Con los fines de mejorar la comprensión de los principios de la invención, se hará referencia ahora a realizaciones seleccionadas ilustradas en los dibujos y se usará un lenguaje específico para describir las mismas. No obstante, se entenderá que no se pretende de ese modo que haya ninguna limitación del alcance de la invención; se contempla cualquier alteración y modificación adicional de las realizaciones descritas e ilustradas y cualquier aplicación adicional de los principios de la invención tal como se ilustra en el presente documento tal como se le ocurrirá normalmente a un experto en la técnica a la que se refiere la invención. Se muestra con gran detalle al menos una
50 realización de la invención, aunque resultará evidente para los expertos en la técnica relevante que pueden no

mostrarse algunas características o algunas combinaciones de características por motivos de claridad.

Cualquier referencia a la "invención" en este documento es una referencia a una realización de una familia de invenciones, sin incluir ninguna realización individual características que se incluyen necesariamente en todas las realizaciones, a menos que se indique de otro modo. Además, aunque puede haber referencias a las "ventajas" proporcionadas por algunas realizaciones de la presente invención, otras realizaciones pueden no incluir esas mismas ventajas, o pueden incluir ventajas diferentes. Cualquier ventaja descrita en el presente documento no debe interpretarse que limita ninguna de las reivindicaciones.

Pueden usarse magnitudes específicas (dimensiones espaciales, temperaturas, presiones, tiempos, fuerza, resistencia, corriente, tensión, concentraciones, longitudes de onda, frecuencias, coeficientes de transferencia de calor, parámetros adimensionales, etc.) de manera explícita o implícita en el presente documento, tales magnitudes específicas se presentan como ejemplos solamente y son valores aproximados a menos que se indique de otro modo. Se presentan comentarios referentes a composiciones de materia específicas, si están presentes, como ejemplos únicamente y no limitan la aplicabilidad de otras composiciones de materia, especialmente otras composiciones de materia con propiedades similares, a menos que se indique de otro modo.

Algunas realizaciones de la presente divulgación incluyen dispositivos y equipos usados generalmente para el secado de materiales usando presión reducida. Algunas realizaciones incluyen métodos y aparatos para el secado (por ejemplo, secado automático) de dispositivos electrónicos (por ejemplo, dispositivos electrónicos portátiles tales como teléfonos móviles, reproductores digitales de música, relojes, buscapersonas, cámaras, tabletas y similares) después de verse estas unidades sometidas a agua, condiciones de alta humedad ambiental, u otros agentes humectantes perjudiciales no intencionados que hacen que tales dispositivos estén inoperativos. Al menos una realización proporciona una pletina calentada (por ejemplo, una pletina calentada controlada por el usuario) a vacío que calienta el dispositivo electrónico portátil y/o reduce la presión para evaporar líquidos no deseados en puntos de ebullición menores a los atmosféricos. El calor también puede aplicarse a través de otros medios, tales como el calentamiento de otros componentes de la cámara de vacío o el gas (por ejemplo, aire) dentro de la cámara de vacío. El calor y vacío pueden aplicarse de manera secuencial, simultáneamente, o en diversas combinaciones de funcionamiento secuencial y simultáneo.

El punto de evaporación del líquido presente dentro del dispositivo se reduce basándose en los materiales de construcción del dispositivo que se calienta de tal manera que las variaciones de temperatura no superen los puntos de fusión y/o las temperaturas de transición vítrea de tales materiales. Por tanto, el dispositivo que se somete al ciclo de secado a presión de vacío puede secarse de manera segura y volverse funcional de nuevo sin daño del propio dispositivo.

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, se muestra un diagrama isométrico de un aparato de secado, por ejemplo, un aparato de secado automático de dispositivos electrónicos portátiles 1, según una realización de la presente invención. El aparato de secado de dispositivos electrónicos 1 incluye un recinto 2, una cámara de vacío 3, un calentador (por ejemplo, una pletina de conducción calentada eléctricamente 16), una cámara de convección opcional 4 y un conector de interfaz de Internet por módem opcional 12. Puede usarse una interfaz de usuario opcional para el aparato de secado de dispositivos electrónicos 1, y puede componerse opcionalmente de uno o más de los siguientes: conmutadores de selección de dispositivo de entrada 11, luces indicadoras de selección de dispositivo 15, pantalla de temporizador 14, conmutador de alimentación 19, conmutador de arranque-parada 13 e indicador acústico 20. La cámara de vacío 3 puede fabricarse de, por ejemplo un plástico polimérico, vidrio o metal, con un grosor y una geometría adecuados para resistir un vacío (presión disminuida). La cámara de vacío 3 puede fabricarse a partir de cualquier material que sea al menos estructuralmente lo suficientemente rígido como para resistir presiones de vacío y para mantener las presiones de vacío dentro de la estructura, por ejemplo, es suficientemente no poroso.

La pletina de conducción calentada 16 puede alimentarse eléctricamente a través de cables de alimentación de calentador 10 y puede fabricarse a partir de material térmicamente conductor y realizarse de un grosor adecuado para soportar alto vacío. En algunas realizaciones, la pletina de conducción calentada eléctricamente 16 se realiza de aluminio, aunque otras realizaciones incluyen pletinas realizadas de cobre, acero, hierro u otro material térmicamente conductor, incluyendo pero sin limitarse a otro material metálico, de plástico o cerámico. La pletina de conducción calentada 16 puede montarse en el interior de la cámara de convección 4 y acoplarse con la cámara de vacío 3 usando, por ejemplo, una junta tórica de sellado opcional 5. Se evacua el aire dentro de la cámara de vacío 3 mediante el orificio de evacuación 7 y se descarga mediante el orificio de descarga 6. La cámara de convección 4, si se utiliza, puede incluir un ventilador 9 para hacer circular aire caliente dentro de la cámara de convección 4.

La figura 2 representa la pletina de conducción calentada 16 con un generador de calor (por ejemplo, un calentador de resistencia de termolámina 21). La pletina de conducción calentada 16 también puede incluir un sensor de realimentación de temperatura 8, conexiones de alimentación de calentador de resistencia de termolámina 10, un orificio de evacuación 7 y/o un orificio de descarga 6. En una realización de la invención, la pletina de conducción calentada 16 es una pletina de calentamiento independiente y autónoma que se asienta sobre una placa de montaje de cámara de vacío.

La figura 3 representa la pletina de conducción calentada 16 y la cámara de vacío 3 en una vista isométrica en corte que deja ver el interior. La cámara de vacío 3 se acopla a la pletina de conducción calentada 16 usando la junta tórica de sellado 5. La pletina 16 proporciona energía calorífica tanto interna como externamente a la cámara de vacío 3 mediante un calentador de resistencia de termolámina 21 unido a la parte inferior de la pletina 16, y tiene la temperatura controlada por el sensor de realimentación de temperatura 8. El sensor de realimentación de temperatura 8 podría ser un termistor, un sensor de temperatura de semiconductor, o uno cualquiera de varios tipos de termopar. El orificio de evacuación 7 y el orificio de descarga 6 se representan como orificios pasantes para facilitar la conexión neumática a la parte interior de la cámara de vacío 3 usando el lado inferior de la pletina de conducción calentada 16.

Las figuras 4A y 4B representan la cámara de vacío 3 en el estado abierto 17 y el estado cerrado 18. La junta tórica de sellado 5 se acopla con la superficie de sellado de cámara de vacío 31 cuando se pasa del estado abierto 17 al estado cerrado 18. Durante el estado cerrado 18, el orificio de evacuación 7 y el orificio de descarga 6 se sellan en el interior de la cámara de vacío 3 al disponerse dentro del diámetro de la junta tórica de sellado 5.

Haciendo referencia a la figura 5, se muestra un recinto de aparato de secado de dispositivos electrónicos 1 en una vista isométrica con un esquema de control en forma de diagrama de bloques según una realización de la presente invención. Un controlador, por ejemplo el microprocesador 44, se conecta eléctricamente a una interfaz de usuario 47, una memoria 45, un circuito de interfaz de usuario por módem 46 y un relé de bomba de evacuación 42 mediante un bus de interfaz de usuario 48, un bus de interfaz de memoria 49, bus de interfaz de Internet por módem 51 y la línea de control de relé de bomba de evacuación 66, respectivamente. Una fuente de alimentación 53 alimenta todo el sistema a través de, por ejemplo, la línea de alimentación positiva 58 y la línea de tierra negativa 55. Las líneas de alimentación de calentador de resistencia de termolámina 10 se conectan directamente a la línea de alimentación positiva 58 y la línea de alimentación negativa 55 a través del transistor de control de pletina de calentador 54. Se conecta un colector de evacuación 62 a una bomba de evacuación 41, que se controla eléctricamente mediante la línea de control de bomba de evacuación 68. Un sensor de presión de vacío 43 se conecta a un colector de evacuación 62 y produce señales de nivel de presión de vacío mediante el cable de señal de sensor de presión de vacío 52. Un sensor de humedad relativa 61 puede conectarse neumáticamente a un colector de evacuación 62 y puede producir señales analógicas de tensión que se relacionan con la humedad relativa del colector de evacuación 62. Se detectan las señales analógicas de tensión mediante el cable de señal de humedad relativa 61 para controlar el microprocesador 44. Un solenoide de descarga de cámara de convección 57 se conecta al colector de descarga de cámara de convección 64 y se controla por un microprocesador de control 44 mediante la señal de control de válvula de descarga de solenoide de cámara de convección 56. Se conecta una válvula de solenoide de descarga atmosférica 67 al colector de descarga atmosférica 75 y se controla por un microprocesador de control 44 mediante un cable de señal de control de válvula de descarga de solenoide atmosférica 69.

Haciendo referencia a las figuras 6A-6C, se deriva una representación gráfica de la curva de presión de vapor de agua 74 a partir de conversiones de presión de vapor conocidas que relacionan la temperatura del agua 72 y la presión de vacío del aire que rodea el agua 70. Usando el ejemplo representado en la figura 6B, la ebullición de un agua mantenida a una temperatura 81 (aproximadamente 104°F (40°C)) comenzará a una presión de vacío 83 (aproximadamente -27 pulgadas de Hg (-3,6 kPa)). Usando la curva de presión de vapor 74, se determinó una zona de secado de calentamiento y evacuación objetivo o preferida 76 para el secado automático de dispositivos electrónicos portátiles. El límite superior de temperatura de la zona de secado de evacuación 76 puede estar regido por la temperatura a la que los materiales usados para construir el dispositivo electrónico que están secándose comenzarán a deformarse o fundirse. El límite inferior de temperatura de la zona de secado de evacuación 76 puede estar regido por la capacidad de la bomba de evacuación 41 para generar la baja presión o la duración de tiempo requerida para que la bomba de evacuación 41 alcance la baja presión.

Haciendo referencia a la figura 7, se muestra una representación gráfica de la curva de calentamiento de la pletina de conducción calentada 80 que está calentándose hasta un valor de temperatura en el eje de temperatura 85 a lo largo de cierto tiempo representado en el eje de tiempo 87 según una realización de la presente invención. Un dispositivo electrónico portátil que descansa sobre la pletina de conducción calentada 16 se somete a la curva de calentamiento de la pletina de conducción calentada 80 y generalmente se calienta según la curva de calentamiento del dispositivo 82. La curva de calentamiento del dispositivo 82 se representa demorándose en el tiempo debido a la variación en los coeficientes de conducción térmica.

Haciendo referencia ahora a la figura 8, se representa una representación gráfica de la curva de calentamiento de la pletina de conducción calentada 80 con el eje de temperatura 85 a lo largo de cierto tiempo en el eje de tiempo 87 junto con el eje de presión de vacío 92 según otra realización de la presente invención. Como resultado del cambio de la curva de presión de vacío 98 y en virtud del calor latente que se escapa debido a la evaporación de vapor del dispositivo electrónico portátil humedecido, se produce la curva de calentamiento del dispositivo 96.

Cuando se evapora la humedad dentro del dispositivo, el dispositivo se enfriará normalmente debido al calor latente de evaporación. La adición de calor al procedimiento minimiza el enfriamiento del dispositivo y ayuda a mejorar la velocidad a la que se retira la humedad del dispositivo.

Haciendo referencia a la figura 9, se representa una representación gráfica del sensor de humedad relativa 61, representándose de manera gráfica el eje de humedad relativa 102 frente al eje de tiempo de ciclo 87 según una realización de la presente invención. A medida que se vaporiza la humedad en el dispositivo electrónico portátil, la vaporización produce una curva de humedad relativa 100 que se vuelve progresivamente menor y sigue la línea de reducción 106. Los picos de humedad relativa 104 se reducen sucesivamente y se minimizan eventualmente hasta la humedad ambiente 108.

En una realización, el aparato de secado de dispositivos electrónicos 1 funciona de la siguiente manera: se inserta un dispositivo electrónico portátil que se ha humedecido o se ha expuesto a humedad ambiental, en la cámara de convección 4 por la puerta de apertura 22 y se coloca el dispositivo bajo la cámara de vacío 3 que se ha elevado de la pletina de conducción calentada 16. La elevación de la cámara de vacío 3 puede realizarse manualmente o con un mecanismo de elevación. La puerta 22 puede estar articulada encima de la cámara de convección 4.

Para iniciar una operación de ciclo de secado, el usuario pulsa entonces o activa el conmutador de encendido/apagado 19 para encender el aparato de secado 1. Una vez que se enciende el aparato 1, el usuario selecciona, mediante conmutadores de selección de dispositivo de entrada (véanse las figuras 1 y 5) el dispositivo electrónico apropiado para el secado. El microprocesador de control 44 detecta la selección de conmutador del usuario mediante el bus de interfaz de usuario 48 mediante el sondeo de los conmutadores de selección de dispositivo de entrada 11, y posteriormente confirma la selección del usuario iluminando la luz indicadora de selección de dispositivo de entrada 15 apropiada (figura 1) para la selección apropiada. El microprocesador 44 aloja software en una memoria no volátil 45 y se comunica con el código de software por el bus de interfaz de memoria 49.

En una realización de la invención, la memoria 45 contiene algoritmos para los diversos dispositivos electrónicos portátiles que pueden secarse mediante esta invención, conteniendo cada algoritmo unos ajustes específicos de temperatura de pletina de conducción calentada 16, y se selecciona automáticamente el algoritmo correcto para el tipo de dispositivo electrónico insertado en el aparato 1.

En una realización, el microprocesador 44 activa o enciende la pletina de conducción calentada 16 mediante el transistor de control 54 que conmuta las líneas de alimentación positiva y negativa de la fuente de alimentación 53, respectivamente, en los cables de alimentación de calentador 10. Esta conmutación de alimentación hace que el calentador de resistencia de termolámina 21 genere calor mediante el calentamiento de resistencias. El calentador de resistencia de termolámina 21, que está en contacto térmico con (y puede laminarse en) la pletina de conducción calentada 16, comienza a calentarse hasta la temperatura objetivo y a través de, por ejemplo, contacto físico con el dispositivo objeto, permite que fluya calor hacia y dentro del dispositivo mediante conducción térmica. En determinadas realizaciones, la temperatura objetivo para la pletina calentada es de al menos 70°F (21°C) y como máximo 150°F (66°C). En realizaciones adicionales, la temperatura objetivo para la pletina calentada es de al menos aproximadamente 110°F (43,3°C) y como máximo aproximadamente 120°F (48,9°C).

En realizaciones alternativas, se logra el calentamiento de la pletina de conducción calentada 16 de modos alternativos, tales como mediante calentamiento con agua caliente, lámparas infrarrojas, lámparas incandescentes, llama de gas o combustible, lentes de Fresnel, vapor de agua, calor corporal humano, secadores de pelo, materiales fibrosos, o calor producido por rozamiento. Cualquiera de estos métodos de calentamiento producirá el calor necesario para que la pletina de conducción calentada 16 transfiera calor a un dispositivo electrónico portátil.

Durante la operación, el microprocesador 44 sondea el sensor de temperatura de pletina calentada 8 (mediante una línea de señal de sensor de temperatura de pletina calentada 26) y proporciona alimentación a la pletina 16 hasta que la pletina 16 alcanza la temperatura objetivo. Una vez que se alcanza la temperatura objetivo, el microprocesador 44 inicia un temporizador, basándose en variables en la memoria 45 mediante el bus de interfaz de memoria 49, que permite un tiempo suficiente para que la placa de conducción calentada 16 transfiera calor al dispositivo electrónico portátil. En algunas realizaciones, la pletina 16 tiene un perfil de calentamiento de pletina de conducción calentada 80 que lleva un tiempo finito para alcanzar la temperatura objetivo. El perfil de calentamiento 80 (figura 7) es únicamente uno de tales algoritmos, y la temperatura objetivo puede encontrarse en cualquier punto en el eje de temperatura 85. Como resultado de que la pletina de conducción calentada 16 transfiera calor al dispositivo objeto, se genera el perfil de temperatura del dispositivo 82. En general, el perfil de temperatura del dispositivo electrónico portátil 82 sigue el perfil de calentamiento 80 de la pletina de conducción calentada, y puede encontrarse generalmente en cualquier lugar en el eje de temperatura 85. Sin acciones adicionales, el perfil de calentamiento 80 de la pletina de conducción calentada y el perfil de calentamiento 82 del dispositivo electrónico portátil alcanzarán un punto quiescente y mantendrán estas temperaturas durante un tiempo finito a lo largo del tiempo 87. Si se desconectó la alimentación al aparato 1, el perfil de calentamiento 80 de la pletina de conducción calentada y el perfil de calentamiento 85 del dispositivo electrónico portátil se enfriarán según el perfil 84.

Durante el ciclo de calentamiento, la cámara de vacío 3 puede estar en la posición abierta 17 o la posición cerrada 18 tal como se muestra en las figuras 4A y 4B. Cualquier posición tiene poco efecto sobre la transferencia de calor por conducción de la pletina de conducción calentada 16 al dispositivo electrónico portátil.

El ventilador de cámara de convección 9 puede encenderse (mediante la línea de señal de control de ventilador 24

conectada eléctricamente al microprocesador 44) para hacer circular el aire de dentro de la cámara de convección 4 y al exterior de la cámara de vacío 3. El aire dentro de la cámara de convección 4 se calienta, al menos en parte, por el calor irradiado procedente de la pletina de conducción calentada 16. El ventilador de cámara de convección 9 proporciona medios de circulación para el aire dentro de la cámara de convección 4 y ayuda a mantener una temperatura del aire calentado relativamente uniforme dentro de la cámara de convección 4 y rodeando la cámara de vacío 3. El microprocesador 44 puede cerrar la válvula de solenoide de descarga atmosférica 67 enviando una señal eléctrica mediante la línea de señal de control de válvula de solenoide de descarga atmosférica 69.

En una realización de la invención, hay elementos de calentamiento independientes para controlar el calor dentro de la cámara de convección 4. Estos elementos de calentamiento pueden ser calentadores de resistencia eléctrica habituales. En una realización, puede usarse la pletina 16 para calentar la cámara de convección 4 sin la necesidad de un calentador de cámara de convección independiente.

En la operación, el microprocesador 44 señala al usuario, tal como mediante un indicador acústico 20 (figuras 1 y 5), que la pletina de conducción calentada 4 ha alcanzado la temperatura objetivo y puede iniciar una señal acústica en el indicador acústico 20 para que el usuario mueva la cámara de vacío 3 desde la posición abierta 17 hasta la posición cerrada 18 (véanse las figuras 4A y 4B) para iniciar el ciclo de secado. Entonces puede pulsarse un conmutador de arranque-parada 13 o activarse por el usuario, con lo cual el microprocesador 44 detecta esta acción a través del sondeo del bus de interfaz de usuario 48 y envía una señal a la válvula de solenoide de descarga por convección 57 (mediante el cable de señal de control de solenoide de descarga de cámara de convección 56), que cierra entonces la descarga atmosférica 6 a través del colector de descarga atmosférica conectado neumáticamente 64. El cierre de la válvula de solenoide de descarga de cámara de convección 57 garantiza que la cámara de vacío 3 está sellada cuando comienza la evacuación de su aire interior.

Después de calentarse el dispositivo electrónico hasta una temperatura objetivo (o en realizaciones alternativas, cuando la pletina calentada alcanza una temperatura objetivo) y después de un retardo de tiempo opcional, disminuye la presión dentro de la cámara de vacío. En al menos una realización, el microprocesador 44 envía una señal de control al relé de motor 42 (mediante la línea de señal de control de relé de motor 66) para activar la bomba de evacuación 41. El relé de motor 42 alimenta la bomba de evacuación 41 mediante la línea de alimentación de bomba de evacuación 68. Tras la activación, la bomba de evacuación 41 comienza a evacuar el aire de dentro de la cámara de vacío 3 a través del orificio de evacuación 7, que se conecta neumáticamente al colector de evacuación 62. El microprocesador 44 puede presentar visualmente el tiempo transcurrido en un temporizador de visualización 14 (figura 1). A medida que avanza la evacuación de aire dentro de la cámara de vacío 3, la superficie de sellado de cámara de vacío 31 comprime la junta tórica de sellado 5 de la cámara de vacío contra la superficie de la pletina de conducción calentada 16 para proporcionar un sello hermético. El colector de evacuación 62 se conecta neumáticamente al sensor de presión de vacío 43, que dirige señales analógicas de presión de vacío al microprocesador 44 mediante la línea de señal de presión de vacío 52 con fines de monitorización y control según el algoritmo apropiado para el dispositivo electrónico particular que esté procesándose.

A medida que se evacua aire, el microprocesador 44 sondea la temperatura de la pletina de conducción calentada 16, el sensor de presión de evacuación de cámara de vacío 43 y el sensor de humedad relativa 61, mediante la línea de señal de temperatura 26, la línea de señal de presión de vacío 52 y la línea de señal de humedad relativa 65, respectivamente. Durante este proceso de evacuación, el punto de presión de vapor de, por ejemplo, el agua presente en la superficie de componentes dentro del dispositivo electrónico portátil sigue la curva de presión de vapor conocida 74 tal como se muestra en las figuras 6A-6C. En algunas realizaciones, los algoritmos del microprocesador 44 tienen de variables presión de vacío y temperatura objetivo que se encuentran dentro de, por ejemplo, una zona objetivo de secado a vacío preferida 76. La zona objetivo de secado a vacío 76 proporciona evaporación de agua a menores temperaturas basándose en la presión reducida dentro de la cámara 4. El microprocesador 44 puede monitorizar la presión (mediante el sensor de presión de vacío 43) y humedad relativa (mediante el sensor de humedad relativa 61), y controlar el procedimiento de secado, por consiguiente.

A medida que disminuye la presión dentro de la cámara, se reducirá normalmente la temperatura del dispositivo electrónico, debido al menos en parte al escape de calor latente de evaporación y a que se elimina el vapor a través del colector de evacuación 62, a pesar de que la pletina calentada (o cualquier tipo de componente que esté usándose para aplicar calor) se mantiene a una temperatura constante. La reducción de presión también hará que aumente la humedad relativa, que se detectará por el sensor de humedad relativa 61 que se conecta neumáticamente al colector de evacuación 62.

Después de haber disminuido la presión dentro de la cámara, aumenta de nuevo. Esto puede producirse después de una duración de tiempo predeterminada o después de detectarse un estado particular (tal como que la humedad relativa alcanza o se aproxima a un valor de estado estacionario). El aumento de presión puede lograrse al enviar el microprocesador 44 una señal a la válvula de solenoide de descarga de cámara de convección 57 y la válvula de solenoide de descarga atmosférica 67 (mediante la señal de control de válvula de solenoide de descarga de cámara de convección 56 y la señal de control de válvula de solenoide atmosférica 69) para que se abran. Esto hace que entre aire, que puede ser aire ambiental, en la válvula de solenoide de control atmosférico 67, y se descargue de ese modo a la cámara de convección 4. La apertura de la válvula de solenoide de descarga por convección 57, que puede producirse simultáneamente con la apertura de la válvula de solenoide de descarga de cámara de convección

57 y/o la válvula de solenoide de descarga atmosférica 67, permite que el aire calentado dentro de la cámara de convección 4 se introduzca en la cámara de vacío 3 mediante la bomba de vacío 41. Llega a introducirse aire atmosférico (por ejemplo, aire ambiente) debido a que la bomba de evacuación 41 permanece encendida e introduciendo aire atmosférico en la cámara de vacío 3 mediante el colector de descarga atmosférica 64 y el colector de evacuación 62.

Después de haberse reducido la humedad relativa (tal como se detecta opcionalmente a través de un sensor de humedad relativa 61 y una señal de realimentación de sensor de humedad relativa enviada por la línea de realimentación de sensor de humedad relativa 65 al microprocesador 44), la válvula de solenoide de descarga de cámara de convección 57 y la válvula de solenoide atmosférica 67 pueden cerrarse, tal como mediante la señal de control de válvula de solenoide de descarga de cámara de convección 56 y la señal de control de válvula de solenoide atmosférica 69, y la presión dentro de la cámara de vacío disminuye de nuevo.

Esta secuencia puede producir una curva de perfil de cámara de evacuación 98 (figuras 8B y 8C) que puede repetirse basándose en el algoritmo seleccionado y controlarse bajo el control de software del microprocesador 44. Los ciclos repetidos de vacío (que pueden realizarse con calentamiento constante) hacen que se evapore el agente humectante y se fuerza a que pase de un estado líquido a un estado gaseoso. Este estado gaseoso del agua permite que el vapor de agua resultante se escape a través de las trayectorias tortuosas del dispositivo electrónico, a través de las que no puede escapar por lo demás el agua líquida.

En al menos una realización, el microprocesador 44 detecta picos de humedad relativa 104 (representados en la figura 9), tal como usando un algoritmo de software que determina los picos al detectar una disminución o ausencia de la velocidad a la que cambia la humedad relativa. Cuando se detecta un pico de humedad relativa 104, la presión dentro de la cámara de vacío aumentará (tal como descargando la cámara de vacío), y la humedad relativa disminuirá. Una vez que la humedad relativa alcanza una humedad relativa mínima 108 (que puede detectarse mediante un algoritmo de software similar al algoritmo descrito anteriormente), puede iniciarse otro ciclo disminuyendo la presión dentro de la cámara de vacío.

Haciendo referencia ahora a las figuras 8A y 8C, la flecha de representación gráfica direccional de curva de respuesta 96A resulta generalmente de la ganancia de calor cuando el sistema está en un modo de recuperación de aire de purga, que permite que el dispositivo electrónico tenga una ganancia de calor. La flecha de representación gráfica direccional de curva de respuesta 96B resulta generalmente del calor latente de evaporación cuando el sistema está en el modo de secado a vacío. A medida que se realizan ciclos consecutivos, la temperatura 96 del dispositivo electrónico tenderá a aumentar gradualmente, y los cambios de temperatura entre ciclos sucesivos tenderán a disminuir.

En algunas realizaciones, el microprocesador 44 continúa este calentamiento y evacuación repetidos o cíclicos de la cámara de vacío 3, produciendo una curva de respuesta de humedad relativa 100 (figura 9). Esta curva de respuesta de humedad relativa 100 puede monitorizarse por el algoritmo de software con máximos cíclicos 104 y mínimos cíclicos 108 de humedad relativa almacenados en registros dentro del microprocesador 44. En realizaciones alternativas, los máximos 104 y mínimos 108 de humedad relativa seguirán normalmente un perfil de secado de humedad relativa 106A y 106B y se minimizan de manera asintótica a lo largo del tiempo hasta los mínimos 109 y 110. A través de uno o más ciclos de calentamiento 96 y ciclos de evacuación 98 sucesivos, tal como se ilustra en la figura 8, se seca el dispositivo electrónico portátil dispuesto dentro de la cámara de vacío 3. Los algoritmos de control dentro del microprocesador 44 pueden determinar cuándo la diferencia entre el máximo de humedad relativa 104 y el mínimo de humedad relativa 108 está dentro de una tolerancia especificada para justificar la desactivación o detención de la bomba de vacío 41.

El sistema puede detener automáticamente la realización de ciclos de secado consecutivos cuando se alcanzan uno o más criterios. Por ejemplo, el sistema puede detener la realización de ciclos de secado consecutivos cuando se aproxima a un parámetro que cambia a medida que se seca el dispositivo o se alcanza un valor final o de estado estacionario. En una realización de ejemplo, el sistema detiene automáticamente la realización de ciclos de secado consecutivos cuando la humedad relativa se encuentra por debajo de un determinado nivel o se aproxima (o alcanza) un valor de estado estacionario. En otra realización de ejemplo, el sistema detiene automáticamente la realización de ciclos de secado consecutivos cuando la diferencia entre la humedad relativa máxima y mínima en un ciclo se encuentra por debajo de un determinado nivel. En todavía otra realización de ejemplo, el sistema detiene automáticamente la realización de ciclos de secado consecutivos cuando la temperatura 96 del dispositivo electrónico se aproxima a o alcanza un valor de estado estacionario.

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 1 y 5, el microprocesador 44 puede conectarse de manera remota a Internet mediante, por ejemplo, un conector a Internet por módem RJ11 12 que se integra en la interfaz por módem 46. Por tanto, el microprocesador 44 puede enviar una señal por Internet o teléfono mediante la interfaz de Internet por módem 46 y el conector a Internet de RJ11 12 para señalar al usuario que el ciclo de procesamiento se ha completado y el dispositivo electrónico se ha secado suficientemente.

Por tanto, pueden lograrse el calentamiento por conducción y secado a vacío simultáneos y adaptarse a dispositivos electrónicos específicos basándose en materiales de construcción de componentes electrónicos portátiles para

secar, sin daño, los diversos tipos de dispositivos electrónicos que hay en el mercado actual.

En realizaciones alternativas, puede conectarse un desecador opcional 63 (figura 5) al colector de evacuación 62 aguas arriba de la bomba de evacuación 41. Una ubicación de ejemplo para el desecador 63 es aguas abajo del sensor de humedad relativa 61 y aguas arriba de la bomba de evacuación 41. Cuando se incluye, el desecador 63 puede absorber la humedad en el aire procedente de la cámara de vacío 3 antes de que la humedad alcance la bomba de evacuación 41. En algunas realizaciones, el desecador 63 puede ser un cartucho reemplazable o un desecador de tipo regenerativo.

En realizaciones en las que la bomba de evacuación es del tipo que usa aceite, puede haber una tendencia a que el aceite en una bomba de evacuación elimine (o absorba) agua del aire, lo que puede conducir al atrapamiento de agua en la bomba de evacuación, la descomposición prematura del aceite en la bomba de evacuación, y/o el fallo prematuro de la propia bomba de evacuación. En realizaciones en las que la bomba de evacuación es del tipo sin aceite, condiciones de alta humedad ambiental también pueden conducir al fallo prematuro de la bomba. Como tales, pueden reconocerse las ventajas de retirar agua (o posiblemente otros constituyentes del aire) del aire con el desecador 63 antes de que el aire alcance la bomba de evacuación 41.

Aunque muchas de las realizaciones anteriores describen aparatos y métodos de secado que se controlan automáticamente, otras realizaciones incluyen aparatos y métodos de secado que se controlan manualmente. Por ejemplo, en una realización un usuario controla la aplicación de calor al dispositivo humedecido, la aplicación de un vacío al dispositivo humedecido, y la liberación del vacío al dispositivo humedecido.

Se representa en la figura 10 un aparato de secado, por ejemplo, un aparato de secado automático de dispositivos electrónicos portátiles 200, según otra realización de la presente invención. Muchas características y componentes del aparato de secado 200 son similares a las características y los componentes del aparato de secado 1, usándose los mismos números de referencia para indicar características y componentes que son similares entre las dos realizaciones. El aparato de secado 200 incluye un elemento de desinfección, tal como luz ultravioleta (UV) germicida 202, que puede, por ejemplo, destruir gérmenes. La luz 202 puede montarse en el interior de la cámara de convección 4 y controlarse mediante una señal de control de luz UV germicida 204. En una realización, la luz UV germicida 202 se monta en la parte interior de la cámara de convección 4 y la parte exterior de la cámara de vacío 3, emitiéndose la radiación UV mediante luz germicida 202 y pasando a través de la cámara de vacío 3, que puede fabricarse a partir de un material transmisor para luz UV (siendo un ejemplo el plástico acrílico). En una realización alternativa, la luz UV germicida 202 se monta en la parte interior de la cámara de vacío 3, lo que puede tener beneficios en realizaciones en las que la cámara de vacío 3 se fabrica a partir de un material no transmisor para luz UV.

En una realización, el funcionamiento del aparato de secado 200 es similar al funcionamiento del aparato de secado 1 tal como se describió anteriormente con los siguientes cambios y aclaraciones. El microprocesador 44 envía una señal de control a través de la línea de control de lámpara UV germicida 204 y enciende la lámpara UV germicida 202, lo que puede producirse en o cerca de la activación de la pletina de conducción calentada 16 por el microprocesador 44. En una realización, la lámpara UV germicida 202 emitirá entonces ondas UV aproximadamente a la longitud de onda de 254 nm, que pueden penetrar en la cámara de vacío 3, particularmente en realizaciones en las que la cámara de vacío 3 se fabrica a partir de plástico transparente en una realización.

Todavía en realizaciones adicionales, uno o más de los desecadores 218 pueden aislarse del colector de evacuación 62, lo que puede tener ventajas cuando se realiza un mantenimiento periódico o se realizan ciclos de mantenimiento automatizados del aparato de secado. Como ejemplo, la realización representada en las figuras 11-13 incluye válvulas (por ejemplo, las válvulas de solenoide de purga de 3 vías 210 y 212) que pueden conectar y desconectar selectivamente el desecador 218 del colector de evacuación 62. La válvula de solenoide 210 se sitúa entre el sensor de humedad relativa 61 y el desecador 218, y la válvula de solenoide 212 se sitúa entre el desecador 218 y el sensor de vacío 43. En la realización ilustrada, las válvulas de purga de aire de 3 vías 210 y 212 tienen sus orificios de distribución comunes conectados neumáticamente al desecador 218. Esta conexión de orificios comunes proporciona el aislamiento simultáneo del desecador 218 del colector de salida 62 y la desconexión del colector de salida 62 y la bomba de vacío 41. Esta desconexión impide que la humedad de la cámara de vacío 3 alcance la bomba de vacío 41 mientras que está regenerándose el desecador 63. El funcionamiento de esta realización es similar a la realización descrita en relación con la figura 5 con los siguientes cambios y aclaraciones.

Pueden incluirse un calentador de desecador opcional 220 y una bomba de purga de aire de desecador opcional 224. Aunque el desecador 218 se aísla del colector de evacuación 62 y la bomba de vacío 41, el desecador 218 puede calentarse por el calentador de desecador 220 sin afectar al colector de vacío 62 y conjuntos de circuitos de vacío neumáticos asociados. A medida que se calienta el desecante en el interior del desecador 218, por ejemplo hasta una temperatura objetivo, para eliminar por cocción la humedad absorbida, la bomba de purga 224 puede modular (por ejemplo, según un algoritmo de control de mantenimiento con un perfil de tiempo y/o temperatura recomendado ordenado por el microprocesador 44) para ayudar en la retirada de humedad del desecante 218. En determinadas realizaciones, la temperatura objetivo para el calentador de desecador es de al menos 200°F (93,3°C) y como máximo 300°F (148,9°C). En realizaciones adicionales, la temperatura objetivo para el calentador de desecador es de aproximadamente 250°F (121,1°C).

A medida que se modula la bomba de purga 224, se fuerza aire atmosférico a lo largo de la trayectoria de aire 235, a través del desecante alojado en el interior del desecador 218, y se retira por insuflación el aire cargado de humedad a través del orificio atmosférico 238. Puede incluirse un ventilador de enfriamiento de desecador opcional 222 (y opcionalmente modularse por el microprocesador 44) para reducir la temperatura del desecante en el interior del desecador 218 hasta una temperatura adecuada para que el desecante absorba humedad en vez de emitir humedad.

Cuando se inicia el ciclo de secado según una realización, se cierra la descarga atmosférica 6 y el microprocesador 44 envía señales de control mediante la línea de control de solenoide de purga de aire de 3 vías 214 a las válvulas de solenoide de purga de 3 vías 210 y 212. Esta operación cierra las válvulas de solenoide de purga de 3 vías 210 y 212 y permite que la bomba de vacío 41 se conecte neumáticamente al colector de evacuación 62. Esta conexión neumática permite que el aire evacuado fluya a lo largo de la trayectoria direccional de aire 215, a través del colector de evacuación 62 y a través del desecador 218 antes de alcanzar la bomba de vacío 41. Una ventaja que puede reconocerse al retirar humedad del aire evacuado antes de alcanzar la bomba de vacío 41 es una disminución drástica de la tasa de fallos de la bomba de vacío 41.

Después de que el algoritmo del microprocesador 44 detecte que el dispositivo electrónico portátil está seco, el microprocesador 44 puede señalar al sistema que entre en un modo de mantenimiento. Puede apagarse la luz UV germicida 202 mediante la línea de control de luz UV germicida 204 del microprocesador 44. El microprocesador 44 alimenta el calentador de desecador 220 mediante una señal de control de relé de alimentación de calentador de desecador 166 y el relé de alimentación de calentador de desecador 228. La señal de control 226 es la señal de control para el relé 228. Pueden tomarse muestras de la temperatura del desecador 218 por el microprocesador 44 mediante una sonda de temperatura de desecador 230, y el calentamiento del desecador 218 puede controlarse a una temperatura especificada a la que comienza la eliminación por cocción de la humedad en el desecante alojado en el desecador 218. Las válvulas de solenoide de purga de 3 vías 210 y 212 pueden conmutarse eléctricamente mediante la línea de control de solenoide de purga de aire de 3 vías 202 cuando se determina que se ha producido suficiente secado, lo que puede producirse en un tiempo finito especificado por el algoritmo de mantenimiento del microprocesador 44. La bomba de purga de aire 224 puede encenderse entonces por el microprocesador 44 mediante la señal de control de bomba de purga de aire 232 para hacer pasar el aire cargado de humedad a través del desecador 218 y hacia el orificio de descarga atmosférica 238. El microprocesador 44 puede usar un temporizador en el algoritmo de mantenimiento para calentar y purgar el aire cargado de humedad durante un tiempo finito. Una vez que se completa el ciclo de mantenimiento opcional, el microprocesador 44 puede activar el ventilador de enfriamiento de desecador 222 para enfriar el desecador 218. El microprocesador 44 puede desactivar entonces la bomba de purga de aire 224 para preparar el sistema para el secado y la desinfección opcional de otro dispositivo electrónico.

Haciendo referencia ahora a la figura 12, el desecador 218 se muestra con un calentador de desecador 220, un sensor de temperatura de desecador 230, un ventilador de enfriamiento de desecador 222 y las válvulas de solenoide de purga de aire de desecador 210 y 212. La bomba de vacío 41 se conecta al colector de evacuación 62 y la bomba de purga de aire 224 se conecta neumáticamente a una válvula de solenoide de purga de aire 212 mediante el colector de purga de aire 240. Las válvulas de solenoide de purga de aire de tres vías 210 y 212 se representan en el estado para permitir un vacío a través del desecador 218 tal como se muestra mediante la trayectoria direccional de aire.

Haciendo referencia a la figura 13, las válvulas de solenoide de purga de 3 vías de desecador 210 y 212 se representan en un estado de mantenimiento, que permite el flujo de aire desde la bomba de purga de aire 224 que se hace pasar "hacia atrás" a lo largo de la dirección 235 a través del desecador y hacia fuera mediante el orificio de aire purgado 238. La bomba de purga de aire 224 puede hacer que fluya aire a presión a lo largo de la trayectoria direccional de aire 235. Esta trayectoria direccional preferida de aire atmosférico permite que el desecante ceda humedad en un estado aislado neumáticamente e impide que entre humedad en la bomba de purga de aire 224, lo que podría producirse si la bomba de purga de aire fuese a introducir aire a través del desecador 218. La bomba de purga 224 puede continuar insuflando aire en la trayectoria direccional 235 durante un tiempo recomendado en el algoritmo de control de mantenimiento del microprocesador 44. En una realización, se incorpora un sensor de humedad relativa en línea similar al sensor de humedad relativa 61 para detectar cuándo está suficientemente seco el desecador 218.

Tal como se describió anteriormente en al menos una realización, el colector de evacuación 62 se desconecta de la bomba de vacío 41 cuando el desecador 218 se desconecta del colector de evacuación 62. No obstante, realizaciones alternativas incluyen un colector de evacuación 62 que permanece conectado neumáticamente con la bomba de vacío 41 cuando el desecador 218 se desconecta del colector de evacuación 62. Esta configuración puede ser útil en situaciones en las que el desecador 218 puede estar bloqueando el flujo de aire, tal como cuando el desecador 218 presenta un mal funcionamiento, y todavía se desea que funcione el aparato de secado 200.

En algunas realizaciones, se realizan automáticamente todas las acciones descritas anteriormente de modo que un usuario puede colocar simplemente un dispositivo electrónico en la ubicación apropiada y activar el dispositivo de secado para hacer que el dispositivo de secado retire humedad del dispositivo electrónico.

El microprocesador 44 puede ser un microcontrolador, un microprocesador de uso general, o generalmente cualquier tipo de controlador que puede realizar las funciones de control requeridas. El microprocesador 44 puede leer su programa de la memoria 45, y puede componerse de uno o más componentes configurados como una sola unidad. Alternativamente, cuando es de una forma multicomponente, el procesador 44 puede tener uno o más componentes ubicados de manera remota con relación a otros. Uno o más componentes del procesador 44 pueden ser de la variedad electrónica, incluyendo conjuntos de circuitos digitales, conjuntos de circuitos analógicos, o ambos. En una realización, el procesador 44 es de una disposición convencional, de microprocesador de circuito integrado, tal como uno o más procesadores CORE i7 HEXA de INTEL Corporation (450 Mission College Boulevard, Santa Clara, California 95052, EE.UU.), procesadores ATHLON o PHENOM de Advanced Micro Devices (One AMD Place, Sunnyvale, California 94088, EE. UU.), procesadores POWER8 de IBM Corporation (1 New Orchard Road, Armonk, New York 10504, EE.UU.), o microcontroladores PIC de Microchip Technologies (2355 West Chandler Boulevard, Chandler, Arizona 85224, EE.UU.). En realizaciones alternativas, pueden usarse uno o más circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC), procesadores de computación con conjunto de instrucciones reducidas (RISC), microprocesadores de uso general, redes lógicas programables, u otros dispositivos solos o en combinación tal como se les ocurrirá a los expertos en la técnica.

Asimismo, la memoria 45 en diversas realizaciones incluye uno o más tipos, tales como una memoria electrónica de estado sólido, una memoria magnética o una memoria óptica, por nombrar algunas. A modo de ejemplo no limitativo, la memoria 45 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM) electrónica de estado sólido, una memoria accesible de manera secuencial (SAM) (tal como la variedad primero en entrar, primero en salir (FIFO) o la variedad último en entrar, primero en salir (LIFO)), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable eléctricamente (EPROM), o una memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM); una memoria de disco óptico (tal como un DVD o CD-ROM grabable, reescribible o de solo lectura); un disco duro codificado magnéticamente, un disquete, una cinta o un medio de cartucho; o una pluralidad y/o combinación de estos tipos de memoria. Además, la memoria 45 puede ser volátil, no volátil, o una combinación híbrida de variedades volátil y no volátil. La memoria 45 en diversas realizaciones se codifica con instrucciones de programación ejecutables por el procesador 44 para realizar los métodos automatizados dados a conocer en el presente documento.

Diversos aspectos de diferentes realizaciones de la presente divulgación se expresan en los párrafos X1, X2, X3, X4, X5, X6 y X7 de la siguiente manera:

X1. Una realización de la presente divulgación incluye un aparato de secado de dispositivos electrónicos para el secado de componentes electrónicos dañados por agua o dañados por otro agente humectante que comprende: unos medios de pletina de conducción calentada; unos medios de cámara de vacío; unos medios de bomba de evacuación; unos medios de horno de convección; unos medios de control de válvula de solenoide; un sistema controlado por microprocesador para controlar automáticamente el calentamiento y la evacuación; unos medios de sensor de vacío; unos medios de sensor de humedad ambiental; y una red de conmutadores para la selección de algoritmos.

X2. Otra realización de la presente divulgación incluye un método, que comprende: colocar un dispositivo electrónico portátil que se ha vuelto al menos parcialmente inoperativo debido a la entrada de humedad en una cámara de baja presión; calentar el dispositivo electrónico; disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión; retirar humedad de la parte interior del dispositivo electrónico portátil a la parte exterior del dispositivo electrónico portátil; aumentar la presión dentro de la cámara de baja presión después de dicha disminución de la presión; igualar la presión dentro de la cámara de baja presión con la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión; y retirar el dispositivo electrónico portátil de la cámara de baja presión.

X3. Otra realización de la presente divulgación incluye un aparato, que comprende: una cámara de baja presión que define una parte interior, teniendo la cámara de baja presión una parte interior dimensionada y configurada para la colocación de un dispositivo electrónico en la parte interior y la retirada de un dispositivo electrónico de la parte interior; una bomba de evacuación conectada a la cámara; un calentador conectado a la cámara; y un controlador conectado a la bomba de evacuación y al calentador, controlando el controlador la retirada de humedad del dispositivo electrónico mediante el control de la bomba de evacuación para disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión y controlando el funcionamiento del calentador para añadir calor al dispositivo electrónico.

X4. Otra realización de la presente divulgación incluye un dispositivo para retirar humedad de un dispositivo electrónico, sustancialmente tal como se describe en el presente documento con referencia a las figuras adjuntas.

X5. Otra realización de la presente divulgación incluye un método de retirada de humedad de un dispositivo electrónico, sustancialmente tal como se describe en el presente documento con referencia a las figuras adjuntas.

X6. Otra realización de la presente divulgación incluye un método de fabricación de un dispositivo, sustancialmente tal como se describe en el presente documento, con referencia a las figuras adjuntas.

X7. Otra realización de la presente divulgación incluye un aparato, que comprende: medios para calentar un dispositivo electrónico; medios para reducir la presión dentro del dispositivo electrónico; y medios para detectar

ES 2 709 693 T3

cuándo se ha retirado una cantidad suficiente de humedad del dispositivo electrónico.

Aún otras realizaciones incluyen las características descritas en cualquiera de las afirmaciones previas X1, X2, X3, X4, X5, X6 y X7, combinadas con uno o más de los siguientes aspectos:

Unos medios de desecador regenerativo para secar automáticamente desecante.

- 5 Unos medios de lámpara UV germicida para desinfectar dispositivos electrónicos portátiles.

En los que dicha pletina de conducción calentada se compone de un calentador de termolámina laminado en una pletina de conducción metálica.

En los que dicho calentador de termolámina de pletina de conducción calentada es de entre 25 vatios y 1000 vatios.

En los que dicha pletina de conducción calentada utiliza un sensor de realimentación de temperatura.

- 10 En los que el área superficial de dicha pletina de conducción calentada es de entre 4 pulgadas cuadradas (6,45 centímetros cuadrados) y 1500 pulgadas cuadradas (9677,4 centímetros cuadrados).

En los que dicha pletina de conducción calentada también se usa como calentador de horno de convección para calentar la parte exterior de una cámara de vacío.

- 15 En el que dicho horno de convección se usa para calentar la parte exterior de una cámara de vacío para minimizar la condensación de cámara de vacío interna una vez que se produce vaporización.

En los que dicha cámara de vacío se fabrica de un material adecuado para vacío tal como plástico, metal o vidrio.

En los que dicha cámara de vacío se construye de tal manera que resiste presiones de vacío de hasta 30 pulgadas de mercurio (101,6 kPa) por debajo de la presión atmosférica.

En los que el volumen de dicha cámara de vacío es de entre 0,25 litros y 12 litros.

- 20 En los que dicha bomba de evacuación proporciona una presión de vacío mínima de 19 pulgadas de mercurio (64,3 kPa) por debajo de la presión atmosférica.

En los que dichas válvulas de solenoide tienen un diámetro de orificio de entre 0,025 pulgadas (0,635 mm) y 1,000 pulgadas (25,4 mm).

- 25 En los que dicha válvula de solenoide se usa para proporcionar una trayectoria para que el aire atmosférico intercambie aire calentado por horno de convección.

En el que dicho controlador de microprocesador utiliza algoritmos almacenados en la memoria para un secado a vacío controlado.

En el que dicho sensor de humedad relativa se conecta neumáticamente a una cámara de vacío y se usa para tomar muestras de humedad relativa en tiempo real.

- 30 En el que dicho controlador de microprocesador utiliza máximos y mínimos de humedad relativa para un secado a vacío controlado.

En el que dicho controlador de microprocesador controla automáticamente la temperatura de conducción calentada, presión de vacío y los tiempos de ciclo.

- 35 En el que dicho controlador de microprocesador utiliza un sensor de presión, un sensor de temperatura y un sensor de humedad relativa como realimentación para el secado a vacío calentado.

En el que dicho controlador de microprocesador registra datos de rendimiento y puede transmitirlos por una interfaz de Internet por módem.

En el que dicha red de conmutadores para la selección de algoritmos proporciona un método de control simplista.

- 40 En el que dicho desecador regenerativo se calienta mediante calentadores de termolámina externos de entre 25 W y 1000 W.

En el que dicho desecador regenerativo utiliza una señal de temperatura y ventilador para permitir un control preciso de temperatura de circuito cerrado para la cocción del desecante.

En el que dicho desecador regenerativo utiliza válvulas neumáticas de 3 vías para aislar neumáticamente y conmutar la trayectoria y dirección de flujo de aire para purgar dicho desecador.

- 45 En el que dicha luz UV germicida emite radiación UV a una longitud de onda de 254 nm y un intervalo de potencia

ES 2 709 693 T3

- de entre 1 W y 250 W para proporcionar una radiación UV adecuada para desinfectar dispositivos electrónicos portátiles.
- En el que dicha luz UV germicida desinfecta dispositivos electrónicos portátiles desde entre 1 minuto y 480 minutos.
- 5 En el que dicho desecador regenerativo se calienta desde 120°F (48,9°C) hasta 500°F (260°C) para proporcionar un medio de secado.
- En el que dicho desecador regenerativo se calienta desde entre 5 minutos y 600 minutos para proporcionar un amplio tiempo de secado.
- En los que dicha pletina de conducción calentada se calienta entre 70°F (21°C) y 200°F (93,3°C) para reintroducir calor como compensación por la pérdida debida a la pérdida de calor latente de evaporación.
- 10 En el que dicho controlador de microprocesador registra datos de rendimiento y puede transmitir y recibir datos de rendimiento y actualizaciones de software de manera inalámbrica por una red inalámbrica celular.
- En el que dicho controlador de microprocesador registra datos de rendimiento y puede imprimir los resultados en una impresora inalámbrica de protocolo de Internet o una impresora instalada localmente.
- 15 En el que dicha colocación incluye colocar el dispositivo electrónico portátil sobre una pletina, y dicho calentamiento incluye calentar la pletina hasta al menos aproximadamente 110°F (43,3°C) y como máximo aproximadamente 120°F (48,9°C).
- En el que dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos aproximadamente 28 pulgadas de Hg (94,8 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara.
- 20 En el que dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos aproximadamente 30 pulgadas de Hg (101,6 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara.
- En el que dicha colocación incluye colocar el dispositivo electrónico portátil sobre una pletina, dicho calentamiento incluye calentar la pletina hasta al menos aproximadamente 110°F (43,3°C) y como máximo aproximadamente 120°F (48,9°C), y dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos aproximadamente 28 pulgadas de Hg (94,8 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara.
- 25 En el que dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión se repiten de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil.
- Controlar automáticamente dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida según al menos un criterio predeterminado.
- Detectar cuándo se ha retirado una cantidad suficiente de humedad del dispositivo electrónico.
- 30 Detener la disminución de la presión y el aumento de la presión de manera repetida después de dicha detección.
- Medir la humedad relativa dentro de la cámara.
- Aumentar la presión en la cámara después de haberse disminuido la humedad relativa y haberse ralentizado la velocidad de disminución de la humedad relativa.
- 35 En el que dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión se repiten de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil.
- En el que comienza dicha disminución de la presión cuando ha aumentado la humedad relativa y se ha ralentizado la velocidad de aumento de la humedad relativa.
- 40 En el que se detienen dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida una vez que la diferencia entre un máximo de humedad relativa y un mínimo de humedad relativa secuenciales está dentro de una tolerancia predeterminada.
- En el que se detienen dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida una vez que la humedad relativa dentro de la cámara alcanza un valor predeterminado.
- Disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión usando una bomba.
- Retirar humedad del gas que se extrae de la cámara con una bomba antes de que el gas alcance la bomba.
- 45 En el que dicha retirada de humedad incluye retirar humedad usando un desecador que contiene desecante.
- Retirar humedad del desecante.

Aislar el desecante de la bomba antes de dicha retirada de humedad del desecante.

Invertir el flujo de aire a través del desecador mientras se retira humedad del desecante.

Calentar el desecante durante dicha retirada de humedad del desecante.

5 En el que dicho calentamiento incluye calentar el desecante hasta al menos 200°F (93,3°C) y como máximo 300°F (148,9°C).

En el que dicho calentamiento incluye calentar el desecante hasta aproximadamente 250°F (121,1°C).

En el que el controlador controla la bomba de evacuación para disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión varias veces, y en el que la presión dentro de la cámara de baja presión aumenta entre disminuciones sucesivas de presión.

10 Un sensor de humedad ambiental conectado a la cámara de baja presión y al controlador, en el que el controlador controla la bomba de evacuación para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de humedad ambiental.

15 En el que el controlador controla la bomba de evacuación para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión cuando la velocidad a la que cambia la humedad relativa disminuye o es aproximadamente cero.

En el que el controlador controla la bomba de evacuación para que comience a disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión cuando la velocidad a la que cambia la humedad relativa disminuye o es aproximadamente cero.

20 En el que el sensor de humedad ambiental detecta valores máximo y mínimo de humedad relativa a medida que la bomba de evacuación disminuye la presión dentro de la cámara de baja presión varias veces, y en el que el controlador determina que el dispositivo está seco cuando la diferencia entre valores de humedad relativa máximo y mínimo sucesivos es igual a o menor que un valor predeterminado.

25 Una válvula conectada a la cámara de baja presión y al controlador, en el que la presión dentro de la cámara de baja presión aumenta entre disminuciones sucesivas de presión debido al menos en parte a que el controlador controla la válvula para aumentar la presión.

En el que el controlador controla la válvula para aumentar presión dentro de la cámara de baja presión aproximadamente al mismo tiempo que el controlador controla la bomba de evacuación para detener la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión.

30 En el que el controlador controla la válvula para igualar la presión entre la parte interior de la cámara de baja presión y la parte exterior de la cámara de baja presión.

Un sensor de temperatura conectado al calentador y al controlador, en el que el controlador controla el calentador para mantener una temperatura predeterminada basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de presión.

35 Un sensor de presión conectado a la cámara de baja presión y al controlador, en el que el controlador controla la bomba de evacuación para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de presión.

En el que el calentador incluye una pletina con la que el dispositivo electrónico está en contacto directo durante la retirada de humedad del dispositivo electrónico.

Desinfectar el dispositivo electrónico.

40 Una lámpara UV para desinfectar el dispositivo electrónico.

45 Aunque los ejemplos ilustrados, realizaciones representativas y formas específicas de la invención se han ilustrado y descrito con detalle en los dibujos y la descripción anterior, los mismos han de considerarse ilustrativos y no restrictivos o limitativos. Pueden usarse características de una realización en combinación con características de otras realizaciones tal como entenderá un experto habitual en la técnica, ya se describa o no de manera explícita tal cual. Se han mostrado y descrito realizaciones a modo de ejemplo, y se desea proteger todos los cambios y modificaciones que se encuentren dentro del alcance de la invención reivindicada.

REIVINDICACIONES

1. Método, que comprende:
 - colocar un dispositivo electrónico portátil que se ha vuelto al menos parcialmente inoperativo debido a la entrada de humedad en una cámara de baja presión (3);
 - 5 calentar el dispositivo electrónico portátil;
 - disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión (3);
 - retirar humedad de la parte interior del dispositivo electrónico portátil a la parte exterior del dispositivo electrónico portátil;
 - aumentar la presión dentro de la cámara de baja presión (3) después de dicha disminución de la presión;
 - 10 igualar la presión dentro de la cámara de baja presión (3) con la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión (3); y
 - retirar el dispositivo electrónico portátil de la cámara de baja presión (3), caracterizado por que el método comprende:
 - 15 (i) medir la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión (3); y aumentar la presión después de haberse disminuido la humedad relativa y haberse ralentizado la velocidad de disminución de la humedad relativa; o
 - (ii) medir la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión (3);
 - 20 en el que se repiten dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil; y en el que comienza dicha disminución de la presión cuando ha aumentado la humedad relativa y se ha ralentizado la velocidad de aumento de la humedad relativa; o
 - (iii) medir la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión (3);
 - 25 en el que se repiten dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil; y en el que se detienen dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida una vez que la diferencia entre un máximo de humedad relativa y un mínimo de humedad relativa secuenciales está dentro de una tolerancia predeterminada; o
 - (iv) medir la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión (3);
 - 30 en el que se repiten dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil; y en el que se detienen dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida una vez que la humedad relativa dentro de la cámara de baja presión (3) alcanza un valor predeterminado.
2. Método según la reivindicación 1, en el que:
 - 35 (i) dicha colocación incluye colocar el dispositivo electrónico portátil sobre una pletina (16), y dicho calentamiento incluye calentar la pletina (16) hasta al menos 110°F (43,3°C) y como máximo 120°F (48,9°C); o
 - (ii) dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos 28 pulgadas de Hg (94,8 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión (3); o
 - 40 (iii) dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos 30 pulgadas de Hg (101,6 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión (3); o
 - (iv) dicha colocación incluye colocar el dispositivo electrónico portátil sobre la pletina (16), dicho calentamiento incluye calentar la pletina (16) hasta al menos 110°F (43,3°C) y como máximo 120°F (48,9°C), y dicha disminución de la presión incluye disminuir la presión hasta al menos 28 pulgadas de Hg (94,8 kPa) por debajo de la presión en la parte exterior de la cámara de baja presión (3).
 - 45
3. Método según la reivindicación 1, en el que se repiten dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera secuencial antes de dicha retirada del dispositivo electrónico portátil, opcionalmente en el que el método comprende además:

- (i) controlar automáticamente dicha disminución de la presión y dicho aumento de la presión de manera repetida según al menos un criterio predeterminado; o
- (ii) detectar cuándo se ha retirado una cantidad suficiente de la humedad del dispositivo electrónico portátil; y detener la disminución de la presión y el aumento de la presión de manera repetida después de dicha detección.
- 5
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende desinfectar el dispositivo electrónico portátil, opcionalmente en el que dicha desinfección incluye irradiar el dispositivo electrónico portátil con luz ultravioleta.
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:
- 10 disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión (3) usando una bomba (41); y retirar la humedad de un gas que se extrae de la cámara de baja presión (3) con la bomba (41) antes de que el gas alcance la bomba (41).
6. Método según la reivindicación 5, en el que dicha retirada de la humedad incluye retirar la humedad usando un desecador (218) que contiene desecante.
- 15 7. Método según la reivindicación 6, que comprende: retirar la humedad del desecante.
8. Método según la reivindicación 7, que comprende:
- (a) aislar el desecante de la bomba (41) antes de dicha retirada de la humedad del desecante; o
- (b) invertir el flujo de aire a través del desecador (218) mientras se retira la humedad del desecante; o
- 20 (c) calentar el desecante durante dicha retirada de la humedad del desecante; o
- (d) dicho calentamiento incluye calentar el desecante hasta al menos 200°F (93,3°C) y como máximo 300°F (148,9°C); o
- (e) dicho calentamiento incluye calentar el desecante hasta 250°F (121,1°C).
9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 ó 3 parte (i), que comprende:
- 25 detectar cuándo se ha retirado una cantidad suficiente de la humedad del dispositivo electrónico portátil.
10. Aparato, que comprende:
- una cámara de baja presión (3) que define una parte interior, y que tiene la parte interior dimensionada y configurada para la colocación de un dispositivo electrónico en la parte interior y la retirada del dispositivo electrónico de la parte interior;
- 30 una bomba de evacuación (41) conectada a la cámara de baja presión (3); un calentador (21) conectado a la cámara de baja presión (3); estando caracterizado el aparato por que comprende además:
- un controlador (44) conectado a la bomba de evacuación (41) y al calentador (21), controlando el controlador (44) la retirada de humedad del dispositivo electrónico mediante el control de la bomba de evacuación (41) para disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión (3) y controlando el funcionamiento del calentador (21) para añadir calor al dispositivo electrónico; y
- 35 un sensor de humedad ambiental conectado a la cámara de baja presión (3) y al controlador (44), en el que el controlador (44) controla la bomba de evacuación (41) para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión (3) basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de humedad ambiental.
- 40
11. Aparato según la reivindicación 10, en el que:
- (a) el controlador (44) controla la bomba de evacuación (41) para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión (3) cuando la velocidad a la que cambia la humedad relativa disminuye o es cero; o
- 45 (b) el sensor de humedad detecta valores máximo y mínimo de la humedad relativa a medida que la

- bomba de evacuación (41) disminuye la presión dentro de la cámara de baja presión (3) varias veces, y en el que el controlador (44) determina que el dispositivo electrónico está seco cuando la diferencia entre valores de humedad relativa máximo y mínimo sucesivos es igual a o menor que un valor predeterminado; o
- 5 (c) el controlador (44) controla que la bomba de evacuación (41) comience a disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión (3) cuando la velocidad a la que cambia la humedad relativa o bien disminuye o bien es cero.
12. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11, en el que el controlador (44) controla la bomba de evacuación (41) para disminuir la presión dentro de la cámara de baja presión (3) varias veces, y en el que la presión dentro de la cámara de baja presión (3) aumenta entre disminuciones sucesivas de la presión.
- 10
13. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende:
- 15 una válvula (57, 67) conectada a la cámara de baja presión (3) y al controlador (44), en el que la presión dentro de la cámara de baja presión (3) aumenta entre disminuciones sucesivas de la presión debido al menos en parte a que el controlador (44) controla la válvula (57, 67) para aumentar la presión, opcionalmente en el que el controlador (44) controla la válvula (57, 67) para:
- (a) aumentar la presión dentro de la cámara de baja presión (3) al mismo tiempo que el controlador (44) controla la bomba de evacuación (41) para detener la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión (41); o
- 20 (b) igualar la presión entre la parte interior de la cámara de baja presión (3) y la parte exterior de la cámara de baja presión (3).
14. Aparato según las reivindicaciones 10, 11 ó 12, que comprende:
- (i) un sensor de temperatura (8) conectado al calentador (21) y al controlador (44), en el que el controlador (44) controla el calentador (21) para mantener una temperatura predeterminada basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de temperatura (8); o
- 25 (ii) un sensor de presión (43) conectado a la cámara de baja presión (3) y al controlador (44), en el que el controlador (44) controla la bomba de evacuación (41) para detener al menos temporalmente la disminución de la presión dentro de la cámara de baja presión (3) basándose al menos en parte en señales recibidas del sensor de presión (43).
- 30 15. Aparato según las reivindicaciones 10 u 11:
- (a) en el que el calentador (21) incluye una pletina (16) con la que está en contacto el dispositivo electrónico durante la retirada de la humedad del dispositivo electrónico; o
- (b) que comprende un elemento de esterilización conectado a la cámara de baja presión (3), estando el elemento de esterilización configurado y adaptado para destruir gérmenes en el dispositivo electrónico situado dentro de la cámara de baja presión (3); opcionalmente
- 35 (c) en el que el elemento de esterilización es una lámpara ultravioleta (202).

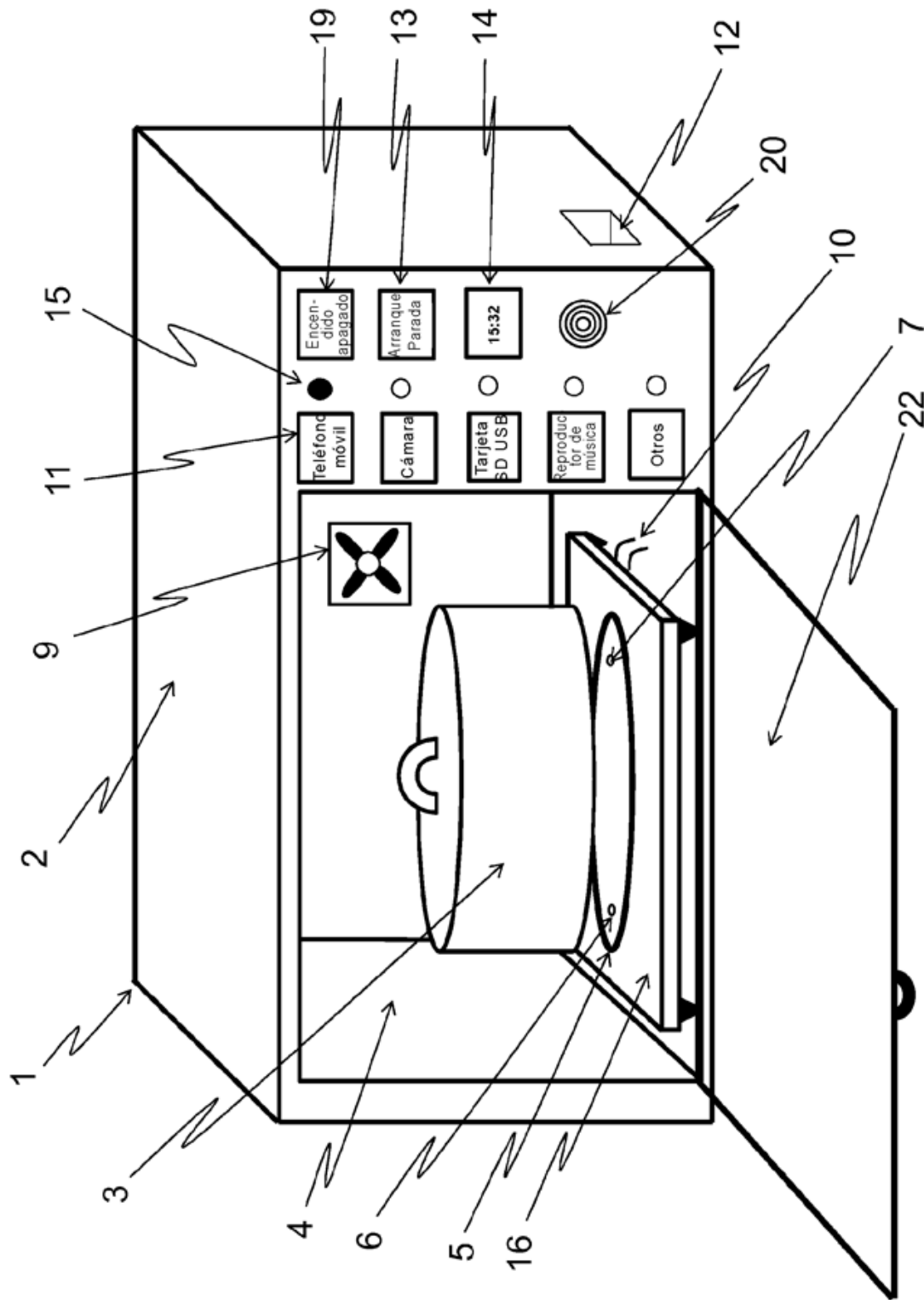


FIG. 1

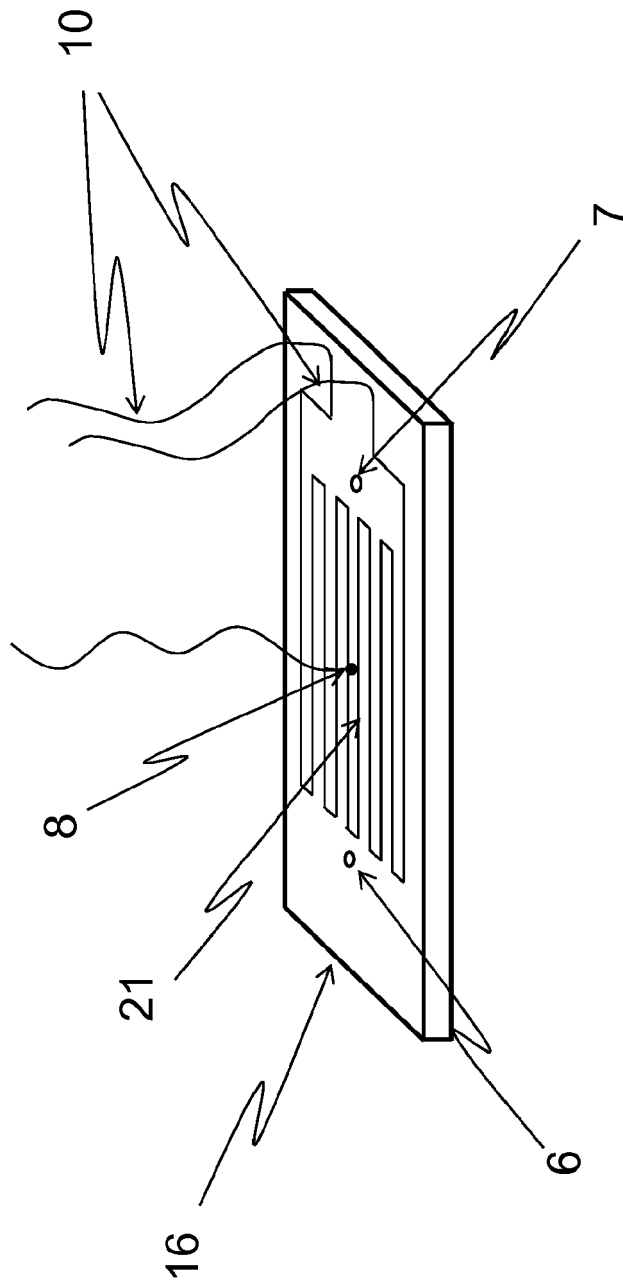


FIG. 2

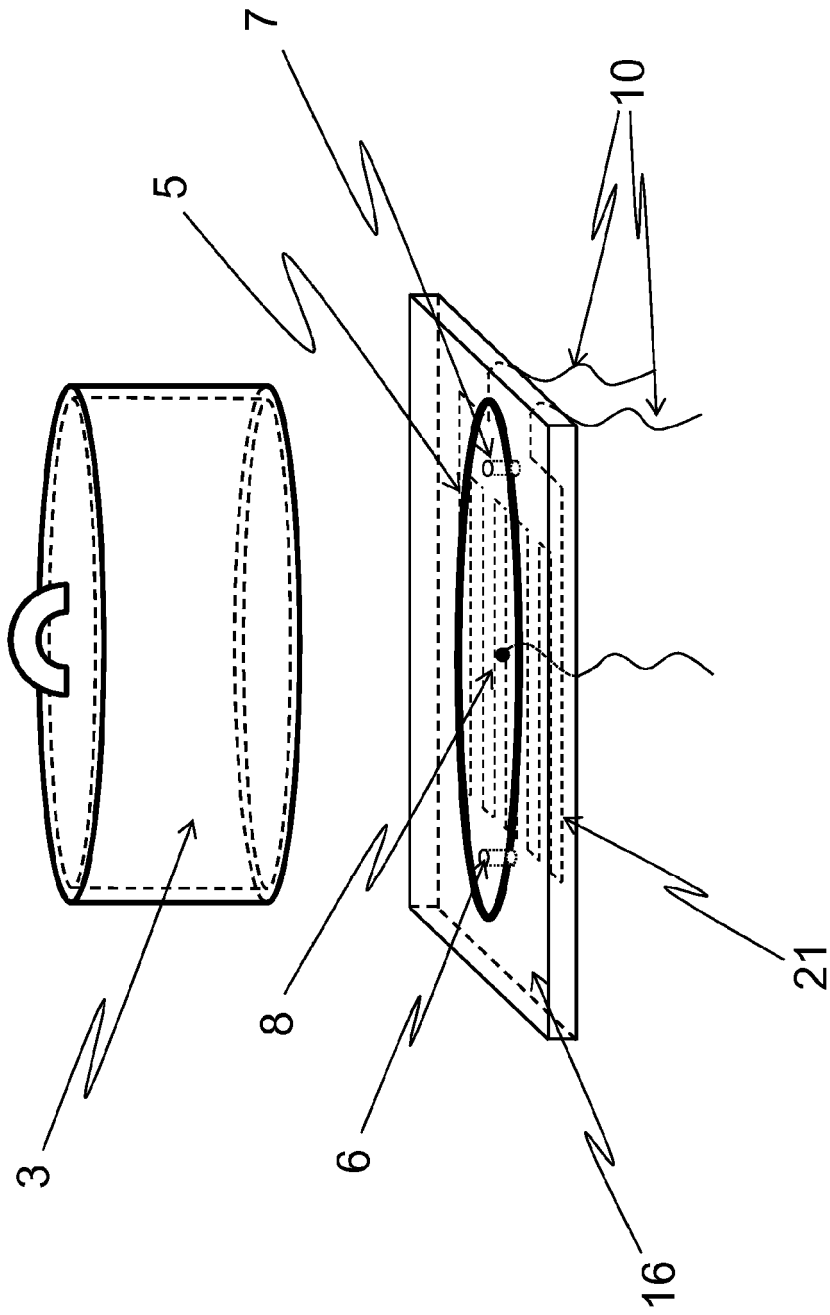


FIG. 3

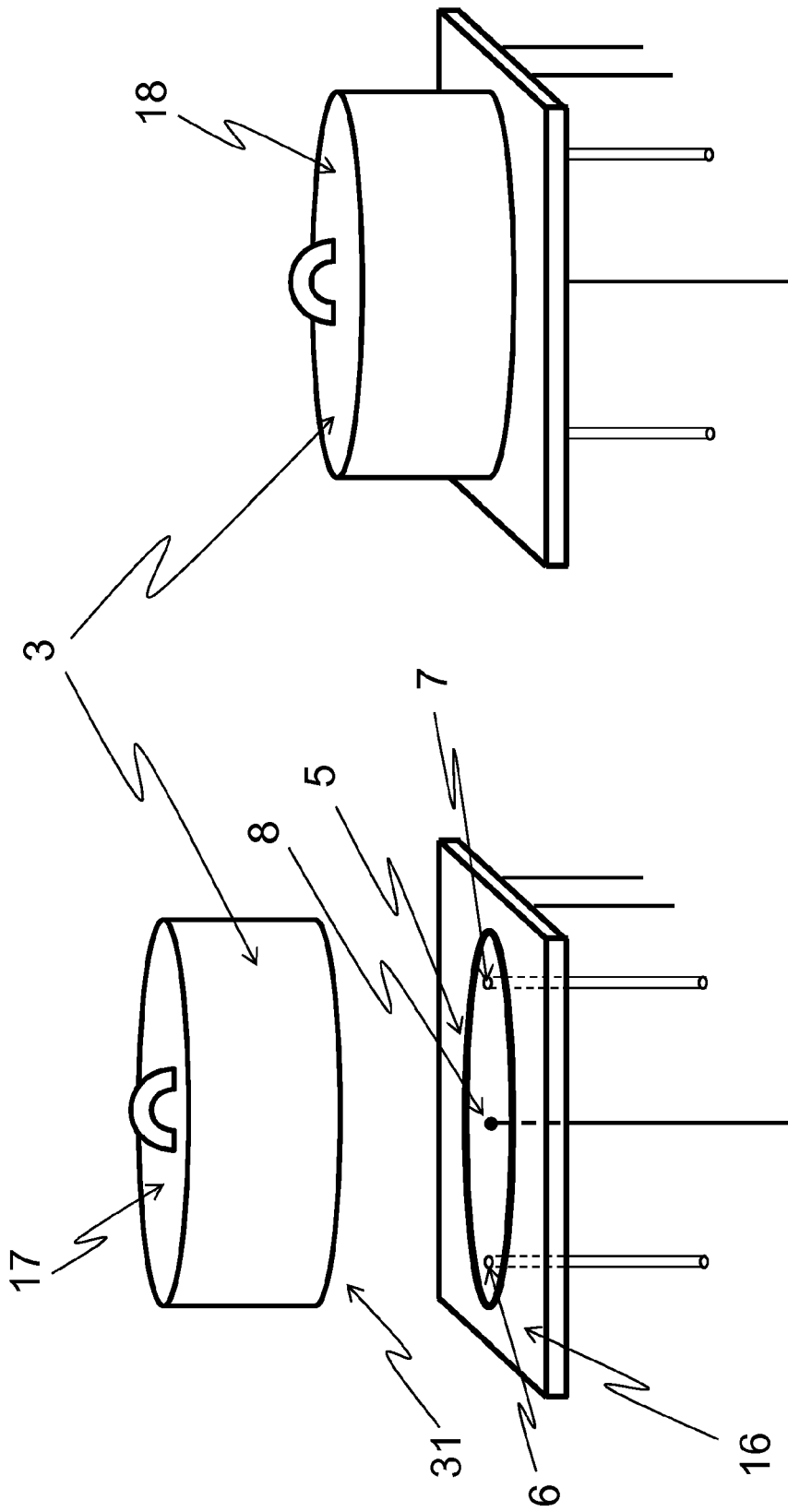
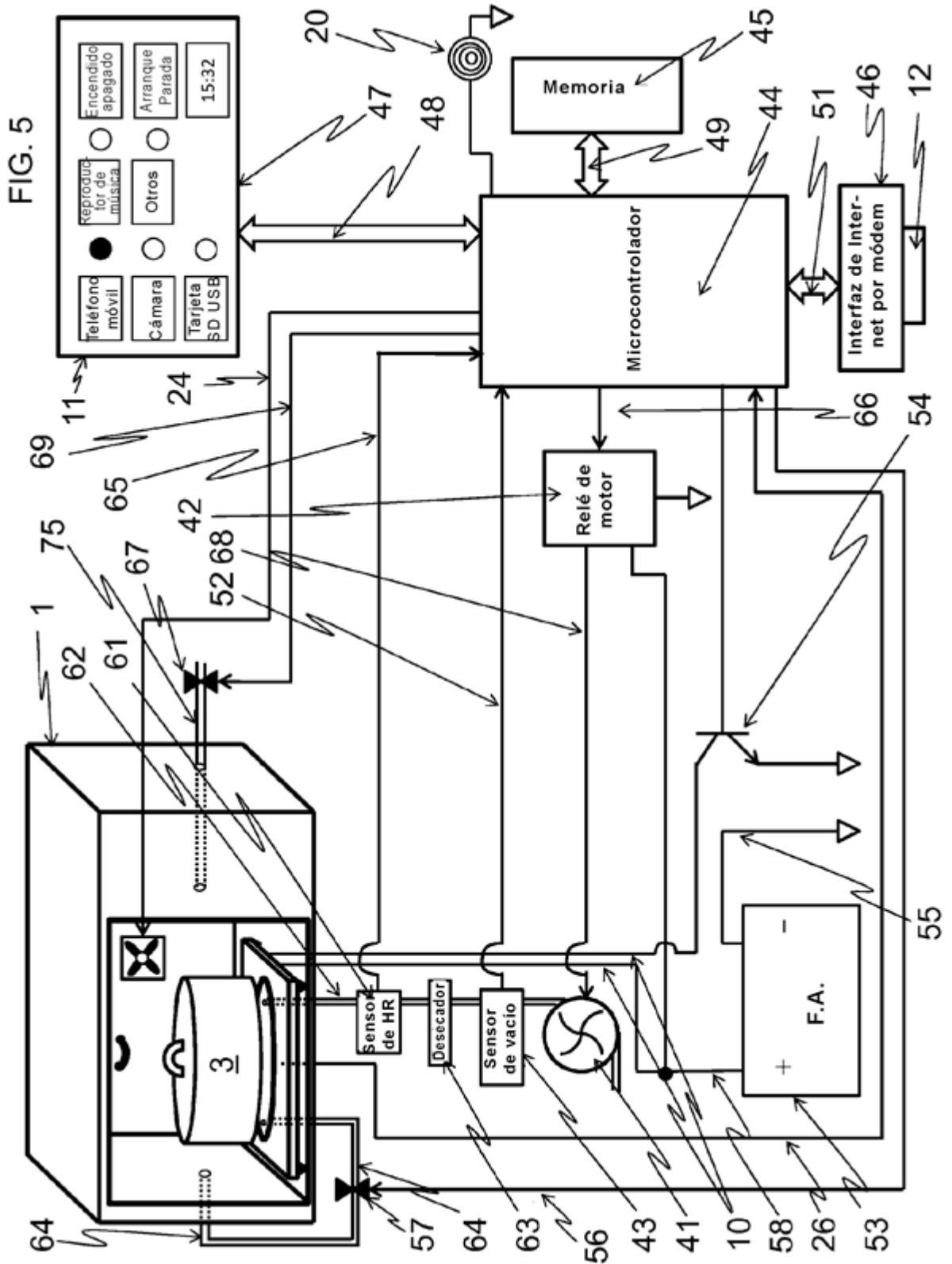


FIG. 4A

FIG. 4B



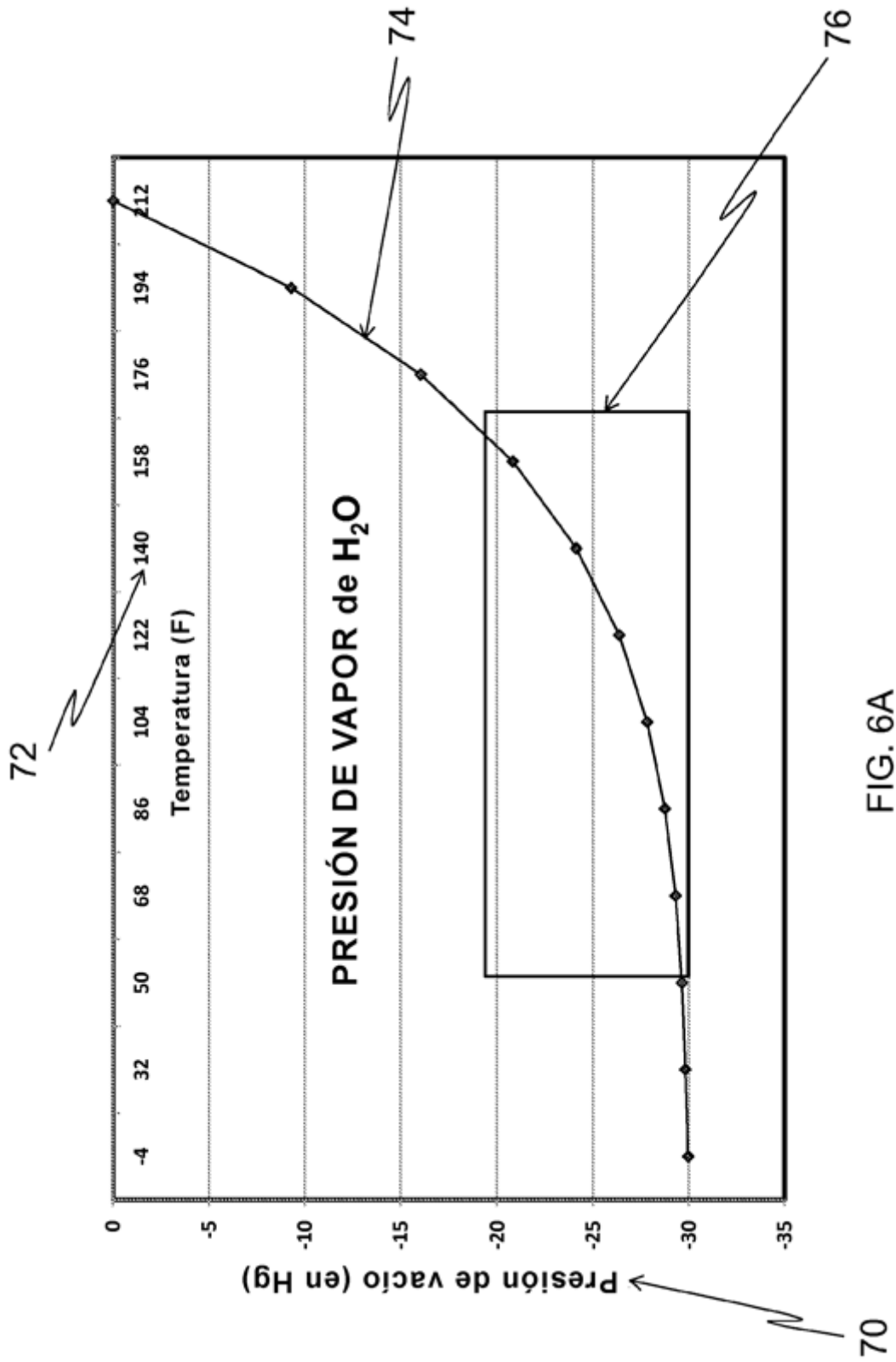
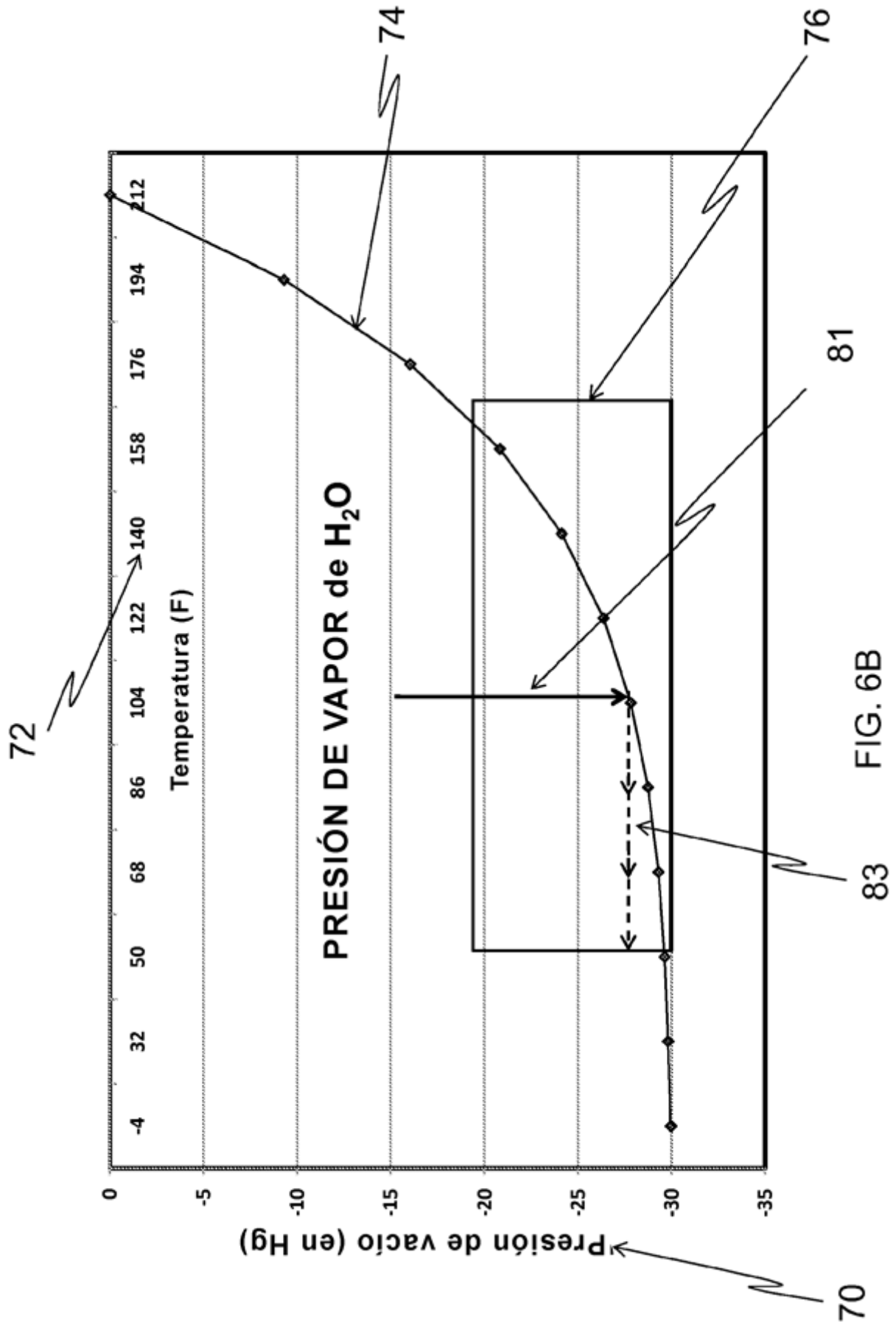
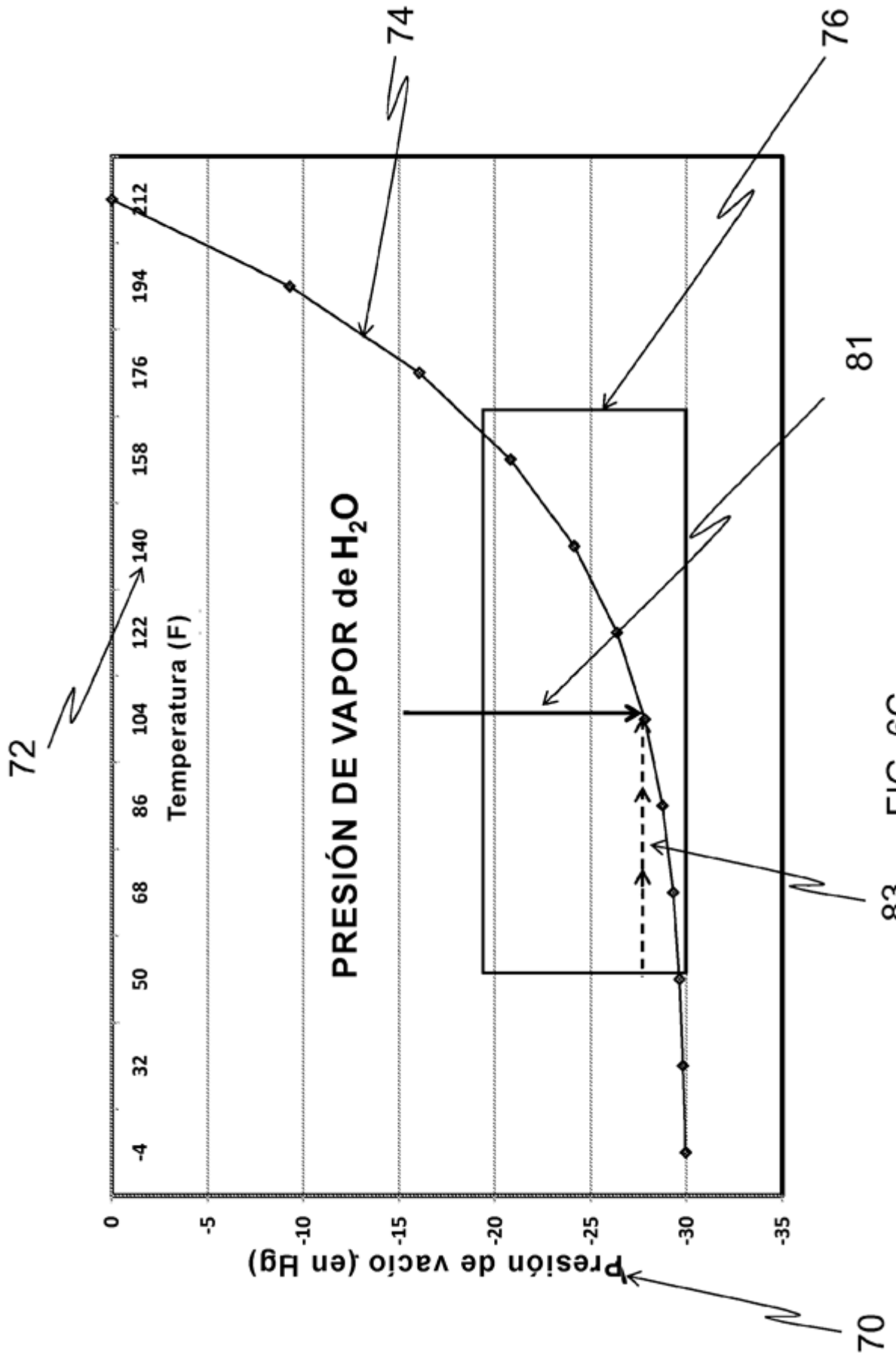
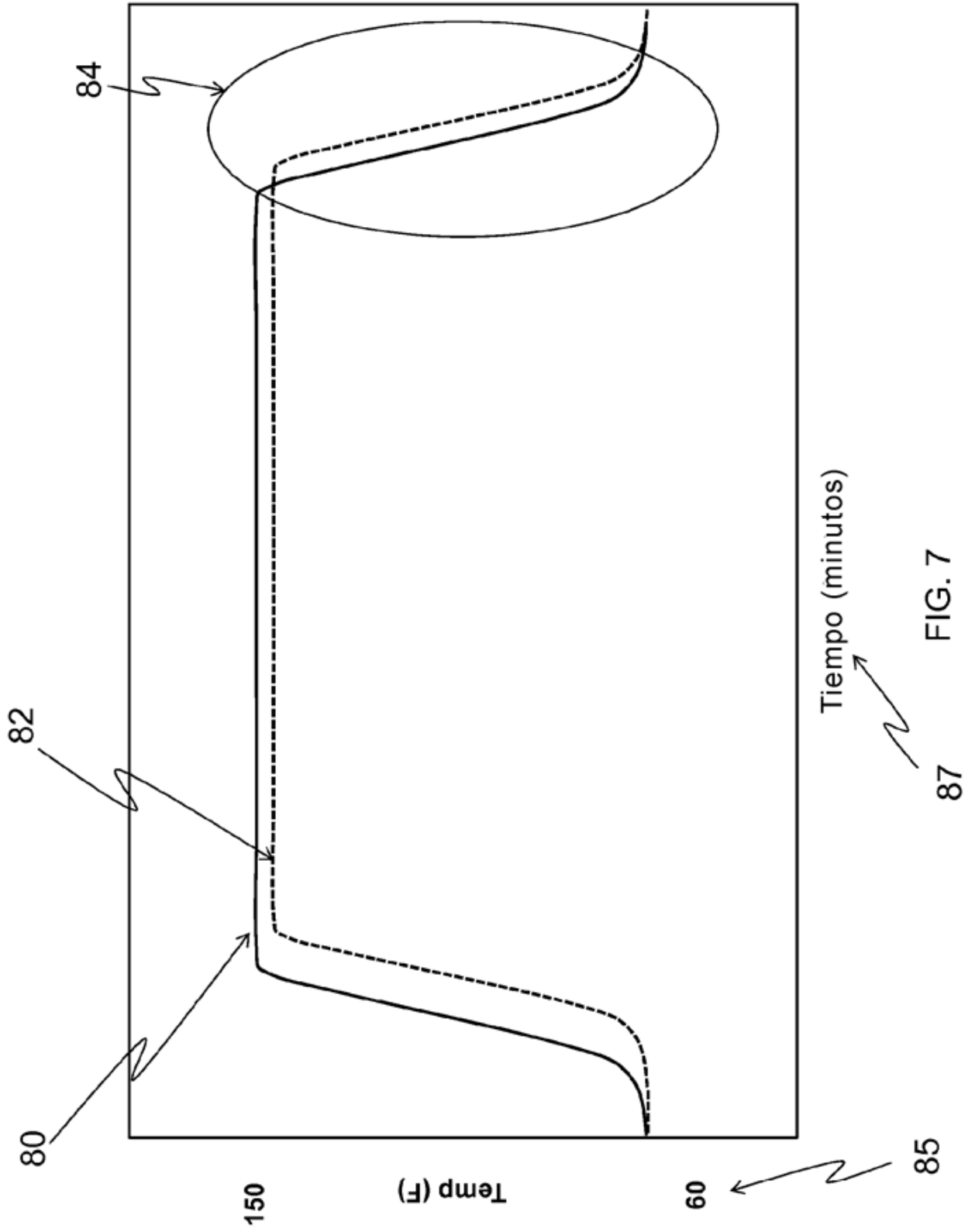


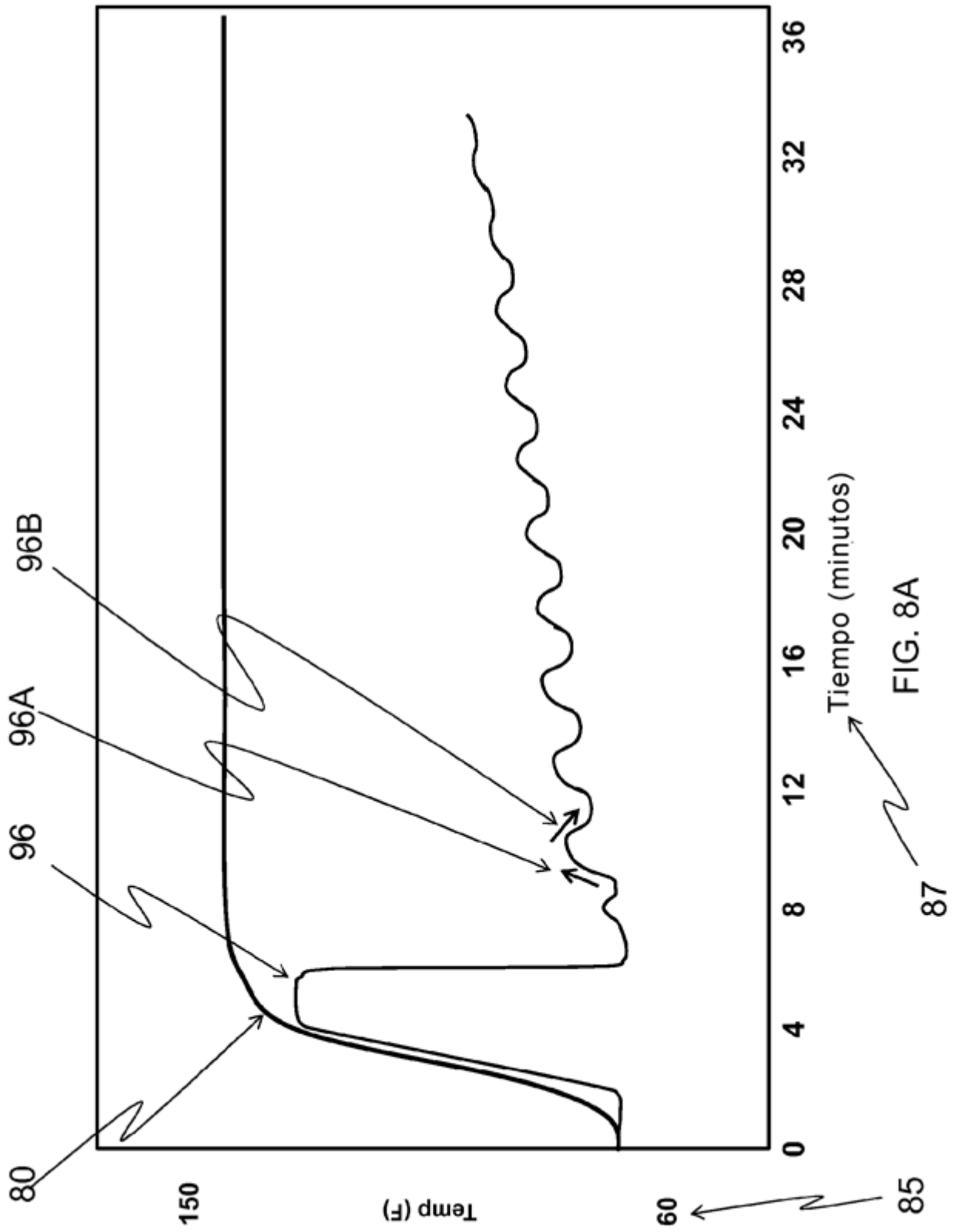
FIG. 6A

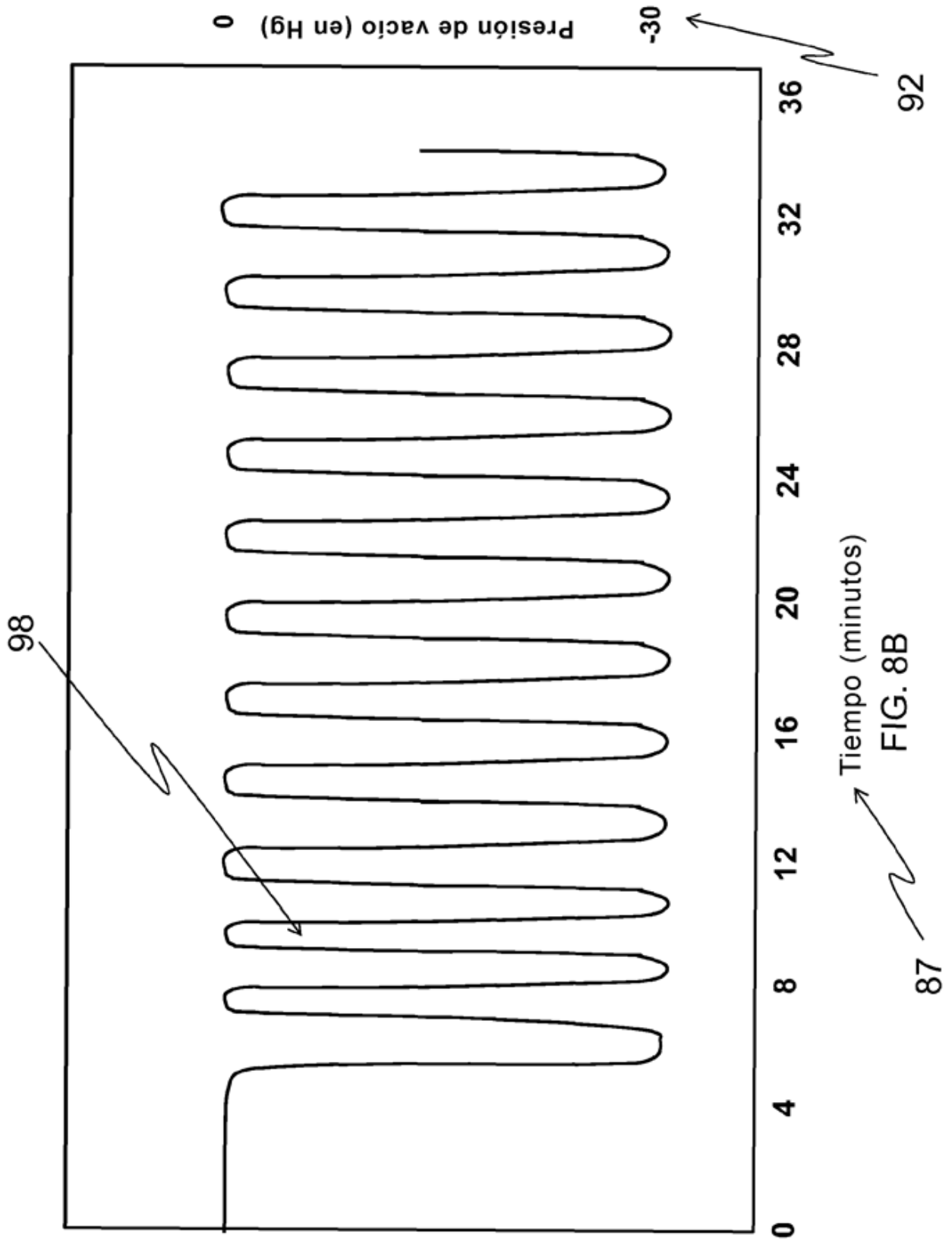




83 FIG. 6C

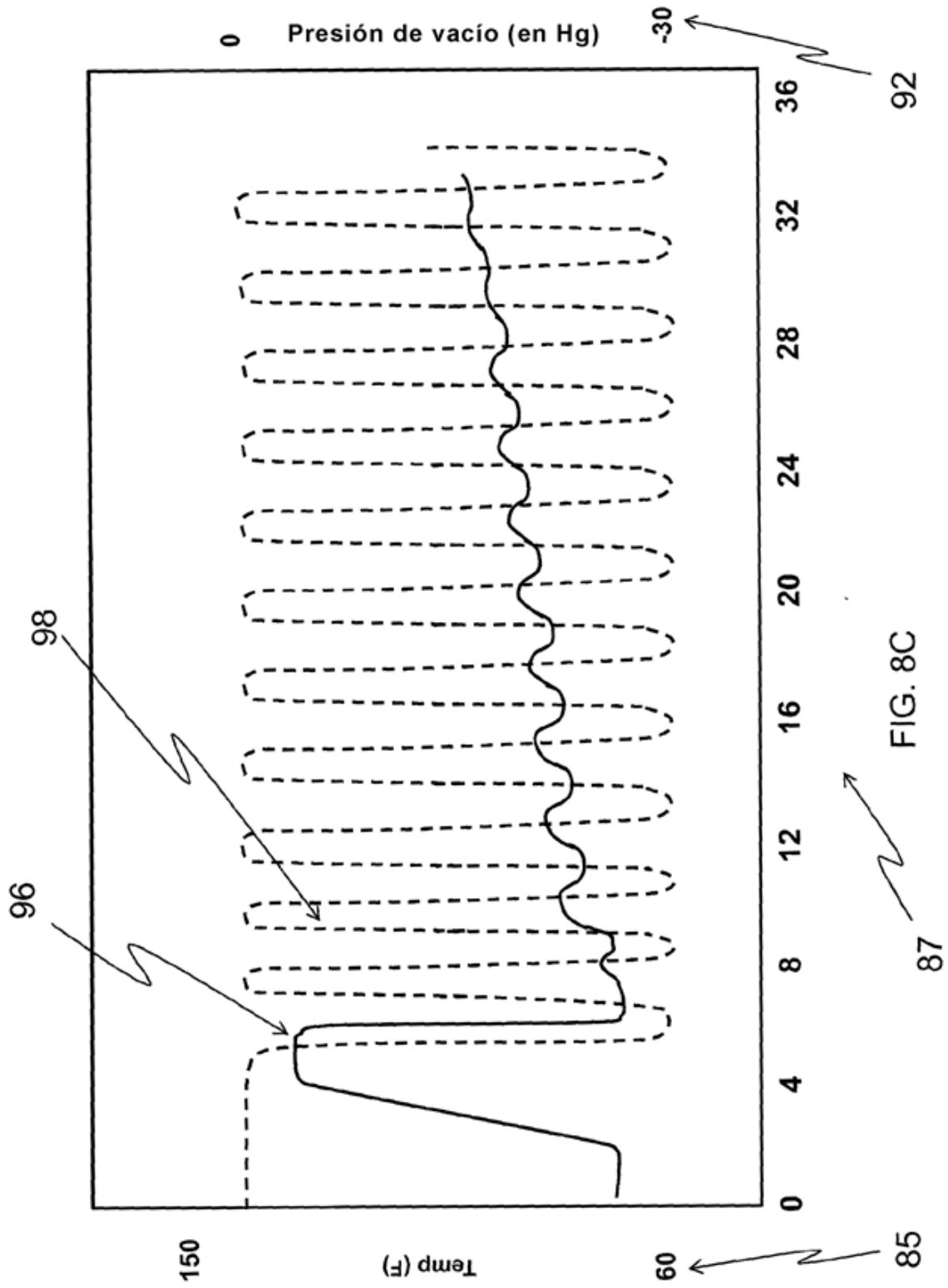


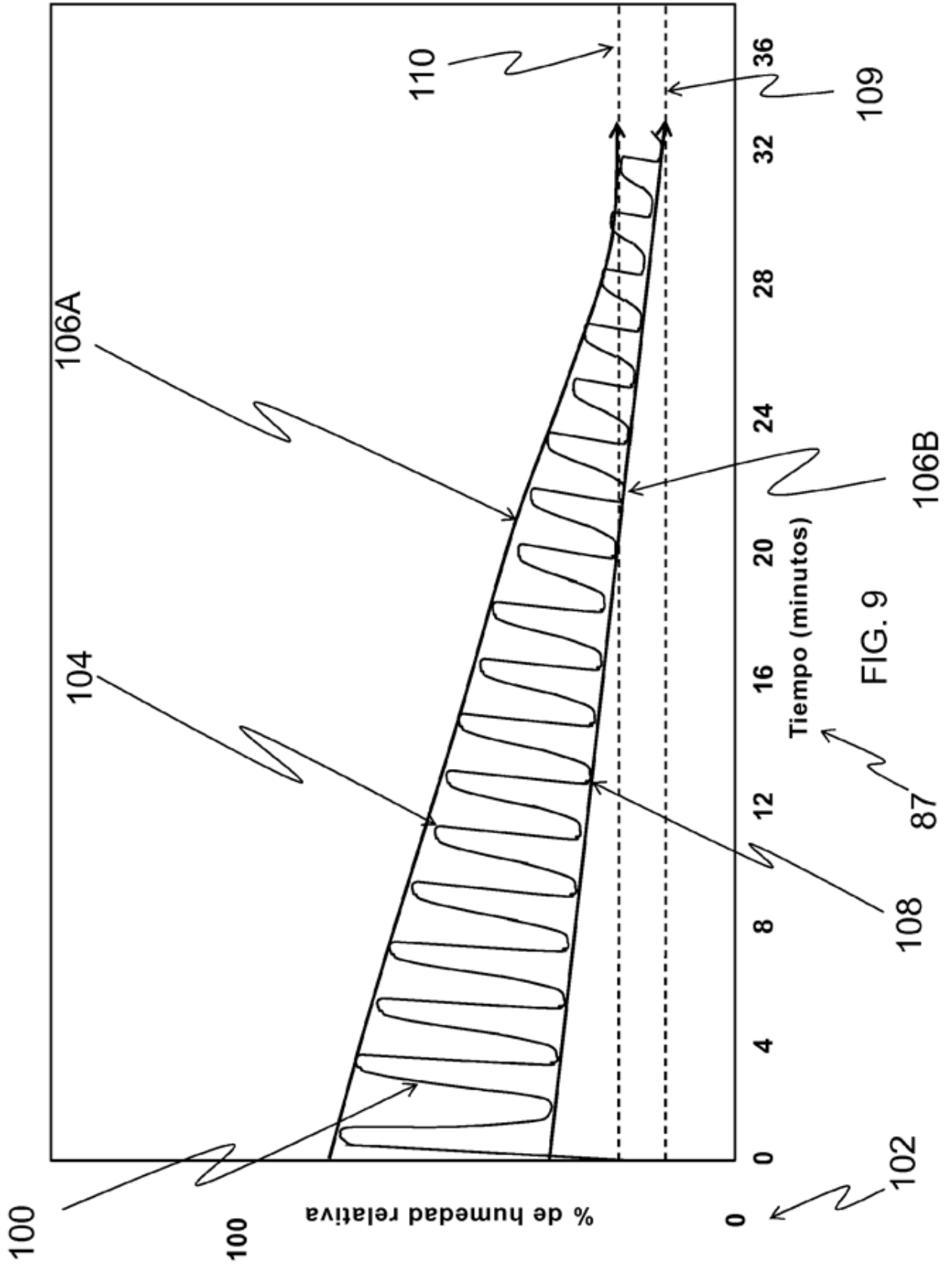




Tiempo (minutos)

FIG. 8B





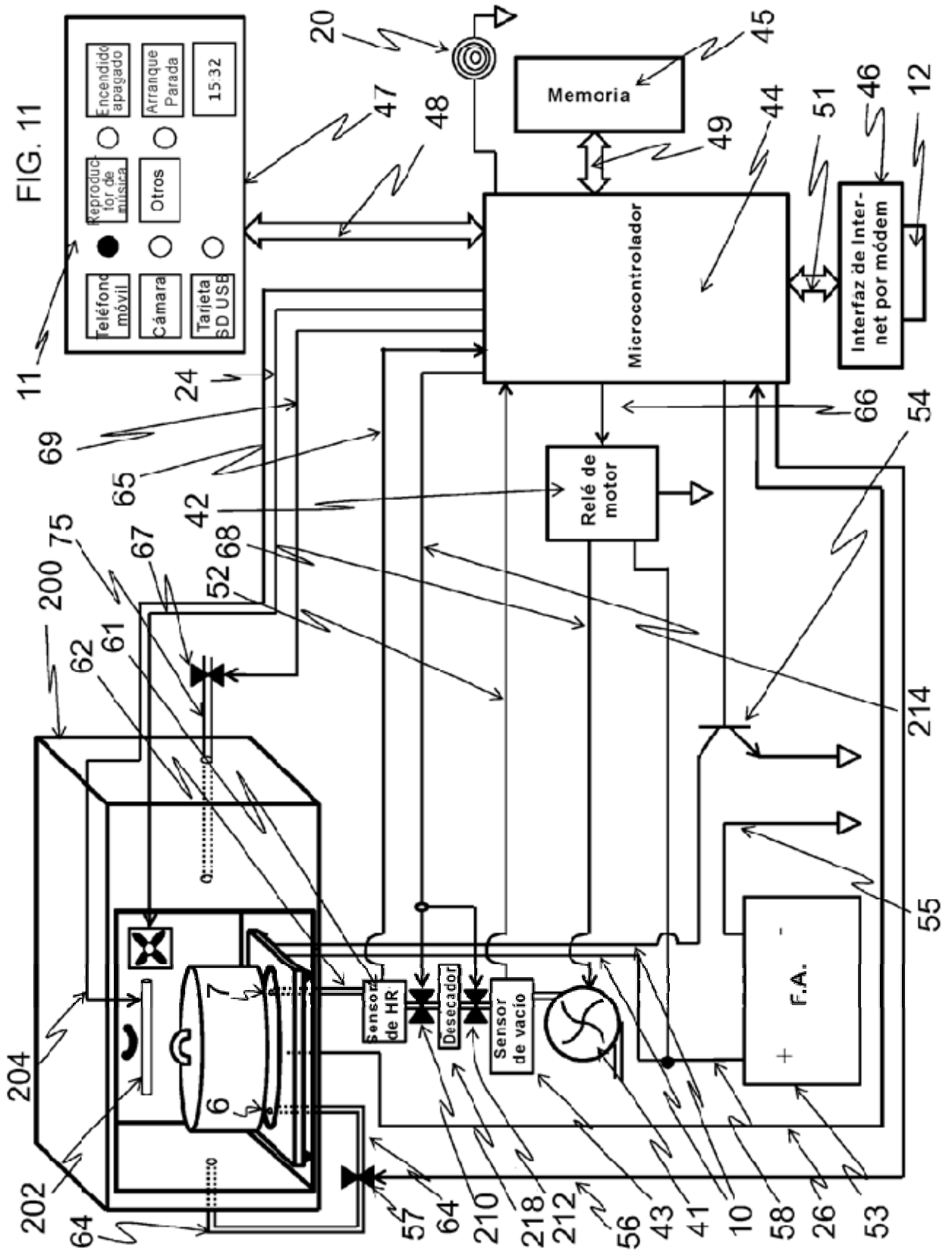


FIG. 13

