

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



(19) ES	(21)	NUMERO - 468607	(10) A1
		FECHA DE PRESENTACION 6.4.78	

Concedido el Registro de acuerdo
con los datos que figuran en la pre-
sente descripción y según el con-
tenido de la Memoria adjunta, 20 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 788,387	(32) FECHA 18.4.1977	(33) PAIS Estados Unidos
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL H05G11/001N	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
(64) TITULO DE LA INVENCION APARATO PARA EXAMINAR UNA CAPA DE UN CUERPO CON RADIACION X.		
(71) SOLICITANTE (S) GENERAL ELECTRIC COMPANY		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 1, River Road - Schenectady, New York 12305 - ESTADOS UNIDOS -		
(72) INVENTOR (ES) John Compton Truscott, de nacionalidad estadounidense.		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU		

El presente invento se refiere a un aparato para examinar el cuerpo humano con radiaciones penetrantes tales como rayos X y rayos gamma. Para mayor brevedad, el término "rayos X" se utilizará aquí para designar ambos tipos de radiación. El nuevo aparato es particularmente aplicable para la obtención de imágenes por rayos X de capas del cuerpo humano por medio de tomografía por ordenador.

La información anterior relacionada con la tomografía por ordenador puede obtenerse en un artículo titulado "Reconstrucción de Imágenes a Partir de Proyecciones" por R. Gordon, G. T. Herman y S.A. Johnson en "Scientific American", Octubre de 1.975, Vol. 233, No. 4, página 56. Una información suplementaria está contenida en las Patentes de los Estados Unidos Nos. 3.881.110 a nombre de Hounsfield y Socios y 3.867.634 a nombre de Hounsfield. Además, las Patentes de los Estados Unidos Nos. 4.010.371 y 4.010.370, ambas del 1 de Marzo de 1.977, representan exploradores de tomografía por ordenador en los cuales la fuente de rayos X o el detector se desplazan para varias finalidades.

En una disposición de realización de tomografía por ordenador, un paciente está soportado de modo que pueda ser desplazado a lo largo de un eje longitudinal que está dispuesto usualmente en sentido horizontal. El eje coincide con el centro de rotación de una base giratoria que tiene una fuente de rayos X en un lado de su centro de rotación y un conjunto múltiple de detectores de rayos X en el otro lado. Un haz de rayos X en forma de abanico, de espesor reducido en la dirección longitudinal, es proyectado a través del paciente mientras la base gira de tal manera que los detectores puedan desarrollar señales indicativas de las características de trans-

misión de rayos X a lo largo de una pluralidad de trayectos a través del sujeto sometido a exámen. Unas señales analógicas representativas de la atenuación de los rayos X por todos los elementos volumétricos contenidos en una capa del cuerpo en varios ángulos de rotación, se transforman a continuación en señales digitales que se emplean por un ordenador para producir señales utilizadas para controlar un tubo de rayos catódicos con el fin de representar una imagen reconstruida de la capa. Un colimador está conectado con la fuente de rayos X que genera el haz en forma de abanico cuyo espesor de capa es típicamente de 1 cm. Los rayos marginales tienen un ángulo de divergencia adecuado para dispersarse sobre toda la longitud del detector aunque, preferentemente, no debe producirse superposición de las extremidades del conjunto de detectores. Es evidente que en una disposición de este tipo el haz debe ser suficientemente divergente en el plano donde está situado el paciente para que todas las zonas de un paciente estén situadas dentro del haz y proyecten una imagen que se reparte en las respectivas células del conjunto de detección. Los algoritmos con los cuales el ordenador está programado para la reconstrucción de la imagen de una capa del cuerpo a partir de las señales digitales producen resultados más precisos y consistentes si todas las células del detector interceptan una parte del haz de rayos X atenuado. Pueden producirse anomalías si ciertas células reciben una porción directa no atenuada del haz de rayos X, o si no reciben ninguna radiación X. Por tanto es conveniente que el haz de rayos X de exploración cubra la totalidad del campo del detector en cualquier momento.

De acuerdo con el invento, el aparato de exploración

ción mejorado incluye una base que está montada de modo que pueda girar alrededor de un eje que está generalmente situado en una posición sustancialmente horizontal. Un carro está montado en la base, en un lado del eje de rotación, y la fuente de rayos X está montada en el carro. El carro puede ser accionado por un servomotor que permite ajustar la posición de la fuente a una distancia óptima a partir del cuerpo que se somete a exploración, antes de iniciar la exploración. El detector de rayos X está igualmente montado en un carro soportado por la base. El carro del detector está igualmente conectado con un servomotor que permite desplazar el detector en la dirección radial con relación al cuerpo. La fuente y el detector se ajustan de manera coordinada de modo que se mantenga una distancia constante entre el punto focal de la fuente de rayos X y el detector, pero la distancia entre el punto focal y el cuerpo puede ser alterada de tal manera que una capa del cuerpo de cualquier anchura pueda situarse entre los rayos marginales del haz de rayos X divergente en un emplazamiento con respecto a la fuente tal que todo el campo del detector esté cubierto por la imagen proyectada.

El invento podrá entenderse más claramente leyendo la siguiente descripción de un modo de realización del invento, en la cual se hace referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

Las figuras 1 y 2 son diagramas útiles para explicar los principios del invento;

La figura 3 es una vista en perspectiva de un explorador de rayos X para tomografía por ordenador en el cual puede utilizarse el invento;

La figura 4 es una vista en alzado frontal del aparato de exploración con la parte frontal de la envoltura parcialmente abierta para descubrir la fuente de rayos X y el detector sobre su base giratoria; y

5 La figura 5 es una vista en planta del aparato representado en la figura 4.

Los principios del invento se describirán en primer lugar haciendo referencia a las figuras 1 y 2. En la figura 1, la fuente de rayos X está designada generalmente por la referencia numérica 10. El detector está designado generalmente por la referencia numérica 11. El conjunto de fuente incluye una caja que está simbolizada por el semi-círculo marcado 12. Una fuente de radiación penetrante tal como el tubo de rayos X 13 está situada en la caja. El punto focal del tubo de rayos X está designado por 14. El punto focal tiene un tamaño bien definido pero puede ser considerado como una fuente puntual. Un colimador 15 está conectado con la caja del tubo de rayos X y tiene unas placas tales como 16 cuyos bordes 17 y 18 definen los rayos marginales 19 y 20 del haz de rayos X. Por tanto, el haz de rayos X diverge a partir del punto focal 14 y puede caracterizarse como en forma de abanico. El colimador incluye también unas placas, no representadas, que están separadas las unas de las otras en unos planos paralelos al plano del dibujo de modo que el haz en forma de abanico esté constituido por una capa de espesor reducido. Típicamente, la capa puede tener un espesor de un centímetro en la dirección perpendicular al plano del haz divergente.

El conjunto detector 11 incluye una envoltura 25 la cual, en este ejemplo, puede considerarse como llena de gas

30

a presión elevada que produce parejas de iones y electrones al ser atravesado por los fotones de los rayos X. La parte frontal del detector tiene una fina ventana 26 de transmisión de los rayos X. Detrás de la ventana se halla un conjunto de células de detección de rayos X 27. Las células están definidas por unas placas metálicas separadas que están aisladas eléctricamente las unas de las otras y que funcionan cada una como cámara de ionización para producir señales eléctricas analógicas cuyas magnitudes corresponden a la intensidad de los fotones del haz de rayos X que penetran en las células respectivas. Como es bien conocido, en la tomografía por ordenador, las señales analógicas se transforman en señales digitales correspondientes, y estas se aplican a un ordenador, no representado, que está bajo el control de un algoritmo para producir señales que pueden ser empleadas para excitar un monitor de televisión que presenta la imagen reconstruida.

Continuando con referencia a la figura 1, se ve que el conjunto 10 de fuente de rayos X y el conjunto de detectores 11 están montados de modo que puedan efectuar un movimiento orbital conjunto alrededor de un cuerpo 28 que está sometida a examen con rayos X. Típicamente, las órbitas de la fuente y del conjunto de detectores son circulares y concéntricas. Ya que la fuente y el detector de células múltiples efectúan un movimiento orbital o de exploración alrededor del cuerpo, los datos de atenuación de rayos X son recogidos por el detector 11 y estos datos analógicos se transforman en datos digitales que están sometidos a tratamiento por el ordenador de tal manera que pueda determinarse la atenuación de elementos de pequeño volumen del cuerpo. Las señales producidas por el ordenador, representativas de la atenuación

nuación producida por los elementos volumétricos situados en
varios emplazamientos del cuerpo, excitan un monitor de tele-
visión con exploración de trama de tal manera que sea posi-
ble obtener una representación de la imagen de rayos X forma-
5 da a través de la capa del cuerpo atravesada por el fino haz
en forma de abanico. En un explorador de tomografía por or-
denador típico, los datos de atenuación de rayos X que corres-
ponden a una capa del cuerpo, se obtienen haciendo girar la
fuente y el detector 360° en una dirección y a continuación
10 posicionando el cuerpo longitudinalmente en la siguiente ca-
pa, después de lo cual se hacen girar la fuente y el detector
 360° en la dirección inversa.

Como se representa en la figura 1, el cuerpo 28
está soportado en un nivel tal que el eje de rotación 29 de
15 la fuente y del detector pase a través del cuerpo. El eje 29
es perpendicular al plano de la figura 1.

En la figura 1, puede verse que con la fuente de
rayos X, el detector y el cuerpo relacionados de la manera
ilustrada, el cuerpo está situado entre los rayos marginales
20 19 y 20 de las divergente de rayos X y que la totalidad del
campo o la totalidad de la longitud del conjunto detector cur-
vo de células múltiples recibirá los rayos X, dando lugar a
la obtención de los datos de atenuación. Esto es exacto para
la totalidad de la anchura del cuerpo, pero si el cuerpo se
25 desplaza a lo largo del eje 29 para explorar capas en la ca-
beza 30, esto deja de ser exacto. En este caso, solamente los
rayos que caen entre los rayos 31 y 32 serán atenuados por la
cabeza y se producirán datos de imagen solamente en aquellas
células del detector situadas en el arco intermedio donde los
30 rayos 31 y 32 están interceptados por las células 27. Por tan

to, en la ausencia de algún otro dispositivo para ensanchar electrónicamente la imagen, la capa de la cabeza no llenará completamente la pantalla del monitor y por tanto la resolución de los detalles de la imagen de la capa será inferior en comparación con la que se obtendría si la imagen estuviera cubriendo la totalidad de la pantalla. Como se ha mencionado más arriba, esta situación presenta varios inconvenientes. Uno de ellos consiste en que no se usa adecuadamente el algoritmo del ordenador ya que sería posible obtener para la cabeza o para cualquier otra porción estrecha del cuerpo un número de puntos de información más importante que el que se obtiene cuando la cabeza está situada con relación a la fuente y al detector de la manera ilustrada en la figura 1. Además, los datos que resultan del haz no atenuado en los ángulos entre el rayo marginal 19 y el rayo 31 y entre el rayo marginal 20 y el rayo 32 están todavía interceptados por las regiones extremas opuestas del conjunto curvo de células del detector. Esto da lugar a una transición brusca en los valores de datos en la superficie de separación del haz y de los lados de la cabeza, que tiene un efecto perjudicial sobre el algoritmo del ordenador.

De acuerdo con el presente invento, la fuente de rayos X 10 y el conjunto de detectores 11 están contruidos y dispuestos de modo que puedan desplazarse conjuntamente hacia y a partir del cuerpo de tal manera que se obtengan relaciones geométricas que dan lugar a la utilización de todas las células contenidas en el conjunto de detección, cualquiera que sea la anchura de la capa del cuerpo que se somete a exploración. Esta relación se representa en la figura 2.

En la figura 2, la fuente 10 y, por tanto, el

punto focal 14 y el detector 11 están a la misma distancia el uno del otro que en la figura 1. El cuerpo se mantiene también al mismo nivel y está situado a lo largo del eje 29. La divergencia entre los rayos marginales 19 y 20 es, desde luego, la misma que en la figura 1, ya que la anchura del haz en forma de abanico depende del colimador 15. Sin embargo, se observará que para efectuar una radiografía de una capa estrecha del cuerpo tal como la cabeza 30, los márgenes de la capa están situados dentro de los rayos marginales 19 y 20 y en este caso la totalidad del conjunto de células múltiples 27 del conjunto de detección 11 recibe radiación X atenuada. El ordenador responderá produciendo datos de salida que permitirán obtener la imagen de la capa de la cabeza sobre toda la superficie de la pantalla del monitor.

Se describirá ahora con referencia a las figuras 3-5 un modo de realización práctico del invento que se da a título ilustrativo.

La figura 3 representa un explorador típico y un aparato de manipulación de paciente para realizar una tomografía por ordenador. El aparato incluye una base 35 montada sobre el suelo, y sobre la cual se halla un soporte 36. Una mesa curva 37 está montada de modo que pueda desplazarse bajo la acción de un motor o de modo que pueda ser posicionada en el sentido longitudinal. La mesa 37 está hecha preferentemente de un plástico rígido que no atenúa notablemente la radiación X. La parte superior de la mesa móvil 37 permite soportar el paciente de manera voladiza como se representa. Por consiguiente, el paciente está situado a través de un agujero llamado pórtico 39. El pórtico incluye un recinto con envoltura 40. Tiene un reborde 41 que se extiende

hacia adelante y que está sujeto en la envoltura. Una pantalla anular decorativa hecha de plástica 42 define el orificio 38 a través del cual se sitúa el paciente. El eje longitudinal que corresponde al eje 29 de las figuras 1 y 2. está orientado en el sentido longitudinal del paciente 43 que se somete a exámen. El mecanismo de exploración que está situado en la envoltura 40 y que está relacionado con el presente invento puede verse más claramente en las figuras 4 y 5.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, se ve que el aparato de exploración incluye una placa circular plana 55 que está dispuesta verticalmente y está soportada por un par de patas 46 y 47 que tienen unas pestañas 48 y 49, respectivamente, destinadas a estar atornilladas en la placa. En el lado alejado de la placa 45 puede verse uno de los elementos 50 de una base giratoria o bastidor. Existe un rodamiento de bolas anular de grandes dimensiones 51 montado en la placa 45 y que se representa en líneas interrumpidas en la figura 4. El rodamiento rodea el orificio circular de gran tamaño 38 a través del cual se sitúa el paciente. El bastidor giratorio constituido por los elementos tales como 50 puede girar en el rodamiento 51. No se representa el motor que hace girar el bastidor.

La fuente de rayos X y el detector 11 están montados en el bastidor o en la base giratoria para que se desplacen a voluntad en direcciones opuestas conjuntamente y con una distancia constante entre ellos para conseguir las finalidades mencionadas con relación a las figuras 1 y 2. Considerando en primer lugar la fuente de rayos X, se ve que la caja 12 del tubo de rayos X y el tubo contenido en ella están montados en una base 55 como puede verse en las figuras 4 y

5. La base 55 está dotada de salientes en forma de cola de milano 56 y 57 sujetos en ella y que están adaptados para desplazarse verticalmente con la base en cooperación con un dispositivo de guiado que tiene la forma de bloques ranurados en forma de cola de milano 58 y 58' que están sujetos en la base que gira alrededor del eje 29. El conjunto de colimador 15 sobresale verticalmente entre las guías en forma de cola de milano de tal manera que el haz de rayos X en forma de abanico pueda ser proyectado hacia el conjunto de detección 11. Una cremallera dentada 59 se representa esquemáticamente sujeta en la base de soporte 55 de la caja del tubo de rayos X. Con la cremallera dentada engrana un piñón 60 accionado por un servomotor 61. La disposición de accionamiento es del tipo en el cual el desplazamiento a distancias definidas se efectúa utilizando preferentemente un servomotor 61 del tipo paso a paso. Naturalmente, como se ha explicado más arriba, se ajusta la posición de la fuente de rayos X solamente antes de iniciar una exploración y cuando se explora una capa del cuerpo cuya anchura debe situarse de manera sustancialmente tangencial a los rayos marginales 19 y 20 del haz de rayos X y entre ellos.

El conjunto de detección se representa también esquemáticamente en la figura 4, montado en la base giratoria. El soporte que permite el desplazamiento del detector incluye un par de elementos en forma de cola de milano 65 y 66 que están sujetos en la base giratoria. Cooperan con los elementos 67 y 68 que pueden deslizarse en los elementos en cola de milano y soportan una placa 69 en la cual están montados el conjunto de detección y el sistema de adquisición de datos, no representados. El mecanismo de accionamiento

está simbolizado por una cremallera dentada 70 que está eficazmente sujeta en la placa 69 y que forma parte del carro del conjunto de detección. Con la cremallera dentada 70 está acoplado un piñón 71 montado en el eje de un servomotor 72. El servomotor puede ser controlado para desplazar el carro de detección en pasos que corresponden al número de pasos y a la dirección en la cual se desplaza la fuente de rayos X de tal manera que la fuente y el detector estén siempre a la misma distancia el uno del otro, cualquiera que sea su posición con relación a un paciente situado en el orificio circular 38.

El sistema de control del servomotor no ha sido representado pero este sistema puede ser diseñado fácilmente por cualquier técnico en electrónica. Una propiedad esencial del sistema consiste en que debe controlar la fuente de rayos X y el detector de rayos X de tal manera que se desplacen en sincronismo, manteniendo al mismo tiempo constante la distancia entre ellos, de tal manera que el haz de rayos X diverja sobre toda la extensión de las células de detección.

Los expertos en la materia observarán que la fuente de rayos X 10 con su colimador y su conjunto de detección 11 diametralmente opuestos podrían estar interconectados mecánicamente de tal manera que un servomotor pueda accionar uno de los elementos constituidos por la fuente y el detector y que el otro de los dos elementos constituidos por la fuente y el detector se desplace necesariamente a una distancia igual para mantener así una distancia constante entre ellos.

En resumen, la presente Patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

1.) Aparato para examinar una capa de un cuerpo con radiación X, que incluye:

5 un dispositivo que puede girar alrededor de un eje, en el cual puede situarse un cuerpo sometido a examen, una fuente para proyectar un haz de radiación X en forma de abanico que procede sustancialmente de un punto, coincidiendo dicho haz con dicha capa y teniendo unos rayos marginales que divergen con un ángulo fijo a partir de dicho punto en el plano de dicha capa,

10 un conjunto de dispositivos detectores de rayos X distribuidos generalmente a lo largo de una circunferencia, en un lado de dicho eje opuesto a dicha fuente y situado a través de dicho haz divergente para detectar la radiación entre dichos rayos marginales después de que dicha radiación ha atravesado dicho eje, y

15 un dispositivo para el montaje de dicha fuente y de dicho dispositivo detector en dicho dispositivo giratorio de modo que efectúen un movimiento orbital conjunto alrededor de dicho eje, y un dispositivo que puede ser accionado para desplazar dicha fuente y dicho dispositivo detector conjuntamente en el plano de dicha capa, con el fin de situar de este modo una capa, cualquiera que sea su anchura, de manera sustancialmente tangencial a dichos rayos marginales, de modo que la proyección de dicha capa cubra sustancialmente la totalidad del conjunto de dispositivos detectores.

20 2.) Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho dispositivo que puede ser accionado para desplazar dicha fuente y dicho dispositivo detector conjuntamente incluye un dispositivo de motor capaz de funcio-

30

nar en direcciones opuestas y un dispositivo que conecta ac-
tivamente dicho dispositivo motor con dicho dispositivo de-
tector y dicha fuente para producir su desplazamiento simul-
táneo en la misma dirección en dicho plano, en respuesta al
5 funcionamiento de dicho dispositivo motor en cualquier direc-
ción.

3.) Aparato según la reivindicación 1, caracte-
rizado porque dicho dispositivo que puede ser accionado para
desplazar dicha fuente y dicho dispositivo detector conjunta-
10 mente, incluye unos primero y segundo motores reversibles
que pueden funcionar en sincronismo, un dispositivo para a-
coplar activamente dicho primer dispositivo motor con dicha
fuente de rayos X y un dispositivo para acoplar activamente
dicho segundo dispositivo motor con dicho dispositivo detec-
15 tor.

4.) Aparato según las reivindicaciones 1-3, ca-
racterizado porque los dispositivos detectores de dicho con-
junto no están separados los unos de los otros y están dis-
puestos a lo largo de un arco que tiene unos radios que con-
20 vergen generalmente en la dirección de dicha fuente puntual
de rayos X.

5.) Se reivindica por último como objeto sobre
el que ha de recaer la Patente de Invención que se solici-
ta: APARATO PARA EXAMINAR UNA CAPA DE UN CUERPO CON RADIA-
25 CION X.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de quince páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 6 Abril 1.978
BERNARDO UNGRIA
P.P.

5

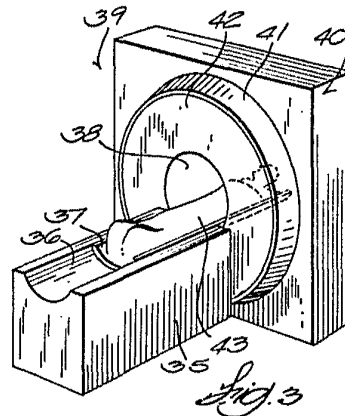
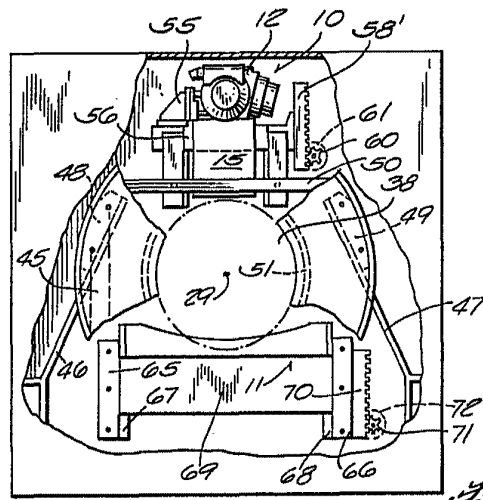
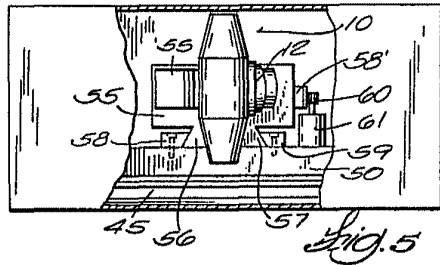
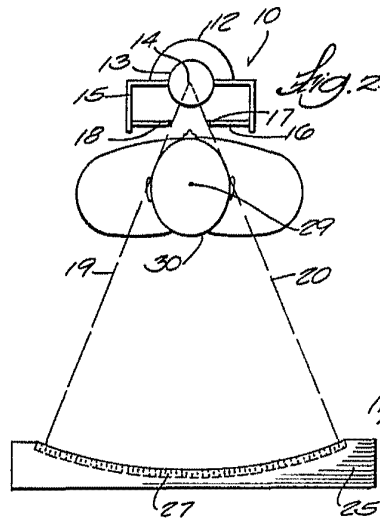
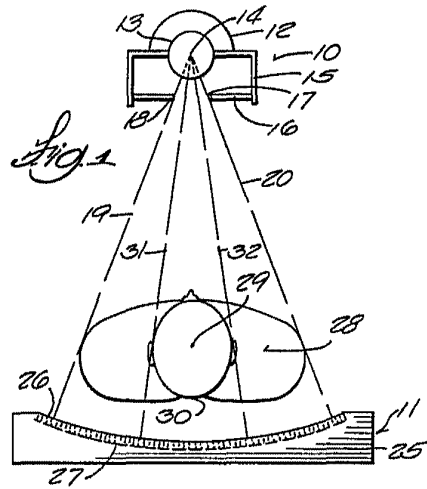
10

15

20

25

30



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 6 de April de 1.978
 BERNARDO UNGRIA
 p.p.