

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 365**

51 Int. Cl.:

G01T 1/11 (2006.01)

G01T 1/115 (2006.01)

G01T 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2009 E 09382080 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014 EP 2256518**

54 Título: **Procedimiento y equipo para medición de dosis de radiaciones ionizantes en pacientes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.04.2015

73 Titular/es:

DOSIBIOLÓGICA S.L. (100.0%)
Montevideo, 5 Nave 14 Parc 5a P.I. Comporroso
28806 Alcalá de Henares, Madrid, ES

72 Inventor/es:

CORPAS RIVERA, LUIS y
GARCÍA, DIEGO ALBERTO ÁNGEL

74 Agente/Representante:

BAÑOS TRECEÑO, Valentín

ES 2 533 365 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y equipo para medición de dosis de radiaciones ionizantes en pacientes.

OBJETO DE LA INVENCION:

- 5 Conforme el título de la misma se trata de un procedimiento y equipo para medición de dosis superficiales de radiaciones ionizantes en pacientes, y también estimación de dosis de radiaciones ionizantes en órganos de pacientes.

ANTECEDENTES.

- 10 Es sabido que las radiaciones ionizantes representan un riesgo para la salud. Este riesgo se ve incrementado con la dosis de dichas radiaciones que recibe el cuerpo. Así mismo, el riesgo varía en función del órgano o tejido del cuerpo de que se trate.

A pesar de estos riesgos, las radiaciones ionizantes son habituales en las prácticas médicas. Se utilizan para realizar exploraciones necesarias en el diagnóstico (radiodiagnóstico) y también como terapia, principalmente en procesos tumorales y oncológicos (radioterapia).

- 15 La razón del empleo de las radiaciones ionizantes, a pesar de que se sabe que entrañan un riesgo para la salud, está en el equilibrio entre el riesgo y el beneficio. A pesar de que el paciente asume un riesgo para su salud, va a obtener un beneficio, consistente en su correcto diagnóstico en el caso del radiodiagnóstico, o su curación en el caso de la radioterapia.

- 20 Dado que el campo de radiaciones ionizantes que emiten los equipos de medicina, abarca una zona que excede el cuerpo del paciente a tratar, estas radiaciones acaban afectando también a los que se encuentran en las cercanías. Esta realidad, añadida al hecho de que las dosis de radiaciones ionizantes son acumulativas, hace que el personal profesionalmente expuesto, pueda recibir dosis significativas. Si además tenemos en cuenta que este personal profesionalmente expuesto, por lo general personal sanitario, no recibe el beneficio para su salud que el paciente sí recibe, llegamos a la conclusión de que es importante tomar
25 medidas para reducir al mínimo las dosis que reciben los profesionalmente expuestos.

Las radiaciones ionizantes no pueden ser percibidas por los sentidos del ser humano. Por lo tanto, un paso fundamental en el procedimiento para reducir las radiaciones ionizantes en el personal profesionalmente expuesto es la medición de la dosis que recibe.

- 30 Desde hace tiempo, existen y se emplean procedimientos y equipos para la medición de las dosis recibidas por personas profesionalmente expuestas, tanto en el campo médico cómo el industrial y militar.

US 4,056,729 describe un dispositivo dosímetro que comprende un bastidor, en el que hay ajustados mediante apriete discos de dosimetría termoluminiscentes. Además, los siguientes documentos hacen referencia a la finalidad de la invención:

US 4, 835, 388

5 US 5, 177,363

US 5, 572, 027

US 250361

US 2004/236207 A1.

10 El problema de la medición de dosis en los profesionalmente expuestos está pues ya resuelto, sin embargo, queda por resolver el problema de la medición de dosis de radiaciones ionizantes en los pacientes.

La medición de la dosis recibida por los pacientes, es importante, principalmente por los siguientes motivos:

- 15 ▪ Permite detectar si un equipo emite menos radiación de la prevista. Se posibilita así la toma de decisiones al respecto. Por ejemplo, un equipo de radioterapia que emita menos radiaciones de las previstas, podría resultar ineficaz para tratar al paciente, sin embargo, esto no se detectaría hasta que se hiciera un control de calidad periódico al equipo. Entonces podría ser ya demasiado tarde para todos los pacientes que se trataron desde que se produjo la avería.
- 20 ▪ Permite detectar si un equipo emite más radiaciones de las previstas. De este modo se puede actuar con prontitud, evitando que el equipo averiado afecte a un mayor número de pacientes.
- Permite detectar fallos esporádicos en la intensidad, duración o naturaleza del campo radiactivo emitido por un equipo de radiodiagnóstico o radioterapia. Estos fallos pueden ser de origen humano, o del equipo, y podrían pasar desapercibidos en un chequeo rutinario del equipo, sin la presencia del paciente.
- 25 ▪ Permite ajustar los equipos de radiodiagnóstico, de modo que se consiga reducir la dosis absorbida por el paciente, manteniendo la calidad de imagen necesaria.
- Proporciona seguridad jurídica a los responsables del centro sanitario, en el sentido de que pueden acreditar la dosis recibida por los pacientes, en el caso de que sean demandados por el paciente, con motivo de la aparición en este de alguna enfermedad, que pretenda atribuir a una dosis excesiva.

Algunos de los sistemas concebidos para profesionalmente expuestos se han aplicado esporádicamente a la medición de dosis en pacientes, pero sus características no permiten su aplicación práctica y sistemática por algunas de las siguientes razones:

- 5 ▪ Los dosímetros no son radiotransparentes. Por lo tanto, aparecen en las imágenes de radiodiagnóstico (rayos X). Resulta inaceptable, porque pueden ocultar la zona de la imagen que es necesaria para llegar a un correcto diagnóstico.

- Los dosímetros no son radiotransparentes. Por lo tanto, alteran el campo de radiaciones en radioterapia. Resulta inaceptable, pues alteran la intensidad y geometría del campo de radiaciones que ha calculado el radiofísico, y ha prescrito el médico, para el correcto tratamiento del paciente.

- 10 ▪ El gran tamaño de los dosímetros los hace inviables para su colocación en algunas prácticas médicas, especialmente en prácticas dentales.

- El sistema de identificación de los dosímetros no permite una asociación segura entre el dosímetro y el paciente. Se requiere que esta asociación lógica sea automática e independiente del operador humano, para garantizar la ausencia de errores.

- 15 ▪ La aplicación informática que se ejecuta en el emplazamiento en donde se trata al paciente, no está preparada para pacientes. De hecho, esta aplicación está pensada para personal profesionalmente expuesto. Este personal mide la dosis acumulada durante un largo periodo de tiempo (generalmente un mes), sin embargo un sistema orientado a pacientes ha de medir la dosis correspondiente a cada tratamiento, que suele tener una duración de minutos.

- 20 ▪ El manejo del sistema en general requiere de una formación alta, que queda fuera del ámbito de la formación de los profesionales de la sanidad, que son los que trabajan con los pacientes.

- El procedimiento es inapropiado para pacientes. No indica la zona del cuerpo en donde ubicar el dosímetro, no permite una identificación automática y sencilla del dosímetro momentos antes de usarlo en el paciente, etc.

25 MEMORIA DESCRIPTIVA.

Para lograr el objetivo final de conocer las dosis de radiaciones ionizantes absorbidas por el paciente, tanto superficial como en órganos, no basta con la simple concepción de un aparato. Hay que tener en cuenta, que el paciente se le trata en unos locales, dotados de determinados medios y personal, que pueden realizar algunas operaciones, pero quedan fuera de su alcance otras operaciones y recursos necesarios. Estos últimos son, principalmente, la administración de la base de datos de los pacientes, y la lectura e interpretación de los datos obtenidos durante la prueba.

Por lo tanto, cabe desarrollar un sistema compuesto por varios equipos, interconectados entre sí.

Como, además hay que tener en cuenta que la información ha de obtenerse de un modo extremadamente fiable, es imprescindible el establecimiento de un procedimiento para todo el proceso de calibración de los dosímetros, calibración de los equipos a utilizar, obtención de la información relevante durante la práctica, y tratamiento de la misma.

5

EL EQUIPO.

El equipo consiste en múltiples dosímetros, un identificador de dosímetros autónomo, un lector de dosímetros, y una aplicación informática.

Cada dosímetro está formado por un elemento sensor de radiaciones ionizantes, y un chasis. La función del chasis es la de dar al conjunto del dosímetro un tamaño adecuado para su manipulación, y proporcionar a este una identidad única.

10

Los dosímetros empleados son radiotransparentes, para que no se reduzca la calidad de la imagen en el caso de emplearlos en radiodiagnóstico, o no se altere la intensidad o forma del campo de radiación ionizante, en el caso de emplearlo en radioterapia.

15

Estos dosímetros, han de tener un espesor menor o igual a 1mm, un ancho entre 5 y 15mm y un alto entre 15 y 25mm. La razón de estas dimensiones es que si es mas pequeño, resulta difícil su manipulación por parte de los profesionales que han de ocuparse de ella, pero si es mas grande, es inapropiado para su uso en determinadas partes del cuerpo, especialmente en la boca. Si es demasiado grande, también imposibilita el uso de varios dosímetros, cerca entre ellos.

20

El dosímetro ha de tener una asimetría tal, que permita comprobar sin género de dudas, que se está utilizando con la orientación correcta. Esta asimetría ha de ser detectable tanto para las máquinas, como para el operador humano, sin necesidad de usar más medios que sus propios sentidos.

Cada dosímetro está codificado individualmente, de manera que tiene una identidad única. Es imprescindible que esta identidad pueda ser leída de manera completamente fiable. Por lo tanto, el código correspondiente ha de ser redundante, y permitir la detección de errores. El código está pensado para ser leído por una máquina, sin embargo, y para casos excepcionales, el código ha de poder ser interpretado por un operador humano, sin el uso de más medios que sus propios sentidos, y la formación adecuada.

25

El identificador autónomo es un aparato que es capaz de leer la identidad de un dosímetro, comprobar la existencia de errores, y comunicar estos resultados a un ordenador, en el que se está ejecutando la aplicación del sistema.

30

ES 2 533 365 T3

El lector de dosímetros es un equipo automático, de uso sencillo, con las siguientes capacidades.

- Toma dosímetros automáticamente a partir de los que se han colocado en un depósito de entrada.
 - Lee el código de identidad de cada dosímetro, y comprueba la existencia de errores.
 - Es capaz de irradiar el dosímetro a una dosis conocida, con el fin de calibrarlo o comprobar el equipo.
- 5
- Puede leer la información dosimétrica contenida en el dosímetro.
 - Puede "borrar" o limpiar la información dosimétrica del dosímetro.
 - Es capaz de clasificar los dosímetros en varios compartimentos, en función de criterios como la dosis leída, si se trata de algún tipo de dosímetros especiales, según la naturaleza del error producido con el dosímetro, u otros.
- 10
- Es capaz de autocomprobar sus funciones. Especialmente, es capaz de comprobar sus sensores de la información dosimétrica contenida en el dosímetro, mediante la generación interna de una señal conocida, equivalente a la del dosímetro.

La aplicación informática, dispone de tres módulos, que pueden ejecutarse en un solo ordenador, o en tres independientes. La información entre los tres módulos puede fluir mediante una red informática, o soportes digitales portátiles.

15

El primer módulo de la aplicación informática reside en un ordenador ubicado junto al emplazamiento en donde se trata al paciente. Es a este ordenador al que está conectado un identificador autónomo. Se encarga de consultar la base de datos para obtener y presentar la información relativa al paciente. Pide información adicional al operador, en caso necesario, y se comunica con el identificador autónomo para conocer la identidad de los dosímetros.

20

El segundo módulo reside en un ordenador ubicado junto al lector de dosímetros, y conectado a él. Se encarga del control del lector de dosímetros. Ejecuta los procedimientos de lectura de dosímetros, irradiación de dosímetros, calibración de dosímetros, calibración del lector, control de calidad, y utilidades para el servicio técnico.

El tercer módulo, que no tiene ubicación específica, no necesita estar conectado a ningún equipo, salvo la red de comunicaciones. Se ocupa de la evaluación de las dosis recibidas por el paciente, en función de la información que recibe de los dos módulos anteriores.

25

EL PROCEDIMIENTO.

Antes del inicio de la práctica médica, el profesional sanitario, utilizando el primer módulo de la aplicación informática, abre o crea la ficha del paciente, en donde aparecen sus datos identificativos, y la práctica que se ha de realizar.

- 5 En función de la práctica, el sistema puede pedir datos adicionales, como datos biométricos, edad, sexo u otros.

Tras la introducción de los datos, el sistema indica al operador, el lugar o lugares del cuerpo del paciente en donde ha de colocar los sensores de radiaciones ionizantes, en adelante dosímetros.

- 10 En este momento, utilizando el identificador autónomo, el operador presenta al sistema cada uno de los dosímetros que propone utilizar. El sistema registra la identidad de dichos dosímetros, y lo asocia con el paciente, la ubicación en su cuerpo, y la práctica, de modo que pueda ser diferenciada de manera única.

Una vez colocados los dosímetros en el paciente, se procede a realizar la práctica.

- 15 Al terminar la práctica, o durante el transcurso de la misma, se realiza la lectura de la información obtenida por el o los dosímetros, mediante el lector de dosímetros, controlado por el segundo módulo de la aplicación informática.

Con toda la información recopilada, es decir, la naturaleza de la práctica, los datos biométricos, la edad, el sexo, la información obtenida de los dosímetros, y otros que se hubiesen solicitado, utilizando el tercer módulo de la aplicación informática, el sistema ejecuta un algoritmo, que tiene por resultado la información acerca de la dosis superficial (de entrada) y la estimación de la dosis en órganos.

- 20 El sistema está construido de tal manera, que el acceso al mismo se realiza mediante un control de usuarios, que a su vez pertenecen a uno o varios perfiles. En función del perfil, cada usuario tiene restringidas determinadas operaciones, y el acceso a diversos datos.

- 25 La utilidad de estas restricciones radica en la protección de los datos relativos a la salud de los pacientes, y la protección del sistema, de modo que cada usuario sólo pueda operar aquellas áreas para las que está capacitado.

El sistema guarda la información de cada dosímetro, entre ellos, su calibración individualizada. Para posibilitar esta calibración, el procedimiento tiene previsto un modo de funcionamiento especial para la operación de calibración.

Los equipos que forman el sistema, son capaces de autoverificarse, a fin de minimizar el riesgo de pérdida de información, o falta de la debida precisión en la misma.

5 Para mayor garantía, el lector exige periódicamente una cantidad programable de dosímetros de control y dosímetros cero. Los dosímetros de control se han irradiado a una dosis conocida, y se usan para comprobar que la lectura de los mismos esté comprendida dentro de una horquilla programable, centrada en dicha dosis conocida. Los dosímetros cero no tienen dosis, y se usan para comprobar el ruido de fondo, o dosis que el lector asigna cuando debería de ser cero. El sistema comprueba que la dosis leída en estos dosímetros cero no exceda de una cantidad programable.

EN LOS DIBUJOS:

10 La figura 1 es una perspectiva vista en escorzo frontal y de perfil del dosímetro.

La figura 2 es una perspectiva vista en escorzo frontal y de planta del miembro irradiador.

La figura 3 es una perspectiva despiezada vista de lateral y en planta de la unidad de recogida de dosímetros.

REALIZACIÓN PREFERENTE.

15 El chasis del dosímetro (fig.1) es un paralelepípedo (A) de 21x9x1mm, al que se le ha practicado un chaflán (2) de 2x2mm en una de sus esquinas.

El elemento sensor, es un disco de fluoruro de litio dopado (TLD) (no representado), cuyas propiedades de termoluminiscencia, le hacen ideal para esta aplicación.

El disco sensor está sujeto a presión en un taladro (3) del chasis (A) del dosímetro.

El chasis (A) del dosímetro está fabricado de poliimida, cuyo nombre comercial es "Kapton".

20 Tanto el disco sensor, como el chasis (A), construidos mediante estos materiales, son radiotransparentes para energías superiores a 40KVp.

25 El chasis (A) lleva practicados una serie de taladros (1), que constituyen el código o identidad único del dosímetro. Las posiciones posibles de los agujeros se ubican en una matriz de tres columnas y 14 filas. Sin embargo sólo se practican 24 taladros en dichas posiciones. Para garantizar la fiabilidad de la lectura del código o identidad, y poder comprobar que no existen errores, la ubicación de los taladros, dentro de la mencionada matriz, ha de cumplir las siguientes reglas:

- Ha de haber exactamente 8 taladros en cada una de las tres columnas. De este modo, si no se detectase alguno de los taladros, sería fácil determinar que ha habido un error.
- En cada fila, ha de haber, al menos, un taladro. De este modo, sistema automático de identificación, sea el identificador autónomo o el lector de dosímetros, puede contar las filas, y determinar que ha habido un error si su número no es de 14.

5

La disposición de los taladros en tres columnas, permite la realización del detector automático de la identidad (en el identificador autónomo o en el lector de dosímetros), mediante tan solo tres sensores ópticos para los 24 taladros. Cada uno de estos sensores se ubica frente a una de las tres columnas, y se desplaza el dosímetro frente a ellos, en la dirección de las columnas, para que así pasen frente a ellos todas las filas.

- 10 La regla de que exista al menos un agujero por fila, hace posible que el desplazamiento del dosímetro se realice por gravedad, lo cual simplifica mucho el sistema. Esta afirmación se basa en que, aunque el movimiento no sea a velocidad constante, el sistema automático de identificación aún tiene información suficiente, pues sabe que, cuando deja de detectar agujeros, el siguiente agujero que detecte pertenecerá a la siguiente fila, independientemente del tiempo que transcurra entre ellas.

- 15 El chaflán (2) de 2x2mm proporciona la asimetría necesaria para poder determinar la orientación del dosímetro. Tiene la ventaja de que puede ser detectado automáticamente, por el mismo sensor óptico destinado a detectar los agujeros (1) de codificación del dosímetro, simplificando así el sistema.

Tanto el chaflán (2), como los taladros (1), pueden ser identificados por el operador humano, en caso de necesidad, con el simple uso de sus sentidos.

- 20 El identificador autónomo es un equipo, que se conecta mediante el puerto USB, a un ordenador que ejecuta el primer módulo de la aplicación software.

El identificador autónomo dispone de tres sensores ópticos para medir la existencia o no de agujeros (1) de codificación en cada una de las posiciones de la matriz (A) del dosímetro. Utiliza estos mismos sensores para detectar la posición del chaflán (2) del dosímetro.

- 25 Los dosímetros se desplazan por el interior del identificador autónomo, por la acción de la gravedad, a lo largo de un canal que lo atraviesa.

Utilizando la información del chaflán (2) del dosímetro, el identificador autónomo puede identificar los dosímetros sea cual sea la orientación con la que pasen por su interior.

ES 2 533 365 T3

El lector de dosímetros se compone principalmente de: la unidad de carga, el canal de transporte, la unidad de identificación, la unidad de irradiación, la unidad de calentamiento, la unidad de medición de luz, y la unidad de recogida de dosímetros.

5 La unidad de carga extrae los dosímetros a partir de un cartucho extraíble, y los entrega al canal del transporte.

El hecho de que el cartucho sea extraíble, presenta la ventaja de que en un emplazamiento pueden haber más cartuchos que máquinas. De este modo, el operario puede rellenar manualmente o mediante una máquina especialmente diseñada (rellenador de cartuchos), mientras la máquina está trabajando automáticamente usando el cartucho que tiene instalado.

10 Los dosímetros se extraen del cartucho, mediante el uso de un motor paso a paso, con eje hueco y roscado, que fuerza un movimiento lineal en un husillo, el cual tiene restringido el giro. Esta técnica, presenta la ventaja frente a otras como electroimanes, solenoides, o biela, manivela, corredera, en que es mucho menos violenta, y más fácil de calibrar con precisión.

15 El canal del transporte se ocupa de desplazar el dosímetro por las diversas estaciones, en donde se ha de operar con él.

20 Consiste en un canal, o tubo de sección rectangular, por el que el dosímetro se desplaza según su dimensión mayor, en virtud de la fuerza de la gravedad. A lo largo del canal, existen compuertas que le cierran el paso, para forzarlo a permanecer en determinada estación, mientras la compuerta permanezca cerrada. Adicionalmente, en cada compuerta existe una barrera de luz infrarroja, para detectar la presencia del dosímetro. El uso de luz infrarroja presenta la ventaja frente a otras longitudes de onda, en que la ganancia del tubo fotomultiplicador es prácticamente nula en dicha longitud de onda, por lo que no puede introducir ruido en la señal de luz del dosímetro.

25 La unidad de identificación, tiene un funcionamiento y diseño análogo al ya descrito para el identificador autónomo, con la salvedad de que está incorporada el lector de dosímetros. Actúa cuando el dosímetro pasa entre las estaciones correspondientes a la carga, y la de irradiación.

30 La unidad de irradiación (Fig.2), es capaz de irradiar el dosímetro, detenido en la estación correspondiente del canal del transporte, a una dosis conocida. Consiste en un bloque (5) macizo de acero inoxidable, dentro del cual se ha practicado un hueco (5.0) para que gire muy ajustado un cilindro (6) también de acero inoxidable. El bloque tiene un pequeño orificio (4) que enfrenta con la estación de irradiación, mientras que el cilindro (6) lleva embutida una fuente radiactiva en la cavidad (8). El giro del cilindro (6) puede presentar la fuente frente al agujero (4), con lo cual se irradia el dosímetro, sin que salgan radiaciones al exterior, o mantener la fuente en el interior del bloque, con lo cual su radiación queda completamente atenuada por la masa de acero.

- 5 La concepción del irradiador con la fuente ubicada en la periferia exterior de un cilindro macizo, que gira dentro de un bloque macizo tiene la ventaja frente a los típicos sistemas, en los que una corredera realiza la parte móvil del blindaje, en que, mediante el sistema del cilindro, es posible situar la fuente muy cerca del elemento a irradiar, mientras que, dado que la corredera ha de tener un gran espesor para cumplir con su función de blindaje, la fuente queda siempre más alejada del objeto a irradiar. El hecho de poder acercarse mucho más la fuente es muy importante, porque para lograr la misma intensidad de radiación ionizante, se puede usar una fuente más pequeña, que tendrá mucha menos radiación de fuga, permitirá el diseño de un irradiador con menos blindaje, más ligero y más económico, y simplificará los requisitos administrativos para la adquisición y uso de dicha fuente, de menor actividad.
- 10 La unidad de calentamiento, se ocupa de calentar el elemento sensor del dosímetro, mediante una curva de temperatura de parámetros programables, que asciende siempre de forma lineal. Es importante que la curva de temperatura ascienda linealmente, para la correcta interpretación de la curva de luz emitida por el dosímetro. El calentamiento se produce mediante un chorro de nitrógeno, al que se ha hecho pasar por un tubo de acero inoxidable de reducida sección. El tubo está montado cortocircuitando el bobinado de baja
- 15 tensión de un transformador. El bobinado de alta de dicho transformador está conectado a la tensión de red, a través de un triac, para el control de potencia. La temperatura del chorro se mide mediante un termopar, cuya información pasa a un microcontrolador, que decide la potencia a entregar, con el fin de producir la curva programada. El microcontrolador cumple la función de un regulador PID, pero los cálculos se realizaron previamente con extrema precisión en un PC, y se almacenaron en tablas, que son las que utiliza el
- 20 microcontrolador. Este procedimiento permite el uso de un microcontrolador poco potente y poco rápido, para hacer los cálculos en tiempo real, que otro mucho más potente no podría hacer. Además, se evita tener que modelizar la respuesta no lineal del termopar, pues los cálculos originales se hicieron con la curva real. Esto último también repercute en la precisión.
- 25 Adicionalmente, la unidad de calentamiento registra tanto la curva de temperatura real conseguida, como la curva de potencia que se necesitó para conseguirla. Estas curvas, y en concreto la de potencia, resultan de especial interés para la detección precoz de averías en la unidad de calentamiento. El segundo módulo de la aplicación software verifica que tanto la diferencia entre la curva real y la programada, como la potencia empleada, están dentro de unos límites establecidos. Cada parte de una curva requiere de una determinada potencia, y si esta es mayor o menor, activa una alarma, que permite la detección precoz de una avería.
- 30 La unidad de medición de luz, se ocupa de medir la luz que emite el sensor mientras se le calienta. Esta luz está directamente relacionada con la dosis de radiación ionizante que recibió el sensor. Consta principalmente de un tubo fotomultiplicador, que emite un pulso de corriente por cada fotón de luz emitido por el sensor. Un algoritmo matemático basado en las leyes de la estadística, corrige el número de fotones contados, mediante la probabilidad de que se emita un fotón, mientras se está produciendo el pulso generado
- 35 por el anterior.

La curva de luz obtenida, se analiza automáticamente, con el fin de determinar los puntos característicos, que señalan el área de interés para la determinación de la dosis. Este análisis, también determina el ruido de fondo, a fin de sustraerlo.

5 Un diodo fotoemisor o LED, puede activarse sin la presencia de dosímetro, para comprobar el funcionamiento del tubo fotomultiplicador y la electrónica de conteo de fotones.

Un generador de frecuencia interno, puede sustituir la señal proveniente del tubo fotomultiplicador, con el objeto de comprobar el funcionamiento de la electrónica que trata dicha señal.

La unidad de recogida de dosímetros se encarga de recoger y clasificar los dosímetros que salen del extremo inferior del canal.

10 La función de clasificación es fundamental, pues simplifica mucho el trabajo del operador del lector. Se separan los dosímetros irradiados a dosis conocida, los de cero dosis, los que se han leído normalmente, los que han dado algún tipo de error de identificación, los que han dado una dosis anormalmente alta, los que han dado anormalmente baja, y otros. Esta selección que hace la máquina, evita que tenga que hacerla manualmente el operario.

15 La unidad de recogida de dosímetros (Fig.3), consta de una plataforma (13), que es capaz de deslizarse sobre una guía lineal horizontal (14). Sobre la plataforma se montan uno o varios contenedores (9 a 12). Los contenedores son recipientes paralelepípedicos, todos con el mismo alto y ancho, pero distintas profundidades, lo que les da diferentes capacidades y permite una multiplicidad de combinaciones. Estos contenedores van marcados con un código óptico en el lateral, el cual indica el tipo de dosímetros que han de
20 contener.

Un autómatas se ocupa de leer el código en el lateral del contenedor, y colocar el adecuado bajo la salida del canal. Para ello, desplaza la plataforma, y con ella los contenedores.

Los contenedores se pueden retirar con facilidad de la plataforma. De este modo, el operario puede sustituir en el lector los contenedores llenos por otros vacíos, sin apenas interrumpir el trabajo del lector.

25 El procedimiento preferente a emplear con el equipo descrito como realización preferente es el siguiente:

El operario del equipo de radioterapia o radiodiagnóstico, ejecutando el primer módulo de la aplicación software, abre la ficha del paciente, e introduce la técnica a aplicar. Entonces la aplicación le pide los datos adicionales que pudieran necesitarse, y le solicita un dosímetro.

30 El operador pasa por el identificador autónomo un dosímetro de los que tiene sin irradiar. La aplicación le indica el lugar del cuerpo del paciente en donde ha de fijar el dosímetro.

Si fueran necesarios más dosímetros, la aplicación pedirá un nuevo dosímetro, y se procederá como en el caso anterior.

5 Una vez finalizada la práctica médica, el operador retira los dosímetros del paciente, y los introduce en una hucha, o recipiente dotado de una pequeña ranura. De este modo, resulta imposible que el operador se confunda y utilice más de una vez un mismo dosímetro.

Periódicamente, se recogen tanto la hucha con dosímetros irradiados, como los no irradiados, y se entregan al operador nuevos dosímetros borrados.

La ventaja de recoger también los dosímetros no usados, es que se mantiene a un nivel bajo y controlado, la dosis natural o de fondo que pueden ir acumulando.

10 Los dosímetros recogidos pasan a la instalación en donde está el lector y el segundo módulo de la aplicación software. Esta reside en un ordenador que está incorporado al propio lector de dosímetros.

En el lector se lee los dosímetros irradiados, y se borran los que no se usaron.

La información de los dosímetros leídos pasa al tercer módulo de la aplicación software, que evalúa toda la información, y la transmite a quienes corresponda.

15

REIVINDICACIONES



1. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, **caracterizado** por estar compuesto por:
- 5 - múltiples dosímetros, cada uno de ellos constituido por un chasis con forma de paralelepípedo al que se le ha practicado un chaflán (2) en una de sus esquinas, en el que el chasis tiene una serie de taladros (1) ubicados en una matriz de filas y columnas, y en el que el chasis tiene un taladro (3) en el que un elemento sensor de radiación que es un disco termoluminiscente está sujeto a presión;
 - 10 - un identificador autónomo, que dispone de sensores ópticos para medir la existencia o no de agujeros (1) de codificación y detectar la posición del chaflán (2);
 - un lector de dosímetros, que está compuesto por de una unidad de carga, un canal de transporte, una unidad de identificación, una unidad de irradiación, una unidad de calentamiento, una unidad de medición de luz, y una unidad de recogida de dosímetros;
 - 15 - y una aplicación informática en un ordenador, configurada para calcular dosis de acuerdo con la dosis individual recibida por cada uno de los dosímetros y la posición que ocupan en el cuerpo del paciente.
2. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 1, **caracterizado** porque el elemento sensor del dosímetro es de fluoruro de litio dopado.
- 20 3. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 1, **caracterizado** porque el chasis del dosímetro está fabricado de poliíimida.
4. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 1, **caracterizado** porque la matriz del dosímetro dispone de 3 columnas y 14 filas.
- 25 5. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 4, **caracterizado** porque el dosímetro tiene exactamente 8 taladros en cada una de las tres columnas, y porque debe haber al menos un taladro en cada fila.

6. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 1, **caracterizado** porque el identificador autónomo dispone de 3 sensores ópticos.
- 5 7. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad de irradiación consiste en un bloque (5) macizo de acero inoxidable, dentro del cual se ha practicado un hueco para que gire un cilindro (6) que lleva embutida una fuente radiactiva en la cavidad (8) y donde el bloque (5) tiene un pequeño orificio (4) que enfrenta con la fuente de irradiación cuando el cilindro (6) gira.
- 10 8. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad de calentamiento mide la temperatura del chorro mediante un termopar y cuya información pasa a un microcontrolador el cual registra, calcula y compara la curva de temperatura real conseguida y la curva de potencia de la unidad de la unidad de calentamiento para la detección precoz de averías.
- 15 9. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad de medición de luz está constituida por un tubo fotomultiplicador que emite un pulso de corriente por cada fotón de luz emitido por el sensor del dosímetro.
- 20 10. Equipo de medición de dosis de radiaciones ionizantes, dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, según las características de la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad de recogida de dosímetros, consta de una plataforma (13) que es capaz de deslizarse sobre una guía lineal horizontal (14), y diversos contenedores (9 a 12) con codificación en uno de sus laterales se montan en la plataforma (13), y hay un sistema para el procesamiento de dosímetros que los clasifica en dichos contenedores.
- 25 11. Proceso de uso de un equipo, de acuerdo a las reivindicaciones 1-10, de medición de dosis de radiaciones ionizantes dedicado a medir las dosis de los pacientes en el campo del radiodiagnóstico, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas:
- el primer módulo de la aplicación informática abre la ficha del paciente, pide datos adicionales y solicita un dosímetro;
- 30
- el operador pasa por el identificador autónomo un dosímetro de los que tiene sin irradiar;
 - el primer módulo de la aplicación le indica el lugar del cuerpo del paciente en donde ha de colocar el dosímetro;

ES 2 533 365 T3

- una vez el dosímetro es ubicado en la zona correcta, se procede con la irradiación;
 - cuando la irradiación o la práctica médica ha finalizado, el operador retira los dosímetros del paciente, y los introduce en un recipiente reservado para dosímetros, de este modo no hay confusión;
- 5
- tanto el recipiente con dosímetros irradiados, como el recipiente con los no irradiados, se recogen periódicamente, son renovados y son mandados al lugar donde está el lector de dosímetros;
 - en este lugar, usando el segundo módulo de la aplicación informática el lector de dosímetros los lee; y
- 10
- una vez toda la información obtenida del primer y segundo módulo es recogida, esta información de los dosímetros leídos pasa al tercer módulo de la aplicación que evalúa toda la información.

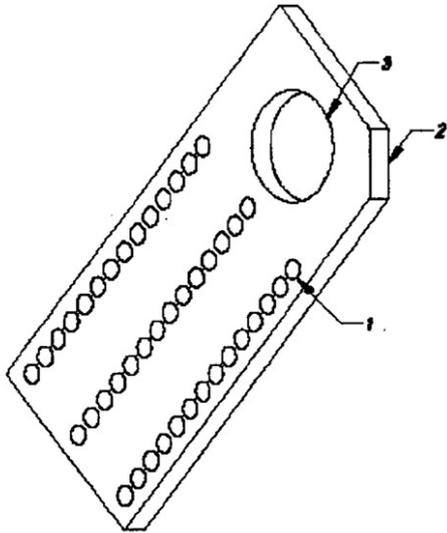


Fig. 1

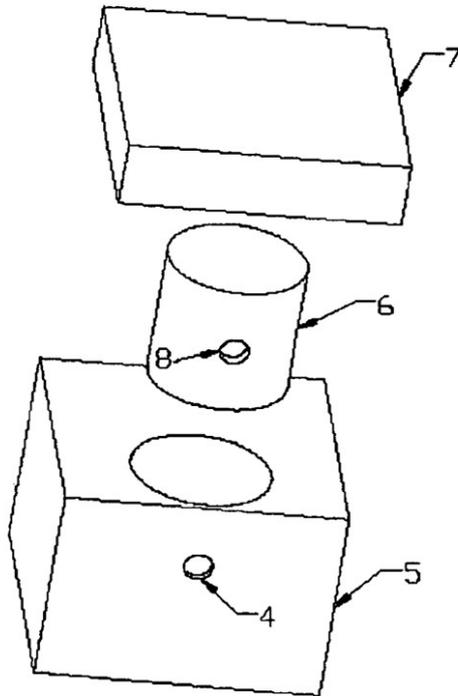


Fig. 2

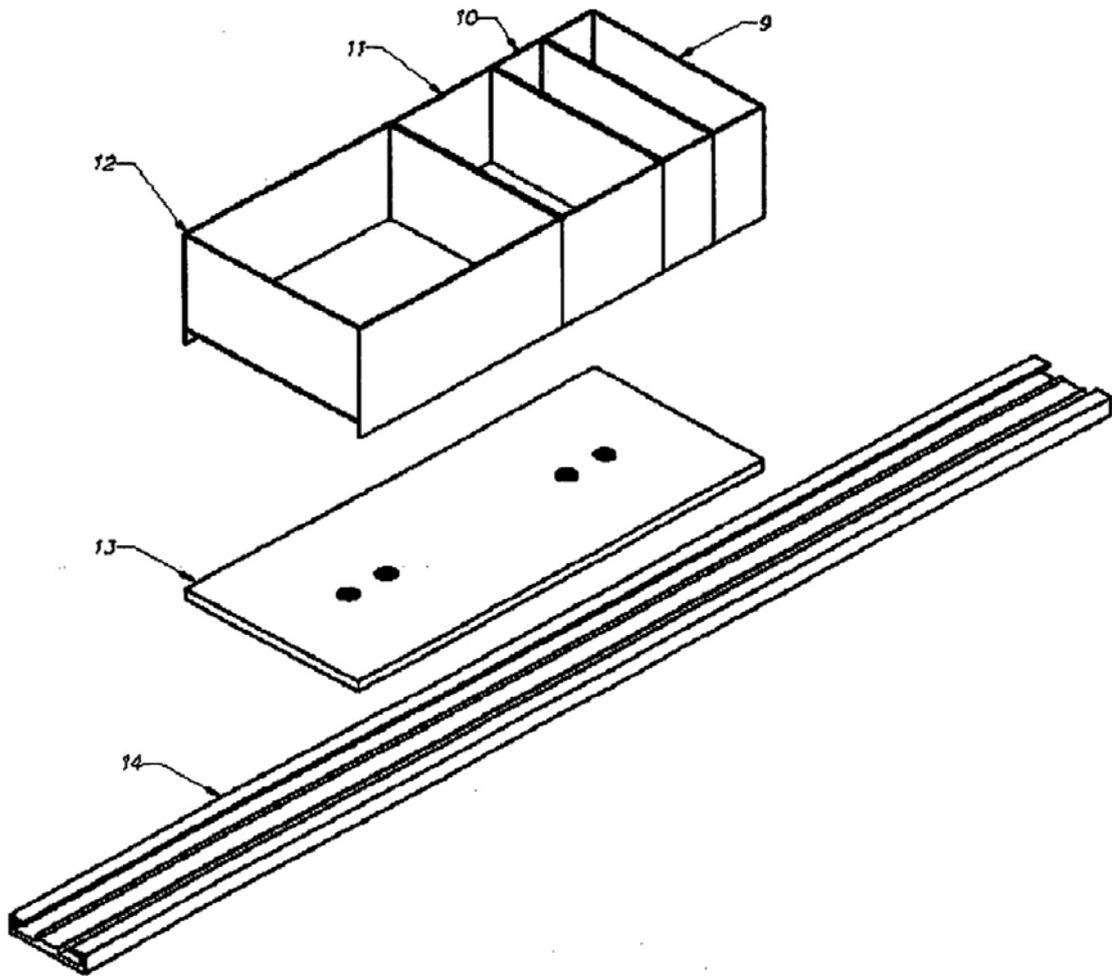


Fig. 3