

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 932**

51 Int. Cl.:

G03B 42/04 (2006.01)

H05G 1/24 (2006.01)

H05G 1/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2009 E 09760546 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.01.2015 EP 2359188**

54 Título: **Dispositivo de adquisición de imágenes multifunción**

30 Prioridad:

25.11.2008 FR 0858011

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

30.04.2015

73 Titular/es:

**SOPRO (100.0%)
Zac Athelia IV Avenue des Genevriers
13705 La Ciotat Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**MAZUIR, ALAIN y
GUILHAUMON, LAURENT**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 534 932 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 de adquisición de imágenes multifunción.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere al campo general de los captadores de adquisición de imágenes y del mando de dichos captadores.

10 Más precisamente, la invención se refiere a un dispositivo de adquisición de imágenes que permite obtener una imagen radiológica dental, que comprende un captador matricial y un módulo de mando de este captador. La invención se refiere a los dispositivos en los que el captador matricial comprende una pluralidad de fotodiodos, denominados de adquisición de imágenes, sensibles a una irradiación, y por lo menos un fotodiodo denominado de detección, también sensible a la irradiación.

15 Existen captadores de este tipo, en particular en la tecnología CMOS que permite fácilmente la integración de fotodiodos de características geométricas diferentes en un mismo sustrato. En efecto, es útil que el o los fotodiodos de detección presenten, por ejemplo, un tamaño diferente del de los fotodiodos de adquisición con el fin de ofrecer una sensibilidad más elevada que permita la detección rápida de una radiación.

20 El dispositivo según la invención comprende además un módulo de mando del captador matricial, adecuado para leer periódicamente el fotodiodo de detección y para hacer cambiar el captador entre por lo menos dos modos: un modo de espera, en el que se inhiben los fotodiodos de adquisición, y un modo de adquisición en el que la energía recibida por los fotodiodos de adquisición se utiliza para la adquisición de una imagen.

25 El término "inhibición" se entiende para significar que no se cargan los fotones eventualmente recibidos, ya sea por purgado periódico de los fotodiodos de adquisición o por bloqueo de la recepción de los fotones sobre los fotodiodos de adquisición.

30 En los dispositivos conocidos, el cambio se activa tan pronto como el fotodiodo de detección detecta una irradiación por un generador. Generalmente, la recepción de una cantidad predeterminada de luz significa la detección de la irradiación.

35 Las realizaciones existentes permiten, por lo tanto, activar la adquisición de imagen tan pronto como el fotodiodo ha recibido una cantidad dada de energía durante el periodo entre dos lecturas del fotodiodo de detección.

Con los dispositivos conocidos, la adquisición de la imagen se realiza generalmente durante toda la duración de la irradiación o durante un tiempo predeterminado independientemente de la cantidad de energía que se envía efectivamente hacia el captador.

40 El documento EP 0 429 977 A2 describe un dispositivo de adquisición de imagen con la ayuda de fotodiodos.

Objeto y resumen de la invención

45 La presente invención tiene por lo tanto como objetivo principal completar las funciones de los dispositivos de adquisición de imagen mediante un dispositivo de adquisición de imagen según la reivindicación independiente 1, que permite obtener una imagen radiológica dental según la parte introductiva de dicha reivindicación proponiendo que dicho dispositivo sea tal que el fotodiodo de detección sea adecuado para proporcionar al módulo de mando, incluso durante la irradiación y la adquisición de imagen por los fotodiodos de adquisición, una señal de salida

50 periódica de valor representativa de la energía instantánea recibida y que el módulo de mando utilice esta señal de salida periódica para analizar la energía recibida durante la adquisición.

Dicho captador matricial integrado permite realizar un seguimiento de la energía recibida por el captador durante la adquisición de la imagen ya que el diodo es adecuado para proporcionar, incluso durante la adquisición, una señal

55 representativa de la energía recibida y por lo tanto cuantitativa. Se hablará a continuación de señal de cuantificación o cuantificadora.

60 Con dicho dispositivo de adquisición de imágenes, el módulo de mando está en conocimiento de la cantidad de energía recibida sobre el captador incluso durante el periodo de irradiación. La característica según la cual el fotodiodo de detección es adecuado para proporcionar una señal periódica, estando el periodo de esta señal periódica definido por el periodo de lectura del fotodiodo de detección, permite cualquier tipo de implementación de control de irradiación, hasta ahora no accesible con los dispositivos conocidos.

65 La invención permite en particular realizar un análisis cuantitativo de la energía instantánea recibida permanentemente. Siguiendo esta energía recibida instantánea, es posible detectar unos fallos del generador. Se hace así posible según la invención conocer la calidad del generador sin tener que recurrir a aparatos específicos

adecuados para medir la cantidad de energía efectivamente emitida.

Así, según una característica ventajosa, el módulo de mando es adecuado para insertar una curva de seguimiento de la energía recibida en una zona específica de la imagen adquirida.

5 Esta característica permite, analizando cualquier imagen adquirida con un captador según la invención bajo la irradiación de un generador particular, extraer de esta imagen la curva de seguimiento de la energía recibida. Esto permite evaluar la calidad de emisión del generador en cuestión ya que se dispone de su curva de emisión.

10 La zona específica en la que está insertada la curva oscilograma de la energía recibida está preferentemente oculta en la imagen. O bien se toma en la imagen misma constituyendo, por ejemplo, la primera o la última línea de la imagen, o bien puede ser una línea adicional denominada cero añadida a la imagen.

15 La invención propone por lo tanto, según esta característica ventajosa, condenar así una parte muy pequeña de la imagen a insertar y memorizar en ella unos datos relativos a las características del generador puesto que se refiere a la energía recibida, y por lo tanto emitida. Así, cuando se obtiene una imagen de mala calidad, siempre es posible, con la invención, determinar si la calidad degradada se debe a una mala emisión del generador o si se necesita encontrar otras razones, por ejemplo un movimiento del captador durante la adquisición.

20 Se recuerda en este caso que el modo de espera en el que se inhiben los fotodiodos de adquisición significa que los fotones no se cargan gracias a una purga periódica o gracias a un bloqueo a la recepción de los fotones. Así, en el modo espera, se purga o se bloquea mientras que el fotodiodo de detección no detecte la irradiación. Esto permite obtener una buena relación señal sobre ruido en la imagen final. De lo contrario, las luces parásitas recibidas durante el tiempo de espera crearían un fenómeno de ruido de fondo sobre la imagen que perjudicaría a su calidad.

25 Por otra parte, es necesario y conocido que el fotodiodo de detección debe ser mayor que los fotodiodos de adquisición con el fin de ser suficientemente sensible para detectar la irradiación muy rápidamente cuando está en modo de espera. En tal caso, está entonces sujeto muy fácilmente a saturación. Ahora bien, según la característica funcional de la invención, el fotodiodo debe seguir proporcionando una señal de cuantificación, incluso durante la adquisición.

30 Así, ventajosamente, el módulo de mando es apto para modificar la resolución del fotodiodo de detección, en función de la señal de salida del fotodiodo de detección, con el fin de asegurar la ausencia de saturación del fotodiodo de detección durante la irradiación.

35 Una modificación de resolución de este tipo es útil cuando la sensibilidad requerida para realizar la detección de la irradiación no permite la ausencia de saturación durante la irradiación.

40 Esta característica permite que el diodo de detección presente un tamaño suficiente para ser bastante sensible durante el modo de espera y que sea, sin embargo, apto para proporcionar una señal representativa de la energía recibida a lo largo de la irradiación ya que es la función original y novedosa de la invención.

45 Esta característica puede, según la invención, ejecutarse de dos maneras particulares, actuando sobre dos fenómenos de saturación distintos.

50 El primer fenómeno es el fenómeno de saturación del fotodiodo mismo, que satura físicamente si recibe una cantidad de energía superior a una cantidad de energía denominada de saturación entre dos lecturas. Si la energía recibida entre dos lecturas es superior a la cantidad de energía de saturación, la señal de lectura del fotodiodo no puede ser cuantitativa.

Esta señal de lectura del fotodiodo es después típicamente amplificada por una etapa de tratamiento electrónico antes de ser generalmente muestreada en la señal de salida del fotodiodo.

55 Se comprende en este caso que se designa por "señal de lectura del fotodiodo" la señal tal como se lee sobre el fotodiodo y por "señal de salida del fotodiodo" la señal tal como se obtiene después de la amplificación.

60 El segundo fenómeno es el fenómeno de saturación a causa de la amplificación de la señal de lectura del diodo de detección. En efecto, la amplificación no puede producir una señal de salida del fotodiodo superior a la tensión que lo alimenta. Si la amplificación de una señal de lectura del fotodiodo no saturado, y por lo tanto cuantitativo, lleva a una señal de salida superior a esta tensión de alimentación, la señal de salida no es entonces cuantitativa.

Según una característica particular de la invención, para modificar la resolución, el módulo de mando es apto para aumentar la frecuencia de lectura del fotodiodo de detección después de la detección de la irradiación.

65 En este caso, se aumenta la capacidad de tratamiento de la energía recibida del fotodiodo. En efecto, aumentando la frecuencia de lectura, el fotodiodo de detección puede absorber más energía en un mismo intervalo de tiempo y el

fenómeno de saturación puede entonces no ser observado.

5 En las técnicas anteriores conocidas, el elemento de detección no cuantifica el flujo de energía recibido y por lo tanto es igual que, durante la irradiación, este elemento de detección esté en saturación. Esto es lo que, por otra parte, se observa en la práctica en las técnicas anteriores. Ahora bien, es contrario al objeto de la invención, que permite que la cantidad de energía recibida sea conocida por el módulo de mando permanentemente y esto de manera cuantitativa.

10 Aumentar la frecuencia vuelve por lo tanto a disminuir la resolución del fotodiodo ya que, para una misma potencia recibida, la lectura del fotodiodo de detección intervendrá para unas cargas del fotodiodo de detección menos importantes. Sin embargo, esto no perjudica a la precisión de la lectura durante la irradiación, ya que se reciben unas cantidades importantes de energía y porque el aumento de la frecuencia permite precisamente que las cantidades leídas sean representativas de la energía realmente recibida.

15 Un aumento de frecuencia de lectura puede corresponder a multiplicar ésta por diez, por ejemplo. Dicho aumento de frecuencia de lectura permite obtener la saturación del fotodiodo únicamente para una energía recibida en un mismo intervalo de tiempo 10 veces más importante que con la frecuencia inicial.

20 Según otra característica particular de la invención, al ser cada señal leída sobre el fotodiodo de detección amplificada dentro de una unidad de tratamiento según una ganancia denominada electrónica para formar la señal de salida del captador, el módulo de mando es apto para modificar esta ganancia electrónica.

25 Esta característica permite asegurar que la señal de salida siga siendo cuantificativa puesto que el fotodiodo no está, por otro lado, saturado.

30 En efecto, típicamente, la ganancia utilizada durante el modo de espera es muy elevada, con el fin de poder detectar la irradiación lo más rápidamente posible. Si se mantiene a este valor durante la irradiación, la señal de salida del fotodiodo, que es la señal de lectura amplificada, sobrepasará aparentemente la tensión de alimentación de la etapa de amplificación y dejará de ser cuantitativa, y esto incluso en presencia de un aumento de frecuencia de lectura del fotodiodo de detección.

Esta característica permite resolver el conflicto entre la finura de detección durante el modo de espera y la necesidad de permanecer cuantificativa durante el modo de adquisición.

35 Ventajosamente, la modificación de ganancia tendrá lugar, por lo tanto, tan pronto como se detecta la irradiación. En el caso en el que la modificación de frecuencia de lectura esté prevista para ser dependiente del nivel de energía recibida al principio de la irradiación, será ventajoso que la modificación de la ganancia intervenga antes de la modificación de frecuencia de lectura. Por lo tanto se utiliza ventajosamente como complemento y en combinación con la modificación de la frecuencia de lectura del fotodiodo.

40 La utilización de un fotodiodo de detección integrado en la misma estructura física que los fotodiodos de adquisición de la imagen, facilita la realización del control de la frecuencia de lectura o de la modificación de la ganancia.

45 Ventajosamente, están previstos cuatro niveles de ganancia electrónica según la invención. Esta característica ofrece cuatro niveles de resolución de la cantidad de energía leída sobre el fotodiodo y permite la obtención de una señal de salida cuantificadora para unas cantidades de energía leída muy variadas. En efecto, los niveles extremos de ganancias podrán ser específicos, uno, el más elevado, para la resolución de las cantidades de energía leídas comprendidas entre 0 y 10 mV, y el otro, más débil, para la resolución de las cantidades de energía leídas comprendidas entre 0 y 1000 mV.

50 Según otra característica, la señal de salida del fotodiodo de detección se cuantifica de manera continua entre dos valores analógicos.

55 Esta característica corresponde al muestreo de la señal de salida que se conoce entonces en forma de un valor numérico que permite un conocimiento preciso de la energía recibida. Un muestreo de este tipo se realiza ventajosamente sobre 8 bits.

En una forma de realización ventajosa, el fotodiodo de detección está integrado en la periferia del captador matricial.

60 Esta característica permite integrar un fotodiodo rectangular de gran tamaño sobre el contorno de los fotodiodos de adquisición, que están integrados en forma de una matriz. La tecnología CMOS permite una integración de este tipo.

65 En una aplicación particular, el módulo de mando es apto para detener el modo de adquisición tan pronto como se observa una caída de la señal de salida del fotodiodo de detección.

Esta característica permite mandar la adquisición de imágenes, en función de la energía recibida. Esto permite

obtener unas imágenes de buena calidad, asegurando que se reciba una energía suficiente y óptima, asegurando la ausencia de efecto de saturación perjudicial sobre los fotodiodos de adquisición. En el caso de la utilización de un generador AC, se entiende por caída de la señal de salida, una ausencia de señal de salida durante más de un periodo del generador. En particular, según una característica ventajosa, el análisis de la energía recibida permite calcular, durante la adquisición, la cantidad de energía recibida por el captador con el fin de compararla con una cantidad de energía óptima a recibir por el captador.

Esta característica permite saber cuándo corresponde la energía recibida por el captador a la energía óptima para la obtención de una imagen de buena calidad. Esto podrá permitir detener el modo de adquisición una vez alcanzada esta energía óptima y/o se podrá enviar una orden al generador para que se detenga.

Así, según una característica ventajosa de la invención, el módulo de mando es apto para enviar una orden con destino a un generador de irradiación con el fin de que cese la irradiación tan pronto como el análisis de la energía recibida muestra que se ha recibido una cantidad de energía óptima.

Esta característica ventajosa permite optimizar la cantidad de irradiación recibida por el paciente ya que el generador, en sí mismo, se detiene cuando una cantidad útil para la obtención de una imagen de calidad ha sido recibida por el captador.

También ventajosamente, el módulo de mando es apto para detener el modo de adquisición cuando el análisis de la energía recibida muestra que se ha recibido la cantidad de energía óptima.

La invención se refiere asimismo a un procedimiento de mando de un dispositivo de adquisición de imagen según la reivindicación independiente 9.

Este procedimiento asegura un seguimiento de la energía recibida por el captador matricial antes de la irradiación y durante la irradiación.

Según una forma de realización preferida, las diferentes etapas del procedimiento están determinadas por unas instrucciones de programas de ordenador.

Por lo tanto, la invención también proporciona un programa de ordenador según la reivindicación independiente 10, sobre un soporte de datos, siendo este programa susceptible de ser implementado en un módulo de mando y que comprende unas instrucciones adecuadas para la realización de las etapas del procedimiento según la invención. Este programa puede utilizar cualquier lenguaje de programación y estar en forma de códigos-fuente, códigos-objeto o de códigos intermedios entre códigos-fuente y códigos-objeto, tales como en una forma parcialmente compilada o en cualquier otra forma deseable.

La invención también proporciona un soporte de datos según la reivindicación independiente 11 legible por un módulo de mando y que comprende unas instrucciones de un programa de ordenador tal como el mencionado anteriormente. El soporte de datos puede ser cualquier entidad o dispositivo apto para almacenar el programa. El soporte puede ser un elemento material o un soporte transmisible, que puede ser en particular descargado en una red de tipo Internet. Alternativamente, el soporte de datos puede ser un circuito integrado en el que está incorporado el programa.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción realizada a continuación en referencia a las figuras adjuntas, que ilustran un ejemplo de realización desprovisto de cualquier carácter limitativo, figuras en las que:

- la figura 1 representa esquemáticamente un captador tal como el utilizado en un dispositivo de adquisición de imágenes según la invención;
- la figura 2 muestra esquemáticamente la relación entre un módulo de mando, tal como el implementado en un dispositivo según la invención, y el captador de adquisición de imágenes;
- la figura 3 muestra un organigrama de un procedimiento según la invención;
- las figuras 4A a 4F muestran unos diagramas temporales de los comportamientos simultáneos respectivamente de un generador de irradiación de corriente alterna, de una frecuencia de lectura del fotodiodo de detección en un dispositivo según la invención apto para modificar la resolución del fotodiodo de detección por un aumento de la frecuencia de lectura del fotodiodo de detección y detectar la detención de la radiación, de la ganancia del fotodiodo, de la ganancia electrónica utilizada en un módulo de mando del dispositivo, de la señal de salida del fotodiodo de detección y una lectura acumulada de la señal de salida;

- 5 - las figuras 5A a 5F muestran unos diagramas temporales de los comportamientos simultáneos respectivamente de un generador de irradiación de corriente alterna, de una frecuencia de lectura del fotodiodo de detección en un dispositivo según la invención apto para modificar la resolución del fotodiodo de detección por un aumento de la frecuencia de lectura del fotodiodo de detección, para detectar que se ha alcanzado un umbral predeterminado de energía recibida, y para inhibir la adquisición de imagen en el captador matricial, de la ganancia del fotodiodo, de la ganancia electrónica utilizada en un módulo de mando del dispositivo, de la señal de salida del fotodiodo de detección y una lectura acumulada de la señal de salida;
- 10 - las figuras 6A a 6F muestran unos diagramas temporales de los comportamientos simultáneos respectivamente de un generador de irradiación de corriente alterna, de una frecuencia de lectura del fotodiodo de detección en un dispositivo según la invención apto para modificar la resolución del fotodiodo modificando una ganancia electrónica de tratamiento de la señal de salida del fotodiodo de detección, para detectar que se ha alcanzado un umbral predeterminado de energía recibida y apto para inhibir la adquisición de imagen sobre el captador matricial, de la ganancia del fotodiodo, de la ganancia electrónica utilizada en un módulo de mando del dispositivo, de la señal de salida del fotodiodo de detección y una lectura acumulada de la señal de salida;
- 15 - las figuras 7a a 7F muestran unos diagramas temporales de los comportamientos simultáneos respectivamente de un generador de irradiación de corriente continua, de una frecuencia de lectura del fotodiodo de detección en un dispositivo según la invención apto para modificar la resolución del fotodiodo modificando una ganancia electrónica de tratamiento de la señal de salida del fotodiodo de detección, para detectar que se ha alcanzado un umbral predeterminado de energía recibida, y apto para inhibir la adquisición de imagen sobre el captador matricial, de la ganancia del fotodiodo, de la ganancia electrónica utilizada en un módulo de mando del dispositivo, de la señal de salida del fotodiodo de detección y una lectura acumulada de la señal de salida;
- 20 - las figuras 8A a 8F muestran unos diagramas temporales de los comportamientos simultáneos respectivamente de un generador de irradiación de corriente alterna, de una frecuencia de lectura del fotodiodo de detección en un dispositivo según la invención apto para modificar la resolución del fotodiodo de detección por un aumento de la frecuencia de lectura del fotodiodo de detección en cualquier momento de la irradiación, para detectar que se ha alcanzado un umbral predeterminado de energía recibida y apto para inhibir la adquisición de imagen sobre el captador matricial, de la ganancia del fotodiodo, de la ganancia electrónica utilizada en un módulo de mando del dispositivo, de la señal de salida del fotodiodo de detección y una lectura acumulada de la señal de salida.

Descripción detallada de un modo de realización

40 La figura 1 representa un captador C según la invención de manera esquemática. Este captador matricial C se presenta en forma de una matriz rectangular central en la que están integrados unos fotodiodos denominados de adquisición DA.

En la periferia de los fotodiodos de adquisición DA se integra preferentemente un único fotodiodo de detección referenciado DD.

45 En otra forma de realización menos favorable, se podría prever integrar una pluralidad de fotodiodos de detección implementados para ser leídos periódicamente según la invención. Sin embargo, es deseable que el tamaño de los fotodiodos de detección DD sea mucho más importante que el tamaño de los fotodiodos de adquisición DA que constituyen el centro del captador matricial. En efecto, se asegura así que el fotodiodo de detección sature más rápidamente y que por lo tanto tenga una sensibilidad idónea para la detección de la irradiación. Por lo tanto, es preferible, para una superficie utilizada, integrar sólo un único diodo de detección. Ventajosamente, dicho único diodo de detección DD estará integrado en la periferia de los fotodiodos de adquisición DA.

55 Resulta evidente que como variante, los fotodiodos de adquisición y/o de detección pueden ser sustituidos por cualquier tipo de elemento fotosensible, como unos fototransistores por ejemplo.

El captador matricial C está por lo tanto integrado con el fin de poder incluir estos dos tipos de diodos, por ejemplo en la tecnología CMOS. Es sensible a las irradiaciones radiológicas a través de un centelleador que transforma la cantidad de energía recibida en forma de rayos X en una cantidad de luz.

60 La energía recibida sobre el fotodiodo de detección DD es entonces leída periódicamente según la frecuencia de lectura. Los datos analógicos leídos sobre el fotodiodo constituyen una señal de lectura del fotodiodo SL. Se obtienen así unas señales de lectura SL periódicas cuando tienen lugar las lecturas sucesivas del fotodiodo de detección. Son representativas de la energía recibida.

65 Tal como se representa esquemáticamente en la figura 1, el captador C está asociado a una unidad de tratamiento electrónico AD que permite transferir los datos analógicos SL leídos en el captador en datos digitales que

constituyen, a la salida de la unidad de tratamiento AD, una señal de salida del fotodiodo de detección, señalado como NDD. Esta señal de salida NDD también es periódica.

5 La unidad de tratamiento analógica-digital AD aplica una ganancia de tratamiento electrónico, señalado como GAD, cuando tiene lugar la transferencia de los datos analógicos tal como se leen en el fotodiodo de detección DD hacia una cantidad digital. La unidad AD realiza por lo tanto una amplificación de la señal de lectura utilizando la ganancia GAD y después el muestreo del valor analógico amplificado obtenido.

10 Ventajosamente, el muestreo es tal que se obtiene un valor para la señal de salida NDD casi analógica entre dos valores extremos, siendo esta señal representativa de la energía recibida en el captador.

15 La unidad AD es ventajosamente parte integrante del captador matricial C, tal como se representa esquemáticamente en la figura 1. Puede estar desviada asimismo sobre un componente controlador que incluiría ventajosamente entonces también el módulo de mando M. Por otra parte, cabe señalar también que el módulo de mando M puede estar también integrado en el mismo circuito integrado que el captador C o estar integrado en un elemento separado, por ejemplo, como se ha estipulado anteriormente, un componente controlador del captador C.

20 Como se representa en la figura 2, el captador C de la figura 1 que incluye la unidad AD está implementado en relación con un módulo de mando M, formando el conjunto de los dos un dispositivo de adquisición de imágenes según la invención. En el marco del funcionamiento del dispositivo de adquisición, el módulo de mando M y el captador C intercambian unas señales entre sí. La naturaleza de estas señales se explica a continuación en referencia a la figura 3.

25 La figura 3 representa un organigrama del procedimiento según la invención. Este procedimiento, utilizado en el módulo de mando M del dispositivo de adquisición de imágenes según la invención, comprende unas etapas periódicas de envío de orden de lectura del fotodiodo de detección DD. Unas órdenes de lectura del fotodiodo de detección DD son por lo tanto enviadas regularmente y de forma permanente.

30 Para facilitar su lectura, la figura 3 está dividida en tres partes, en las que se encuentran las etapas relativas, respectivamente, al funcionamiento del diodo de detección DD, al funcionamiento del módulo de mando M y al funcionamiento de los diodos de adquisición DA. En efecto, el conjunto de las etapas están controladas por el módulo de mando M, pero son realizadas o bien por el diodo de detección DD, o bien por el módulo M en sí mismo, o bien por los diodos de adquisición DA, lo cual parece más conveniente para separar visualmente estas etapas.

35 Así, la lectura periódica del diodo de detección DD bajo el mando del módulo M se representa mediante una etapa E1, según la cual se obtiene una señal de salida NDD en un instante T_i . La periodicidad de esta lectura se ilustra esquemáticamente en la figura 3 por una etapa de incremento $E'1$ del instante T_i a T_{i+1} .

40 Cuando el captador matricial C está en modo espera, se envía la señal NDD hacia el módulo de mando M con el fin de ser utilizada en una etapa E0 cuyo objetivo es detectar que tiene lugar una irradiación.

45 En el caso en el que no se detecte ninguna irradiación (caso N: ninguna saturación del diodo DD o superación de un umbral de detección u observación de una dinámica de aumento de la energía recibida), los diodos de adquisición DA son sometidos a una orden de inhibición, señalada como IDA en la figura 3. Los diodos de adquisición DA son entonces, o bien purgados periódicamente, o bien se inhibe la transferencia de la energía recibida, no siendo transmitidos los fotones.

50 En el caso en el que se detecte una irradiación en la etapa E0 (caso O: saturación del diodo DD o superación de un umbral de detección u observación de una dinámica de aumento de la energía recibida), se activa una etapa E2 de cambio. Esta etapa 2 tiene como efecto el envío de una orden de cambio SBA del modo de espera al modo de adquisición ACQ hacia los diodos de adquisición DA.

55 Esta etapa E2 de cambio puede también generar una orden con destino al diodo de detección DD con el fin de modificar su resolución. En particular, puede ser enviada entonces una orden FDD de modificación de la frecuencia de lectura del fotodiodo de detección DD. Ventajosamente, e incluso previamente a la orden de modificación de frecuencia de lectura FDD, se genera también en este momento una orden de modificación de la ganancia GAD de tratamiento electrónico de la señal de lectura SL del fotodiodo de detección DD.

60 Asimismo, con el fin de determinar la pertinencia de una orden de modificación de resolución del fotodiodo de detección DD, es útil que sea también enviado el valor de la señal de salida NDD, de forma permanente, hacia una unidad de análisis ANA del módulo de mando M, en el que la cantidad de energía recibida y la dinámica de recepción de la energía sean analizadas dentro del módulo de mando M.

65 La unidad ANA funciona así ventajosamente de forma permanente. Sin embargo, se puede activar también sólo durante la etapa E2. En función de la dinámica y de la cantidad de energía recibida, esta unidad ANA es apta para decidir, y eventualmente de calcular, una modificación de la frecuencia FDD de lectura del diodo de detección DD

y/o una modificación de la ganancia de tratamiento electrónico GAD. Esta unidad de análisis ANA es también apta para determinar si se ha recibido una cantidad de energía óptima o también, eventualmente, determinar una duración óptima para la adquisición de la imagen en función de la energía recibida y de la dinámica de recepción de esta energía.

5 En el modo de realización presentado en la figura 3, el módulo de mando M es apto, en una etapa E3, para enviar una señal de inhibición IDA hacia los diodos de adquisición DA, con el fin de detener la adquisición por estos diodos. Esta señal puede ser enviada al final de una duración óptima calculada por la unidad ANA, al final de una duración fija predeterminada o también una vez recibida sobre el captador una cantidad de energía óptima. El valor leído sobre los diodos de adquisición, señalado como VDA, se envía entonces hacia una memoria MEM, como se representa en la figura 3.

15 Según una característica ventajosa, la etapa de análisis ANA puede también conducir a una etapa E3', simultánea a la etapa E3 y representada en líneas discontinuas, y que genera la detención del generador, señalado en la presente memoria como GEN, que irradia el captador C tan pronto como se recibe una cantidad de energía óptima. Esta etapa E3' genera el envío de una orden de detención STG al generador GEN.

20 Las figuras 4 a 8 muestran unos diagramas temporales de las diferentes magnitudes pertinentes que muestran el funcionamiento de varias formas de realización de un dispositivo según la invención.

25 La figura 4 se centra en el funcionamiento del dispositivo según la invención cuando se utiliza un generador GEN de irradiación de corriente alterna AC. La energía, anotada también como GEN en la figura 4, emitida por el generador AC en función del tiempo se representa en la figura 4A. Dicho generador de tipo AC emite por ejemplo unos rayos X cada 20 ms, por lo tanto a una frecuencia de 50 Hz. La amplitud de los impulsos es generalmente de aproximadamente 10 ms. El dispositivo cuyo funcionamiento se ilustra en la figura 4 es apto para detectar el final de la radiación antes de que se alcance un umbral predeterminado de energía recibida SPD. Este umbral predeterminado SPD depende del tamaño del captador y corresponde a una cantidad de energía óptima recibida por el captador para la obtención de una imagen de buena calidad.

30 Según la invención, el fotodiodo de detección DD se lee periódicamente a una frecuencia muy superior a la frecuencia de los impulsos de irradiación, en este caso con una frecuencia FDD de 100 KHz, como se representa en la figura 4B. Se observa que la frecuencia de reloj a 100 KHz corresponde a una tasa de muestreo del fotodiodo de detección que produce una medición cada 10 μ s. En la forma de realización propuesta, esto corresponde a una ganancia del fotodiodo de detección GDD 4 veces más importante que a 400 KHz, con una exposición constante de rayos X, como se presenta en la figura 4C. La señal de salida NDD del fotodiodo de detección DD se representa en la figura 4E. Se observa que el valor NDD es distinto de cero y constante, mientras el generador AC no emite. La etapa E0 está entonces en bucle sobre sí misma, como se representa en la figura 3.

40 Cuando el generador AC empieza a emitir, la señal de salida del fotodiodo de detección NDD aumenta fuerte y rápidamente, como se representa mediante una amplia línea vertical en la figura 4E. En la medida en la que las emisiones de rayos X duran aproximadamente 10 ms, la frecuencia de lectura del fotodiodo de detección permite obtener 80 muestras de medición en un único periodo de emisión del generador GEN. Dicho muestreo permite obtener una medición correcta según la Ley de NYQUIST-SHANNON.

45 La detección del inicio de la irradiación se realiza por lo tanto en un pequeño número de muestras de lectura del fotodiodo de detección DD y por lo tanto no se puede representar en los diagramas temporales de la figura 4E de otra manera que esquemáticamente, mediante una amplia línea. Se constata en este caso que la detección de la emisión de rayos X es por lo tanto casi instantánea con respecto a la dinámica del generador y a la de la medición.

50 Existen varios modos de realización para detectar que tiene lugar la irradiación. Es posible considerar que una irradiación se detecta a partir del momento en el que la señal de salida NDD para por lo menos una muestra de mediciones supera un valor umbral de intensidad de energía recibida. Siendo el objetivo activar lo más rápidamente posible, es útil que la ganancia sea lo más importante posible y la frecuencia de muestreo lo más baja posible respetando las leyes del muestreo. Se observa en este caso que la frecuencia de muestreo, incluso la más baja posible sigue siendo, en cualquier caso, muy superior a la frecuencia de la radiación y permite, por lo tanto, en cualquier caso, una detección muy rápida de la radiación con respecto a la dinámica propia de esta radiación.

60 Es posible asimismo detectar que una irradiación tiene lugar sólo después de seguir un pequeño número de muestras de mediciones de la señal NDD, en las que se analiza la dinámica del aumento de la energía recibida. La detección de la irradiación se realiza entonces mediante el seguimiento de la dinámica de la energía recibida.

65 Esto permite utilizar la marca del aumento de irradiación del generador para activar el cambio hacia el modo de adquisición. Esta forma de realización evita activar el modo de adquisición cuando el captador está irradiado con unas energías parásitas diferentes de la procedente del centelleador y que corresponden a los rayos X emitidos por el generador.

Tan pronto como se detecta la emisión por el generador de rayos X, de acuerdo con la figura 3, la etapa E2 genera una señal de mando SBA con destino a los diodos de adquisición, lo cual permite activar el principio de la adquisición ACQ. De manera simultánea, cuando la unidad de análisis ANA, que también ha recibido los valores de la señal de salida del fotodiodo de detección NDD sabe, por ejemplo, después de la marca del aumento del generador, que la intensidad de la energía recibida supera o superará el umbral de saturación del fotodiodo de detección DD, esta unidad ANA es apta para enviar una señal de mando hacia el captador C con el fin de aumentar la frecuencia de lectura FDD del diodo de detección DD, como se representa en la figura 4B, en la que la frecuencia pasa de 100 a 400 KHz. La ganancia GDD del fotodiodo DD está entonces dividida por 4, y esto permite que no se observe ninguna saturación del fotodiodo de detección DD a lo largo de la etapa de adquisición. La unidad de análisis ANA considera por ejemplo que la energía recibida superará el umbral de saturación cuando se ha recibido por lo menos el 70% de la energía correspondiente al umbral de saturación VSAT del fotodiodo. Esto asegura obtener un valor cuantificable.

En efecto, la saturación del fotodiodo de detección DD durante la adquisición de una imagen impediría ser cuantitativa para la medición de la energía recibida e impediría por lo tanto determinar con precisión el límite de exposición.

Este límite de exposición se determina ventajosamente gracias a una señal de suma de las energías recibidas instantáneas S. Esta señal representada en la figura 4F se incrementa en cada impulso enviado por el generador GEN.

En la figura 4, la detención de la adquisición de la imagen no se controla gracias a la señal S. Se sigue por lo tanto la energía recibida pero no se utiliza para optimizar la exposición de la imagen adquirida. En efecto, en este caso es la detección del final de la emisión del generador GEN la que activa el final de la adquisición de la imagen.

El fotodiodo de detección DD se utiliza ventajosamente para detectar esta detención de la emisión del generador. En efecto, cuando la señal NDD cae por debajo de un valor dado durante un periodo superior al periodo medio de emisión del generador, la unidad de análisis ANA es ventajosamente apta para generar una orden para detener la adquisición por los diodos de adquisición DA.

Se observa en este caso que la ganancia de la amplificación electrónica GAD no es modificada por el módulo de mando M. Esto significa que las señales de lectura del fotodiodo de detección amplificadas no superan el 70% de la tensión de alimentación VAL de la unidad de amplificación AD.

Ventajosamente, tras la detención de la radiación, la unidad de análisis ANA es tal que, si hay una tensión inferior al 30% del umbral de saturación VSAT del fotodiodo, la frecuencia de lectura FDD se reduce entonces y aumenta la ganancia GAD. Esta característica permite volver a las condiciones favorables para la detección de una nueva radiación por el fotodiodo de detección DD.

La figura 5 presenta unos diagramas temporales similares a los de la figura 4, para la utilización del mismo generador, cuya emisión de irradiación GEN se representa de nuevo en la figura 5A. En el dispositivo cuyo funcionamiento se muestra en la figura 5, la resolución del fotodiodo de detección DD es también modificada por el aumento de la frecuencia de lectura del fotodiodo de detección DD durante la detección de la irradiación, como se puede ver en las figuras 5B y 5C.

La diferencia con la figura 4 consiste en una inhibición de la adquisición de imagen tan pronto como la suma de las energías recibidas S ha alcanzado un límite óptimo de energía recibida predeterminada SPD para la obtención de una imagen correcta y óptima desde el punto de vista de la exposición. El captador C recibe entonces, tras la puesta en marcha de la etapa E3, tal como se representa en la figura 3, una señal de mando IDA que inhibirá los fotodiodos de adquisición DA. La transferencia de la imagen dura entonces alrededor de un segundo. Se observa en este caso que el fotodiodo de detección DD también puede ser inhibido. Se constata en la figura 5A y la curva GEN que el generador continúa entonces emitiendo dos impulsos a pesar del fin de la adquisición de la imagen.

En un modo de realización ventajoso de la invención no ilustrado en la presente memoria, el módulo de mando M, que manda el captador C, es apto para enviar hacia el generador una orden para que éste detenga la emisión tan pronto como se ha alcanzado el umbral óptimo predeterminado SPD y se haya detenido la adquisición.

La figura 6 muestra unos diagramas temporales obtenidos con la utilización de un mismo generador que el de las figuras 4 y 5 pero con, esta vez, una modificación de la ganancia electrónica GAD con el fin de asegurar la ausencia de saturación a nivel de la amplificación de la señal de lectura por superación de la tensión de alimentación de la unidad AD.

En este caso, en el modo espera, la ganancia GAD se multiplica por 4. Esto es útil para aumentar la sensibilidad de la detección. Esta ganancia GAD de 4 se aplica también a la tensión de saturación VSAT del fotodiodo de detección, que aparece por lo tanto más elevada en la señal de salida NDD. Se observa así que el 70% de VSAT no está representado al principio y al final de la figura 4D, ya que se encuentra fuera de la escala representada. Sin

embargo, el nivel de saturación de la señal de salida frente a la tensión de alimentación VAL no se modifica por la aplicación de la ganancia GAD. Se observa en este caso que es la superación del valor del 70% VAL por la señal de salida NDD lo que prevalece para activar una modificación de la resolución del fotodiodo o de la amplificación en lugar de la superación del valor del 70% VSAT observado en las figuras anteriores.

En la figura 6D, cuando tiene lugar la detección de la radiación, la ganancia GAD se divide por 4. Esta modificación de la ganancia GAD permite muestrear en un intervalo diferente de niveles de energía, tal como los leídos en el fotodiodo de detección DD. En efecto, esta modificación permite conservar el carácter cuantificador de la señal de salida NDD para unas energías leídas en el fotodiodo más importantes que con la ganancia de 4 en la que una pequeña cantidad de energía leída en el fotodiodo DD se podría identificar muy rápidamente, lo cual es útil durante el modo de espera.

En ausencia de la modificación de la ganancia GAD, la tensión amplificada NDD superaría la tensión de alimentación VAL y esto conllevaría la pérdida del carácter cuantificador de la señal de salida NDD.

Para que se use sólo la modificación de la ganancia electrónica GAD, es necesario que el fotodiodo no se sature en la frecuencia utilizada. Por ello, en esta figura, la frecuencia utilizada es directamente de 400 KHz, dando esta frecuencia la resolución más baja al diodo, incluso durante el modo de espera, pero la mayor capacidad de recepción de energía sin saturación.

Si la frecuencia del diodo de detección DD era de 100 KHz, la intensidad recibida en el fotodiodo de detección DD provocaría la saturación de éste. Se observaría entonces una limitación de los impulsos observados en la figura 6, sea cual sea la ganancia GAD utilizada en el tratamiento de la señal procedente del fotodiodo de detección DD.

En la práctica, las modificaciones de ganancia de amplificación y de frecuencia de lectura se utilizan en combinación. La ganancia disminuye ventajosamente tan pronto como se detecta la irradiación, siendo la frecuencia subsiguiente o simultáneamente incrementada. Cuando el módulo de mando M es tal que la modificación de la frecuencia de lectura se determina cada vez en función de la energía recibida, es muy útil que la ganancia se reduzca inmediatamente de manera muy significativa, por ejemplo pasando de 1000 a 1, con el fin de que la saturación de la amplificación electrónica no enmascare la señal cuantificadora, tal como la leída en el fotodiodo.

En efecto, puede ocurrir que una ganancia significativa conlleve que una señal cuantificadora leída sobre el fotodiodo no saturado, deje de ser cuantificadora después de la amplificación ya que ha alcanzado la tensión de alimentación VAL. Esto es perjudicial cuando precisamente la señal de salida NDD, que es la señal de lectura amplificada, se utiliza para definir la frecuencia de lectura FDD del fotodiodo de detección DD. En efecto, se necesitará entonces disminuir mucho más esta frecuencia FDD para obtener una señal cuantificadora que sí disminuya automáticamente, desde el comienzo de la irradiación, la ganancia de amplificación GAD. Esto se ilustra a continuación en la figura 8.

En la figura 7, se representan unos diagramas temporales de los comportamientos simultáneos de las magnitudes pertinentes observadas cuando se utiliza un generador de irradiación de corriente continua DC. El perfil de emisión GEN del generador DC está representado en la figura 7A. Se observa, también en este caso, que la frecuencia FDD de lectura del fotodiodo está fijada en 400 KHz y que, según el modo de realización que corresponde a la figura 7, es la ganancia electrónica GAD la que se modifica para modificar la resolución del fotodiodo de detección DD.

En esta figura 7, tan pronto como se detecta la emisión del generador, la ganancia GAD cambia con el fin de reducir la resolución del fotodiodo de detección DD y asegurar una señal de salida NDD de cuantificación, como se representa en la figura 7E.

La señal suma S es lineal en este caso, de pendiente constante como se representa en la figura 7F. En la figura 7, como en la figura 4, la detención del generador genera la detención de la adquisición ACQ por los diodos de adquisición DA. La detección de la parada del generador se efectúa por análisis de la señal NDD, tal como se representa en la figura 7E. La detención del generador DC se detecta en este caso cuando la energía recibida disminuye por debajo de un umbral predeterminado.

Finalmente, es preciso señalar que las modificaciones de resolución del fotodiodo de detección DD pueden ser realizadas, no sólo en el momento de cambiar hacia el modo de adquisición de los diodos de adquisición DA, sino también durante la adquisición ACQ por los diodos de adquisición DA. Esto es útil cuando el generador aumenta más en intensidad de lo esperado.

Esto se representa en la figura 8. En esta figura 8, se observa que la ganancia GAD es igual a 2 con una frecuencia de 100 KHz. Se observa entonces que el valor del 30% de VSAT se duplica con respecto a la utilización de una ganancia GAD unitaria. Asimismo, para la emisión GEN del generador, tal como se utiliza en la figura 4 por ejemplo, es aún más sensible para la detección de la irradiación.

Una vez que ésta es detectada, según la invención, la frecuencia FDD aumenta, multiplicada por 4 en este caso. Se

observa, sin embargo, que esto no es suficiente desde el cuarto impulso del generador ya que la señal NDD alcanza la tensión del 70% de la tensión de alimentación VAL. Cabe señalar ahora que, sin embargo, el diodo DD no satura físicamente, permaneciendo la señal de lectura SL, por otro lado, cuantificadora de la energía recibida gracias a la disminución de la frecuencia de lectura.

5 El dispositivo es apto entonces, gracias al análisis de la energía instantánea recibida por la unidad de análisis ANA, para modificar también la resolución del fotodiodo de detección DD aumentando también la frecuencia de lectura del fotodiodo de detección DD, aquí multiplicándola por 1,5 en cuanto la señal NDD alcanza el 70% de VAL.

10 Con este nuevo aumento de la frecuencia de lectura FDD, la señal NDD permanece entonces muy por debajo del 70% de la tensión de alimentación VAL. La señal de salida NDD permanece entonces en el intervalo de energía leído en el fotodiodo, que puede ser amplificado con la ganancia GAD sin alcanzar la tensión de alimentación VAL. Esto permite conservar una cuantificación de la energía recibida que permite determinar en qué momento la energía recibida corresponde a la obtención de una imagen de calidad correcta.

15

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de adquisición de imagen (C) que permite obtener una imagen radiológica dental, que comprende:
- 5 un captador matricial (C) que integra
- una pluralidad de fotodiodos de adquisición de imagen (DA) que están integrados en forma de una matriz, y que son sensibles a una irradiación;
- 10 y por lo menos un fotodiodo de detección (DD) distinto de dichos fotodiodos de adquisición de imágenes (DA), que está integrado en la periferia de dicha matriz del captador matricial, y que es también sensible a la irradiación; y
- 15 un módulo de mando (M) del captador (C) apto para leer periódicamente el fotodiodo de detección (DD) y de cambiar el captador (C) entre por lo menos dos modos: un modo de espera, en el que se inhiben los fotodiodos de adquisición, y un modo de adquisición (ACQ) en el que se utiliza la energía recibida por los fotodiodos de adquisición (DA) para la adquisición de una imagen, siendo el cambio activado (SBA) tan pronto como el fotodiodo de detección (DD) detecta una irradiación por un generador,
- 20 caracterizado por que el fotodiodo de detección (DD) es apto para proporcionar al módulo de mando (M), incluso durante la irradiación y la adquisición de imagen por los fotodiodos de adquisición (DA), una señal de salida (NDD) periódica de valor representativo de la energía instantánea recibida, y por que el módulo de mando (M) utiliza esta señal de salida (NDD) periódica para analizar (ANA) la energía recibida durante la adquisición (ACQ), siendo el módulo de mando (M) además apto para modificar la resolución del fotodiodo de detección (DD), en función de la
- 25 señal de salida (NDD) del fotodiodo de detección (DD), con el fin de asegurar la ausencia de saturación del fotodiodo de detección (DD) durante la irradiación.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de mando (M) es apto para insertar una curva de seguimiento de la cantidad de energía recibida (S) en una zona específica de la imagen adquirida.
- 30 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que, para modificar la resolución, el módulo de mando (M) es apto para aumentar la frecuencia de lectura (NDD) del fotodiodo de detección (DD) después de la detección de la irradiación.
- 35 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que estando cada señal leída en el fotodiodo de detección (DD), amplificada dentro de una unidad de tratamiento (AD) según una ganancia electrónica (GAD) para formar la señal de salida (NDD) del captador (C), el módulo de mando (M) es apto para modificar esta ganancia electrónica (GAD).
- 40 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el módulo de mando (M) es apto para detener el modo de adquisición (ACQ) tan pronto como se observa una caída de la señal de salida (NDD) del fotodiodo de detección (DD).
- 45 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el análisis (ANA) de la energía recibida permite calcular, durante la adquisición (ACQ), la cantidad de energía recibida (S) por el captador (C) con el fin de compararla con una cantidad de energía óptima (SPD) a recibir por el captador (C).
- 50 7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por que el módulo de mando (M) es apto para enviar una orden (STG) con destino a un generador de irradiación (GEN) con el fin de que cese la irradiación tan pronto como el análisis (ANA) de la energía recibida (S) muestra que se ha recibido la cantidad de energía óptima (SPD).
- 55 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 y 7, caracterizado por que el módulo de mando (M) es apto para detener el modo de adquisición (ACQ) tan pronto como el análisis (ANA) de la energía recibida muestra que se ha recibido la cantidad de energía óptima (SPD).
9. Procedimiento de mando de un dispositivo de adquisición de imagen según una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las etapas siguientes:
- 60 - envíos periódicos (E1) de órdenes de lectura del fotodiodo de detección (DD) antes y durante la irradiación y la adquisición (ACQ) de imagen por los fotodiodos de adquisición (DA), y
- suministro por el fotodiodo de detección de una señal de salida (NDD) periódica de valor representativo de la energía instantánea recibida, y
- 65 - recepción de esta señal de salida (NDD), y

- orden (E2) de cambio (SBA) del captador (C) entre el modo de espera y el modo de adquisición (ACQ) activado tan pronto como el fotodiodo de detección detecta (E0) una irradiación por un generador (GEN), y
- 5
- análisis (ANA) de la energía recibida durante la adquisición utilizando la señal de salida periódica (NDD), y
 - modificación, mediante el módulo de mando (M), de la resolución del fotodiodo de detección (DD) en función de la señal de salida (NDD) del fotodiodo de detección (DD), con el fin de asegurar la ausencia de saturación del fotodiodo de detección (DD) cuando tiene lugar la irradiación.
- 10
10. Programa de ordenador que comprende unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de mando según la reivindicación 9 cuando dicho programa es ejecutado por un módulo de mando (M) así como implementado en un dispositivo de adquisición de imagen según una de las reivindicaciones 1 a 8.
- 15
11. Soporte de grabación legible por un ordenador en el que se graba un programa de ordenador que comprende unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de mando según la reivindicación 9.

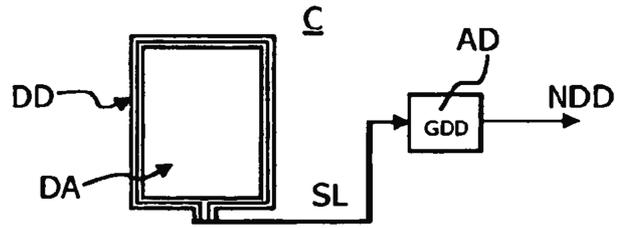


FIG.1

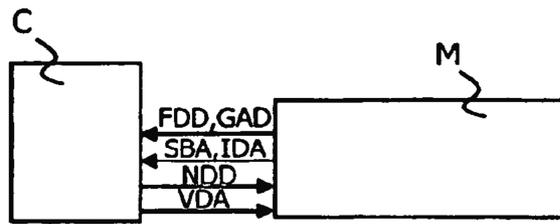


FIG.2

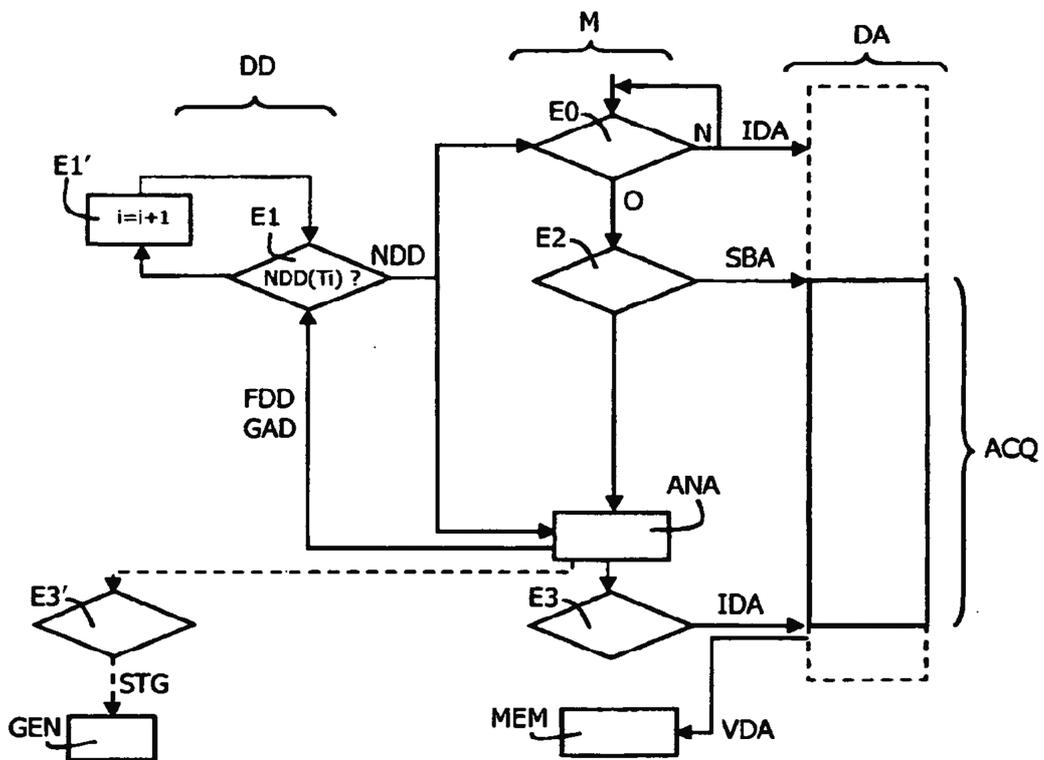
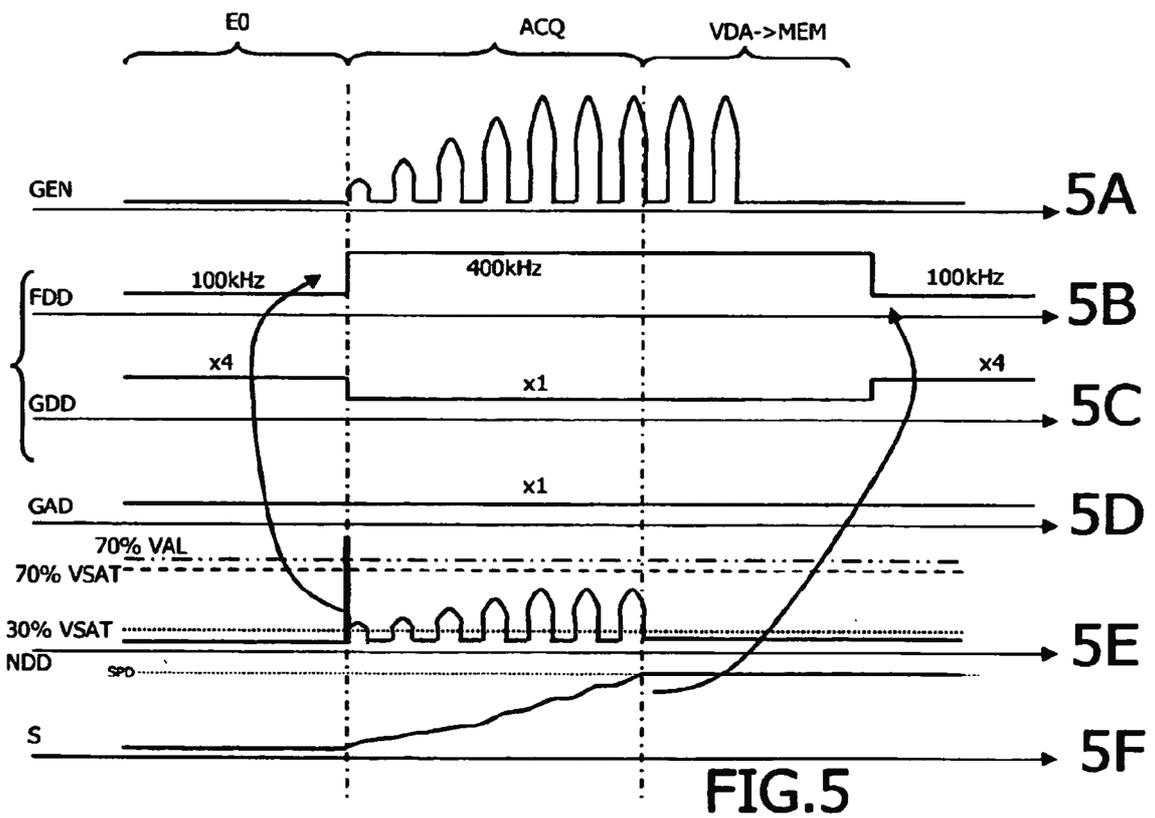
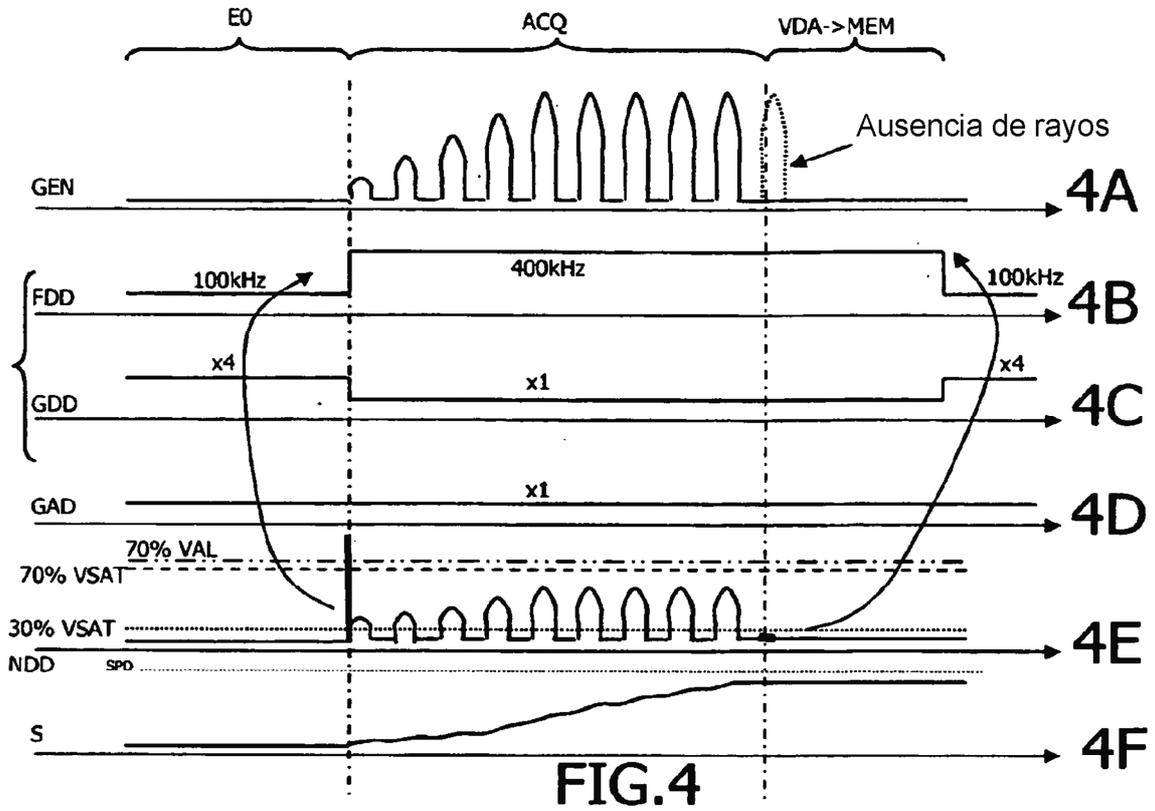
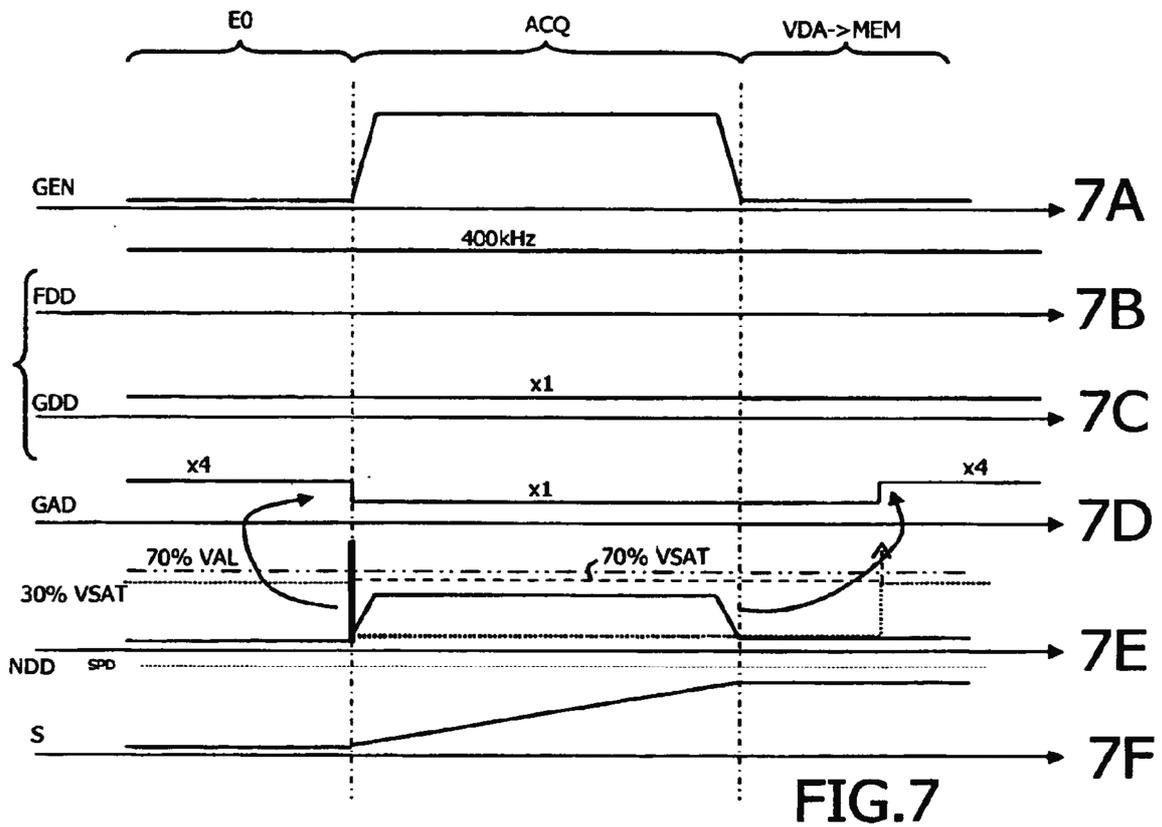
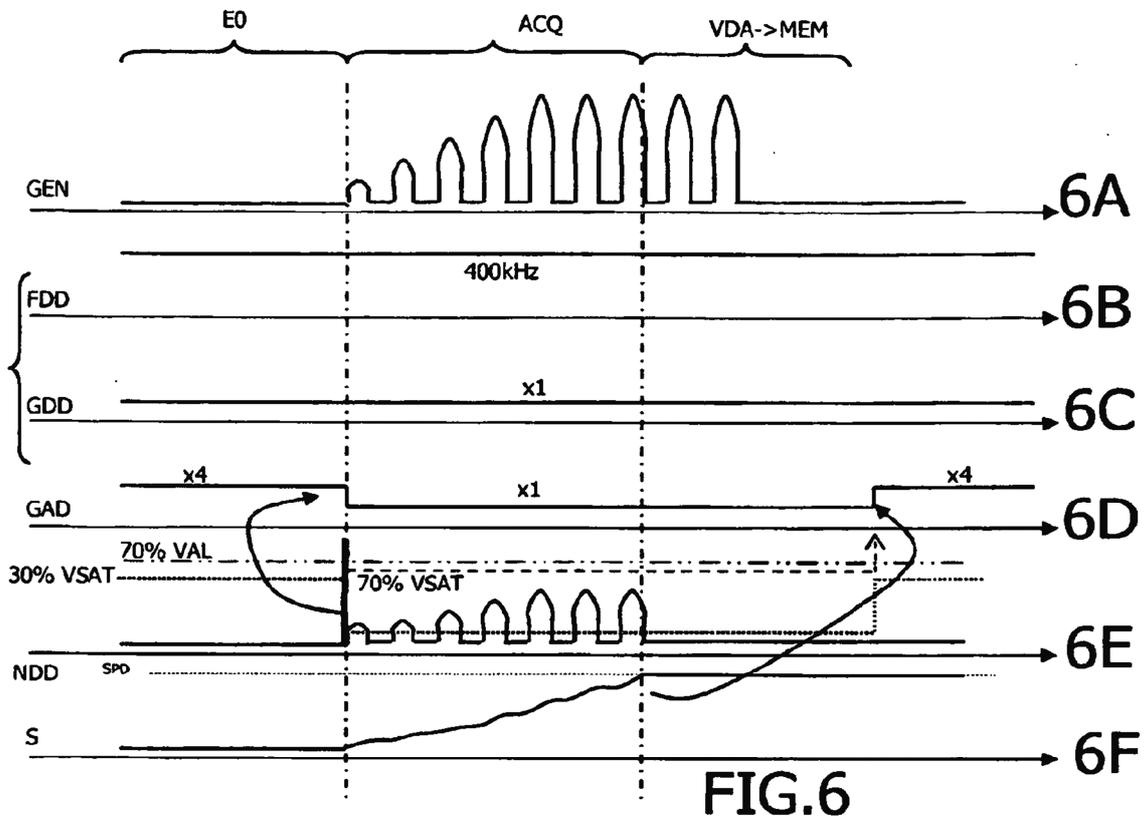


FIG.3





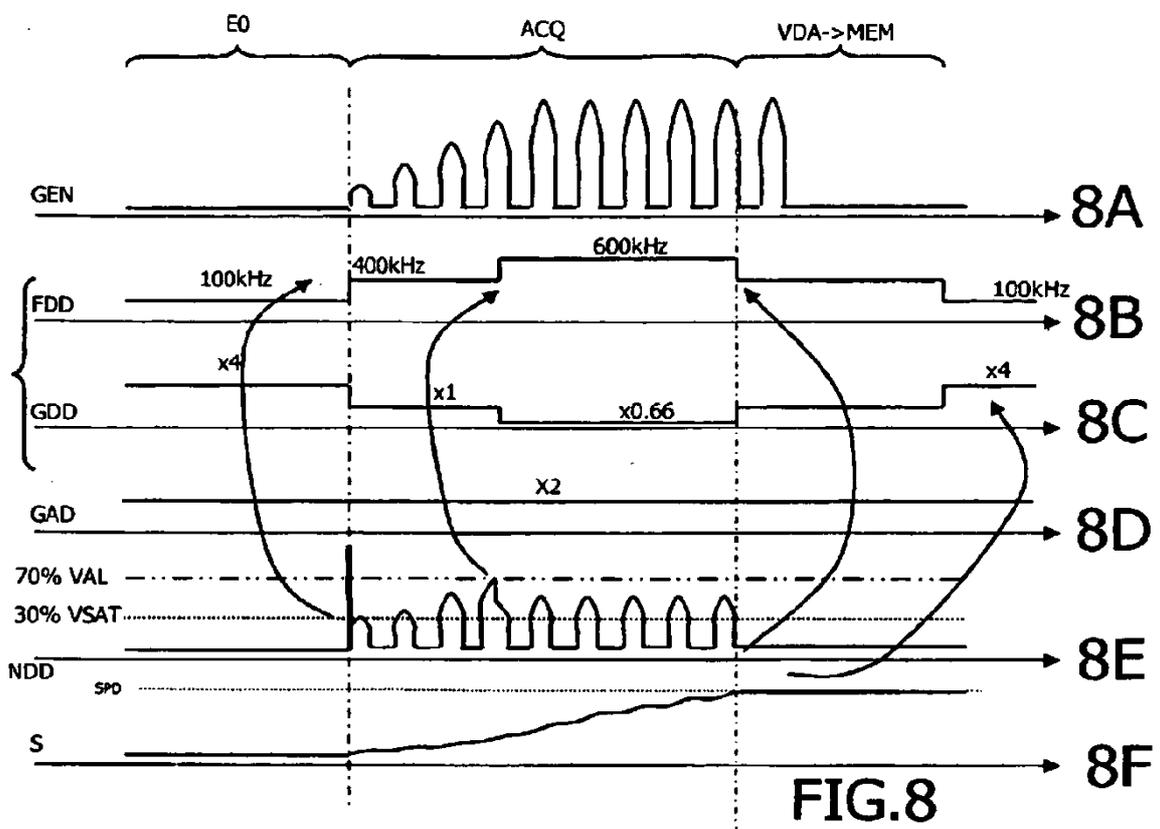


FIG. 8