

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 125**

51 Int. Cl.:

G01N 33/497 (2006.01)

B60K 28/06 (2006.01)

G01N 1/22 (2006.01)

G01N 33/98 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2010 PCT/SE2010/051421**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12087187**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2010 E 10861122 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 2656067**

54 Título: **Método para medir la concentración de alcohol en el aliento y aparato para el mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.02.2021

73 Titular/es:

**ALCO SYSTEMS SWEDEN AB (100.0%)
Molnbackavägen 1
177 71 Järfälla, SE**

72 Inventor/es:

**EVANS, NIGEL y
WALLINGTON, LEIGH**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 806 125 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

Método para medir la concentración de alcohol en el aliento y aparato para el mismo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para medir la concentración de alcohol en el aliento de un usuario, tal y como se define en el preámbulo de la reivindicación 1. El método comprende recibir un flujo de una muestra de aliento espirado de un usuario y medir el caudal utilizando un sensor de presión. Al mismo tiempo, La muestra de aliento se conduce a un sensor de pila de combustible. La señal de salida del sensor de pila de combustible se usa para determinar el volumen de alcohol presente en la muestra de aliento y, de este modo, la concentración de alcohol en el aliento.

En un aspecto adicional, la invención también se refiere a un aparato para medir la concentración de alcohol en el aliento de un usuario, tal y como se define en el preámbulo de la reivindicación 7. El aparato comprende un medio de obtención de muestras para recibir una muestra de aliento espirado de un usuario, un medio para medir el caudal de la muestra, un sensor de pila de combustible y un microcontrolador. El microcontrolador está adaptado para calcular el volumen de alcohol presente en la muestra de aliento y, de este modo, la concentración de alcohol en el aliento, en función de una señal de salida del sensor de pila de combustible

20 Antecedentes de la invención

En general, existen dos técnicas empleadas para medir la concentración de alcohol en el aliento y determinar de ese modo el índice de alcoholemia de una persona. En un primer método, se usa espectroscopia infrarroja, mediante la cual una muestra de aliento de una persona se somete a radiación infrarroja. Las moléculas en la muestra de aliento absorben frecuencias específicas, llamadas frecuencias resonantes, que son características de las moléculas. Por ejemplo, la absorción por las moléculas de etanol da lugar a un espectro infrarrojo específico que puede usarse para determinar la cantidad de etanol presente en la muestra de aliento y, de este modo, la concentración de alcohol en el aliento. Aunque este método proporciona una alta precisión de medición, los sensores que incorporan espectroscopia infrarroja son caros, lo que limita la aplicación en dispositivos producidos en masa.

Una segunda tecnología de uso común se basa en un sensor de pila de combustible que convierte el combustible en forma de alcohol (etanol) en corriente eléctrica en una reacción electroquímica. Los sensores de pila de combustible tienen una precisión algo menor que los sensores de espectroscopia infrarroja, pero son mucho más baratos. No obstante, los sensores de pila de combustible requieren que la muestra de aliento tenga un volumen determinable para determinar correctamente la concentración de alcohol en el aliento.

Los sistemas analizadores tradicionales basados en celdas de combustible operan por medio de un sistema de obtención de muestras mecánico que extrae un volumen de aliento previamente especificado en la pila de combustible para analizarlo. Los medios mecánicos pueden comprender motores, válvulas solenoides, dispositivos de pistón-cilindro, mecanismos de diafragma o botones pulsadores conectados a una bomba o sistema de fuelle. En el documento US 6.167.746 se divulga un aparato que comprende una válvula controlada electrónicamente para comprobar que se pasa un volumen de respiración requerido a través de una pila de combustible. El documento US 2005/0241871 divulga un alcoholímetro inmovilizador que comprende un transductor de presión y una válvula solenoide que funcionan independientemente el uno de la otra, proporcionando un flujo de respiración variable a una pila de combustible. Un microprocesador ordena a la válvula solenoide que permanezca abierta durante un período de tiempo finito para proporcionar un volumen de muestra de aliento predeterminado, y calcula un factor de corrección algorítmico en función de lecturas de presión para proporcionar un resultado de alcohol compensado por presión.

El documento US2009007634 divulga un dispositivo y un método de prueba de la alcoholimetría con un sensor de flujo y al menos un sensor de pila de combustible al que se conduce la respiración. La concentración de alcohol se obtiene a partir de la señal de salida de la pila de combustible cuando se ha recogido un cierto volumen de respiración alveolar, después de la obtención de muestras continua y la medición de volumen mientras progresa el soplado.

Los métodos descritos en la técnica anterior implican circuitos de control avanzados y componentes mecánicos complejos o voluminosos que añaden un coste adicional al sistema y limitan la capacidad de reducir el tamaño del sistema sin comprometer la precisión. Por tanto, existe la necesidad de métodos mejorados para medir la concentración de alcohol en el aliento con una precisión alta, que permitan dispositivos compactos que puedan producirse a bajo coste.

60 Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método mejorado para medir la concentración de alcohol en el aliento con una precisión alta, el cual permite dispositivos de medición compactos que pueden producirse a bajo coste.

65

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para determinar la concentración de alcohol en el aliento. El método incluye las siguientes medidas específicas, tal y como se define en la parte caracterizadora de la reivindicación independiente 1. A partir del caudal medido, se calcula el volumen de la muestra de aliento. Durante la espiración de la muestra de aliento, el volumen de la muestra de aliento y el volumen de alcohol presente en la muestra de aliento se actualizan continuamente integrando el caudal instantáneo medido y la señal de salida de la pila de combustible a lo largo del tiempo. Si el usuario deja de soplar, se realiza una compensación de flujo, en donde la señal de salida de la pila de combustible se compensa usando un volumen de calibración almacenado para obtener una señal de salida final compensada de la pila de combustible.

Al compensar la señal de salida de la pila de combustible, se garantiza la precisión de medición del método y el aparato, independientemente del volumen de la muestra de aliento. Como el método no requiere un volumen de muestra de aliento predeterminado, los sistemas de obtención de muestras mecánicos, tal y como se utilizan en la técnica anterior, se vuelven innecesarios, y el aparato de medición puede hacerse más compacto con menos piezas móviles o con ninguna. De ese modo, el tamaño y el coste del aparato pueden reducirse considerablemente.

En las realizaciones preferentes, el método de acuerdo con la presente invención comprende además determinar el índice de alcoholemia en función de la concentración de alcohol en el aliento y mostrar el índice de alcohol resultante.

En una realización preferente, el método de acuerdo con la presente invención comprende realizar la compensación usando la fórmula:

$$FC_{comp} = FC_{salida} \cdot \frac{V_{cal}}{V_b}$$

En una realización preferente adicional, el método de acuerdo con la presente invención comprende impedir el arranque de un vehículo si la concentración calculada de alcohol en el aliento sobrepasa un valor de umbral predeterminado.

En una realización preferente adicional, el método de acuerdo con la presente invención comprende, medir el caudal por medio de un medidor de flujo basado en presión, preferentemente un medidor Venturi o placa de orificio en combinación con un sensor de presión. El medidor de flujo basado en presión tiene la ventaja de proporcionar un componente compacto con pocas partes móviles o con ninguna, lo que garantiza el uso eficiente del espacio en un dispositivo que lleva a cabo el método de la invención.

De acuerdo con la presente invención, tal y como se define en la reivindicación independiente 7, también se proporciona un aparato para determinar la concentración de alcohol en el aliento. El aparato incluye las siguientes características específicas, tal y como se define en la parte caracterizadora de la reivindicación independiente 1. En función de las mediciones del caudal, el microcontrolador está adaptado para calcular el volumen de la muestra de aliento. El microcontrolador está adaptado además para actualizar continuamente el volumen de la muestra de aliento y la concentración de alcohol en el aliento integrando el caudal instantáneo medido y la señal de salida de la pila de combustible a lo largo del tiempo. El microcontrolador está configurado para realizar una compensación de flujo en la señal de salida de la pila de combustible para obtener una señal final de salida de pila de combustible compensada, si el usuario deja de soplar.

Las realizaciones preferentes del aparato de acuerdo con la presente invención comprenden características correspondientes al método descrito anteriormente.

En una realización preferente, se proporcionan un alcoholímetro inmovilizador que comprende un aparato para determinar la concentración de alcohol en el aliento de acuerdo con la presente invención y un vehículo que comprende dicho alcoholímetro inmovilizador.

Breve descripción de los dibujos

Fig. 1 es una representación gráfica de una señal de salida de pila de combustible a lo largo del tiempo;

Fig. 2 es un diagrama de flujo que ilustra el método de acuerdo con la presente invención; y

Fig. 3 es un diagrama esquemático de un aparato de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de la invención

A continuación, se explicará la invención adicionalmente a través de la descripción detallada de ejemplos de la misma y con referencia a los dibujos adjuntos. Debe entenderse que la invención no debe limitarse a las realizaciones mostradas en las figuras y descritas a continuación, sino que puede variar para abarcar cualquier combinación de características equivalentes dentro del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas.

Cuando una muestra de aliento espirado se pasa a través de la pila de combustible de un dispositivo de medición de alcohol en el aliento, también conocido con el nombre de Breathalyser® (marca registrada de Dräger), cualquier

alcohol (etanol) presente en la muestra de aliento se oxida en una reacción electroquímica, lo que genera una corriente eléctrica mensurable. La figura 1 muestra una respuesta de salida típica de una pila de combustible en un gráfico de la tensión de salida frente al tiempo. El área bajo la curva se calcula integrando la tensión a lo largo del tiempo, que da un valor FC que es directamente proporcional a la concentración de alcohol en el aliento.

5 Para obtener una medición precisa de la concentración de alcohol en el aliento (BrAC, por sus siglas en inglés), el alcoholímetro debe calibrarse con una muestra de concentración y volumen de alcohol conocido. Cuando posteriormente realice una prueba de la alcoholimetría en una persona sometida a la prueba, el alcoholímetro requiere un volumen de muestra predeterminado, correspondiente al utilizado para la calibración. Cuando se suministra el volumen requerido, el alcoholímetro comparará el área bajo la curva de la señal de salida de la pila de combustible (tensión) de la muestra de prueba con el valor almacenado de la rutina de calibración y dará una lectura de la concentración de alcohol en el aliento analizado.

15 El requisito de un volumen de muestra específico representa un inconveniente importante en los alcoholímetros conocidos en la técnica. En primer lugar, si, por ejemplo, la persona sometida a la prueba tiene una capacidad pulmonar reducida, o por alguna otra razón no puede proporcionar el volumen predeterminado de muestra de aliento, no se puede realizar una prueba de la alcoholimetría válida. En segundo lugar, el mecanismo de obtención de muestras necesario en un alcoholímetro para medir y obtener un determinado volumen de muestra elegido y suministrarlo a la pila de combustible (por ejemplo, sensores de presión, válvulas, bombas, etc.) puede ser bastante costoso y/o voluminoso, lo que limita las posibilidades de minimizar el tamaño del aparato y reducir los costes de producción.

25 En un método similar al de medir el área de la pila de combustible, el volumen de la muestra de aliento puede determinarse calculando el área bajo una curva del caudal volumétrico de la muestra frente al tiempo. El caudal se mide con un medidor de flujo adecuado, por ejemplo, mecánico, basado en presión, óptico, térmico o electromagnético. En una realización preferente de la presente invención, se usa un medidor de flujo basado en presión, tal como un medidor Venturi, placa de orificio o equivalente en combinación con un sensor de presión.

30 Las pruebas de laboratorio han demostrado que la variación del volumen respiratorio V_b se correlaciona linealmente con la señal de salida de la pila de combustible FC_{fuera} para cualquier concentración de alcohol especificada:

$$FC_{salida} = k \cdot V_b$$

35 Mediante el uso de un volumen de calibración medido y almacenado V_{cal} para realizar una compensación de "flujo" de la señal de salida de la pila de combustible FC_{fuera} , y sustituyendo la expresión por la constante $k = FC_{fuera}/V_b$ en la ecuación correspondiente, se obtiene un valor compensado para la señal de salida de la pila de combustible FC_{comp} :

$$FC_{comp} = FC_{salida} \cdot \frac{V_{cal}}{V_b}$$

40 Por tanto, se logra un método novedoso e inventivo para medir con precisión la concentración de alcohol en el aliento de una persona sometida a la prueba, el cual puede manejar diversos volúmenes de aliento espirados, lo que evita la necesidad de un mecanismo de obtención de muestras.

45 La figura 2 muestra un diagrama de flujo que ilustra el método de acuerdo con la presente invención. En una primera etapa S201, el usuario comienza a soplar en un aparato de medición, típicamente por medio de un tubo de obtención de muestras o tubería de plástico u otro material adecuado que sea barato de producir y reemplazable, para garantizar condiciones higiénicas a los usuarios.

50 A medida que el usuario continúa soplando en el aparato, el caudal Q de la muestra de aliento espirado se mide y se usa para calcular el volumen V_b de la muestra de aliento. En la etapa S202, el volumen de respiración calculado V_b se actualiza continuamente a lo largo del procedimiento de medición integrando el caudal Q a lo largo del tiempo.

55 Al mismo tiempo, la concentración de alcohol en el aliento BrAC se calcula a partir de la señal de salida de la pila de combustible FC_{fuera} y también se actualiza continuamente en la etapa S202 integrando la señal de salida de la pila de combustible FC_{fuera} a lo largo del tiempo.

60 En la etapa S204, se verifica si el usuario ha dejado de soplar. Si ese es el caso, la compensación de flujo se realiza en la etapa S205 tal y como se ha explicado anteriormente, mediante lo cual se obtiene un valor final compensado para la señal de salida de la pila de combustible FC_{comp} y se utiliza para calcular una concentración de alcohol en el aliento compensado BrAC_{comp}. Este valor puede mostrarse al usuario en la etapa S206 y/o puede usarse para determinar el índice de alcohol del usuario.

65 La figura 3 muestra esquemáticamente un aparato para medir la concentración de alcohol en el aliento BrAC, de acuerdo con la presente invención. El aparato de medición está contenido dentro de una carcasa 1 y comprende un tubo de entrada de muestra de aliento reemplazable 2 para recibir una muestra de aliento espirada por parte de un usuario o persona que se someta a la prueba. Las flechas indican la dirección del flujo de la respiración a través del

aparato de medición. El flujo de respiración se conduce a través de un primer canal 3 que está cerrado por un extremo distal. Un medidor de flujo 5 está situado cerca del extremo distal del primer canal 3 y mide el caudal instantáneo Q de la muestra de aliento a través del aparato de medición 1.

5 En una realización preferente, el medidor de flujo 5 comprende un medidor de flujo basado en presión tal como un medidor Venturi, una placa de orificio o equivalente en combinación con un sensor de presión. No obstante, el caudal Q puede medirse usando cualquier medidor de flujo adecuado, por ejemplo, mecánico, basado en presión, óptico, térmico o electromagnético.

10 Parte del flujo de la respiración se conduce a través de un canal de obtención de muestras 4 y entra en un sensor de pila de combustible 6 cerca de un extremo proximal del primer canal 3. Cualquier alcohol (etanol) presente en la muestra de aliento sirve de combustible en una reacción electroquímica en la pila de combustible 6 que da lugar a una corriente eléctrica. Esta corriente es una medida de la cantidad de alcohol en la muestra de aliento y se representa mediante una señal de salida de pila de combustible FC_{fuera} , normalmente la tensión medida a través de la pila de combustible 6.

15 El medidor de flujo 5 y la pila de combustible 6 están conectados con un microcontrolador 7 que comprende medios para procesar las mediciones del caudal y la tensión de la pila de combustible. En este contexto, el procesamiento incorpora la búsqueda del área bajo las curvas del caudal Q y la señal de salida de la pila de combustible FC_{fuera} frente al tiempo. El área corresponde al volumen V_b de la muestra de aliento y la concentración de alcohol en el aliento BrAC, respectivamente. Esto también se puede lograr integrando el caudal Q y la señal de salida de la pila de combustible FC_{fuera} , respectivamente, con respecto al tiempo. El microcontrolador 7 está adaptado para actualizar continuamente el volumen de la muestra de aliento V_b y la señal de salida de la pila de combustible FC_{fuera} durante toda la duración de la prueba de la alcoholimetría.

20 Cuando la muestra de aliento ha pasado por la pila de combustible 6, sale de la carcasa 1 del aparato de medición a través de un tubo de escape 8.

25 También se incluye en el aparato de medición una batería 9 u otra fuente de energía adecuada para alimentar el medidor de flujo 5, la pila de combustible 6 y/o el microcontrolador 7.

30 En una realización preferente de la presente invención, el aparato de medición puede comprender además un medio de visualización para visualizar la concentración medida de alcohol en el aliento BrAC y/o el índice de alcoholemia o BAC, por sus siglas en inglés. El índice de alcoholemia BAC puede determinarse a partir de la relación de partición sangre-aire, es decir, la relación entre la cantidad de alcohol en un volumen dado de aliento y sangre. La mayoría de los alcoholímetros utilizan una relación de partición estándar internacional de 2100:1, es decir, por cada parte de alcohol en el aliento hay 2100 partes de alcohol en la sangre.

35 El aparato de medición de alcohol de acuerdo con la presente invención puede hacerse muy compacto e incluirse en un alcoholímetro inmovilizador. Dichos alcoholímetros inmovilizadores son conocidos en la técnica y no se describirán en detalle aquí. El alcoholímetro inmovilizador puede comprender un medio para medir la temperatura, la humedad y/o el índice de alcoholemia en el aliento de un usuario y, en función de estas mediciones que se encuentran dentro de los intervalos permitidos (correspondientes al usuario no intoxicado por alcohol), el alcoholímetro inmovilizador permite el arranque de un vehículo u otra maquinaria conectada al dispositivo de bloqueo. Además, el alcoholímetro inmovilizador puede estar equipado con un microprocesador para analizar los resultados del aparato de medición de alcohol y un relé conectado eléctricamente al arrancador del vehículo o máquina.

40 Cuando se proporciona un aparato de medición de alcohol de acuerdo con la presente invención, se puede lograr un alcoholímetro inmovilizador compacto y de bajo coste para controlar el arranque de cualquier vehículo o máquina.

REIVINDICACIONES

1. Método para medir la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) de un usuario, que comprende las etapas de:

- 5 - recibir un flujo de una muestra de aliento espirado del usuario;
- medir el caudal (Q) de la muestra de aliento;
- llevar la muestra de aliento a un sensor de pila de combustible (6); y
- calcular la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) en función de una señal de salida (FC_{fuera}) del sensor de pila de combustible (6);
- 10 - calcular el volumen (V_b) de la muestra de aliento en función del caudal medido (Q);

caracterizado por:

- 15 - la continua actualización del volumen de muestra de aliento calculado (V_b) y la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) calculada integrando el caudal instantáneo medido (Q) y la señal de salida de la pila de combustible (FC_{fuera}) a lo largo del tiempo, independientemente del volumen de la muestra de aliento (V_b); y

cuando el usuario deja de soplar, realizar la siguiente etapa antes de calcular la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) final:

- 20 - compensar la señal de salida de la pila de combustible (FC_{fuera}) utilizando un volumen de calibración almacenado (V_{cal}) para obtener una señal de salida de pila de combustible compensada final (FC_{comp}).

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de:

- 25 - determinar el índice de alcoholemia (BAC) en función de la concentración de alcohol en el aliento (BrAC).

3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende, además, la etapa de:

- 30 - visualizar el índice de alcoholemia resultante (BAC).

4. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicha compensación se realiza usando la fórmula:

$$35 \quad FC_{comp} = FC_{salida} \cdot \frac{V_{cal}}{V_b}$$

5. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende, además, la etapa de:

- 40 - impedir el arranque de un vehículo si la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) calculada sobrepasa un valor de umbral predeterminado.

6. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el caudal (Q) se mide por medio de un medidor de flujo basado en presión (5), preferentemente un medidor Venturi o placa de orificio en combinación con un sensor de presión.

7. Aparato para medir la concentración de alcohol en el aliento (BrAC), que comprende:

- 50 - un medio (2) para recibir una muestra de aliento espirado de un usuario;
- un medio (5) para medir el caudal (Q) de la muestra de aliento;
- un sensor de pila de combustible (6); y
- un microcontrolador (7) adaptado para:
 - calcular la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) en función de una señal de salida (FC_{fuera}) del sensor de pila de combustible;
 - calcular el volumen (V_b) de la muestra de aliento en función del caudal medido (Q);

caracterizado por que el microcontrolador (7) está adaptado, además, para:

- 60 - actualizar continuamente el volumen de muestra de aliento calculado (V_b) y la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) calculada integrando el caudal instantáneo medido (Q) y la señal de salida de la pila de combustible (FC_{fuera}) a lo largo del tiempo, independientemente del volumen de la muestra de aliento (V_b); y
- realizar una compensación de flujo para obtener una señal de salida de pila de combustible compensada final (FC_{comp}) utilizando un volumen de calibración almacenado (V_{cal}).

8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el microcontrolador (7) está adaptado, además, para determinar el índice de alcoholemia (BAC) en función de la concentración de alcohol en el aliento (BrAC).

9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el aparato comprende, además, un medio de visualización para visualizar el índice de alcoholemia (BAC) resultante.

5 10. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en donde dicha compensación de flujo se realiza usando la fórmula:

$$FC_{comp} = FC_{salida} \cdot \frac{V_{cal}}{V_b}$$

10 11. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en donde el medio para medir el caudal (Q) comprende un medidor de flujo basado en presión (5), preferentemente un medidor Venturi, o placa de orificio en combinación con un sensor de presión.

15 12. Un alcoholímetro inmovilizador que comprende un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-11.

13. Un vehículo que comprende un alcoholímetro inmovilizador de acuerdo con la reivindicación 12.

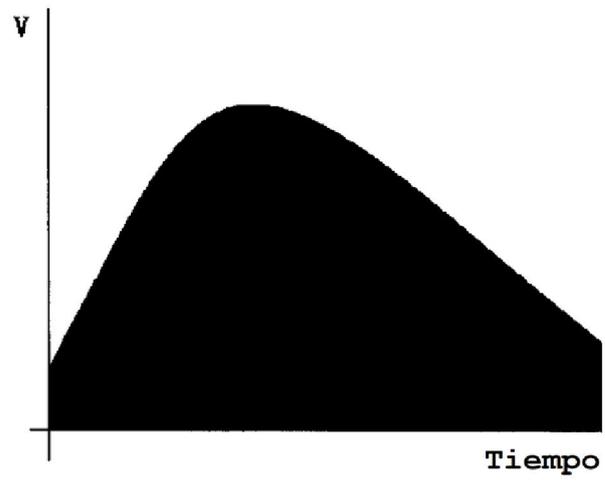


Fig. 1

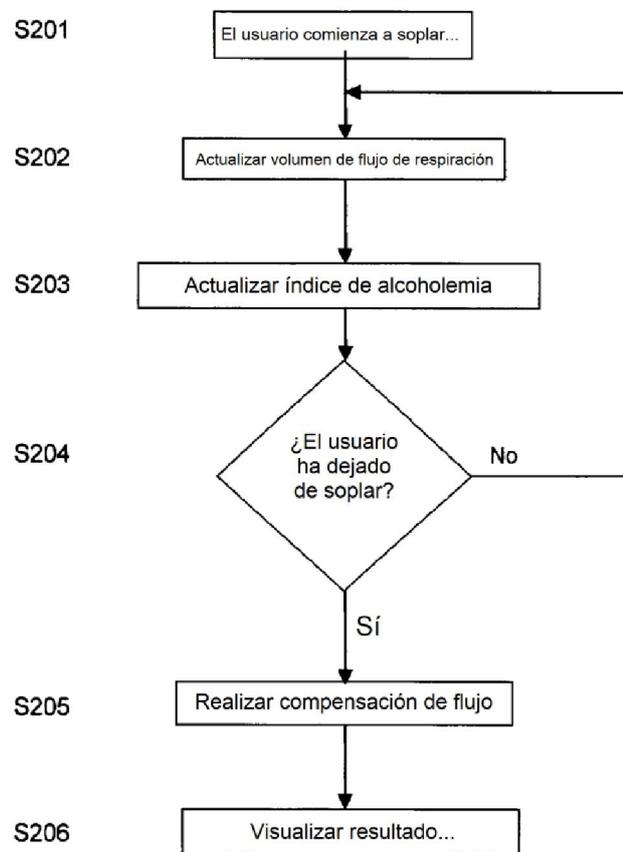


Fig. 2

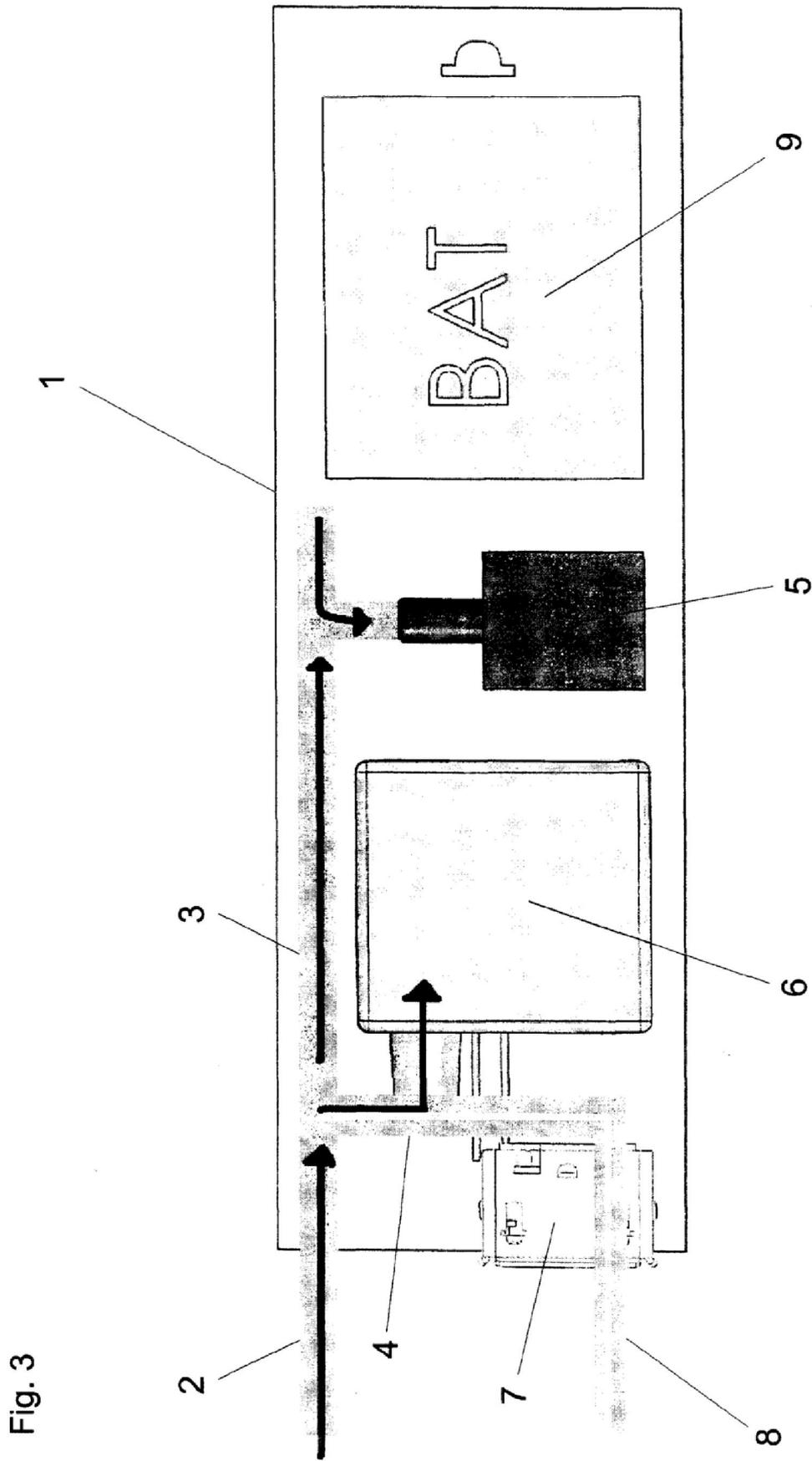


Fig. 3