

DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN SENSORIAL DE OLOR/SONIDO/TEXTURA EN ALIMENTOS

CAMPO TÉCNICO

5

La presente invención se ubica dentro del campo técnico de la electrónica y más específicamente, en el campo de los dispositivos utilizados para la medición sensorial de alimentos.

- 10 Así, la presente invención está dirigida a un dispositivo electrónico no invasivo que permite la medición simultánea de características sensoriales, tales como olor (mediante la medición de Componentes Orgánicos Volátiles (VOC)), sonido producido al morder y fuerza ejercida durante el proceso de masticación de un alimento, donde todas estas mediciones se realizan de forma simultánea para
- 15 recolectar la información en el mismo instante de tiempo, en donde la posibilidad de realizar estas mediciones simultáneamente permite una menor inversión de recursos de diferente índole como tiempo, materias primas, entre otros; además de lograr captar la percepción que genera el alimento en el consumidor.
- 20 De este modo, el dispositivo de la presente invención cuenta con tres módulos principales encargados de realizar las lecturas de las señales para identificar las características anteriormente mencionadas del alimento, en donde esta información es enviada a una unidad principal de procesamiento encargada del tratamiento de la información y de mostrar o suministrar los resultados.

25

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- Actualmente, la industria de los alimentos es una de las más importantes y exitosas, con facturaciones anuales considerablemente mayores a cualquier otra
- 30 industria, debido a que los alimentos llegan a todas las personas por igual, por lo que el éxito en el desarrollo de alimentos radica en que cada una de las características sensoriales cumpla con los estándares de calidad establecidos.

Dentro de las características sensoriales de los alimentos se encuentran el sabor, olor, textura y, sonido producido al masticar, donde la aceptación o rechazo del alimento, por parte del consumidor, depende directamente de la interacción que éste tenga con dichas características sensoriales; el poder cuantificar dichas características de manera simultánea permitiría disminuir tiempo y recursos de diferente índole, tales como humanos, materia prima, económicos, entre otros. En la actualidad, estas características se miden de manera independiente usando instrumentos como texturómetros, narices electrónicas y micrófonos.

Así las cosas, en el estado del arte existe una pluralidad de divulgaciones relacionadas con dispositivos o herramientas que pueden ser usadas para la medición de las características de alimentos, dentro de las que se encuentra el documento KR 20070004501 el cual se refiere a un recipiente que comprende una función de indicación de olores para permitir que un usuario reconozca el olor indirectamente proporcionando información de sonido e información de letras/imágenes relacionadas con un material de olor. Así, el recipiente con función indicadora de olores incluye un sensor de apertura, una sección de almacenamiento de información de sonido, una sección de almacenamiento de letras/imágenes, un interruptor de selección, una sección de amplificación de sonido, un altavoz, una sección de procesamiento de letras/imágenes y una pantalla de cristal líquido. Cuando se ingresa una señal de apertura del sensor de apertura, la sección de procesamiento de letras/imágenes emite una señal de visualización llamando letras e información de imágenes correspondientes a la comida seleccionada por el interruptor de selección. La sección de pantalla de cristal líquido muestra las letras o imágenes relacionadas.

Sin embargo, la invención definida en esta anterioridad presenta la desventaja relacionada con la medición de la característica de olor, dado que se basa en sensores que no permiten la medición de componentes volátiles, tal como VOC en la interpretación del olor de un alimento concreto, ni tampoco permite medir

otras características del alimento, tal como sonido al morder y fuerza requerida para dicha función, con lo que no es posible tener las características completas del alimento y determinar su viabilidad de comercialización o éxito en mercado.

5 De otra parte, en el estado del arte está el documento CN 203181046 que divulga un teléfono móvil que tiene una función de detección de olores, donde el teléfono con función de detección de olores incluye un sistema de entrada/salida, un sistema de control y un sistema de recolección de gas. El sistema de entrada/salida incluye una pantalla LED, una pantalla LCD o una pantalla táctil
10 utilizada para producir sugerencias de texto, sugerencias de números o sugerencias de letras; un diodo emisor de luz utilizado para producir puntas de luz; y un zumbador utilizado para producir consejos de sonido. El sistema de control incluye un chip de control de teléfono celular utilizado para la deducción lógica de señales y el procesamiento de datos y una base de datos de olores de
15 alimentos y valores de umbral de detección. El sistema de recolección de gas incluye una sonda sensora capaz de detectar múltiples tipos de gases y se comunica con el chip de control del teléfono celular. El chip de control del teléfono celular hace que los resultados del procesamiento de datos se muestren en el sistema de salida. El dispositivo es altamente portátil y no invasivo.

20

No obstante, este documento presenta el inconveniente que se basa en el uso de un teléfono móvil que permite hacer la medición de olores y de acuerdo con lo medido, buscando en una base de datos para obtener el producto al cual pertenece, pero no se especifican las características completas del alimento a
25 analizar, tal como detección de sonido y la fuerza a la hora de la alimentación.

Así mismo, se encuentra el documento WO 2014188419 relacionado con un sistema y método para crear una base de datos de olores, en el cual se utiliza una unidad de detección electrónica para recibir una muestra de olor y generar
30 una firma electrónica que caracteriza la muestra recibida en ella a través de una unidad de guía de muestras que guía la primera parte de la muestra hacia la unidad de muestreo electrónica y una segunda parte de la muestra hacia una

salida, de ese modo permitir que uno o más usuarios estén expuestos a dicha muestra en fase gaseosa. Se cuenta con una unidad de control para recibir datos indicativos de la firma electrónica generada por la unidad de detección electrónica y datos de uno o más usuarios indicativos de una pluralidad de
5 descriptores olfativos que caracterizan la muestra a la que están expuestos los usuarios, lo que permite la creación de un registro de datos que incluye primeros y segundos datos de caracterización correspondientes a la misma muestra. La base de datos de olores se construye a partir de una pluralidad de dichos registros de datos, cada uno de los cuales está asociado con una muestra
10 específica de olor, que luego puede usarse para caracterizar, formular y/o crear un olor deseado basado en la comparación de una firma eléctrica generada para el olor por el dispositivo de detección electrónica y registros de datos cuyas firmas electrónicas cumplen con algún criterio de mejor cumplimiento.

15 Sin embargo, al igual que otros de los documentos mencionados anteriormente, esta anterioridad presenta la desventaja que, aunque permite crear y definir una base de datos de olores de acuerdo con la entrada por parte de una serie de usuarios, no es posible realizar una medición adecuada de los olores del alimento basado en la medición de VOC, ni se menciona la medición o detección
20 de sonido del alimento al masticar ni la fuerza aplicada para dicha función.

Ahora bien, la solicitud de patente KR 20180096166 divulga un módulo de sensor de gas de compuestos orgánicos volátiles (VOC), en el que un cuerpo con un sensor de VOC y un módulo de comunicación Bluetooth transfiere una señal de
25 control para controlar la operación de detección de gas cuando una aplicación para distinguir si los alimentos se pueden consumir al ser instalado en un teléfono inteligente funciona, y cuando los datos de los resultados de la estimación se transfieren al teléfono inteligente, la aplicación analiza los datos de los resultados de la estimación y muestra si se puede consumir el alimento.

30 No obstante, este documento del arte previo presenta el inconveniente relacionado con la limitación en la medición de las múltiples características del

alimento a ser analizado, dado que únicamente permite determinar su olor por medio de la medición de los VOC, pero no permite específicamente la detección o medición del sonido de un alimento al morder ni la fuerza aplicada o necesaria para dicho proceso de morder.

5

Finalmente, se tiene el documento TWI 705412 que enseña un sistema para evaluar el sabor de alimentos en función de su gas liberado que comprende un módulo de detección de múltiples gases y un módulo de procesamiento de datos. El módulo de detección multigas comprende chips de detección de gas de color que pueden reaccionar con el gas de los alimentos evaluados para formar una reacción de color y generar una imagen de color correspondiente a la reacción de color. El módulo de procesamiento de datos se conecta con el módulo de detección de múltiples gases y comprende una unidad de captura de imágenes que convierte la imagen en color en información de olor, una unidad de base de datos que incluye números de información de identificación y una unidad de cálculo que realiza un cálculo contra la información de identificación y la información del gas para formar un resultado de evaluación sobre el sabor de los alimentos. Los usuarios pueden determinar el estado de los ingredientes con el resultado de la evaluación sobre la frescura de los alimentos.

20

Sin embargo, esta anterioridad presenta la desventaja que la medición de las características del alimento se basa únicamente en el uso de imágenes y sensores de colores para poder determinar el olor, lo cual no es totalmente acertado ni permite determinar si un alimento podría tener buena textura u olor, sino simplemente permite determinar si el mismo está en buen estado y puede ser consumido, al tiempo que no menciona la medición del sonido ni la fuerza aplicada para generar el sonido del alimento.

De otra parte, en el estado del arte existen otras divulgaciones que pueden estar relacionadas de alguna forma con la presente invención, dentro de las que se encuentra el Modelo de Utilidad de Perú 000129-2021/DIN titulado “Nariz electrónica con sensores recubiertos con zeolita y control de temperatura en lazo

30

cerrado”, el cual utiliza varios tipos de sensores químicos, que permiten el análisis y clasificación de muestras de vino en función de su perfil aromático, actuando de forma similar a una nariz humana; el documento CN103278609B relacionado con un dispositivo para examinar el nivel de carne fresca, basado en espectrómetro de infrarrojo y nariz electrónica; el documento US10931765B2 relacionado con un sistema de mezcla inteligente de una receta, que contiene unidad de mezclado automático que proporciona la receta y de identificación de mezcla basado en *e-nose*, el cual identifica los ingredientes y cantidades utilizadas; el documento US8272280B2 relacionado con un aparato y método de detección de contaminantes para la industria alimentaria, el cual implementa una *e-nose* para determinar los gases o partículas contaminantes del aire; y el documento US8701301B2 relacionado con un instrumento de medición de textura superficial, compuesto por un brazo móvil cuenta con un mecanismo en hace contacto con la superficie y estima la textura.

Sumado a lo anterior, también se encuentran los siguientes documentos científicos relacionados con divulgaciones de narices electrónicas:

1. Doig, A. L. P., Kou, M. D. R. S., Escobar, G. P., Camino, E. D., & Comina, G. (2016). Implementación y evaluación de una nariz electrónica para la detección de alcoholes lineales. *Revista Colombiana de Química*, 45(2), 12-18. Posee 4 sensores de gas, un sistema neumático irregular, un hardware y software para adquisición de datos y un software de reconocimiento de patrones. Detecta muestras de vapor de alcoholes metanol, etanol, n-butanol y 1-2 octanol.

2. Webster, J., Shakya, P., Kennedy, E., Caplan, M., Rose, C., & Rosenstein, J. K. (2018). TruffleBot: Low-cost multi-parametric machine olfaction. In 2018 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS), october, pp. 1-4. TruffleBot es una nariz electrónica portátil de bajo costo, desarrollada con sensores tipo MENS, incorpora sensores de presión y temperatura, para medir gases bebidas alcohólicas como, cerveza, vino, vodka, etanol, acetona entre, otros.

3. Aleixandre, M., Lozano, J., Gutiérrez, J., Sayago, I., Fernández, M. J., & Horrillo, M. C. (2008). Portable e-nose to classify different kinds of wine. *Sensors and Actuators B: chemical*, 131(1), 71-76. Desarrollo de nariz electrónica portable para la detección de vinos con el uso de sensores resistivos.
4. Tang, K. T., Chiu, S. W., Pan, C. H., Hsieh, H. Y., Liang, Y. S., & Liu, S. C. (2010). Development of a portable electronic nose system for the detection and classification of fruity odors. *Sensors*, 10(10), 9179-9193. Se muestra una nariz electrónica portátil para la detección y clasificación de olores afrutados. Con sensores tipo MOST, se comprobó con banana, limón.
5. Qian, K., Bao, Y., Zhu, J., Wang, J., & Wei, Z. (2021). Development of a portable electronic nose based on a hybrid filter-wrapper method for identifying the Chinese dry-cured ham of different grades. *Journal of Food Engineering*, 290, 110250. Nariz electrónica portátil para identificar el jamón chino curado en seco de diferentes calidades. Basada en sensores tipo MOS.
6. Chen, L. Y., Wu, C. C., Chou, T. I., Chiu, S. W., & Tang, K. T. (2018). Development of a dual MOS electronic nose/camera system for improving fruit ripeness classification. *Sensors*, 18(10), 3256. Desarrollo de una nariz electrónica con cámara, para mejorar la clasificación de la madurez de la fruta, basado en sensores tipo MOS.
7. Wijaya, D. R., Sarno, R., & Daiva, A. F. (2017). Electronic nose for classifying beef and pork using Naïve Bayes. In 2017 International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology (ISSIMM), August pp. 104-108. Nariz electrónica capaz de determinar si la carne es de res o de cerdo. El sistema electrónico se fabricó utilizando un microcontrolador Arduino y una matriz de sensores que constaba de ocho sensores de gas semiconductor de óxido metálico.

Así mismo, se tienen los siguientes artículos científicos relacionados o que divulgan algún tipo de dispositivo o sistema para la medición de textura, sonido o vibraciones

- 5 1. Webster, J., Shakya, P., Kennedy, E., Caplan, M., Rose, C., & Rosenstein, J. K. (2018). TruffleBot: Low-Cost Multi-Parametric Machine Olfaction. 2018 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference, BioCAS 2018 - Proceedings, 1–4. <https://doi.org/10.1109/BIOCAS.2018.8584767>. Diseño de un dispositivo Háptico para la estimación de textura de alimentos con el uso de un sensor de fuerza y
10 análisis las vibraciones propagadas por el maxilar.
2. Zhang, H., Lopez, G., Tao, R., Shuzo, M., Delaunay, J. J., & Yamada, I. (2012). Food texture estimation from chewing sound analysis. HEALTHINF 2012 - Proceedings of the International Conference on Health Informatics, 213–218.
15 <https://doi.org/10.5220/0003771802130218>. Estimación de textura con el estudio de las señales propagadas por el maxilar al morder el alimento. Con el uso de una grabadora Vibraudio EM20 de TEMCO.
3. Akimoto, H., Sakurai, N., & Shirai, D. (2017). A new device for acoustic
20 measurement of food texture using free running probe. Journal of Food Engineering, 215, 156–160. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.07.030>. Es un dispositivo para la medición acústica de la textura de los alimentos utilizando una sonda de funcionamiento libre aplicando, midiendo la energía cinética de las vibraciones al fracturar el alimento.
25
4. Akimoto, Hidemi, Sakurai, N., & Blahovec, J. (2019). A swing arm device for the acoustic measurement of food texture. Journal of Texture Studies, 50(2), 104–113. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12381>. Es el diseño de un dispositivo de brazo oscilante, para la medición acústica de la textura de los alimentos. Mide
30 las vibraciones que experimenta una punta al caer sobre un alimento, el análisis de esas vibraciones permite estimar la textura.

5. Iwatani, S. I., Akimoto, H., & Sakurai, N. (2013). Acoustic vibration method for food texture evaluation using an accelerometer sensor. *Journal of Food Engineering*, 115(1), 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.09.015>.

Diseño de un dispositivo que mide la textura de un alimento a partir de las vibraciones producidas en una punta de corte ubicada en un mecanismo vertical que fractura el alimento

6. Taniwaki, M., Hanada, T., & Sakurai, N. (2006). Device for acoustic measurement of food texture using a piezoelectric sensor. *Food Research International*, 39(10), 1099–1105. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.010>.

Dispositivo que mide la textura de un alimento a partir de las vibraciones usando un sensor piezoeléctrico instalado junto a una punta metálica que fractura el alimento.

A partir de la información anterior, es claro que los documentos existentes en el estado del arte corresponden a una serie de dispositivos o sistemas para la detección de olores o alguna otra propiedad de alimentos, en donde la mayoría de anterioridades enseñan el uso de sensores para detectar el olor y poder establecer así una base de datos, la cual luego es revisada para indicar el producto al cual pertenece el olor. También en algunos casos se menciona el uso de sensado de los gases liberados por el alimento para hacer la interpretación de los datos.

Así las cosas, se puede ver que en los dispositivos divulgados en el arte previo todos presentan el inconveniente y la desventaja que no permiten hacer una medición integral de todas las características de un alimento, tal como olor, textura, fuerza al morder, etc., donde esta medición se pueda realizar de forma adecuada y simple, así como que la medición sea precisa mediante los olores o gases expulsados por el alimento.

Además, se presenta un problema en el arte relacionado con la carencia de herramientas que permitan obtener una medición adecuada y precisa de las

características de un alimento, lo que a su vez permite que se garantice un éxito en la comercialización y aceptación de dicho alimento por parte de los consumidores, al tiempo que no existe ningún documento que permita hacer la medición de la fuerza requerida para que un alimento haga un sonido particular al ser mordido.

De acuerdo con la información anterior, es claro para el experto en la materia que en el estado del arte existe una necesidad por diseñar e implementar un dispositivo, aparato o sistema que permita suplir las necesidades anteriormente identificadas y que suministre la capacidad de medir todas las características de un alimento en un solo dispositivo, reduciendo de este modo costos y complicaciones relacionadas con el uso de múltiples dispositivos para este fin.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Considerando los problemas y/o necesidades anteriores mencionadas, los presentes inventores han propuesto un nuevo dispositivo electrónico no invasivo que permite la medición simultánea de características sensoriales, tales como olor, sonido producido al morder y fuerza ejercida durante el proceso de masticación de un alimento, en el que todas estas mediciones se realizan de forma simultánea para recolectar la información en el mismo instante de tiempo, en donde la posibilidad de realizar estas mediciones simultáneamente permite una menor inversión tanto de tiempo como de materias primas; además de lograr captar la percepción que genera el alimento en el consumidor, en donde el dispositivo permite hacer la medición de los olores del alimento deseado por medio de la medición de Componentes Orgánicos Volátiles (VOC) expulsados por dicho alimento.

Así las cosas, el dispositivo electrónico no invasivo de la presente tecnología se basa en el uso de tres módulos principales encargados de realizar las lecturas de las señales para identificar las características anteriormente mencionadas del alimento, en donde esta información es enviada a una unidad principal de

procesamiento encargada del tratamiento de la información y de mostrar o suministrar los resultados.

De este modo, el primer módulo corresponde a la medición de olor por medio de la medición de los Componentes Orgánicos Volátiles (VOC), el cual cuenta con una cámara o espacio cerrado que tiene una puerta de apertura superior que se cierra y ajusta con un par de abrazaderas tipo pestillo garantizando un sello para evitar la pérdida del olor. En la parte interna tiene un espacio para ubicar un plato que lleva o porta la muestra de comida a analizar, dicha cámara también cuenta con dos acoples rápidos en la parte lateral donde se ubican dos mangueras de ingreso y salida de aire con el fin de sacar los VCO residuales de mediciones anteriores. En la parte interna superior se encuentra una tarjeta electrónica con una matriz de hasta 13 sensores de gas, los cuales se pueden desmontar de manera fácil para su cambio por daño o por sensores con otra referencia.

Así, los sensores de gas reciben los VOC y generan una respuesta de voltaje, la cual es acondicionada por una serie de elementos pasivos como resistores, condensadores y LEDs. En esta misma tarjeta electrónica se encuentra un sensor que permite medir la temperatura, humedad y presión de la recámara, donde esta información se envía a través de un protocolo de comunicación digital. Tanto la comunicación del protocolo como la información de los sensores de gas es enviada por un bus de datos que se conecta a una tarjeta de adquisición de datos (DAQ) ubicada en la caja de instrumentación.

El dispositivo también cuenta con un módulo de medición de sonido, el cual se encarga de capturar la señal sonora producida al momento de la fractura del alimento, mediante el uso de un micrófono tipo condensador con frecuencia de respuesta en el rango de 20 Hz a 20 kHz y una resolución determinada, tal como, por ejemplo, 24 bits, patrones polares intercambiables y ajuste de volumen, el cual captura las señales acústicas con una alta sensibilidad para mayor nitidez de la información y en un ángulo cerrado con lo que se disminuye la captura de

señales del ruido ambiente. Este módulo de medición de sonido se conecta de manera directa al sistema embebido ubicado en la unidad principal.

Así mismo, se tiene un módulo de medición de fuerza, el cual permite identificar las señales eléctricas producidas por los músculos de la boca durante el proceso de mordida, con lo que se da una caracterización de textura del alimento, en donde dicho módulo de medición de fuerza cuenta con un sensor muscular que, a través de una serie de electrodos e igual número de conectores, tal como tres electrodos y conectores, captura la información y la envía a la DAQ de la unidad principal.

Finalmente, se tiene una unidad principal, la cual es la encargada de procesar y analizar las señales capturadas por cada uno de los módulos anteriormente mencionados, que, con la integración de diferentes elementos internos (computador embebido, tarjeta de adquisición de datos, fuente de voltaje, bomba de aire y electroválvulas) integra y procesa toda la información obtenida. Esta unidad principal cuenta con dos protecciones de sobretensión eléctrica, una fuente de voltaje que alimenta los diferentes módulos y elementos electrónicos internos, un sistema de una bomba de aire con diafragma y dos electroválvulas que generan un flujo controlado para limpiar el módulo de medición de VOC.

Adicionalmente, la unidad principal tiene una tarjeta de adquisición de datos que se encarga de leer y digitalizar las señales análogas de los módulos de medición de VOC y de fuerza; también cuenta con un microprocesador que efectúa la comunicación con el protocolo digital con el sensor de temperatura-humedad-presión.

Como elemento principal cuenta con un sistema embebido que procesa la información de la DAQ conectada por puerto de comunicaciones, tal como USB, y del módulo de medición de sonido, con una aplicación diseñada bajo la integración de diferentes lenguajes de programación. Esta aplicación tiene implementado métodos de extracción y otros con los que tienen la capacidad de

leer, cuantificar, graficar, almacenar, mostrar y exportar las variables leídas por los módulos de manera individual o simultánea. Estos procesos se pueden evidenciar en una pantalla táctil que también cuenta con altavoces y diversos terminales de conexión, al tiempo que presenta un protector que permite
5 protegerla de golpes. La pantalla preferiblemente se encuentra instalada en un brazo en aluminio con sistema de cilindro neumático que permite modificar la posición de la pantalla entres los tres ejes, este se soporta de la estructura interna del dispositivo de la invención, con lo que se puede concluir que esta combinación facilita la interacción con el usuario permitiendo una mejor
10 visualización y operación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente invención se entiende de forma más clara a partir de las siguientes
15 figuras en las que se muestran los componentes asociados al presente sistema, dispositivo y/o aparato, así como los elementos novedosos con respecto al estado del arte, estas figuras no pretenden limitar el alcance de la invención, el cual está únicamente dado por las reivindicaciones adjuntas, en donde:

20 La Figura 1 corresponde a una vista general en perspectiva del dispositivo electrónico de la presente invención, donde se ilustran todos los componentes que forman parte del mismo.

La Figura 2 corresponde a una vista en detalle de la caja de instrumentación del
25 dispositivo electrónico mostrado en la Figura 1, donde dicha caja de instrumentación contiene todos los componentes electrónicos y de procesamiento.

La Figura 3 corresponde a una vista en detalle del contenedor de matriz
30 alimentaria del dispositivo electrónico mostrado en la Figura 1, donde dicho contenedor permite la ubicación en su interior del alimento a ser analizado.

La Figura 4 corresponde a un diagrama de bloques o un esquemático general del dispositivo electrónico de la presente invención, donde se ilustran todas las partes que lo conforman.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a un dispositivo electrónico no invasivo para la medición simultánea de características sensoriales en un alimento, donde dichas características corresponden a olor, sonido al masticar y fuerza ejercida
10 durante el proceso de masticación del alimento, lo que permite una menor inversión de recursos (tiempo, materias primas, entre otras), y a la vez permite lograr captar la percepción que genera el alimento en el consumidor

De esta forma, las Figuras 1 a 4 presentan un dispositivo electrónico de medición
15 de características sensoriales, en donde dicho dispositivo electrónico comprende o consiste esencialmente, en general, sin limitaciones, de las siguientes partes o componentes:

- Una caja principal (1) en cuyo interior se ubica la mayoría de los
20 componentes electrónicos que permiten interpretar las señales relacionadas con la medición de las características sensoriales, en donde dicha caja principal (1) aloja una fuente de alimentación (4) que suministra la potencia necesaria para el funcionamiento del dispositivo, un computador embebido (5) que se encarga de procesar los datos y emitir
25 señales relacionadas con las respuestas a las mediciones realizadas, una tarjeta de adquisición de datos (6) que permite recibir los datos provenientes de los sensores que hacen la medición de las características sensoriales y que se conecta al computador embebido (5) por medio de una conexión de puerto (11), una bomba de aire (7), un interruptor
30 electromagnético (8) cuya función es proteger el circuito contra variaciones de voltaje, y un elemento de visualización (3) que se conecta

al computador embebido (5) y permite visualizar el análisis de la información recopilada;

- Un módulo de medición de olor (2) que corresponde a un contenedor de matriz alimentaria, en el cual se ubica el alimento y se lleva a cabo la medición de los VOC, donde dicho módulo de medición de olor (2) cuenta con una cámara interna (21) para la ubicación de la muestra a ser analizada, donde dicha cámara (21) tiene una puerta de apertura superior (22) que se cierra y ajusta con un par de abrazaderas tipo pestillos (16) garantizando un sello para evitar la pérdida del olor, y dos acoples rápidos (17) en la parte lateral donde se ubican dos mangueras de ingreso y salida de aire (9) conectadas a la bomba de aire (7) con el fin de sacar los VCO residuales de mediciones anteriores, también se contempla un acople rápido (18) para la conexión opcional de una manguera externa que permita el ingreso de un gas inerte que cumpla con ese mismo fin de limpieza. Dicho módulo de medición de olor (2) cuenta en su parte interna superior con una tarjeta electrónica (10) con una matriz de sensores de gas que se pueden desmontar de manera fácil para su reemplazo, y un sensor de temperatura, humedad y presión integrados, en donde dicha este módulo de medición de olor (2) se conecta a la caja principal (1) por medio de un bus de datos (15) que lleva la información eléctrica y por unas mangueras de unión (9);

- Un módulo de medición de sonido (13) encargado de capturar la señal sonora producida al momento de la fractura del alimento, el cual corresponde a un micrófono omnidireccional tipo condensador que preferiblemente tiene una frecuencia de respuesta en el rango de 20 Hz a 20 kHz y presenta una resolución de 24 bits, con patrones polares intercambiables y ajuste de volumen, y se conecta de manera directa al computador embebido (5) ubicado en la caja o unidad principal (1); y

- Un módulo de medición de fuerza (14) ubicado dentro de la unidad principal (1), esta permite identificar las señales eléctricas producidas por los músculos de la boca durante el proceso de mordida con el que se da una caracterización de textura del alimento, donde dicho módulo de medición de fuerza (14) cuenta con un sensor muscular que, a través de tres electrodos e igual número de conectores, capturan la información y la envían al computador embebido (5) de la caja o unidad principal (1).

Así las cosas, el dispositivo electrónico de la presente invención se caracteriza porque tiene un peso adecuado, lo cual puede facilitar su transporte. Además, la fuente de alimentación (4) ubicada al interior de la caja o unidad principal (1) es una fuente regulada de 120 V_{AC} de entrada y presenta un voltaje de 12 V_{DC} de salida, aunque se contemplan otros voltajes de salida de acuerdo con las necesidades, por lo que la presente invención no se limita exclusivamente a los valores de voltaje de salida definidos anteriormente. Así mismo, dicha fuente de alimentación (4) puede tener un voltaje de alimentación mayor, dependiendo de la red eléctrica o el país donde va a ser utilizada, y se contempla cualquier tipo de voltaje de entrada, tal como 240 V_{AC} o más en caso de requerirse.

De acuerdo con lo anterior, la caja o unidad principal (1) es la encargada de procesar y analizar las señales capturadas por cada uno de los módulos mencionados de olor (2), sonido (13) y fuerza (14), y con la integración de los diferentes elementos internos, tales como el computador embebido (5), la tarjeta de adquisición de datos (6), la fuente de alimentación (4), la bomba de aire (7) y una serie de electroválvulas (no mostradas), integra y procesa toda la información obtenida.

En una modalidad preferida, la caja o unidad principal (1) además cuenta con unas protecciones de sobretensión eléctrica, tal como un fusible de preferiblemente pero no de forma limitante, 10 A y un breaker con corriente nominal a 10 A.

Preferiblemente, la bomba de aire (7) es de tipo que presenta un diafragma a 12 V_{DC} y un flujo de 30 L/min y dos electroválvulas de 12 V_{DC} a una presión de 0-10 kgf/cm², que genera un flujo controlado para limpiar el módulo de medición de olor (2), como se especificó anteriormente, por lo que tiene conexión directa con este último. Adicional a lo mencionado, la tarjeta de adquisición de datos (6) se encarga de leer y digitalizar las señales análogas de los módulos de medición de olor (2) y de fuerza (14), y también efectúa la comunicación con el protocolo digital con el sensor de temperatura-humedad-presión ubicado en dicho módulo de medición de olor (2).

Adicionalmente, el computador embebido (5) procesa la información de la tarjeta de adquisición de datos (6) conectada por un puerto USB (11) y del módulo de medición de sonido (13), con una aplicación diseñada bajo la posible integración de Python con diferentes lenguajes de programación como JavaScript, SQL, u otros, donde dicha aplicación tiene implementado métodos de extracción y otros con los que tienen la capacidad de leer, cuantificar, graficar, almacenar, mostrar y exportar las variables leídas por los módulos de manera individual o simultánea.

En dicho computador embebido (5) se analiza la relación entre los compuestos volátiles (VOC) y las señales de voltaje de los sensores de gas que se encuentran en el módulo de medición de olor (2); además, reporta los valores de temperatura y humedad del contenedor donde se ubica el alimento, enviadas por los respectivos sensores ubicados en la tarjeta electrónica (10). Este computador embebido (5) también permite visualizar y almacenar la información correspondiente a los VOC, temperatura, humedad, sonido y fuerza generados al masticar un alimento. Adicionalmente, permite ver de forma gráfica el comportamiento de estas variables, por medio de una interfaz encargada de la interacción entre el hombre y el computador (HCI, *Human-Computer Interaction*), la cual se muestra en el elemento de visualización (3) como se define a continuación.

La información analizada y recopilada de los diferentes módulos (2, 13, 14) con sus respectivos sensores, es observada en el elemento de visualización (3), el cual preferiblemente corresponde a una pantalla táctil que tiene un tamaño adecuado, tal como, pero no limitado a 15.6" (39.6 cm), con una resolución preferida de 1080p IPS, que además cuenta con altavoces y diversos terminales de conexión (HDMI DVI y VGA), en donde dicha pantalla (3) se encuentra en la parte externa de la caja o unidad principal (1), aunque también se contempla que pueda ser instalada en un brazo en aluminio (no mostrado) con sistema de cilindro neumático que permite modificar la posición de la pantalla entre los tres ejes, donde éste se soporta de la estructura interna del dispositivo de la invención, es decir, directamente de la estructura de la caja principal (1), donde esta combinación facilita la interacción con el usuario permitiendo una mejor visualización y operación.

Ahora bien, en una modalidad preferida de la presente invención, tanto la caja o unidad principal (1) o de instrumentación como el contenedor que corresponde al módulo de medición de olor (2) tienen forma rectangular y pueden estar fabricados en un material resistente y liviano, tal como, sin limitación, policarbonato, acrílico o vidrio. Sin embargo, dentro del presente documento también se contempla el uso de otro tipo de figura geométrica para dichos componentes, así como el uso de otros materiales que sean idóneos y resistentes, al tiempo que puedan ser de bajo peso para permitir que el dispositivo electrónico cumpla su objetivo y tenga las características deseadas de portabilidad y peso.

Ahora bien, con relación al módulo de medición de olor (2), las señales generadas por los sensores dispuestos en la tarjeta electrónica (10) son análogas, y son transmitidas o llevadas por un bus de datos (15) a la tarjeta de adquisición de datos (6) ubicada en la caja o unidad principal (1), como se definió anteriormente.

Así las cosas, la cámara interna (21) es preferiblemente fabricada en acrílico y corresponde al espacio para ubicar un plato donde se ubica la muestra a ser analizada, donde dicho plato puede tener un diámetro de aproximadamente 15 cm, sin limitarse a este, lo que indica que el plato preferido es circular; sin embargo, la presente invención no se limita a dicha forma geométrica sino que se contempla cualquier tipo de plato a ser ubicado en la cámara interna (21), tal como circular, ovalado, triangular, cuadrado, irregular, y básicamente cualquier forma conocida.

En una modalidad preferida, la matriz de sensores ubicada en la tarjeta electrónica (10) cuenta con hasta 13 sensores de gas, los cuales reciben los VOC del alimento a ser analizado y que se ubica en la cámara interna (21) y generan una respuesta de voltaje, la cual es acondicionada por una serie de elementos pasivos como resistores, condensadores y LED, los cuales también se pueden encontrar en la tarjeta electrónica (10). En esta misma tarjeta electrónica (10) se encuentra un sensor que permite medir la temperatura, humedad y presión de la cámara (21) de forma simultánea, donde dicha medición es enviada a través de un protocolo de comunicación digital I²C al computador embebido (5) a través del microcontrolador. Así, tanto la comunicación del protocolo como la información de los sensores de gas es enviada por un bus de datos (15) que se conecta a dicha tarjeta de adquisición de datos (6) ubicada en la caja o unidad principal (1) como fue definida y explicada anteriormente.

Ahora bien, en una modalidad preferida, las mangueras de unión (9) entre caja o unidad principal (1) y el módulo de medición de olor (2) son fabricadas preferiblemente en poliuretano grado alimenticio con lo que pueden ser utilizadas en la industria alimenticia sin inconvenientes. Sin embargo, estas mangueras (9) no están limitadas al material anteriormente indicado, sino que se puede utilizar cualquier material idóneo para dicha función, el cual pueda ser usado en la industria de los alimentos y cumpla con los estándares deseados.

De otra parte, con relación a los otros módulos de medición, el micrófono o módulo de medición de sonido (13) permite capturar las señales acústicas con una alta sensibilidad para mayor nitidez de la información y en un ángulo cerrado con lo que se disminuye la captura de señales del ruido ambiente.

5

De acuerdo con lo definido anteriormente, el dispositivo de la presente invención presenta ventajas como el hecho que es no invasivo, dado que permite la medición simultánea de características sensoriales como el olor, sonido y fuerza ejercida durante el proceso de masticación de un alimento, al tiempo que permite recolectar datos de las características físicas, químicas y mecánicas, permitiendo comparar estos datos con la percepción sensorial del consumidor. Además, tiene una menor inversión tanto de tiempo como de materias primas en la medición de las características sensoriales de olor, sonido y fuerza ejercida durante el proceso de masticación de un alimento.

15

Adicionalmente, el dispositivo electrónico de la presente invención es portable, de fácil instalación, al tiempo que permite que la medición de las características sensoriales se puedan realizar *in situ*, y finalmente, permite almacenar, visualizar y graficar los datos en tiempo real.

20

Aunque la presente invención ha sido definida en términos de las modalidades y/o configuraciones preferidas que permiten obtener el resultado deseado, se entiende entonces que dentro de la presente divulgación se contemplan las múltiples modificaciones y/o alternativas que se puedan derivar de forma evidente para un experto en la materia, razón por la cual el alcance de la presente invención no está definido únicamente por las implementaciones preferidas definidas acá, sino que, por el contrario, el mismo está enteramente definido por las reivindicaciones adjuntas.

25