

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 357**

51 Int. Cl.:

G01N 33/497 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2013 E 13734213 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2861983**

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

30 Prioridad:

19.06.2012 SE 1250659

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.07.2016

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 2 578 357 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

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

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para medir la concentración de alcohol en el aliento de un usuario, tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 1. El procedimiento comprende la recepción de un flujo de una muestra de aliento espirado de un usuario y la medición de la presión del flujo de la muestra de aire espirado. Al mismo tiempo, la muestra de aliento es conducida a un sensor de celda de combustible. La señal de salida del sensor de celda de combustible se utiliza para determinar el volumen de alcohol presente en la muestra de aliento y, por lo tanto, la concentración de alcohol en el aliento.

En un segundo aspecto, la invención también se refiere a un aparato para medir la concentración de alcohol en el aliento de un usuario, tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 10. El aparato comprende medios de muestreo para recibir una muestra de aliento espirado de un usuario, medios para medir la presión del flujo de la muestra de aire espirado, un sensor de celda de combustible y un microcontrolador. El microcontrolador está adaptado para calcular el volumen de alcohol presente en la muestra de aliento y, por lo tanto, la concentración de alcohol en el aliento, en base a una señal de salida del sensor de celda de combustible. En un tercer aspecto, la invención también se refiere a un dispositivo de bloqueo de alcohol en el aliento que comprende un aparato para medir la concentración de alcohol en el aliento de un usuario. En un cuarto aspecto, la invención se refiere a un vehículo que comprende un dispositivo de bloqueo de alcohol en el aliento.

25 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En general, hay dos técnicas empleadas para medir la concentración de alcohol en el aliento y, por lo tanto, determinar la concentración de alcohol en la sangre de una persona. En un primer procedimiento, se utiliza la espectroscopia de infrarrojos, con lo que una muestra de aliento de una persona se somete a radiación infrarroja. Las moléculas en la muestra de aliento absorben frecuencias específicas, llamadas frecuencias de resonancia, que son características de las moléculas. Por ejemplo, la absorción por las moléculas de etanol da lugar a un espectro de infrarrojos específico que puede utilizarse para determinar la cantidad de etanol presente en la muestra de aliento y, por lo tanto, la concentración de alcohol en el aliento. Aunque este procedimiento proporciona una alta precisión de medición, los sensores que incorporan espectroscopia infrarroja son caros, lo que limita su aplicación en los dispositivos producidos en serie.

Una segunda tecnología utilizada comúnmente se basa en un sensor de celda de combustible que convierte el combustible en la forma de alcohol (etanol) en corriente eléctrica en una reacción electroquímica. Los sensores de celda de combustible tienen una precisión algo menor que los sensores de espectroscopia infrarroja, pero son mucho más baratos. Sin embargo, los sensores de celdas de combustible requieren que la muestra de aliento sea de un volumen determinable para determinar correctamente la concentración de alcohol en el aliento.

Los sistemas de análisis basados en celdas de combustible tradicionales operan por medio de un sistema de muestreo mecánico que extrae un volumen previamente especificado de aliento en la celda de combustible para el análisis. Los medios mecánicos pueden comprender motores, válvulas de solenoide, dispositivos de pistón y cilindro, mecanismos de diafragma o botones pulsadores conectados a un sistema de bomba o fuelle. En el documento US 6.167.746 se divulga un aparato que comprende una válvula controlada electrónicamente para determinar que un volumen requerido de aire se hace pasar a través de una celda de combustible. El documento US 2005/0241871 divulga un dispositivo de bloqueo de sobriedad que comprende un transductor de presión y una válvula de solenoide que operan independientemente entre sí, proporcionando un caudal variable de aliento a una celda de combustible. Un microprocesador instruye a la válvula de solenoide para permanecer abierta durante un período finito de tiempo para dar un volumen de muestra de aliento predeterminado, y calcula un factor de corrección algorítmico basado en las lecturas de presión para proporcionar un resultado de alcohol a presión compensada.

El documento US 2011/003765 también divulga un procedimiento y un aparato de medición de alcohol de rotura relacionado.

Los procedimientos descritos en la técnica anterior implican circuitos de control avanzados y componentes mecánicos complejos o voluminosos que introducen un coste adicional para el sistema y limitan la capacidad de reducir el tamaño del sistema sin comprometer la precisión.

La solicitud internacional PCT/SE2010/051421, perteneciente al solicitante, divulga un procedimiento y un aparato para medir la concentración de alcohol en el aliento que supera muchos de los problemas asociados con la técnica anterior. Sin embargo, el diseño de la boquilla del aparato ha demostrado que existe una relación no lineal entre el caudal y la lectura final. En otras palabras, variando el caudal se dan diferentes mediciones de la concentración de alcohol en el aliento, incluso para concentraciones similares o idénticas de alcohol. Por lo tanto, hay una necesidad de procedimientos mejorados para medir la concentración de alcohol en el aliento

con una alta precisión, que permitan dispositivos compactos que puedan ser producidos a bajo coste.

SUMARIO DE LA INVENCION

5 Es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento mejorado para medir la concentración de alcohol en el aliento con una alta precisión, lo que permite dispositivos de medición compactos que pueden ser producidos a bajo coste.

10 Según la presente invención, se proporciona un procedimiento para determinar la concentración de alcohol en el aliento. El procedimiento incluye las siguientes medidas específicas, como se definen en la porción caracterizadora de la reivindicación independiente 1. A partir de la presión medida, el volumen de la muestra de aliento se calcula mediante la integración de la presión a lo largo del tiempo de espiración de la muestra de aliento. A lo largo de 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 mediante la integración de la presión instantánea medida y la señal de salida de la celda de combustible a lo largo del tiempo. Cuando el usuario deja de soplar, se realiza la compensación en volumen, en el que la señal de salida de la celda de combustible se compensa utilizando un volumen de calibración almacenado para obtener una señal de salida de celda de combustible compensada en volumen.

20 Mediante la compensación en volumen de la señal de salida de la celda de combustible se garantiza la exactitud de medida del procedimiento y del aparato, con independencia del volumen de la muestra de aliento. Como el procedimiento no requiere un volumen de muestra de aliento predeterminado, los sistemas de muestreo mecánicos tal como se utilizan en la técnica anterior se vuelven innecesarios, y el aparato de medición se puede hacer más compacto con menos o sin partes móviles. De este modo, el tamaño y el coste del aparato pueden reducirse en gran medida.

30 En un modo de realización adicional, el procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende calcular el caudal de la muestra de aliento en base al volumen de la muestra de aliento y el tiempo de espiración registrado y compensar la señal de salida de la celda de combustible compensada en volumen para obtener una señal de salida de la celda de combustible compensada en caudal utilizando un factor de ajuste de caudal almacenado correspondiente al caudal calculado. Esto permite que las mediciones se ajusten para tener en cuenta las variaciones de caudal que afectan a la señal de salida de la celda de combustible y, por lo tanto, mantener las medidas exactas de la concentración de alcohol en el aliento.

35 En un modo de realización ventajoso, el procedimiento según la presente invención comprende medir la temperatura y compensar la señal de salida de la celda de combustible compensada utilizando un factor de ajuste de la temperatura almacenado correspondiente a la temperatura medida. Esto permite que las mediciones se ajusten para tener en cuenta las variaciones de temperatura que afectan a la señal de salida de la celda de combustible y, por lo tanto, mantener las medidas exactas de la concentración de alcohol en el aliento.

40 En un modo de realización preferido, el procedimiento según la presente invención comprende, si no se han hecho mediciones durante un período de tiempo predeterminado, realizar una calibración haciendo una medición de una muestra de volumen y concentración predeterminados, repitiendo la etapa de calibración al menos una vez y almacenando el valor medio de la señal de salida de la celda de combustible como el volumen de calibración. Esto permite que las mediciones sean ajustadas para tener en cuenta las falsas primeras lecturas altas de la celda de combustible y, por lo tanto, mantener las medidas exactas de la concentración de alcohol en el aliento.

50 En modos de realización preferidos, el procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende además determinar la concentración de alcohol en sangre en base a la concentración de alcohol en el aliento, y visualizar la concentración de alcohol en la sangre resultante.

En un modo de realización preferido, el procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende realizar la compensación mediante la fórmula:

$$55 \quad FC_{comp} = FC_{out} \cdot \frac{V_{cal}}{V_b}$$

60 En un modo de realización preferido adicional, el procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende evitar la puesta en marcha de un vehículo si la concentración de alcohol en el aliento calculada excede un valor umbral predeterminado.

En un modo de realización preferido adicional, el procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende medir la presión mediante un sensor de presión basado en la presión, preferiblemente un medidor de Venturi o placa de orificio en combinación con un sensor de presión. El sensor de presión basado en la presión tiene la ventaja de proporcionar un componente compacto con pocas o sin partes móviles, asegurando un uso eficiente del espacio en

un dispositivo que realiza el procedimiento de la invención.

De acuerdo con la presente invención, tal como se define en la reivindicación independiente 10, se proporciona también un aparato para determinar la concentración de alcohol en el aliento. El aparato incluye las siguientes características específicas, como se definen en la porción caracterizadora de la reivindicación independiente 1. Sobre la base de las mediciones de la presión, el microcontrolador está adaptado para calcular el volumen de la muestra de aliento mediante la integración de la presión a lo largo del tiempo de espiración de la muestra de aliento. El microcontrolador está adaptado además para actualizar continuamente el volumen de muestra de aliento y la concentración de alcohol en el aliento mediante la integración de la presión instantánea medida y la señal de salida de la celda de combustible en el tiempo. El microcontrolador está configurado para realizar la compensación en volumen de la señal de salida de la celda de combustible para obtener una señal de salida de la celda de combustible compensada en volumen, cuando el usuario deja de soplar.

Modos de realización preferidos del aparato de acuerdo con la presente invención comprenden características correspondientes al procedimiento descrito anteriormente.

En un modo de realización preferido, se proporcionan un dispositivo de bloqueo de alcohol en el aliento que comprende un aparato para determinar la concentración de alcohol en el aliento de acuerdo con la presente invención y un vehículo que comprende este dispositivo de bloqueo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 es una representación gráfica de una señal de salida de la celda de combustible a lo largo del tiempo;

La fig. 2 es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento según la presente invención; y

La fig. 3 es una ilustración esquemática de un aparato según la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La invención se explicará adicionalmente a continuación 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 que se describen a continuación, sino que se puede variar para abarcar cualquier combinación de características equivalentes dentro del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas.

Cuando una muestra de aliento espirado pasa a través de la celda de combustible de un dispositivo de medición de alcohol en el aliento, también conocida bajo el nombre Breathalyser® (marca comercial propiedad de Dräger), cualquier alcohol (etanol) presente en la muestra de aliento se oxida en una reacción electroquímica, que genera una corriente eléctrica medible. La fig. 1 muestra una respuesta típica de salida de una celda de combustible en un gráfico de la tensión de salida en función del tiempo. El área bajo la curva se calcula mediante la integración de la tensión a lo largo del tiempo, lo que da un valor FC que es directamente proporcional a la concentración de alcohol en el aliento.

Para dar una medición precisa de la concentración de alcohol en el aliento (BrAC), el alcoholímetro debe ser calibrado usando una muestra de concentración y volumen de alcohol predeterminados. Cuando, posteriormente, se realiza una prueba de alcohol en el aliento de una persona de prueba, el alcoholímetro requiere un volumen de muestra predeterminado, correspondiente a la utilizada para la calibración. Cuando se suministra el volumen requerido, el alcoholímetro comparará el área bajo la curva de la señal de salida de la celda de combustible (tensión) de la muestra de prueba con el valor almacenado de la rutina de calibración y dará una lectura de la concentración probada de alcohol en el aliento.

El requisito de un volumen de muestra específico representa un gran inconveniente en los alcoholímetros conocidos en la técnica. En primer lugar, si por ejemplo la persona de prueba tiene una capacidad pulmonar reducida, o por alguna otra razón no es capaz de proporcionar el volumen predeterminado de muestra de aliento, no puede realizarse una prueba de aliento válida. En segundo lugar, el mecanismo de muestreo necesario en un alcoholímetro para medir y obtener un cierto volumen de muestra elegido y para suministrarlo a la celda de combustible (por ejemplo, sensores de presión, válvulas, bombas, etc.) puede ser bastante caro y/o voluminoso, lo que pone una limitación en las posibilidades para minimizar el tamaño del aparato y para reducir los costes de producción.

En un procedimiento similar como cuando se mide el área de la señal de salida de la celda de combustible, el volumen de la muestra de aliento se puede determinar calculando el área bajo una curva del caudal volumétrico de la muestra de aliento, que es directamente proporcional a la presión del flujo de la muestra de aliento, respecto al tiempo. Por lo tanto, el mismo resultado se logra mediante el cálculo del área bajo la curva de la presión, que se puede medir de una manera más sencilla. La presión se mide fácilmente utilizando un sensor de presión adecuado, por ejemplo mecánico, basado en la presión, óptico, térmico o electromagnético. En un modo de realización preferido de la presente invención, se utiliza un sensor de presión basado en la presión como un medidor Venturi,

placa de orificio o equivalente en combinación con un sensor de presión. Por supuesto, también está dentro del alcance de la presente invención medir el caudal directamente.

5 Las pruebas de laboratorio han demostrado que la variación del volumen del aliento V_b se correlaciona linealmente con la señal de salida de la celda de combustible FC_{salida} para cualquier concentración de alcohol específica:

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

10 Mediante el uso de un volumen de calibración V_{cal} medido y almacenado, es decir, la señal de salida de la celda de combustible resultante cuando el aparato se calibra con una muestra de volumen y concentración de alcohol predeterminados, para realizar una compensación en volumen de la señal de salida de la celda de combustible FC_{salida} , y sustituyendo la constante por la expresión $k = FC_{salida}/V_b$ en la ecuación correspondiente, se obtiene un valor compensado para la señal de salida de la celda de combustible FC_{comp} :

$$15 \quad FC_{comp} = FC_{out} \cdot \frac{V_{cal}}{V_b}$$

Por lo tanto, se logra un procedimiento nuevo e inventivo de medir con precisión la concentración de alcohol en el aliento de una persona de prueba, capaz de manejar volúmenes de espiración de aliento variados, que obvia la necesidad de un mecanismo de toma de muestras. En otras palabras, el procedimiento y el aparato de la presente invención no dependen del volumen de la muestra de aliento espirado porque no existe el requisito de que se sobrepase un umbral para el volumen o caudal para hacer una medición de la concentración de alcohol en el aliento.

20 Otro problema encontrado cuando se hacen mediciones de concentración de alcohol en el aliento es que la señal de salida de la celda de combustible varía dependiendo del caudal de la muestra de aliento espirado. Esto es debido al diseño de la boquilla o tubo de entrada del aparato usado para hacer la medición, lo que da una relación no lineal entre el caudal y la señal de salida de la celda de combustible.

25 El caudal de la muestra de aliento espirado puede calcularse dividiendo el volumen de la muestra de aliento espirado con el tiempo de espiración de la muestra de aliento, es decir, el tiempo total que tarda el usuario en proporcionar toda la muestra de aliento. Por lo tanto, en el procedimiento según la presente invención, el tiempo de espiración se registra para ser utilizado en el cálculo del caudal.

30 Con la obtención de datos de prueba para una amplia gama de diferentes caudales, utilizando una muestra de concentración de volumen y alcohol predeterminada mientras se varía el tiempo de espiración, se descubrió que la señal de salida de la celda de combustible como una función del caudal se corresponde bien con una ecuación polinómica de segundo orden. Por lo tanto, es entonces posible deducir un factor de ajuste del caudal Q_f para utilizarse para la compensación en caudal de la señal de salida de la celda de combustible para cualquier caudal Q dado. Como resultado de ello, se pueden mantener mediciones precisas de la concentración de alcohol en el aliento, incluso para caudales variables que afectan a la señal de salida de la celda de combustible.

35 Por lo tanto, en una primera etapa se calcula el caudal de la muestra de aliento espirado como se describe anteriormente. Posteriormente, se realiza la compensación en caudal en la señal de salida de la celda de combustible multiplicando la señal de salida de la celda de combustible con el factor de ajuste del caudal que corresponde al caudal calculado, y dividiendo por el caudal calculado Q para obtener una señal de salida de la celda de combustible compensada en caudal.

$$40 \quad FC_{comp} = FC_{out} \cdot \frac{Q_f}{Q}$$

45 Otro problema que afecta a la exactitud de la medición de la concentración de alcohol en el aliento es el hecho de que cuando el aparato se ha guardado durante un período de tiempo, es decir, cuando no se han realizado mediciones, dará una alta primera medición falsa incluso si se ha recalibrado. Con el fin de evitar este tipo de primeras mediciones altas, se propone realizar la calibración al menos dos veces. Después de hacer mediciones de al menos dos muestras de volumen y concentración de alcohol predeterminados, el valor medio de la señal de salida de la celda de combustible se almacena como el volumen de calibrado a utilizar para la compensación en volumen futura. Las mediciones posteriores de la concentración de alcohol en el aliento mantendrán entonces la precisión deseada.

50 Se sabe que la señal de salida de la celda de combustible varía con la temperatura. A temperaturas decrecientes, la señal de salida de la celda de combustible también disminuye. Esto puede contrarrestarse mediante la aplicación de la compensación en temperatura a la señal de salida de la celda de combustible.

60 Con la obtención de datos de prueba para una amplia gama de diferentes temperaturas, utilizando una muestra de la

concentración de volumen y alcohol predeterminada, se descubrió que la señal de salida de la celda de combustible como una función de la temperatura se corresponde bien con una ecuación polinómica de segundo orden. Por lo tanto, es entonces posible deducir un factor de ajuste de la temperatura T_f para utilizarse para la compensación en temperatura de la señal de salida de la celda de combustible para cualquier temperatura dada. Como resultado de ello, se pueden mantener mediciones precisas de la concentración de alcohol en el aliento, incluso para temperaturas variables que afectan a la señal de salida de la celda de combustible. Preferiblemente, el intervalo de temperaturas de prueba es de entre -10 a +50 °C.

Por lo tanto, en una primera etapa se mide la temperatura de la celda de combustible y/o la temperatura ambiente. Posteriormente, se realiza una compensación en temperatura en la señal de salida de la celda de combustible multiplicando la señal de salida de la celda de combustible con el factor de ajuste de la temperatura T_f que corresponde a la temperatura medida T , y dividiendo por la temperatura medida T para obtener una señal de salida de celda de combustible compensada en temperatura.

$$FC_{comp} = FC_{out} \cdot \frac{T_f}{T}$$

Otro factor que afecta a la precisión de las mediciones de concentración de alcohol en el aliento es el hecho conocido de que la señal de salida de la celda de combustible se agota o se satura lentamente con concentraciones crecientes de alcohol. En otras palabras, la celda de combustible proporciona una señal de salida inferior falsa de lo que se esperaría para la concentración de alcohol dada.

Con la obtención de datos de prueba para una amplia gama de diferentes concentraciones de alcohol, el uso de muestras de un volumen predeterminado y variando las concentraciones de alcohol, se descubrió que la señal de salida de la celda de combustible como una función de la concentración de alcohol no es lineal para concentraciones de alcohol por encima de aproximadamente 0,5 mg/l. Por lo tanto, es entonces posible deducir un factor de ajuste de linealidad para utilizarse para la compensación de linealidad de la señal de salida de la celda de combustible para cualquier concentración de alcohol dada. Como resultado de ello, se pueden mantener mediciones precisas de la concentración de alcohol en el aliento, incluso para concentraciones de alcohol variables que afectan a la señal de salida de la celda de combustible. Preferiblemente, sólo concentraciones de alcohol por encima de aproximadamente 0,5 mg/l dan lugar a compensación de linealidad.

La fig. 2 muestra un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento según la presente invención. En una primera etapa S201, el usuario comienza a soplar, en un aparato de medición, típicamente mediante un tubo o conducto de muestreo hecho de plástico o de otro material adecuado que es barato de producir y reemplazable, para asegurar condiciones higiénicas a los usuarios.

A medida que el usuario continúa soplando en el aparato, la presión ejercida por el flujo de la muestra de aliento espirado se mide y se utiliza para calcular el volumen V_b de la muestra de aliento mediante la integración de la presión instantánea medida a lo largo del tiempo. En la etapa S202, el volumen de aliento calculado V_b se actualiza continuamente durante todo el procedimiento de medición mediante la integración de la presión a lo largo del tiempo.

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

En la etapa S204, se comprueba si el usuario ha dejado de soplar. Si ese es el caso, se realiza la compensación en volumen en la etapa S205 como se explicó anteriormente, con lo que se obtiene un valor compensado en volumen para la señal de salida de la celda de combustible FC_{comp} y se utiliza para calcular una concentración de alcohol en el aliento compensada $BrAC_{comp}$. Este valor entonces se puede mostrar al usuario en la etapa S206 y/o se utiliza para determinar la concentración de alcohol en la sangre del usuario.

La fig. 3 muestra esquemáticamente un aparato para la medición de 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 2 de muestra de aliento reemplazable para recibir una muestra de aliento espirado de una persona o usuario de prueba. Las flechas indican la dirección del flujo de aliento a través del aparato de medición. El flujo de aliento se conduce a través de un primer canal 3, que está cerrado en un extremo distal. Un sensor de presión 5 está situado cerca del extremo distal del primer canal 3 y mide la presión instantánea de la muestra de aliento a través del aparato de medición 1.

En un modo de realización preferido, el sensor de presión 5 comprende un sensor de presión basado en la presión tal como un medidor Venturi, placa de orificio o equivalente en combinación con un sensor de presión. Sin embargo, la presión se puede medir fácilmente utilizando cualquier sensor de presión adecuado, por ejemplo mecánico, basado en la presión, óptico, térmico o electromagnético.

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

10 El sensor de presión 5 y la celda de combustible 6 están conectados con un microcontrolador 7 que comprende medios para procesar las mediciones de la presión y la tensión de la celda de combustible. En este contexto, el procesamiento incorpora encontrar el área bajo las curvas de la presión y la señal de salida de la celda de combustible FC_{salida} en función del 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 conseguir mediante la integración de la presión, y la señal de salida de la celda de combustible FC_{salida} , 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 celda de combustible FC_{salida} durante toda la duración de la prueba del aliento.

20 Como se mencionó anteriormente, el caudal Q se calcula dividiendo el volumen V_b de la muestra de aliento con el tiempo de espiración registrado de la muestra de aliento. Para este fin, el microcontrolador 7 comprende un reloj o medios de temporizador. El tiempo de espiración puede registrarse con la condición de que la presión medida por el sensor de presión 5 esté por encima de un umbral predeterminado, lo que indica que se está proporcionando una muestra de aliento.

25 Para la medición de la temperatura, el aparato de medición 1 comprende un sensor de temperatura (no mostrado). El sensor de temperatura mide la temperatura de la celda de combustible y/o la temperatura ambiente. El microcontrolador 7 utiliza la temperatura medida para llevar a cabo la compensación en temperatura sobre la base de un factor de ajuste de la temperatura almacenado correspondiente con la temperatura medida. Los factores de ajuste para temperaturas en el intervalo de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ pueden almacenarse en el microcontrolador 7.

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

También comprendida en el aparato de medición hay una batería 9 u otra fuente adecuada de energía para alimentar el sensor de presión 5, la celda de combustible 6 y/o el microcontrolador 7.

35 En un modo de realización preferido de la presente invención, el aparato de medición puede comprender además medios de visualización para mostrar la concentración de alcohol en el aliento BrAC y/o la concentración de alcohol en la sangre BAC medidas. La concentración de alcohol en la sangre BAC puede determinarse a partir de la relación de partición de sangre a aire, es decir la relación entre la cantidad de alcohol en un volumen dado de aliento y sangre. La mayoría de alcoholímetros utilizan una relación de partición estándar internacional de 2100:1, es decir, para cada parte de alcohol en el aliento hay 2100 partes de alcohol en sangre.

40 El aparato de medición de alcohol según la presente invención puede hacerse muy compacto y se incluye en un dispositivo de bloqueo de sobriedad. Tales dispositivos de bloqueo son conocidos en la técnica y no se describirán aquí en detalle. El dispositivo de bloqueo puede comprender medios para medir la temperatura, la humedad y/o la concentración de alcohol del aliento de un usuario, y en base a estas mediciones que caen dentro de los intervalos permitidos (correspondientes al usuario que no está intoxicado por el alcohol), el dispositivo de bloqueo permite arrancar un vehículo u otros tipos de maquinaria conectados al dispositivo de bloqueo. Además, el dispositivo de bloqueo puede estar equipado con un microprocesador para analizar los resultados de los aparatos de medición de alcohol y un relé conectado eléctricamente al motor de arranque del vehículo o máquina.

50 Cuando está provisto de un aparato de medición de alcohol de acuerdo con la presente invención, puede lograrse un dispositivo de bloqueo de sobriedad compacto y de bajo coste y se utiliza para controlar la puesta en marcha de cualquier vehículo o máquina.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento 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 desde el usuario;
 - medir la presión instantánea del flujo de la muestra de aliento espirado;
 - 10 - registrar el tiempo de espiración de la muestra de aliento;
 - llevar la muestra de aliento a un sensor de celda de combustible (6); y
 - 15 - calcular la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) en base a una señal de salida (FC_{salida}) del sensor de celda de combustible (6);
 - calcular el volumen (V_b) de la muestra de aliento en base a la presión medida;
- caracterizado por:
- 20 - actualizar continuamente el volumen de la muestra de aliento (V_b) y la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) mediante la integración de la presión medida instantánea y la señal de salida de la celda de combustible (FC_{salida}) a lo largo del tiempo, con independencia del volumen de la muestra de aliento (V_b);
 - 25 - calcular el caudal (Q) de la muestra de aliento en base al volumen de la muestra de aliento (V_b) y el tiempo de espiración registrado; y
- cuando el usuario deja de soplar, se realizan las etapas siguientes antes de calcular la concentración final de alcohol en el aliento (BrAC):
- 30 - compensar la señal de salida de la celda de combustible (FC_{salida}) usando un volumen de calibración almacenado (V_{cal}) para obtener una señal de salida de la celda de combustible compensada en volumen (FC_{Vcomp});
 - 35 - compensar la señal de salida de la celda de combustible compensada en volumen (FC_{Vcomp}) para obtener una señal de salida de la celda de combustible compensada en caudal (FC_{Qcomp}) utilizando un factor de ajuste del caudal almacenado (Q_t) correspondiente al caudal calculado (Q).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
- 40 - medir la temperatura (T); y
 - compensar la señal de salida de la celda de combustible compensada utilizando un factor de ajuste de la temperatura almacenado (T_t) correspondiente a la temperatura medida.
3. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además las etapas de, si no se han hecho mediciones durante un período de tiempo predeterminado:
- 50 - realizar una calibración haciendo una medición de una muestra de volumen y concentración predeterminados;
 - repetir la etapa de calibración al menos una vez; y
 - almacenar el valor medio de la señal de salida de la celda de combustible (FC_{salida}) como el volumen de calibración (V_{cal}).
4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las etapas de:
- 55 - determinar la concentración de alcohol en sangre (BAC) en base a la concentración de alcohol en el aliento (CAA).
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende además la etapa de:
- 60 - mostrar la concentración de alcohol en la sangre resultante (BAC).
6. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha compensación en volumen se realiza mediante la fórmula:
- 65

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

7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las etapas de:
- 5 - evitar la puesta en marcha de un vehículo si la concentración de alcohol en el aliento calculada (BrAC) excede un valor umbral predeterminado.
8. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la presión se mide por medio de un sensor de presión basado en la presión (5), preferiblemente un medidor Venturi o placa de orificio en combinación con un sensor de presión.
9. Aparato para medir la concentración de alcohol en el aliento (BrAC), que comprende:
- 15 - medios (2) para recibir una muestra de aliento espirado de un usuario;
- medios (5) para medir la presión instantánea del flujo de la muestra de aliento espirado;
- 20 - medios para registrar el tiempo de espiración de la muestra de aliento;
- un sensor de celda de combustible (6); y
- un microcontrolador (7) adaptado para:
- 25 - calcular la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) en base a una señal de salida (FC_{salida}) del sensor de celda de combustible;
- calcular el volumen (V_b) de la muestra de aliento en base a la presión medida;
- 30 caracterizado porque el microcontrolador (7) está también adaptado para:
- actualizar continuamente el volumen de la muestra de aliento (V_b) y la concentración de alcohol en el aliento (BrAC) mediante la integración de la presión medida instantánea y la señal de salida de la celda de combustible (FC_{salida}) a lo largo del tiempo, con independencia del volumen de la muestra de aliento (V_b); y
- 35 - calcular el caudal (Q) de la muestra de aliento en base al volumen de la muestra de aliento (V_b) y el tiempo de espiración registrado;
- realizar una compensación en volumen en la señal de salida de la celda de combustible (FC_{salida}) para obtener una señal de salida de la celda de combustible compensada en volumen (FC_{Vcomp}) utilizando un volumen de calibración almacenado (V_{cal});
- 40 - realizar una compensación en caudal en la señal de salida de la celda de combustible compensada en volumen (FC_{Vcomp}) para obtener una señal de salida de la celda de combustible compensada en caudal (FC_{Qcomp}) utilizando un factor de ajuste del caudal almacenado (Q_f) correspondiente al caudal calculado (Q).
- 45 10. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además medios para medir la temperatura (T), y en el que el microcontrolador (7) está adaptado además para:
- 50 - compensar la señal de salida de la celda de combustible compensada utilizando un factor de ajuste de la temperatura almacenado (T_f) correspondiente a la temperatura medida (T).
11. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, adaptado para ser calibrado haciendo una medición de una muestra de volumen y de concentración predeterminados al menos dos veces si no se han hecho mediciones durante un periodo de tiempo predeterminado, y en el que el microcontrolador (7) está también adaptado para:
- 55 - almacenar el valor medio de la señal de salida de la celda de combustible (FC_{salida}) como el volumen de calibración (V_{cal}).
- 60 12. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que el microcontrolador (7) está adaptado además para determinar la concentración de alcohol en sangre (BAC) en base a la concentración de alcohol en el aliento (BrAC).

13. Aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el aparato comprende además medios de visualización para mostrar la concentración de alcohol en la sangre resultante (BAC).

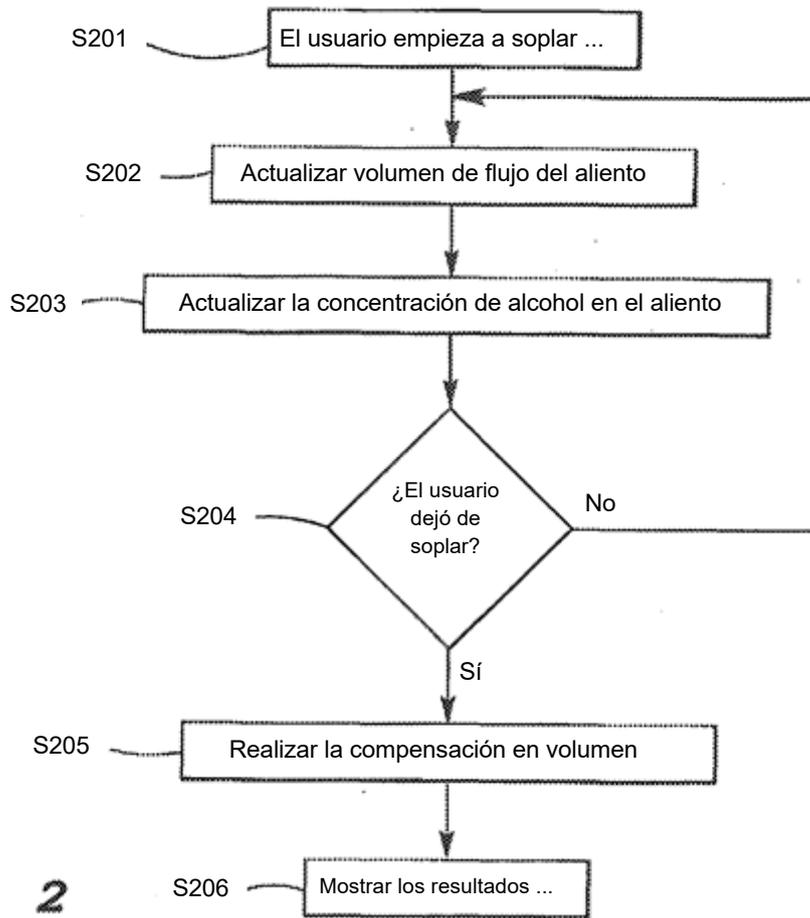
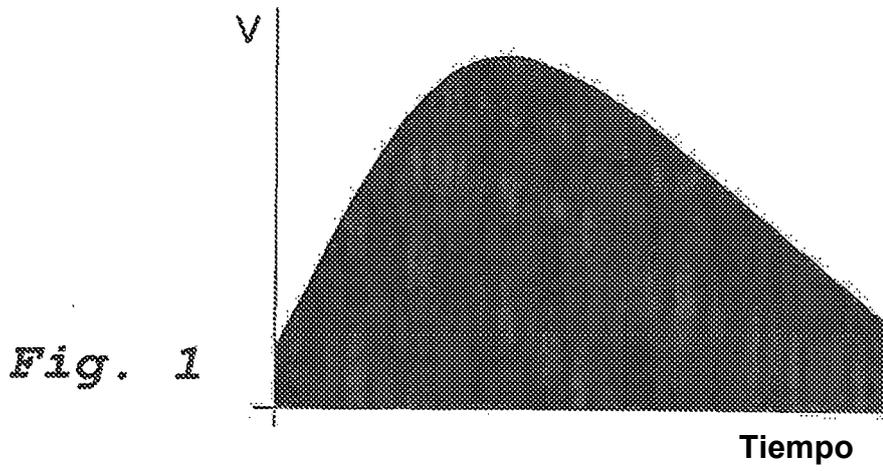
5 14. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que dicha compensación en volumen se realiza mediante la fórmula:

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

10 15. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que los medios para medir la presión comprenden un sensor de presión basado en la presión (5), preferiblemente un medidor Venturi o placa de orificio en combinación con un sensor de presión.

15 16. Un dispositivo de bloqueo de alcohol en el aliento que comprende un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15.

17. Un vehículo que comprende un dispositivo de bloqueo de alcohol en el aliento de acuerdo con la reivindicación 16.



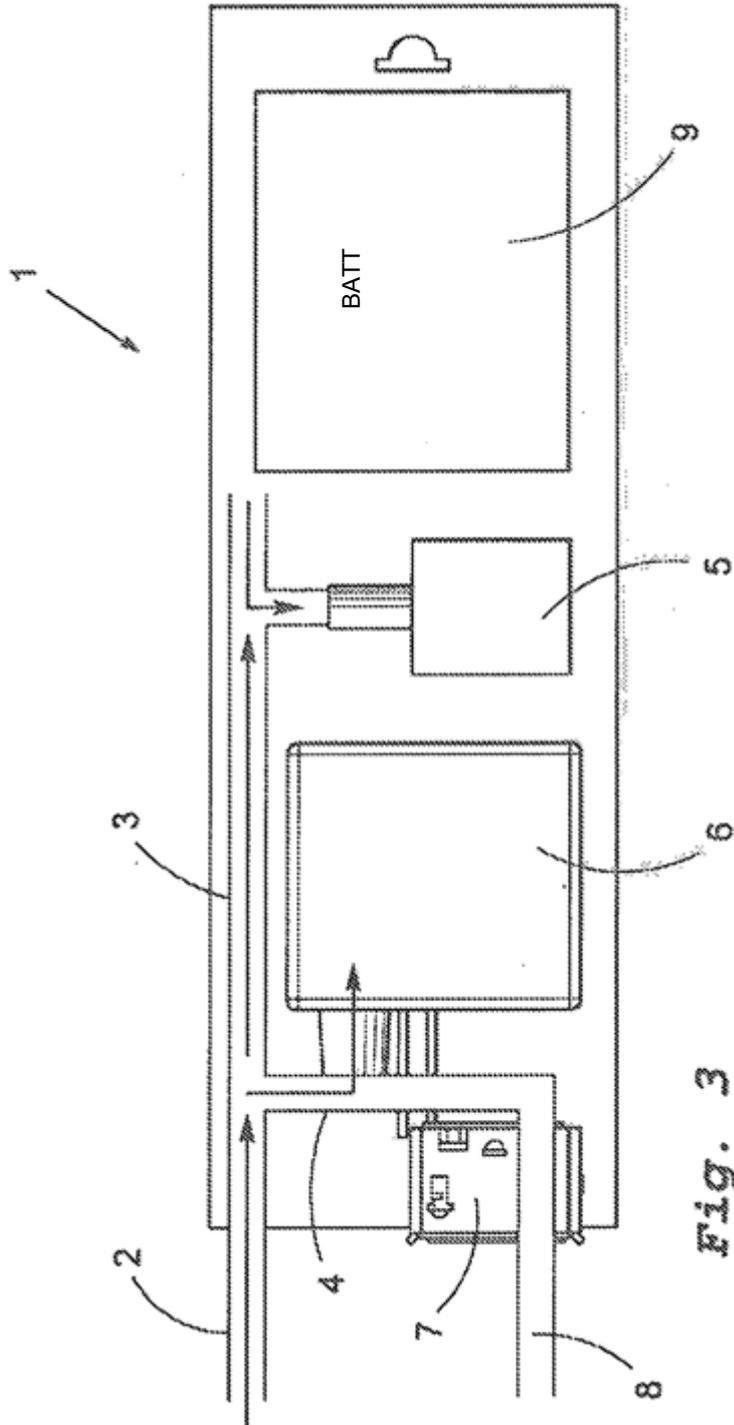


Fig. 3