

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 243**

51 Int. Cl.:

A61C 17/20 (2006.01)
A46B 15/00 (2006.01)
A61B 1/06 (2006.01)
A61B 1/24 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
A61C 17/02 (2006.01)
A61C 17/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.06.2011 PCT/US2011/040324**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2012 WO12005888**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2011 E 11804017 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2587999**

54 Título: **Dispositivo para limpiar la cavidad oral**

30 Prioridad:

29.06.2010 US 825838

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

25.04.2018

73 Titular/es:

**JOHNSON & JOHNSON CONSUMER INC.
(100.0%)
199 Grandview Road
Skillman, NJ 08558, US**

72 Inventor/es:

**BINNER, CURT y
REDDY, MEGHA**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 665 243 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

Dispositivo para limpiar la cavidad oral**Campo de la invención**

5 Esta invención se refiere a dispositivos para detectar y limpiar placa sobre una superficie de una cavidad oral, por ejemplo, dientes y encías.

Antecedentes de la invención

10 Los depósitos biológicos generalmente se refieren a depósitos de material de origen biológico, como placa, bacterias, sarro y cálculo que generalmente se consideran no deseables para la higiene dental. La placa dental es un depósito orgánico complejo generado en parte por la actividad de bacterias sobre superficies de la cavidad oral, como sobre los dientes, o después de contaminación de, por ejemplo, depósitos de comida en los dientes, encías, lengua o carrillos. La placa es un precursor no deseable de deterioro dental y desarrollo de caries dentales.

15 Es deseable detectar depósitos de placa en la cavidad oral para dirigir la acción hacia su retirada, por ejemplo usando cepillos de dientes (manuales o eléctricos), hilo dental, palillos o irrigadores bucales, ya que la detección indica las áreas donde debería centrarse el esfuerzo para la limpieza dental. Tales depósitos pueden ser difíciles de detectar *in situ/in vivo* en los dientes, encías, lengua o carrillos. Es especialmente importante detectar placa dental. Para la detección de placa se conoce el uso de medición fluorescente, donde la radiación incidente se dirige a superficies de la cavidad oral, y la radiación fluorescente que tiene características asociadas con la presencia de depósitos biológicos se emite desde las superficies y se detecta.

20 En el estado de la técnica hay dos métodos generales para detectar placa dental. Un método usa fluorescencia primaria, donde se controla la fluorescencia de placa dental u otro material dental. El otro método usa fluorescencia secundaria, donde las superficies en la cavidad oral sospechosas de tener placa se tratan con un material con etiqueta fluorescente que preferentemente se enlaza con placa dental, y se detecta la emisión fluorescente del material de etiqueta en las superficies de cavidad oral a las que se ha unido para indicar la presencia de placa dental. También se conocen cabezales de cepillos de dientes que tienen un manjo de fibra ópticas que se extienden a través de ellos para dirigir radiación incidente en una superficie de diente de prueba, y para recoger la radiación emitida desde la superficie de diente de prueba.

25 Un requisito para tales métodos es que la radiación incidente se dirija a las superficies de la cavidad oral bajo examen y que se recoja la posterior radiación de emisión fluorescente desde esas superficies. La amplitud de esa radiación es una función de la cantidad de depósito biológico situado sobre la superficie, así como la distancia a la que están la fuente de luz y los detectores de la superficie. Como consecuencia, el valor de placa real fluctuará dependiendo de tales factores, dando así como resultado un valor de placa que puede no expresar realmente la condición de placa sobre la superficie de la cavidad oral. No se conocen dispositivos para compensar las distancias entre la fuente de radiación y/o sensores y la superficie de la cavidad oral cuando se determina la cantidad de depósito biológico en las superficies de cavidad oral.

35 Los dispositivos para detectar y retirar placa en la cavidad oral de acuerdo con la invención aquí descrita y reivindicada proporcionan métodos mejorados para limpiar dientes, particularmente donde se detecta y retira placa.

40 EP1792581A1 se refiere a un sistema de detección de placa dental y un método de detección de placa dental para la detección precisa de placas dentales que son también capaces de mejorar la situación en sitios con manchas diferentes a las placas dentales. El sistema de detección de placa dental incluye un agente de coloración de placa dental, que contiene al menos un pigmento amarillo seleccionado de beni-koji (extracto de arroz de levadura roja), extractos de cúrcuma y curcumina; y un aparato emisor de luz, que produce luz que tiene una longitud de onda dentro de un rango de 250 a 500 nm a un objeto en la cavidad oral donde se une el agente que tiñe la placa dental. El método de detección de placa dental incluye unir el agente que tiñe la placa dental a un objeto en la cavidad oral; y después irradiar luz que tiene una longitud de onda dentro de un rango de 250 a 500 nm al objeto.

45 WO9959462A1 se refiere a un aparato para detectar depósitos biológicos sobre la superficie de un diente. El dispositivo tiene medios de iluminación para dirigir radiación excitante a una superficie de diente de prueba y medios de detección para detectar emisión fluorescente desde la superficie de diente de prueba en una longitud de onda asociada con la de la emisión auto-fluorescente de la superficie limpia del diente. La intensidad de dicha emisión de fluorescencia desde la superficie de diente de prueba se compara con una intensidad de emisión de auto-fluorescencia de la superficie limpia del diente y la comparación se asocia con la presencia de depósitos en la superficie del diente de prueba.

50 WO2010023582A1 se refiere a un aparato para salud oral que incluye una fuente de luz que tiene una longitud de onda que es adecuada para la determinación de condiciones de salud oral, así como el tratamiento de las mismas. Un montaje en el aparato dirige la luz a las regiones dentales seleccionadas de la boca. Un receptor y sensor de luz recibe la luz reflejada desde las regiones dentales, produce información de señal a partir desde ellas y envía la información de señal a un procesador, que determina la presencia de condiciones de salud oral, y también

determina la cobertura total de la boca durante un uso del aparato. El aparato incluye un sistema de luz, un sistema de cepillado y un sistema de envío de fluido para el tratamiento de cualquier condición identificada de salud oral.

5 US5894620A se refiere a un cepillo de dientes eléctrico que comprende medios para emitir radiación por excitación hacia los dientes, medios para detectar radiación de regreso de luminiscencia emitida por áreas afectadas del diente, medios de fibra óptica para guiar la radiación por excitación, y medios eléctricos para imponer un ritmo de cepillado. Los medios de fibra óptica recogen un haz estrecho de radiación de retorno y lo guían a los medios de detección que están formados por medios de filtración para extraer al menos un componente de señal útil desde un componente de ruido, estando el componente de señal útil en sincronía con el ritmo de cepillado, y los medios de detección convirtiendo a la señal útil en una señal de localización que revela las áreas afectadas.

Resumen de la invención

15 La presente invención se define en las reivindicaciones 1-11. La presente divulgación se refiere a dispositivos y métodos para limpiar superficies de una cavidad oral. Los métodos incluyen las etapas de: a) colocar dentro de la cavidad oral un dispositivo adecuado para detectar y retirar placa de la superficie de al menos un diente de la cavidad oral, b) sustancialmente simultáneamente limpiar e irradiar la superficie de al menos un diente en la cavidad oral, habiendo aplicado al menos a un diente un agente fluorescente capaz de enlazarse con la placa sobre la superficie de al menos un diente, con radiación incidente de una longitud de onda efectiva para proporcionar emisión fluorescente cuando contacta con el agente fluorescente sobre la superficie de al menos un diente, c) recoger al menos una parte de la emisión fluorescente durante un primer periodo de tiempo, d) determinar un primer valor medio de emisión fluorescente (VMP1) en base a la emisión fluorescente recogida durante el primer periodo de tiempo, e) comparar el VMP1 con un valor umbral predeterminado de placa (VUPP), donde si dicho VMP1 es mayor o igual al VUPP, entonces, f) recoger al menos una parte de la emisión fluorescente durante un segundo periodo de tiempo, g) determinar un segundo valor medio de placa (VMP2) en base a la emisión fluorescente recogida durante el segundo periodo de tiempo, h) determinar una reducción porcentual del VMP1 a dicho VMP2, i) comparar la reducción porcentual del VMP1 a un umbral predeterminado de reducción porcentual (UPRP), j) continuar para sustancialmente simultáneamente limpiar e irradiar al menos un diente en la sección hasta que la reducción porcentual del VMP1 sea igual o inferior a UPRP, o durante un periodo de tiempo máximo predeterminado (PTMP).

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama esquemático del principio operativo de dispositivos y métodos de la presente invención.

La Fig. 2 muestra una vista superior en planta de una realización de la cara de una cerda de un cabezal de un cepillo de dientes de la presente invención.

La Fig. 3 ilustra una primera realización de un método de la presente invención.

La Fig. 4 ilustra un segundo método de realización de uso de un dispositivo de limpieza oral que incluye un dispositivo de detección de placa de la presente invención.

La Fig. 5 es un gráfico de muestra de datos in-vivo producidos a partir de un dispositivo de limpieza oral de la presente invención.

La Fig. 6 es una vista en sección transversal de una realización de un dispositivo para su uso en la limpieza de superficies de la cavidad oral de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Los siguientes términos se usan intercambiamente tanto en la especificación como en las reivindicaciones. VMP significa el valor medio de placa. VMPC significa el valor medio de placa compensado. UPRP significa el umbral predeterminado de reducción porcentual. PTPM significa el periodo de tiempo máximo predeterminado. VUPP significa el valor de umbral predeterminado de placa.

Se proporcionan un dispositivo y métodos para limpiar una superficie de la cavidad oral, que incluyen la detección y retirada de placa sobre la superficie de la cavidad oral, por ejemplo, dientes y encías. El dispositivo comprende una fuente de radiación para dirigir radiación incidente a una superficie dentro de la cavidad oral a la que se ha unido un agente fluorescente. El dispositivo comprende además medios para limpiar la superficie de la cavidad oral. Una vez tiene el beneficio de esta divulgación, un experto en la técnica reconocerá que hay múltiples realizaciones adecuadas para limpiar la superficie de la cavidad oral, por ejemplo, dientes. Por ejemplo, cepillos de dientes, ya sean eléctricos o manuales, son útiles en la presente invención. Además, tales dispositivos que son efectivos para proporcionar agua presurizada para limpiar las superficies dentales e interdentes pueden usarse en la presente invención. Además, medios para sonicación en un chorro de agua aplicado a la superficie de la cavidad

oral pueden usarse en la presente invención. Además, puede usarse una combinación de cualquier mecanismo para limpiar la superficie.

5 “Agente fluorescente”, como aquí se usa, significa una composición o compuesto aplicado a la superficie de la cavidad oral, por ejemplo, dientes o encías, que es capaz de enlazarse con la placa presente sobre la superficie en la cavidad oral y es capaz de proporcionar una emisión fluorescente cuando se irradia con radiación incidente de una longitud de onda particular. Por “enlazar” o “enlazado” a la placa, se entiende que el agente fluorescente se une a los depósitos de placa sobre la superficie de la cavidad oral de tal manera que no se separará del depósito de placa bajo condiciones de limpieza como aquí se describe. Por ejemplo, el cepillado de la superficie tratada con un cepillo de dientes, ya sea manual o eléctrico, no dará como resultado la eliminación del agente fluorescente de la superficie a menos que la placa a la que está unido se retire de la superficie.

15 La fuente de irradiación puede proporcionar típicamente luz que tiene una longitud de onda pico de desde aproximadamente 450 a aproximadamente 500 nanómetros, aunque el rango puede variar dependiendo del agente fluorescente particular aplicado a la superficie de la cavidad oral que se limpiará. El dispositivo puede incluir opcionalmente un filtro para filtrar radiación incidente antes de contactar con la superficie de la cavidad oral que se examinará. El dispositivo también incluye colectores ópticos para recoger emisión fluorescente, y opcionalmente luz reflejada, que es el resultado del contacto de la radiación incidente con la superficie tratada. En ciertas realizaciones, los colectores ópticos pueden comprender fibras o filamentos ópticos. El dispositivo también incluye una trayectoria óptica para transportar la emisión fluorescente recogida y la luz reflejada en el dispositivo. En ciertas realizaciones, la trayectoria óptica puede comprender fibras ópticas. Así, las fibras ópticas pueden servir tanto para recoger como para transportar la luz reflejada y la emisión fluorescente.

25 El dispositivo incluye además componentes eléctricos para sentir, o detectar, la luz óptica de la emisión fluorescente, medios para convertir la señal de luz óptica en una señal eléctrica y un procesador de datos para manipular la señal eléctrica que se correlaciona con la emisión fluorescente recogida tomada durante intervalos iterativos para determinar un valor medio de placa. Así, el valor de placa, como aquí se analiza y determina, se base en y se correlaciona con la emisión fluorescente generada por el contacto de la radiación incidente con el agente fluorescente y recogida por el dispositivo.

30 En realizaciones donde se recogen tanto la luz reflejada como la emisión fluorescente, el dispositivo incluye además componentes eléctricos para detectar la señal de luz óptica de la luz reflectante y la emisión fluorescente. En una realización, las señales de luz óptica de la luz reflectante y la emisión fluorescente se sienten o detectan secuencialmente, pero esencialmente simultáneamente. Por esencialmente simultáneamente se entiende que, mientras las mediciones no se toman exactamente al mismo tiempo, la diferente en tiempo entre detectar la luz reflectante y la luz fluorescente, respectivamente, es tan corto que la detección de cada una se aproxima a la lectura simultánea. El dispositivo comprende además medios para convertir una señal de luz óptica en una señal eléctrica, por ejemplo, un transductor. Los dispositivos pueden incluir medios para amplificar o acondicionar la señal eléctrica, proporcionando así una señal más suave o media, o una señal con ruido reducido. El dispositivo también incluye un procesador de datos que puede contener un conversor de digital-a-análogo para convertir la señal eléctrica de un formato análogo a un formato digital. El procesador manipula después matemáticamente la señal eléctrica de la luz reflejada recogida y la emisión fluorescente tomada durante intervalos iterativos para determinar un valor medio de placa compensado (VMPC) durante un periodo de tiempo particular. Por “valor compensado de placa” se entiende el valor de placa que se determina teniendo en cuenta la distancia entre el colector óptico y la superficie de la cavidad oral que están examinando. Así, el valor compensado de placa se determina como una función de la distancia entre el colector óptico y la superficie de la cavidad oral en un momento/lectura dada. Como resultado de la determinación de valor de placa como una función de distancia, el valor compensado de placa así determinado será sustancialmente igual para una superficie particular en cualquier momento/lectura particular, sin importar la distancia real entre la fuente de radiación y la superficie de la cavidad oral que se está limpiando. Por sustancialmente igual se entiende que el valor compensado de placa en cualquier distancia dada será estadísticamente igual. El dispositivo puede usarse como un componente de, o en combinación con, dispositivos de limpieza oral como cepillos de dientes, ya sean eléctricos o manuales.

55 Los dispositivos de la presente invención y usos de los mismos para detectar placa en la cavidad oral, por ejemplo dientes y encías, incluyen el uso de un agente fluorescente aplicado a la superficie en la cavidad oral antes de la limpieza. Por ejemplo, fluoresceína o sales de la misma, por ejemplo, fluoresceína de sodio, son agentes fluorescentes conocidos y pueden dispersarse en un medio adecuado, como pasta de dientes, un gel dental o un enjuague que contenga el agente fluorescente. El agente fluorescente puede aplicarse primero enjuagando la cavidad oral con el agente fluorescente o aplicando la pasta de dientes o gel dental que contenga el agente fluorescente. La placa sobre las superficies de la cavidad oral retiene una cantidad de agente fluorescente que es proporcional a la cantidad de placa sobre la superficie. Mientras la fluoresceína es un ejemplo de un agente fluorescente, se conocen otros agentes que se enlazarán a la placa de manera similar a la fluoresceína. La longitud de onda particular de la radiación incidente usada en métodos y dispositivos de la presente invención variará, dependiendo del agente fluorescente particular elegidos.

65

Después de la aplicación del agente fluorescente a la superficie en la cavidad oral que se limpiará, el usuario coloca el dispositivo que es adecuado para detectar y retirar placa de la superficie en la cavidad oral dentro de la cavidad oral y procede a limpiar la superficie. La cavidad oral puede dividirse en una pluralidad de secciones, por ejemplo, de 4 a 12 secciones, para que la limpieza de la cavidad oral pueda tener lugar en fases, procediendo de una sección a otra hasta que se haya limpiado la superficie total en la cavidad oral, por ejemplo, dientes y/o encías. El número de secciones en las que la cavidad oral puede dividirse puede preseleccionarse y programarse en el dispositivo, como se describe aquí más adelante. Alternativamente, el número de secciones puede determinarse en una base continua durante la limpieza, en base a lecturas de emisión fluorescente media que se están tomando continuamente a lo largo del proceso de limpieza. En cualquier caso, el propio dispositivo proporciona un aviso al usuario, por ejemplo, sin limitación, auditivo, visual o vibratorio indicando que el usuario debería mover el dispositivo a otra de la pluralidad de secciones en la cavidad oral.

En la práctica, el dispositivo se coloca dentro de la pluralidad de secciones de la cavidad oral que se limpiará. El dispositivo sustancialmente simultáneamente limpia, o cepilla en el caso de un cepillo de dientes que tenga cerdas, e irradia una superficie de al menos un diente en la sección de la cavidad oral que se está limpiando con radiación incidente. A la superficie del diente en la sección que se está cepillando e irradiando se ha aplicado un agente fluorescente capaz de enlazarse con placa sobre la superficie de al menos un diente. La superficie se irradia con radiación incidente de una longitud de onda efectiva para proporcionar una emisión fluorescente cuando contacta con el agente fluorescente unido a la placa sobre la superficie de al menos un diente.

Un método desvelado incluye la recogida de al menos una parte de la emisión fluorescente desde la superficie que se está limpiando durante un primer periodo de tiempo y después la determinación de un primer valor medio de placa (VMP1). El VMP1 es el valor medio de placa en base a múltiples lecturas de emisiones fluorescentes recogidas durante el primer periodo de tiempo. El VMP1 después se compara con un valor de umbral predeterminado de placa (VUPP). Si el VMP1 es menor que el VUPP, el dispositivo se mueve y se coloca dentro de otra de la pluralidad de secciones y las etapas de cepillado, irradiación, recogida de emisión fluorescente, determinación de VMP1 y comparación de VPM1 con VUPP se repiten en la siguiente sección.

Si el VMP1 es mayor o igual a VUPP, entonces la emisión fluorescente se recoge durante un segundo periodo de tiempo se determina un segundo valor medio de placa (VMP2), que es la media de múltiples lecturas de emisión fluorescente recogidas durante el segundo periodo de tiempo. La reducción porcentual del VMP1 al VMP2 se determina y compara con un umbral predeterminado de reducción porcentual (UPRP). El usuario continúa para sustancialmente simultáneamente cepillar e irradiar al menos un diente en la sección hasta que la reducción porcentual de dicho VMP1 sea igual o mayor que el UPRP, o durante un periodo de tiempo máximo predeterminado (PTMP), lo que ocurra antes. En el momento en el que la reducción porcentual del VMP1 sea igual o mayor que el UPRP, o después de la expiración del PTMP, lo que ocurra antes, el dispositivo se mueve y coloca dentro de otra de la pluralidad de secciones de la cavidad oral y el proceso se repite en cada sección de la cavidad oral hasta que la pluralidad de secciones de la cavidad oral se haya limpiado.

En una realización donde el VMP1 es mayor o igual al VUPP y la reducción porcentual de VMP1 al VMP2 es menor que el UPRP, el usuario continúa cepillando e irradiando la superficie hasta que el PTMP expira. Después de la expiración del PTMP, el dispositivo se mueve y coloca dentro de otra de la pluralidad de secciones de la cavidad oral y el proceso se repite hasta que la pluralidad de secciones se haya limpiado.

En otra realización donde el VMP1 es mayor o igual al VUPP y la reducción porcentual de VMP1 al VMP2 es menor que el UPRP, se determinan VsMP iterativos adicionales continuamente durante periodos de tiempo adicionales. La reducción porcentual del VMP1 al VMP iterativo respectivo se compara después con el UPRP. Si en cualquier momento antes de la expiración del PTMP la reducción porcentual de VMP1 con el VMP iterativos respectivo es igual a o mayor que el UPRP, el dispositivo se mueve y coloca dentro de otra de la pluralidad de secciones. El proceso se repite hasta que la pluralidad de secciones se haya limpiado. En esta realización, en comparación con la primera realización descrita, el tiempo pasado limpiando la sección particular es inferior al PTMP, mientras se alcanza la reducción porcentual deseada de VMP1, aunque la reducción porcentual de VMP1 a VMP2 sea inferior al UPRP.

En ciertas realizaciones, la luz reflejada que resulta del contacto de la radiación incidente con la superficie tratada se recoge esencialmente simultáneamente con la emisión fluorescente. En estas realizaciones, los valores de emisión fluorescente son valores compensados de emisión fluorescente, como se ha definido aquí anteriormente.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático del principio operativo de dispositivos para limpiar superficies de la cavidad oral de acuerdo con la presente invención. La realización particular representada es un cepillo de dientes, aunque la invención también contempla otros dispositivos para su uso dentro de la cavidad oral. La FIG. 2 se una vista en planta de un cabezal de cepillo de dientes de acuerdo con la invención, tomada desde el lado de la cerda del cabezal del cepillo. En la realización mostrada, la parte del cabezal del cepillo de dientes 14, representada como una primera caja con línea discontinua en la FIG. 1, incluye, además de los copetes convencionales de la cerda 26 para limpiar los dientes, una fuente de radiación 22 y fibras ópticas 24a y 24b para transportar la luz reflejada 33 y la

emisión fluorescente 34 que resulta del contacto de la superficie de la cavidad oral con la radiación incidente. El cabezal 14 también puede incluir un primer filtro óptico 42, dependiendo de la fuente de radiación.

5 La caja eléctrica 18, representada como una segunda caja en línea discontinua en la FIG. 1, contendrá otros componentes eléctricos de un dispositivo detector de placa aquí situado, como se ha descrito anteriormente. En algunas realizaciones, la caja eléctrica 18 puede residir en un mango del dispositivo de limpieza, por ejemplo un mango del cepillo de dientes. En la realización mostrada, las fibras ópticas 24a y 24b se extienden desde el cabezal 14 a la caja eléctrica 18. La caja 18 también incluye contenidos en la misma, un segundo filtro óptico 44, un primer transductor óptico 46, un segundo transductor óptico 48, un primer amplificadora 52, un segundo amplificador 54, un procesador de datos 56 y una fuente de potencia 50 para operar los componentes eléctricos.

10 La FIG. 1 también representa una superficie representativa de la cavidad oral, por ejemplo un diente 60, con la superficie superior 62 y la superficie lateral 64. Aunque la FIG. 1 muestra el dispositivo 10 dirigido en la superficie superior 62 del diente 60, se entiende que tanto la superficie superior 62 como la superficie lateral 64 del diente 60 pueden estar en contacto con radiación incidente. Además, tal contacto puede ser simultáneo en la superficie superior 62 y en la superficie lateral 64 de múltiples dientes 60, dependiendo de la técnica del cepillado del usuario. El dispositivo de limpieza también puede estar dirigido en otras superficies en la cavidad oral, como aquellas de las encías, lengua o carrillos.

15 En funcionamiento, antes de usar el dispositivo de limpieza, la cavidad oral se trata con un material con etiqueta fluorescente, esto es, un agente fluorescente, que preferentemente se enlaza con la placa dental y que produce una emisión fluorescente cuando se expone a radiación incidente. Dependiendo del agente fluorescente particular, la longitud de onda pico de la radiación incidente puede variar. En algunas realizaciones que utilizan fluoresceína o sales de la misma, por ejemplo, fluoresceína de sodio, la radiación incidente puede tener una longitud de onda pico que oscile entre aproximadamente 450 y aproximadamente 500 nanómetros. Una vez colocada dentro de la cavidad oral, la fuente de irradiación 22 emite luz en una longitud de onda pico de desde aproximadamente 450 a aproximadamente 500 nanómetros (nm), o aproximadamente 470 nanómetros. La luz puede pasar a través del primer filtro óptico 42, que elimina sustancialmente toda la luz que tenga una longitud de onda por encima de aproximadamente 510 nm. Como se muestra, la radiación incidente 32 de la fuente de radiación 22 se dirige a la superficie superior 62 del diente 60, aunque como se ha analizado anteriormente, la radiación incidente puede contactar con múltiples superficies de la cavidad oral, por ejemplo, los dientes. Después del contacto con la superficie, la radiación incidente interactúa con el agente fluorescente que se ha enlazado con la placa situada sobre las superficies de los dientes 60. El agente fluorescente produce después una emisión fluorescente 34 que tiene una longitud de onda pico de desde aproximadamente 520 nanómetros a aproximadamente 530 nanómetros. Una primera parte de la emisión fluorescente 34 proporcionada por el agente fluorescente se recoge por las fibras ópticas 24a y se transporta en el dispositivo por las fibras ópticas 24a para más procesos matemáticos. Incidentalmente, una segunda parte de luz reflejada 33 se recoge y transporta esencialmente simultáneamente con la primera parte de emisión fluorescente 34. La emisión fluorescente 34 pasa a través de un segundo filtro óptico 44, que retira sustancialmente toda la luz con longitudes de onda por debajo de aproximadamente 515 nm, asegurando que esencialmente nada de luz reflejada pase al procesador de datos 56. La emisión fluorescente ahora filtrada 34 pasa a través del primer transductor óptico 46 en forma de un fotodiodo, que convierte la señal de luz óptica en una señal eléctrica. La señal eléctrica pasa a través del primer amplificador 52 para aumentar la señal eléctrica que está pasando al procesador de datos 56.

20 Una primera parte de la luz reflejada se recoge por fibras ópticas 24b y se transporta en el dispositivo por fibras ópticas 24b para más procesos matemáticos. Incidentalmente, una segunda parte de emisión fluorescente 34 se recoge y transporta con la primera parte de luz reflejada. La segunda parte de emisión fluorescente 34 y la primera parte de luz reflejada se transportan a través del segundo transductor óptico 48, en forma de un fotodiodo, que convierte la señal de luz óptica en una señal eléctrica. Mientras es una opción proporcionar un filtro óptico para eliminar sustancialmente toda la emisión fluorescente antes de pasar a través del segundo transductor óptico 48, en la realización mostrada ni la segunda parte de la emisión fluorescente ni la primera parte de luz reflejada se filtra antes de su paso a través del segundo transductor óptico 48, porque estas señales se usan para medir la distancia desde la fuente de radiación 2 a la superficie del diente 60. La señal eléctrica no filtrada pasa a través del segundo amplificador 54 para aumentar la señal eléctrica que está pasando al procesador de datos 56.

25 Las partes electrónicas que pueden usarse en el dispositivo detector de placa 10 pueden incluir fotodiodos Taos TSL12SF, amplificadores Opamp Analog AD8544ARZ, filtros de fluorescencia Semrock (FF01-500-LP, FF01-475/64) y el microprocesador ATMEGA8L-8AU.

30 El procesador de datos 56 realiza una manipulación matemática en las entradas desde el primer transductor óptico 46 y el segundo transductor óptico 48. En la manipulación matemática, la señal eléctrica resultante de la emisión fluorescente filtrada 34 se modifica para representar la señal eléctrica recibida de la señal eléctrica no filtrada que se usó para determinar la distancia desde la punta de la fibra óptica 24b, esto es, el colector óptico, a la superficie del diente 60. La relación entre las dos señales se determina experimentalmente midiendo sus respectivas fuerzas de señal en distancias conocidas desde la superficie de objetos cubiertos con un agente

fluorescente. El resultado de la manipulación matemática es una señal eléctrica corregida que da como resultado un valor compensado de placa, como el término que aquí se describe y define.

La FIG. 2 muestra una vista en planta de una primera realización de un dispositivo de la presente invención. Como se muestra, el dispositivo 10 está en forma de un cepillo de dientes con un mango 12 y un cabezal 14. La FIG. 2 muestra la cara de la cerda 6 del dispositivo 10. La cara de la cerda 16 del cabezal 14 se muestra como generalmente oval en forma, pero es importante que la cara de la cerda 16 pueda tener formas como triángulo, cuadrado, rectángulo, trapecioide y otros polígonos, o círculo, elipse, medialuna, deltoídes, asteroide u otras formas curvadas.

La fuente de radiación 22, los colectores y transportadores ópticos 24 y los copetes limpiadores 26 están situados en la cara de la cerda 16. La fuente de radiación 22, preferentemente en forma de un emisor de luz como un diodo emisor de luz (LED), dirige la radiación incidente por excitación a las superficies de los dientes que se van a limpiar. Los colectores y transportadores ópticos 24, típicamente en forma de fibras ópticas, recogen la radiación fluorescente emitida desde los dientes. Las fibras ópticas pueden estar hechas de vidrios como sílice, pero pueden estar hechas de otros materiales, como fluorozirconato, fluoroaluminato, y vidrios calcogénidos, pero también pueden estar en forma de fibras ópticas plásticas (FOP).

Los copetes limpiadores 26 están hechos aproximadamente de 20 a 50 cerdas individuales dispuestas sobre la cara de la cerda 16 de una manera que se optimiza la limpieza de las superficies de los dientes. La FIG. 1 muestra una disposición de copetes 26 en la cara de la cerda 16. Se entenderá que la disposición de copetes 26 en la cara de la cerda 16 no es limitativa en el alcance de la presente invención. Los copetes típicos tiene aproximadamente 0,063 pulgadas (1,6 mm) de diámetro, con un área en sección transversal de aproximadamente 0,079 pulgadas² (2 mm²). Los diámetros de ceras comúnmente usadas son: 0,006 pulgadas (0,15 mm) para cerdas suaves, 0,008 pulgadas (0,2 mm) para cerdas medias, y 0,010 pulgadas (0,25 mm) para cerdas duras.

Un problema general en el reconocimiento de caries, placa o infección bacteriana en dientes con el método anteriormente descrito se encuentra en que la radiación fluorescente detectada puede superponerse de manera perturbadora con la luz del día o con la luz artificial de una habitación. Esta luz ambiental puede de la misma manera reflejarse desde el diente 60 y recogerse así por las fibras ópticas 24a y 24b. La región espectral de la luz ambiental que se encuentra en la región de detección de acuerdo con la invención da como resultado una señal de fondo, esto es, ruido, que restringe la sensibilidad de detección de placa.

Este problema puede resolverse de manera efectiva de acuerdo con la invención de manera que la radiación incidente 32 generada por la fuente de radiación 22 se module periódicamente. En este caso, debido a la corta duración del estado excitado, la emisión fluorescente 34 sigue la intensidad de la radiación por excitación prácticamente instantáneamente. Sin embargo, la luz ambiental no se modula periódicamente y se superpone sobre la emisión detectada 34 solamente como un componente constante. Para evaluación de la emisión 34, ahora solamente se emplea como señal de detección y se evalúa la radiación modulada con la frecuencia correspondiente. De esta manera, el componente constante de la luz ambiental se filtra relativamente y la placa se detecta virtualmente independientemente de la luz ambiental. En cambio, ya que la luz ambiental se modela ligeramente con la frecuencia de los voltajes principales, debería elegirse como frecuencia de modulación para la radiación incidente 32 en una frecuencia que difiera distintivamente de la frecuencia de los voltajes principales y preferentemente se encuentra en el rango entre 100 Hz y 200 kHz.

Los dispositivos y métodos para detectar y retirar placa en la cavidad oral pueden también usarse como parte de, o en combinación con, sistemas de cuidado oral que monitorizan la salud de la cavidad oral. Tales sistemas pueden registrar niveles de placa en superficies de dientes, encías, lengua o carrillos, antes y después de las operaciones de limpieza, así como monitorizar los niveles de placa durante un tiempo, presentando los resultados al usuario o a los profesionales del cuidado dental.

Hay un número de diferentes métodos o modos de uso del dispositivo de limpieza oral de la presente divulgación para detectar y retirar placa en la cavidad oral. La FIG. 3 ilustra un primer método de uso del dispositivo de limpieza oral 10. En esta realización, usada para limpiar dientes, al usuario se le instruye para dividir la operación de limpieza de dientes en un número de secciones, y para moverse de sección a sección después de recibir una SEÑAL DE SALIDA del dispositivo de limpieza oral 10. Para fines ilustrativos, y sin pretender limitar el alcance, se hace referencia a la FIG. 1 y la realización mostrada en la FIG. 3 usa doce (12) secciones de limpieza: tres (3) para el lado delantero de los dientes superiores, tres (3) para el lado trasero de los dientes superiores, tres (3) para el lado delantero de los dientes inferiores y tres (3) para el lado trasero de los dientes inferiores. El orden en el que las secciones se limpian no es crucial para la actuación del dispositivo de limpieza oral 10.

En la primera etapa, el dispositivo de limpieza oral 10 se enciende, y un CONTADOR interno usado para monitorizar el número de secciones limpiadas, un TEMPORIZADO GLOBAL y un TEMPORIZADOR LOCAL, se fijan en cero. La progresión a la siguiente etapa, la radiación incidente desde la fuente de radiación 22 se dirige a la superficie superior 62 o la superficie lateral 64 de un diente (o dientes) en la sección que se está limpiando. El procesador 56 espera hasta que la fuerza de la señal eléctrica no filtrada que se usó para determinar la distancia

desde la fuente de radiación 52 a la superficie del diente 60 esté por encima de un SEÑAL UMBRAL DISTANCIA prefijada. Esto es para asegurar que la fuente de radiación 22 se coloque dentro de una cercana proximidad a la superficie superior 62 o superficie lateral 64 del diente 60. Cuando la fuerza de la señal eléctrica no filtradas está por encima de la SEÑAL DE UMBRAL DE DISTANCIA prefijada, el programa progresa a las siguientes etapas, y tanto el TEMPORIZADO GLOBAL como el TEMPORIZADOR LOCAL se inician. El TEMPORIZADO GLOBAL se predetermina y fija en un periodo de tiempo máximo de limpieza (PTML) en el que la cavidad oral se limpiará.

Progresando a la siguiente etapa, el procesador 56 inicia el algoritmo en las entradas del primer transductor óptico 46 y el segundo transductor óptico 48, dando como resultado una señal eléctrica corregida. Se calcula un VMP desde el tiempo 0 en el TEMPORIZADOR LOCAL hasta un primer periodo de tiempo predeterminado y se registra como VMP1. El primer periodo de tiempo predeterminado podría ser 5 segundos (como se muestra en la FIG. 3), o podría ser otros valores como, aunque sin limitar a, 10, 5, 4, 2, 1, 0,5 o 0,25 segundos. En algunas realizaciones, el VMP puede calcularse tomando datos en intervalos tales como 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,1, 0,05, 0,025, 0, 0,125, 0,01 o 0,005 segundos desde el tiempo 0 hasta el primer periodo de tiempo predeterminado, y calculando la media de los valores de señal eléctrica corregida durante el números de puntos de datos medidos. Los intervalos de tiempo para el registro de datos pueden ser regulares, o pueden elegirse arbitrariamente durante el primer periodo de tiempo predeterminado.

En la siguiente etapa del programa, el valor del CONTADOR se incrementa en 1, y el programa operativo en el procesador 56 alcanza un primer bloque de decisión. En este bloque, el valor de VMP1 se compara con un valor umbral de placa predeterminado (VUPP). El VUPP puede determinarse experimentalmente como un valor medio en una población elegida de usuario del dispositivo de limpieza oral 10, o puede determinarse para el usuario específico del dispositivo 10. Si el VMP es inferior o igual al VUPP, el programa operativo en el procesador 56 progresa a un segundo bloque de decisión.

Si el valor de VMP1 es mayor que VUPP, ahora se calcula un segundo valor medio de placa desde del final del primer periodo de tiempo predeterminado hasta un segundo periodo de tiempo predeterminado en el TEMPORIZADOR LOCAL y se registra como VMP2. El segundo periodo de tiempo predeterminado podría ser 10 segundos (como se muestra en la FIG. 3), o podría ser otros valores como, aunque sin limitar a, 15, 12, 10, 9, 8, 7, 6, 5,5 o 5,00 segundos. En algunas realizaciones, el VMP2 puede calcularse tomando datos en intervalos tales como 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,1, 0,05, 0,025, 0,0125, 0,01 o 0,005 segundos desde el final del primer periodo de tiempo predeterminado hasta un segundo periodo de tiempo predeterminado, y calculando la media de los valores de señal eléctrica corregida durante el números de puntos de datos medidos. Los intervalos de tiempo para el registro de datos pueden ser regulares, o pueden elegirse arbitrariamente durante el segundo periodo de tiempo predeterminado.

El VMP2 se compara con el VMP1. Si el VMP2 es inferior a VMP1 por un umbral predeterminado de reducción porcentual (UPRP), el programa operativo en el procesador 56 progresa hasta el segundo bloque de decisión. Si la reducción porcentual de VMP1 a VMP2 es mayor o igual a UPRP, el programa espera durante un tercer tiempo predeterminado en el TEMPORIZADOR LOCAL. Durante el tercer tiempo predeterminado, el usuario continúa cepillando sus dientes en la sección que se está limpiando para asegurar un adecuado tiempo de cepillado y la retirada de placa en la sección que se está limpiando. El tercer tiempo predeterminado podría ser 10, 7,5, 5 (como se muestra en la FIG. 3), 4, 3, 2, 1 o 0,5 segundos, y puede determinarse mediante experimentación rutinaria con el dispositivo de limpieza oral 10. En la realización mostrada en la FIG. 3, el tiempo asegurado de cepillado adecuado para cada sección es 10 segundos, y el tiempo máximo de cepillado en cada sección es 15 segundos. Después de la expiración del tercer tiempo predeterminado, el programa operativo en el procesador 56 progresa al segundo bloque de decisión. La reducción porcentual predeterminada entre los valores de VMP1 y VMP2 podría ser 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 (FIG. 3), 80, 90, 95, y se determina mediante experimentación rutinaria con el dispositivo de limpieza oral 10.

En el momento en el que VMP1 es igual o inferior al VUPP, o la reducción del VMP1 a VMP2 es inferior a o igual al UPRP, o el tercer tiempo predeterminado ha expirado, lo que ocurra primero, el valor de la duración en el TEMPORIZADOR GLOBAL se compara con un cuarto tiempo predeterminado. Si el valor de la duración en el TEMPORIZADOR GLOBAL es mayor que el cuarto tiempo predeterminado, el programa operativo en el procesador 56 tiene una señal de FIN que envía al usuario para informar al usuario de que el proceso de limpieza ha finalizado. Es importante anotar que el cuarto tiempo predeterminado deber ser mayor que el producto del número de secciones prefijadas y el tiempo máximo en cada sección. En el caso de la realización mostrada en la FIG. 3, el número de secciones prefijadas es doce (12), y el tiempo máximo en cada sección es quince (15) segundos. Así, el cuarto tiempo predeterminado en la realización mostrada en la FIG. 3 es 180 segundos (3 minutos).

Si el valor de la duración en el TEMPORIZADOR GLOBAL es inferior al cuarto tiempo predeterminado, el procesador con el programa operativo 56 progresa al cuarto bloque de decisión. En este bloque de decisión, el valor del CONTADOR se compara con el número prefijado de secciones que se están limpiando. Si el CONTADOR es igual al número prefijado de secciones, el programa operativo en el procesador 56 tiene una señal de FIN que envía al usuario para informar al usuario de que el proceso de limpieza ha finalizado. Como se ha mencionado anteriormente, la realización mostrada en la FIG. 3 usa doce (12) secciones de limpieza.

Si el CONTADOR es inferior al número prefijado de secciones, el programa operativo en el procesador 56 progresa a la siguiente etapa. Aquí, el TEMPORIZADOR LOCAL se reajusta en cero, y el programa operativo en el procesador 56 tiene una SEÑAL DE SALIDA que envía al usuario para informar al usuario que tiene que mover el dispositivo de limpieza oral 10 a la siguiente sección de limpieza. Como se muestra en la FIG. 3, el programa operativo en el procesador 56 progresa hasta la siguiente sección, donde el TEMPORIZADOR LOCAL se inicia, y el programa comienza una segunda vuelta.

El proceso continúa hasta que la operación de limpieza se haya completado en todas las secciones. La señal de FIN enviada al usuario para informarle de que el proceso de limpieza ha finalizado, así como la SEÑAL DE SALIDA que envía al usuario para informarle de que tiene que mover el dispositivo de limpieza oral 10 a la siguiente sección para limpieza, pueden ser en un número de formas. Estas señales pueden estar en formas dirigidas a cualquiera de los cinco sentidos: vista, oído, tacto, olfato o gusto. Por ejemplo, el mango 12 del dispositivo de limpieza oral 10 puede tener una luz, o una serie de luces, sobre su superficie, o incrustadas en la superficie. Las luces pueden estar apagadas mientras el usuario está limpiando cada sección del dispositivo 10. La SEÑAL DE SALIDA puede usarse para iluminar la luz o luces, informando al usuario de que es momento de moverse a la siguiente sección. La señal de FIN enviada al usuario para informar al usuario de que el proceso de limpieza ha finalizado, puede usarse con destellos de luces.

En otro ejemplo, pueden usarse luces de dos colores. Aquí, una luz iluminada de un primer color informa al usuario de que tiene que permanecer en la sección que están limpiando en ese momento. Cuando es el momento de moverse a una sección nueva, la SEÑAL DE SALIDA puede usarse para atenuar la luz de un primer color, e iluminar una luz de un segundo color. La señal de FIN puede usarse para iluminar todas las luces o para destellos de luces.

El dispositivo de limpieza oral 10 puede usar un sonido, o una serie de sonidos, de una manera similar. El cambio de volumen, tono, timbre o frecuencia son todos posibles resultados de la SEÑAL DE SALIDA y señal de FIN. En otras realizaciones, los movimientos vibratorios pueden usarse para informar al usuario para que se mueva de sección a sección, o para informarles de que la limpieza se ha completado.

La FIG. 4 ilustra un segundo método de uso del dispositivo de limpieza oral 10 de la presente invención. En esta realización, al usuario se le instruye para mover el dispositivo 10 alrededor de la boca durante la operación de limpieza de dientes, estando en un área después de recibir una señal de SALIDA DE USUARIO del dispositivo de limpieza oral 10, informando al usuario de que ha alcanzado un área de alto contenido de placa.

En la primera etapa, el dispositivo de limpieza 10 se enciende, y un TEMPORIZADOR GLOBAL y un TEMPORIZADOR LOCAL internos se fijan en cero. En el progreso a la siguiente etapa, la radiación incidente de la fuente de radiación 22 se dirige a la superficie superior 62 de la superficie lateral 64 de un diente 60 (o dientes) en el área que se está limpiando. El procesador 56 espera hasta que la fuerza de la señal eléctrica no filtrada que se usó para determinar la distancia desde la fuente de radiación 22 a la superficie del diente 60 esté por encima de una SEÑAL DE UMBRAL DE DISTANCIA prefijada. Esto es para asegurar que la fuente de radiación 22 esté colocada en cercana proximidad a la superficie superior 62 o a la superficie lateral 64 del diente 60. Cuando la fuerza de la señal eléctrica no filtrada está por encima de una SEÑAL DE UMBRAL DE DISTANCIA prefijada, el programa progresa a la siguiente etapa, y el TEMPORIZADOR GLOBAL se inicia.

En el progreso a la siguiente etapa, el procesador 56 inicia el algoritmo en las entradas del primer transductor óptico 46 y el segundo transductor óptico 48, dando como resultado una señal eléctrica corregida. Un valor medio de placa se calcula desde tiempo 0 en el TEMPORIZADOR LOCAL hasta un primer periodo de tiempo predeterminado y se registra en la MEDIA MÓVIL 1. El primer periodo de tiempo predeterminado podría ser 2 segundos (como se muestra en la FIG. 4), o podría ser otros valores como, aunque sin limitarse, 10, 5, 4, 2, 1, 0,5 o 0,25 segundos. La media puede calcularse, en algunas realizaciones, tomando datos en intervalos tales como 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,1, 0,05, 0,025, 0,0125, 0,01 o 0,005 segundos desde el tiempo 0 al primer periodo de tiempo predeterminado, y calculando la media de los valores de señal eléctrica corregida sobre el número de puntos de datos medidos. Los intervalos de tiempo para los datos registrados pueden ser regulares, o pueden elegirse arbitrariamente durante el primer periodo de tiempo predeterminado.

En la siguiente etapa del programa, el programa operativo en el procesador 56 alcanza un primer bloque de decisión. En este bloque, el valor de la MEDIA MÓVIL 1 se compara con un valor umbral predeterminado de placa (VUPP). VUPP puede determinarse experimentalmente como un valor medio en una población elegida de usuarios del dispositivo de limpieza oral 10 o puede determinarse para el usuario específico del dispositivo 10.

Si el valor de MEDIA MÓVIL 1 es mayor que VUPP, el programa operativo en el procesador 56 progresa a la siguiente etapa. Aquí, la señal de SALIDA DE USUARIO del dispositivo de limpieza oral 10 se envía al usuario, informando al usuario de que ha alcanzado un área de alto contenido de placa. Simultáneamente, el TEMPORIZADOR LOCAL se inicia, y el programa operativo en el procesador 56 progresa a la siguiente etapa.

Si el valor de MEDIA MÓVIL 1 es inferior o igual a VUPP, el programa operativo en el procesador 56 progresa al cuarto bloque de decisión mostrado en la FIG. 4, como se analiza más tarde.

5 En la etapa después de que el TEMPORIZADOR LOCAL se haya iniciado, el procesador 56 inicia el algoritmo en las entradas desde el primer transductor óptico 46 y el segundo transductor óptico 48, dando como resultado una señal eléctrica corregida. Un valor medio de placa se calcula para un segundo periodo de tiempo predeterminado y se registra como MEDIA MÓVIL 2. El segundo periodo de tiempo predeterminado podría ser 0,5 segundos (como se muestra en la FIG. 4), o podría ser otros valores como, aunque sin limitarse 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,1, 0,05 o 0,01 segundos. La media puede calcularse, en algunas realizaciones, tomando datos en intervalos tales como 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,1, 0,05, 0,025, 0,0125, 0,01 o 0,005 segundos durante el segundo periodo de tiempo predeterminado, y calculando la media de los valores de señal eléctrica corregida sobre el número de puntos de datos medidos. Los intervalos de tiempo para los datos registrados pueden ser regulares, o pueden elegirse arbitrariamente durante el primer periodo de tiempo predeterminado.

15 Después, el programa operativo en el procesador 56 progresa a un segundo bloque de decisión. En el segundo bloque de decisión, el valor de MEDIA MÓVIL 2 se compara con MEDIA MÓVIL 1. Si MEDIA MÓVIL 2 es inferior a MEDIA MÓVIL 1 por un umbral predeterminado de reducción porcentual (UPRP), el programa progresa a la siguiente etapa. Aquí, la señal de SALIDA DE USUARIO se apaga, informando al usuario de que ahora puede mover el dispositivo de limpieza oral 10 desde un área de alto contenido de placa. El UPRP podría ser 5, 10, 20 (Fig. 4), 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95 y se determina mediante experimentación rutinaria con el dispositivo de limpieza oral 10.

25 Si la reducción porcentual del valor de MEDIA MÓVIL 2 a MEDIA MÓVIL 1 es mayor o igual a UPRP, el programa progresa a un tercer bloque de decisión. En el tercer bloque de decisión, el valor del TEMPORIZADOR LOCAL se compara con un segundo tiempo predeterminado, esto es, el tiempo de limpieza para una sección particular, y el usuario continúa cepillando los dientes en el área que se está limpiando. Si el valor del TEMPORIZADOR LOCAL es inferior al segundo tiempo predeterminado, el programa operativo en el procesador 56 vuelve a la etapa de determinar la MEDIA MÓVIL 2. Esto ayudara a asegurar un tiempo adecuado de cepillado en el área. El segundo tiempo predeterminado podría ser 15 (FIG. 4), 10, 7,5, 5, 4, 3, 2, 1 o 0,5 segundos, y puede determinarse mediante experimentación rutinaria con el dispositivo de limpieza oral 10.

30 La vuelta entre la etapa de determinación de MEDIA MÓVIL 2, el segundo bloque de decisión y el tercer bloque de decisión es continúa hasta que la reducción porcentual de MEDIA MÓVIL 1 a MEDIA MÓVIL 2 sea inferior al UPRP, o el valor del TEMPORIZADOR LOCAL sea mayor que el segundo tiempo predeterminado. En este punto, el programa progresa a la siguiente etapa, y la señal de SALIDA DE USUARIO se apaga, informando al usuario de que ahora puede mover el dispositivo de limpieza oral 10 desde un área de alto contenido de placa.

35 El programa operativo en el procesador 56 progresa después a la siguiente etapa mostrada en la FIG. 4. Aquí, el TEMPORIZADOR LOCAL se reajusta en cero, y el programa progresa al cuarto bloque de decisión mostrado en la FIG. 4. En este bloque, el valor de la duración en el TEMPORIZADOR GLOBAL se compara con un tercer tiempo predeterminado. Si el valor de la duración en el TEMPORIZADOR GLOBAL es mayor que el tercer tiempo predeterminado, el programa operativo en el procesador 56 tiene una señal de FIN que envía al usuario para informar al usuario de que el proceso de limpieza ha finalizado. El tercer tiempo predeterminado es el tiempo mínimo que el usuario usará el dispositivo de limpieza oral 10 en la cavidad oral. El tercer tiempo predeterminado en las realizaciones mostradas en la FIG. 4 es 120 segundos (2 minutos) pero podría ser 180, 150, 120, 90, 60, 45 o 30 segundos, y puede determinarse mediante experimentación rutinaria con el dispositivo de limpieza oral 10.

50 Si, en el cuarto bloque de decisión (mostrado en la FIG. 4), el valor de la duración en el TEMPORIZADOR GLOBAL es inferior al tercer tiempo predeterminado, el programa operativo en el procesador 56 vuelve a la etapa de cálculo de MEDIA MÓVIL 1, el valor medio de placa desde el tiempo 0 en el TEMPORIZADOR LOCAL hasta el primer periodo de tiempo predeterminado.

55 El proceso continúa hasta que el valor de la duración en el TEMPORIZADOR GLOBAL es mayor que el tercer tiempo predeterminado, y la operación de limpieza se haya completado. Como se ha mencionado antes, la señal de FIN enviada al usuario para informar al usuario de que el proceso de limpieza se ha completado, así como la SEÑAL DE SALIDA enviada al usuario para informar al usuario para que mueva el dispositivo de limpieza oral 10 a otra parte de la cavidad oral para limpieza, puede ser en un número de formas. Estas señales pueden tener forma dirigidas a cualquiera de los cinco sentidos: vista, oído, tacto, olfato o gusto.

60 La señal puede emitirse desde el dispositivo de limpieza oral, o puede transmitirse a un monitor externo que informa al usuario de que el proceso de limpieza se ha completado, o informa al usuario para que mueva el dispositivo oral de limpieza 10 a otra sección de la cavidad oral para limpieza.

65 La FIG. 6 es una vista en sección transversal de una realización de un dispositivo 100 para su uso en la limpieza de superficies de la cavidad oral de acuerdo con la presente invención. La realización particular representada es un cepillo de dientes, aunque la invención también contempla otros dispositivos para su uso dentro de la cavidad oral. Como se muestra en la FIG. 6, el dispositivo 10 tiene un mango, 102, un cuello 104, y un cabezal

de cepillo de dientes 114. El cabezal del cepillo de dientes 114 incluye copetes de cerda 126 para limpiar los dientes y una fuente de radiación 122. El mango 102 es hueco, y los transductores ópticos 146 y 148, amplificadores 152 y 154, el procesador de datos 156 y la fuente de potencia 150 están contenidos en el mismo.

5 La presente invención puede entenderse mejor con referencia a los siguientes ejemplos.

EJEMPLOS

Ejemplo 1: Determinación del valor compensado de placa

10 Se creó un cepillo de dientes detector de placa modificando el cabezal de un cepillo de dientes manual insertando un diodo emisor de luz azul (LED) orientado hacia afuera desde el cabezal, permitiendo que la luz del LED iluminara la superficie del diente. El LED se rodeó de una selección de 12 filamentos de fibra óptica, también apuntando hacia la superficie del diente en el área iluminada por el LED azul. Las fibras ópticas pasaron a través del cuello del cepillo de dientes a un par de fotosensores (Taos TSL 12S-LF) contenidos en el mango del cepillo de dientes. Las fibras se separaron en dos grupos. Un grupo pasó a través de un filtro óptico (Semrock FF01-500/LP) que permitieron solamente el paso de longitudes de onda superiores a 515nm, mientras el segundo grupo permitió que pasaran todas las longitudes de onda, esto es, no se utilizó ningún filtro óptico. La luz filtradas representó el valor de placa mientras que la luz no filtrada se usó para interpretar la distancia entre el colector óptico, eso es, las puntas de las fibras ópticas, y la superficie del diente. El resultado de los fotosensores se conectó con los amplificadores (dispositivos análogos AD8544ARZ) que a su vez se conectaron con un microcontrolador de 8 bits (Atmel AMGEGA8L-8AU). El microcontrolador contenía dos conversores de 10 bits de análogo a digital que permitieron que la información se manipulada en un formato digital en el microcontrolador.

25 Usando este aparato, se realizaron experimentos usando modelos de dientes Typodont cubiertos con un material que simulaba placa que contenía un material fluorescente. La placa artificial se pintó en las superficies del diente de una manera que se aproximaba a la manera a la que la placa crece en la boca humana. Los experimentos consistieron en colocar los colectores ópticos, por ejemplo, las puntas de filamentos de fibra óptica, en distancias variadas desde la superficie del diente para permitir que se creara una relación entre la distancia y el valor de placa.

30 El dispositivo prototipo funcionó con el siguiente grupo de parámetros:

- Muestreo a 500 Hz (0,002 segundos), secuencialmente tomando 4 mediciones en repetidas sucesiones.
- Cálculo de la media cada 20 puntos de datos por valor de datos de salida.
- Dispositivo impulsado por microcontrolador de 8 bits a una velocidad de reloj de 7 MHz
- Lectura RS232 de datos en una hoja de cálculo, y
- Compensación con luz ambiente.

40 El dispositivo se colocó a distancias entre 0 y 10 mm desde la superficie de la superficie de diente modelo. Las lecturas se tomaron con la Distancia LED encendida, Distancia LED apagada, Placa LED encendida, y Placa LED apagada. El valor de las señales para Placa Total y Distancia Total se calcularon en cada distancia usando:

$$\text{Placa Total} = \text{Placa LED encendida} - \text{Placa LED apagada} \quad (\text{I})$$

$$\text{Distancia Total} = \text{Distancia LED encendida} - \text{Distancia LED apagada} \quad (\text{II})$$

45 La tabla I muestra los valores medidos/calculados para Placa LED encendida, Placa LED apagada, Placa Total, Distancia LED encendida, Distancia LED apagada, Distancia Total.

50

55

60

65

Tabla I: Lecturas de distancia y placa desde el dispositivo de limpieza oral

	Distancia (mm)	Placa LED encendida	Placa LED apagada	Placa Total	Distancia LED encendida	Distancia LED apagada	Distancia Total
				A			B
5	0	331,48	125,26	206,22	242,74	80,30	162,44
	0,5	356,15	129,00	227,15	268,80	83,15	185,65
10	1,0	355,63	129,53	226,10	285,68	81,84	203,84
	1,5	345,75	126,58	219,17	291,42	80,96	210,46
	2,0	337,68	128,27	209,17	295,05	82,95	212,10
	2,5	327,62	127,24	200,38	295,38	81,05	214,33
15	3,0	316,36	127,87	188,49	287,32	81,91	205,41
	3,5	300,70	122,00	178,70	278,04	77,11	200,93
	4,0	296,38	127,90	168,48	275,14	81,41	193,73
	4,5	277,42	120,84	156,58	260,42	76,53	183,89
20	5,0	273,38	128,21	145,17	257,83	81,04	176,79
	5,5	220,13	83,10	137,03	223,33	54,00	169,33
	6,0	258,05	128,67	129,38	242,81	82,48	160,33
	6,5	249,26	127,68	121,58	233,68	81,00	152,68
	7,0	241,89	128,50	113,39	225,61	82,33	143,28
25	7,5	236,22	129,06	107,16	219,78	81,61	138,17
	8,0	230,22	129,44	100,78	212,61	81,56	131,05
	8,5	225,94	129,59	96,35	208,47	82,24	126,23
	9,0	216,50	128,35	88,15	200,35	81,40	118,95
	9,5	214,35	129,00	85,35	195,95	81,80	114,15
30	10,0	212,87	131,33	81,54	194,47	82,93	111,53

El valor de la Columna A (Placa Total) se trazó contra la Columna B (Distancia Total). La línea resultante fue curva ajustada a la siguiente ecuación de línea recta:

$$\text{Placa Total} = 1,304 (\text{Distancia Total}) - 66,61 \quad (\text{III})$$

Ya que el valor de Placa Total a una distancia de 1mm desde la superficie de la superficie del diente modelo fue 226, se determinó un Valor Compensado de Placa (VCP) usando:

$$\text{VCP} = 226 + (1,304 (\text{Distancia Total}) - 66,61) / \text{Placa Total} \quad (\text{IV})$$

Tabla II: VCP como una función de distancia para el dispositivo de limpieza oral

	Distancia (mm)	Placa Total
		A
5	0	226,70
	0,5	226,77
10	1,0	226,88
	1,5	226,95
	2,0	227,00
	2,5	227,06
	3,0	227,15
15	3,5	227,09
	4,0	227,10
	4,5	227,11
	5,0	227,13
	5,5	227,12
20	6,0	227,10
	6,5	227,09
	7,0	227,06
	7,5	227,06
25	8,0	227,04
	8,5	227,02
	9,0	227,01
	9,5	226,97
	10,0	226,97
30		
	MEDIA	227,02
	Desv. Est.	0,12

35 La tabla muestra el VCP medio calculado independiente de la distancia es 227,02, con una desviación estándar de 0,012 (0,05%). Así, el valor de la lectura de placa se ha compensado, teniendo en cuenta la distancia desde el colector óptico a la superficie del diente modelo.

40 **Ejemplo 2: Uso del dispositivo de limpieza oral**

45 El dispositivo descrito en el Ejemplo 1 se usó en un estudio para limpiar dientes humanos. Los participantes en el estudio no realizaron ninguna higiene oral durante 18-24 horas antes de realizar el estudio. El estudio se llevó a cabo usando cepillado alternativo por un higienista usando el método Bass aprobado por la Asociación Dental Americana. La boca se dividió en 12 secciones iguales de manera que cada sección se podría analizar individualmente. El periodo de tiempo total máximo para cepillado de cada sección se predeterminó y fijó en 10 segundos para simular un tiempo de cepillado de boca total de dos minutos. Durante el cepillado, los datos producidos con el dispositivo se produjeron por medio de una comunicación en serie a un PC que registró los datos.

50 La FIG. 6 es un gráfico de muestra de los datos producidos desde el dispositivo durante el cepillado de 10 segundos de una sección particular de la boca. Los datos oscilan arriba y abajo debido a que la parte de detección del cepillo está viajando repetidamente sobre áreas dentro de la sección que contiene diferentes niveles de placa. Una línea con tendencia lineal dibujada en los datos muestra la reducción de placa durante el periodo de tiempo de 10 segundos.

55 Mientras la descripción y dibujos anteriores representan realizaciones ejemplares de la presente invención, se entenderá que pueden hacerse varias adiciones, modificaciones y sustituciones sin partir del alcance de la presente invención. Un experto en la técnica apreciará que la invención puede usarse con muchas modificaciones de estructura, disposición, proporciones, materiales y componentes, y usarse de otra manera en la práctica de la invención, que se adapta particularmente a realizaciones específicas y requisitos operativos sin partir de los principios de la presente invención. Por ejemplo, los elementos mostrados como íntegramente formados pueden construirse con múltiples partes, o elementos mostrados como múltiples partes pueden estar íntegramente formados, el funcionamiento de elementos puede invertirse o variar de otra manera, o el tamaño y dimensiones de los elementos puede variar. Por lo tanto, las realizaciones desveladas en el presente se considerarán en todos los sentidos como ilustrativas y no restrictivas, estando el alcance de la invención indicado por las reivindicaciones adjuntas, y no limitadas por la descripción anterior.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un dispositivo (18) para detectar placa sobre una superficie (62) de la cavidad oral, comprendiendo dicho dispositivo:
- 10 a. una fuente de radiación (22) configurada para dirigir radiación incidente sobre dicha superficie (62) de dicha cavidad oral,
 b. colectores ópticos configurados para recoger luz reflejada y emisión fluorescente,
 c. trayectorias ópticas (24a) configuradas para transportar dicha luz reflejada recogida (33) y dicha emisión fluorescente recogida (34) en dicho dispositivo,
 d. medios (46, 48) configurados para convertir una señal de luz óptica de dicha luz reflejada y dicha emisión fluorescente en una señal eléctrica,
 e. medios (56) configurados para manipular matemáticamente dicha señal eléctrica de dicha luz reflejada y dicha emisión fluorescente para determinar un valor compensado de placa; y
 15 f. medios (26) configurados para limpiar dicha superficie de dicha cavidad oral, caracterizado porque dicho valor de placa es un valor compensado de placa, donde el valor compensado de placa tiene en cuenta una distancia entre el colector óptico y la superficie de la cavidad oral para que el valor compensado de placa determinado para dicha superficie de dicha cavidad oral sea el mismo independientemente de la distancia entre los colectores ópticos y la superficie de la cavidad oral y la distancia entre la fuente de radiación y la superficie de la cavidad oral, donde dichos medios configurados para limpiar son efectivos para limpiar los
 20 dientes mediante sonicación o agua presurizada o cualquier combinación de los mismos con cepillado.
- 25 **2.** El dispositivo de la reivindicación 1 donde dichos colectores ópticos comprenden una fibra óptica.
- 3.** El dispositivo de la reivindicación 1 o reivindicación 2 donde dicha trayectoria óptica comprende una fibra óptica.
- 30 **4.** El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3 donde dichos medios configurados para convertir dicha señal de luz óptica de dicha luz reflejada y emisión fluorescente en dicha señal eléctrica comprenden un transductor óptico.
- 5.** El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4 que además comprende medios configurados para amplificar o condicionar dicha señal eléctrica de dicha luz reflejada y dicha emisión fluorescente.
- 35 **6.** El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 2-5 que además comprende un primer filtro óptico a través del cual dicha radiación incidente pasa antes de contactar con dicha superficie.
- 7.** El dispositivo de la reivindicación 6 que además comprende un segundo filtro óptico a través del cual una segunda parte de dicha luz reflejada y una primera parte de dicha emisión fluorescente se transporta antes de la conversión de dicha señal de luz óptica a dicha señal eléctrica.
- 40 **8.** El dispositivo de la reivindicación 7 que además comprende un tercer filtro óptico a través del cual una primera parte de dicha luz reflejada y una segunda parte de dicha emisión fluorescente se transporta antes de la conversión de dicha señal de luz óptica a dicha señal eléctrica.
- 45 **9.** El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-8 donde dichos medios configurados para manipular matemáticamente dicha señal eléctrica de dicha luz reflejada y dicha emisión fluorescente comprenden un procesador de datos, comprendiendo además dicho procesador de datos un conversor análogo-a-digital configurado para convertir dicha señal eléctrica de dicha luz reflejada y dicha emisión fluorescente de un formato análogo a un formato digital antes de la manipulación de dicha señal eléctrica.
- 50 **10.** El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-9 donde dichos medios configurados para limpiar comprenden un cepillo de dientes, comprendiendo dicho cepillo de dientes un cabezal, comprendiendo dicho cabezal una cara con cerdas unidas a la misma.
- 55 **11.** El dispositivo de la reivindicación 10 donde dicho cepillo de dientes es un cepillo de dientes manual o un cepillo de dientes eléctrico.
- 60
- 65

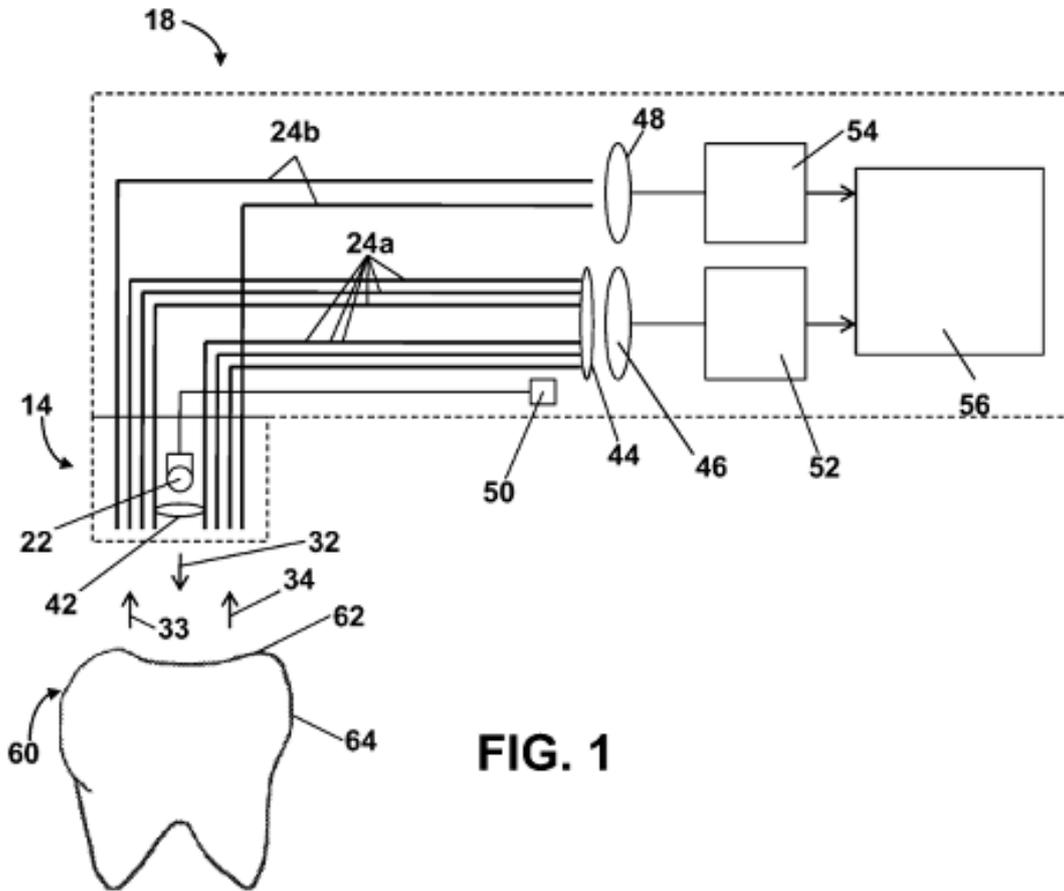


FIG. 1

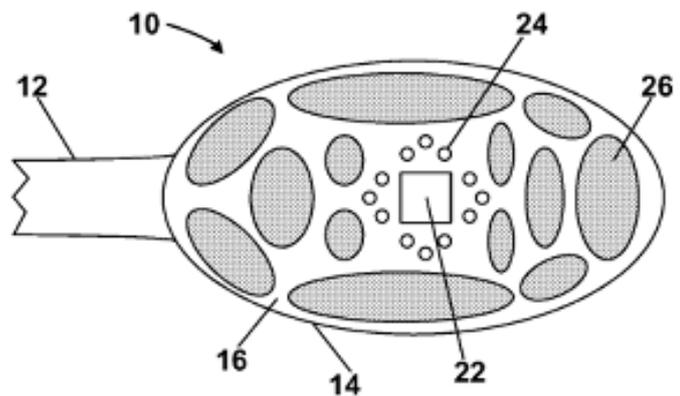


FIG. 2

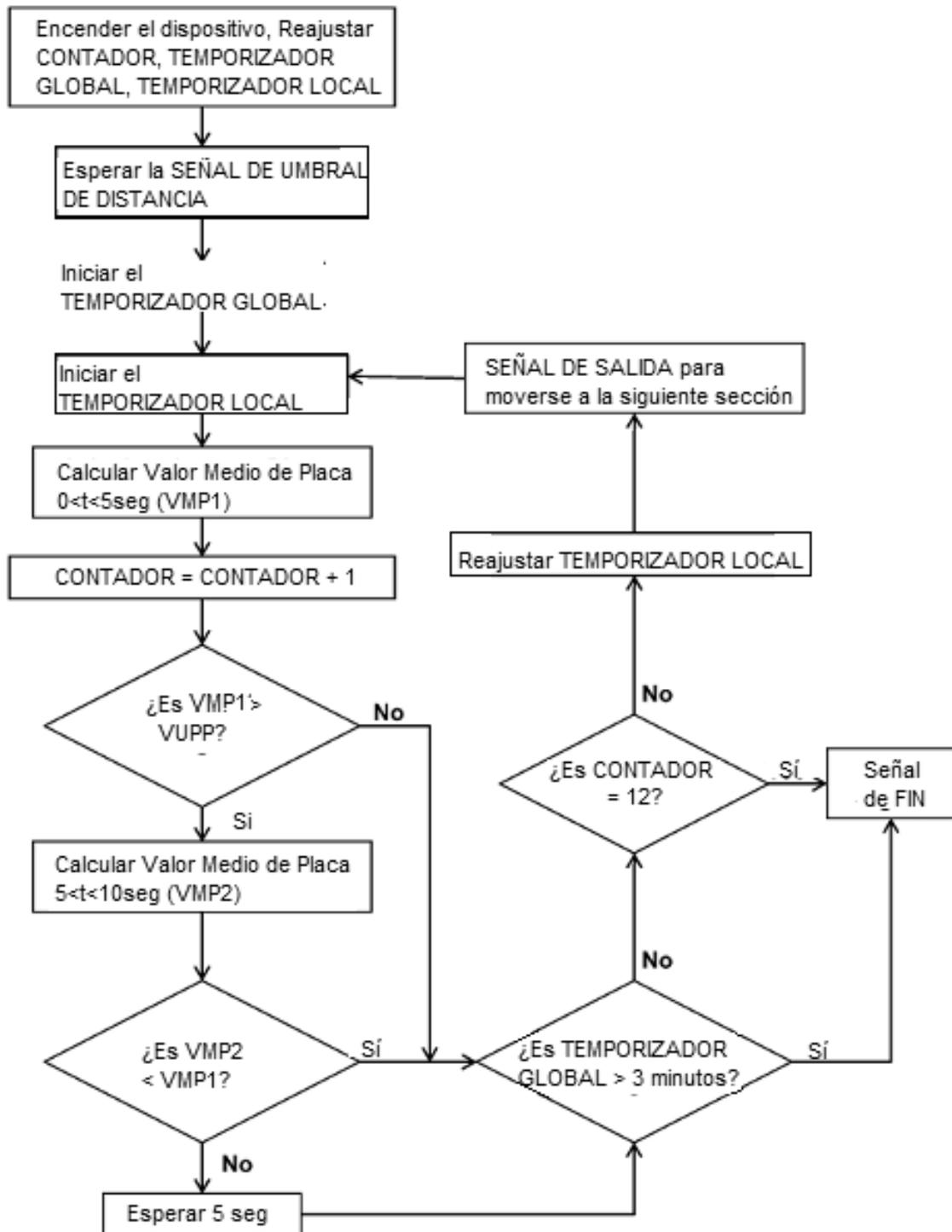


FIG. 3

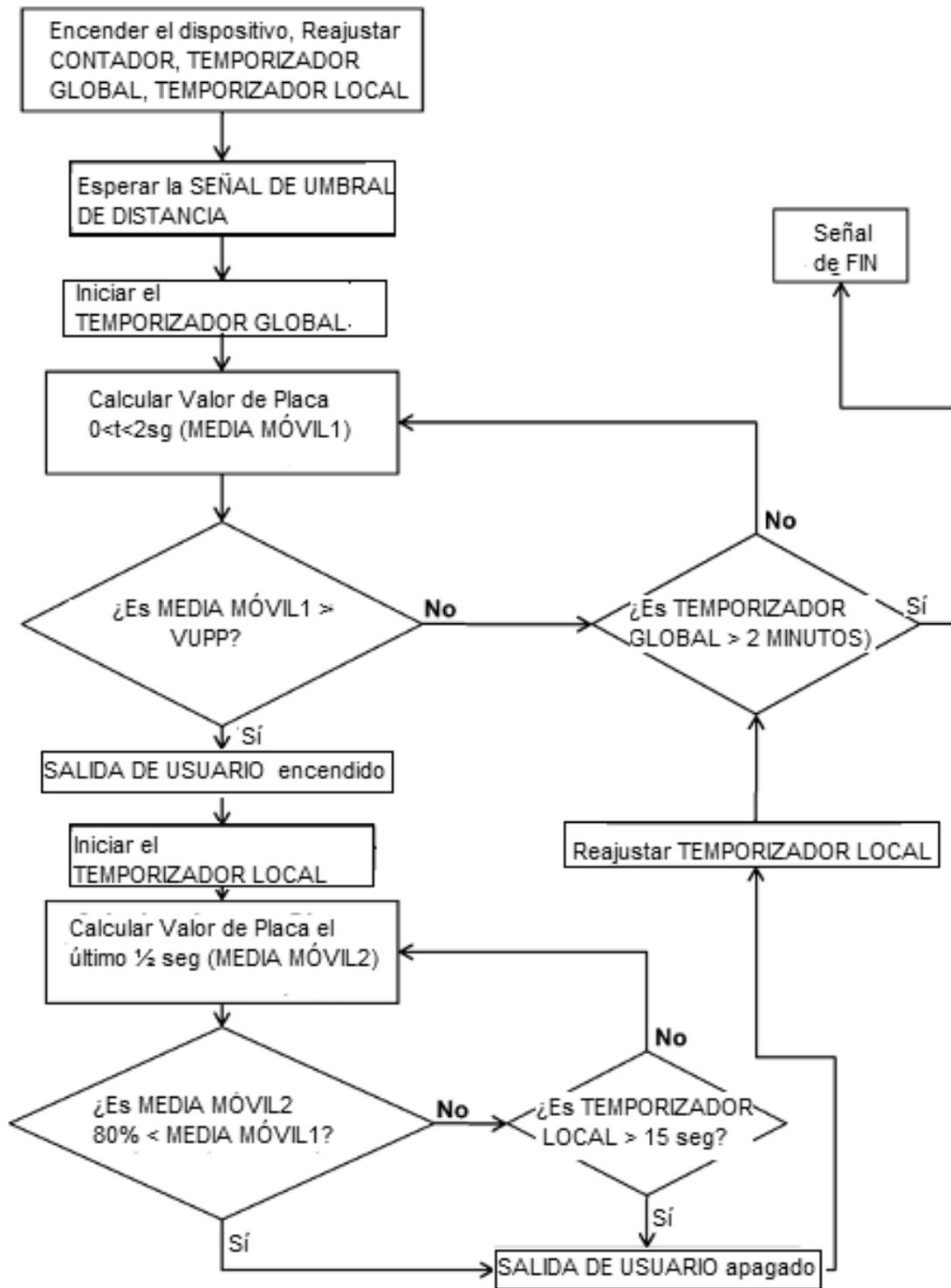


FIG. 4

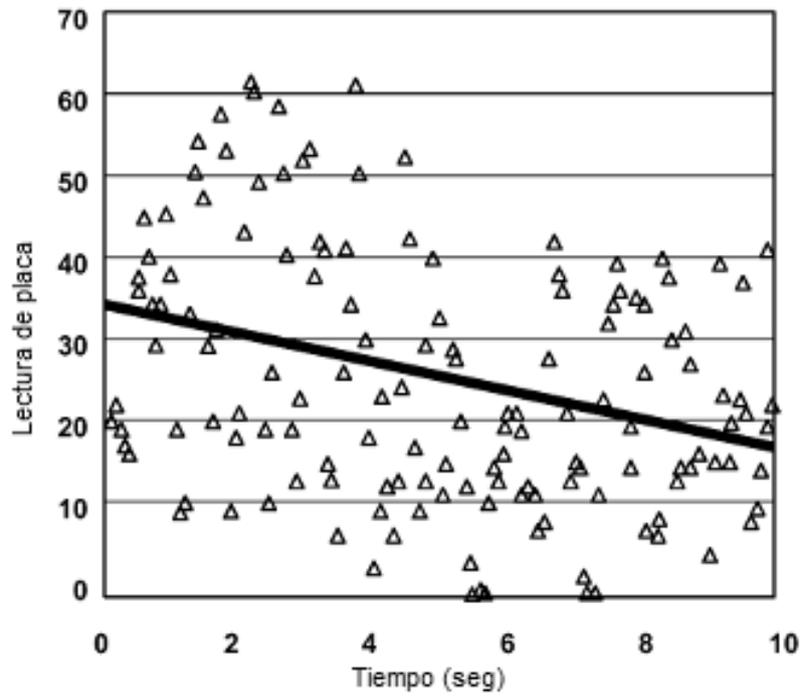


FIG. 5

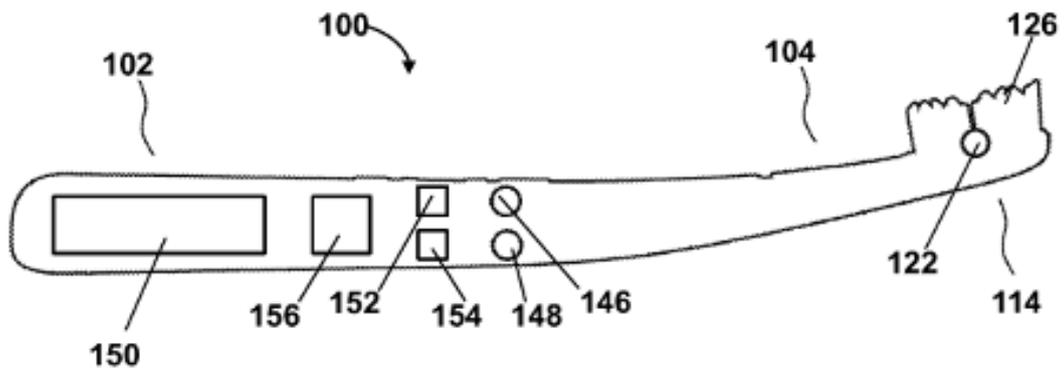


FIG. 6