

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



10 ES	11 459137	10 A1
21	FECHA DE PRESENTACION	
22	7 ABR. 1977	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL H05G	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
64 TITULO DE LA INVENCION Perfeccionamientos en aparatos radiograficos,		
71 SOLICITANTE (S) EMI Limited, entidad britanica.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE residente en Blyth Road, Hayes, Middlesex, Inglaterra.		
72 INVENTOR (ES) Colin Charles Oliver.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE D. Jose Miguel Gomez-Acebo y Pombo.		

La presente invención se refiere a radiografías y, de un modo más especial, se refiere a la rama de la radiografía que ha llegado a conocerse como tomografía axial por ordenador electrónico, o abreviado C.A.T. El aparato para realizar la C.A.T. tiene por finalidad evaluar el coeficiente de absorción, con respecto a la radiación empleada, en cada uno de una pluralidad de lugares distribuidos sobre una placa plana situada en un cuerpo en examen.

5.

La evaluación se suele realizar tratando apropiadamente señales indicativas de la absorción experimentada por la radiación al recorrer cada uno de los muchos trayectos de un haz prácticamente línea a través del cuerpo en el plano de la placa. Para obtener las señales requeridas, se suele explorar una fuente de radiación con relación al cuerpo y detectar la radiación emergente del lado del cuerpo opuesto a la fuente, mientras que la fuente adopta muchas posiciones diferentes con relación al cuerpo, según se describe en un ejemplo expuesto en la patente Británica Nº 1.263.915.

10.

15.

Si se desea adquirir las señales rápidamente, es conveniente emplear una fuente de propagación plana de radiación que comprende por lo menos una parte sustancial de la placa, siendo coincidente los planos de la propagación de radiación y de la placa. Dicha propagación puede consistir en un abanico continuo de radiación o, si se desea, se puede dividir por medio de colimadores entre el cuerpo y la fuente. Una formación de dispositivos detectores se sitúa en el lado del cuerpo opuesto a la fuente de modo que cada uno detecte la radiación que surge del cuerpo a lo largo del trayecto de un haz respectivo, siendo los trayectos divergentes, y la fuente y los dispositivos detectores giran alrededor del cuerpo respecto a un eje geométrico común prácticamente perpendicular a los planos de la placa y de la propagación de radiación, para proporcionar señales que se relacionan con la absorción experimentada por la radia-

20.

25.

30.

- ción al recorrer grupos adicionales de trayectos del haz; las señales relativas a muchos grupos de trayectos del haz se obtienen al girar la fuente y los dispositivos detectores a través de un ángulo que, por ejemplo, supera  $180^{\circ}$  respecto al ángulo del abanico de radiación. Dicha técnica se describe y reivindica en la patente Británica Nº 1.430.089. Las señales se clasifican preferiblemente en conjuntos relativos a trayectos del haz prácticamente paralelo y se tratan, un conjunto cada vez, por la técnica descrita y reivindicada en la patente Estadounidense 3.924.129, dejándose tolerancias por el hecho de que los trayectos de los haces paralelos no se separan uniformemente a través de la placa. La patente Británica Nº 1.283.915 y 1.430.089 y la patente Estadounidense 3.924.129 se incorporan en la presente a título de referencia. Se comprenderá que los datos no se necesitan clasificar en conjuntos de trayectos de haces paralelos en el supuesto que se utilice un proceso apropiado para las distribuciones en abanico de los trayectos del haz.
- 5.
- 10.
- 15.
- No obstante, surge una dificultad debida a la tendencia que tienen los diferentes dispositivos detectores a desplazar su ganancia entre sí durante el tiempo que les lleva adquirir las señales, v.g., el tiempo de exploración. Como un detector dado proporciona siempre señales relativas a trayectos del haz a una distancia perpendicular constante a partir del eje de rotación, dicho desplazamiento produce la superposición de artefactos en forma de anillo sobre los coeficientes evaluados.
- 20.
- 25.
- Este invento tiene por objeto reducir la dificultad mencionada.
- Según el invento, se proporciona un aparato radiográfico que comprende por lo menos una fuente destinada a proyectar una propagación en abanico de radiación penetrante a través de una placa del cuerpo de un paciente; medios para mover angularmente dicha
- 30.

- fuerza por lo menos con relación al cuerpo alrededor de un eje geométrico que intersecta la placa para proyectar la radiación a través del cuerpo desde una pluralidad de direcciones diferentes; un conjunto de dispositivos detectores situados a lo largo de un trayecto circular centrado sobre dicho eje, cuyos detectores se fijan prácticamente con relación al cuerpo y se extienden alrededor del trayecto circular hasta el grado que subtiende en el eje un ángulo prácticamente igual o superior a la suma de  $180^{\circ}$  y el ángulo subtendido por la propagación en abanico en la fuente; donde el dispositivo empleado para el citado movimiento está destinado a mover la citada fuente en el grado suficiente para irradiar cada uno de los citados dispositivos detectores con radiación que ha recorrido el cuerpo.

- Para que el invento se pueda comprender con claridad y para que se pueda poner fácilmente en práctica, se describe a continuación una modalidad del mismo a título de ejemplo solamente, tomando como referencia los dibujos adjuntos; en los que:

- La figura 1 ilustra, en una vista esquemática en alzado, un aparato según el ejemplo del invento.

- La figura 2 ilustra la relación de las placas deflectoras colimadoras con los dispositivos detectores; y

- La figura 3 es un diagrama empleado para explicar los principios de las placas deflectoras colimadoras.

- Refiriendonos al dibujo, un tubo de rayos X 1, normalmente un tubo anódico rotatorio de construcción normal, se monta sobre un anillo de movimiento angular 2 para irradiar una parte 3 del cuerpo de un paciente. El tubo 1 se dispone para que produzca una propagación en abanico prácticamente plana 4 de radiación X, y el cuerpo se sitúa de modo que la parte 3, que representa una placa en sección transversal sobre la cual se han de evaluar los coeficien-

tes de absorción, se encuentre en el plano de la propagación 4. El movimiento angular del anillo 2 tiene lugar alrededor de un eje geométrico 5 que se sitúa, en este ejemplo, prácticamente en el centro de la parte del cuerpo 3 y es perpendicular al plano de la propagación 4. La fuerza motriz para efectuar el movimiento angular del anillo 2 se obtiene de un motor eléctrico 6 que mueve una rueda dentada 7. Esta rueda dentada coopera con los dientes de engranaje formados alrededor de toda la periferia interior del anillo 2. El motor 6 se monta sobre un bastidor fijo 8 concéntrico con el anillo 2 y suficientemente grande para que el cuerpo pueda pasar a través del mismo en posición supina. El cuerpo se sostiene sobre un lecho 10, cuyo lecho se sostiene, según indica la referencia 11, a cada lado del pórtico de exploración, y se sujeta al mismo por medio de una abrazadera 12. Un material de empaquetar 13 que puede contener material acuoso o viscoso o particulado, en una o más bolsas de plástico, se coloca entre el cuerpo y el lecho 10 en la región de examen para reducir la oclusión de aire entre la parte del cuerpo 3 y el lecho 10. El material 13 absorbe preferiblemente la radiación X en un grado similar a como lo hace el tejido del cuerpo humano.

El bastidor principal 8 sostiene también un conjunto 14 de dispositivos detectores; los dispositivos se disponen sobre un trayecto circular concéntrico con el anillo 2, pero de mayor radio, v.g. centrado sobre el eje geométrico 5. La formación se extiende en un ángulo que, en este ejemplo, es igual prácticamente a la suma de  $180^{\circ}$  y el ángulo de abanico. Como el ángulo de la propagación en forma de abanico 4 de la radiación es de  $40^{\circ}$  en este ejemplo, el campo de acción del conjunto de detectores 14 es de aproximadamente  $220^{\circ}$ . Esta extensión es necesaria para que se puedan obtener señales relativas a los conjuntos que contienen números iguales de

trayectos de haces paralelos distribuidos prácticamente en más de 180°, según se precisa para una operación de gran precisión si las señales se han de tratar según la técnica descrita y reivindicada en la patente Estadounidense mencionada 3.924.129. Si se desea, el conjunto de detectores puede abarcar una circunferencia completa de 360°.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

Cada dispositivo detector en el conjunto 14 comprende normalmente un cristal escintilador, por ejemplo iodo cesio activado con talio, junto con un elemento fotosensible, por ejemplo un tubo fotomultiplicador o un fotodiodo. Entre el conjunto de detectores 14 y el cuerpo se sitúa un dispositivo colimador 15, 16, para reducir la dispersión incidente sobre los dispositivos detectores. El elemento 15 del dispositivo colimador comprende un par de placas paralelas al plano de la propagación de radiación 4 y el elemento 16 comprende un deflector consistente en una pluralidad de placas colimadoras que son paralelas entre sí en una dirección y se inclinan respecto a las líneas de unión entre cristales detectores adyacentes según se explicará con más detalle más adelante. El deflector 16, además de reducir la cantidad de radiación dispersada incidente, no define un ángulo preciso de incidencia de cada detector individual. Esto permite que los dispositivos detectores reciban radiación proyectada a lo largo de varios haces en la propagación 4 según explora la radiación los dispositivos durante el movimiento angular del anillo 2. El paso de las placas deflectoras no está necesariamente relacionado con la distancia entre partes correspondientes de los dispositivos detectores adyacentes; no obstante, es normalmente de la misma magnitud que el paso de los detectores o menos.

Los dispositivos detectores en algunas partes del conjunto 14 han de poder resistir radiación desde cualquier ángulo den-

tro de la propagación 4 y, por lo tanto, cada detector se dispone para que observe la fuente a través de una abertura que tiene un campo de visión de  $40^{\circ}$ .

5. Se comprenderá que se tiene que dejar tolerancia, al determinar la colocación de los dispositivos detectores, para el hecho de que el trayecto circular sobre el cual se sitúan los dispositivos detectores es de mayor diámetro que la trayectoria de la fuente de radiación de punto efectivo. En un ejemplo, se utilizan 660 detectores, separados angularmente un tercio de grado con relación al eje geométrico 5.

10. En la práctica, la exploración activa comienza con el abanico en una posición para irradiar un grupo de detectores en un extremo del conjunto 14 y el anillo 2, y con el anillo la fuente 1, se mueve angularmente alrededor de la parte del cuerpo 3 alrededor del eje 5. Evidentemente, a medida que se efectúa el movimiento angular, la radiación recorre el conjunto de detectores 14; las señales de salida proporcionadas por los dispositivos del conjunto 14 se muestrean a una cadencia determinada por impulsos de temporización producidos por la cooperación de una célula fotoeléctrica 17, montada en el bastidor fijo 8, y un retículo 18 montado en el anillo 2. A intervalos regulares, un dispositivo detector en el extremo posterior de la propagación 4 se sustituye por un nuevo dispositivo detector en el extremo delantero de la propagación 4, por lo que en todo momento proporcionan muestras del mismo número de detectores. Para ahorrar gastos, los detectores separados en una distancia superior al ángulo del abanico, v.g., los detectores que no pueden ser irradiados al mismo tiempo, pueden compartir fotomultiplicadores y/o circuitos eléctricos subsiguientes tomando como base una división de tiempo. La exploración termina

15.

20.

25.

30.

cuando todos los detectores han sido irradiados por radiación que ha pasado a través del cuerpo.

- Dicho dispositivo se ilustra en el dibujo; los detectores separados en ángulo más de  $40^{\circ}$  se acoplan, por guías luminosas de fibras ópticas, como la indicada por la referencia 19, a un fotomultiplicador común, según indica la referencia 20, y cada fotomultiplicador se dispone para alimentar un canal respectivo que comprende un amplificador como el indicado por la referencia 21, un integrador como el indicado por la referencia 22 que se lee y repone periódicamente por los impulsos de temporización mencionados, un circuito convertidor analógico adicional, como el indicado por la referencia 23, y un circuito convertidor logarítmico, como el indicado por la referencia 24. Todos los circuitos convertidores logarítmicos, como el indicado por la referencia 24, alimentan un circuito de proceso o tratamiento 25 que se dispone para clasificar las señales alimentadas al mismo en conjunto relativos a trayectos de haces paralelos a través de la parte del cuerpo 3, para ajustar las señales de modo que se tenga en cuenta la falta de uniformidad mencionada de la separación de los trayectos de los haces paralelos y para tratar las señales así clasificadas y ajustadas de acuerdo con la técnica descrita y reivindicada en la solicitud de patente mencionada, con el fin de evaluar el coeficiente de absorción en cada uno de una pluralidad de lugares distribuidos sobre la placa que comprende la parte del cuerpo 3. Los coeficientes así evaluados se representan entonces preferiblemente en una pantalla, por ejemplo un tubo de rayos catódicos 26, que tiene medios para fotografiar la imagen, y también se suministran a una memoria de largo plazo 27. La memoria 27 es preferiblemente una cinta magnética o una memoria de disco. La multiplexación de divi-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

5. sión de tiempo de diversos fotomultiplicadores y canales subsiguientes de los circuitos eléctricos se efectúe bajo la influencia de un circuito temporizado 28 que recibe los impulsos de temporización mencionados y desarrolla señales adicionales de temporización que hacen funcionar puertas en el circuito 25 para encaminar las diversas señales a sus lugares correctos.

10. La disposición de los deflectores 16 se ilustra esquemáticamente en la vista en planta de la figura 2a, y a la misma altura que en la figura 1, en la figura 2b. También se ilustra parte del dispositivo de detectores 14. Como en la figura 1, los deflectores y detectores se situán cada uno sobre círculos centrados en el eje 5 y las uniones entre detectores individuales quedan sobre radios a partir de dicho eje geométrico. No obstante, los deflectores 16 son radiales respecto al origen de los rayos X, por lo que interceptan directamente la radiación transmitida lo menos posible. Por esta misma razón, son relativamente delgados. De éste modo permiten que la radiación directa, según indica la referencia 29, pase a los detectores con poca pérdida pero tendiendo a interceptar la radiación dispersada, según indica la referencia 30. La unión entre detectores individuales pretende comprender un plano que queda en un punto medio entre detectores adyacentes que pueden no estar en contacto físico real.

25. A pesar de todo no es posible evitar que los deflectores 16 intercepten por lo menos parte de la radiación transmitida directamente desde la fuente. Además, los deflectores 16, en el curso de la rotación alrededor del eje geométrico 5, se mueven con relación a los detectores 14. Si las lecturas de salida de cada detector han de tener igual significación, es necesario asegurar que cada detector pierda la misma proporción

30.

de radiación, respecto a cualquiera de los deflectores situados en su trayecto, en cada periodo de muestreo en un integrador. Evidentemente, para los deflectores paralelos a las uniones entre detectores (v.g., en una dirección perpendicular al papel en la figura 2b), la temporización de los integradores debe regularse cuidadosamente para conseguir dicho efecto. En ciertas circunstancias, un error de temporización equivalente a un movimiento circular del espesor de la placa deflectora podría dar lugar a un error que sería inaceptable.

10. El dispositivo de la figura 2 situa, por lo tanto, los deflectores 16 de modo que quedan inclinados respecto a las uniones entre detectores en dicha dirección. La magnitud en que el deflector se supone a cada detector durante un periodo de integración es entonces constante, a pesar de los errores de temporización, en el supuesto que la separación de deflectores interiores no sea demasiado grande.

15. La figura 3 ilustra la relación de un cristal detector 14a, que se protege por varios deflectores 16 en el grado indicado por las líneas sólidas. Si los deflectores se mueven con relación al detector a la posición indicada por las líneas de rayas, se podrá ver que la longitud total del deflector que protege al detector, es prácticamente igual.

20. Se comprenderá que se pueden emplear otras formas y disposiciones de deflectores, por ejemplo en forma de S o en forma de V, en el supuesto que los deflectores presenten prácticamente la misma abertura de salida para la radiación a cada dispositivo detector a pesar de su movimiento relativo. Dicho efecto exige que cuando la proporción de cualquier deflector superpuesto a un dispositivo detector aumente, la proporción de superposición del otro deflector se reduzca prácticamente en el mismo grado. El paso

25. 30.

del deflector debe ser suficientemente corto para producir dicho efecto.

5. Como es lógico, se pueden situar deflectores paralelos a las líneas de unión entre detectores del integrador y la temporización se controla con precisión según se ha indicado anteriormente.

10. Como la propagación de irradiación 4 en abanico es más que suficiente para comprender la anchura de la parte del cuerpo 3 en el plano en examen, cada detector recibe, al menos durante el examen, radiación directamente de la fuente 1. Las señales de salida obtenidas en esos momentos se emplean como señales de calibración para comprobar la sensibilidad de los detectores.

15. Si el cuerpo es demasiado grande en algunas o en todas las dimensiones para permitir el efectuar la calibración mencionada para todos los dispositivos detectores, se puede montar una fuente auxiliar 31 en el anillo 2 más allá de un extremo del abanico de radiación y emplearse para irradiar los dispositivos detectores directamente (v.g., no a través del cuerpo) para que se puedan obtener señales de calibración. La fuente auxiliar 31 puede ser un tubo de rayos X o una fuente de isotopos radiactivos y puede proyectar radiación en los dispositivos detectores a lo largo de un haz simple de tipo de lápiz o a lo largo de una propagación en abanico. Como es lógico, es necesario tener en cuenta la presencia de la fuente auxiliar cuando se decida que dispositivos detectores pueden compartir los fotomultiplicadores, etc. Si fuera necesario, la radiación auxiliar puede tener una distribución de energía diferente a la fuente principal 1 por lo que la información relativa a las dos fuentes, si se alimenta en un canal común, se puede separar tomando como base la energía;

20.

25.

30.

dicha separación es una operación conocida por los expertos.

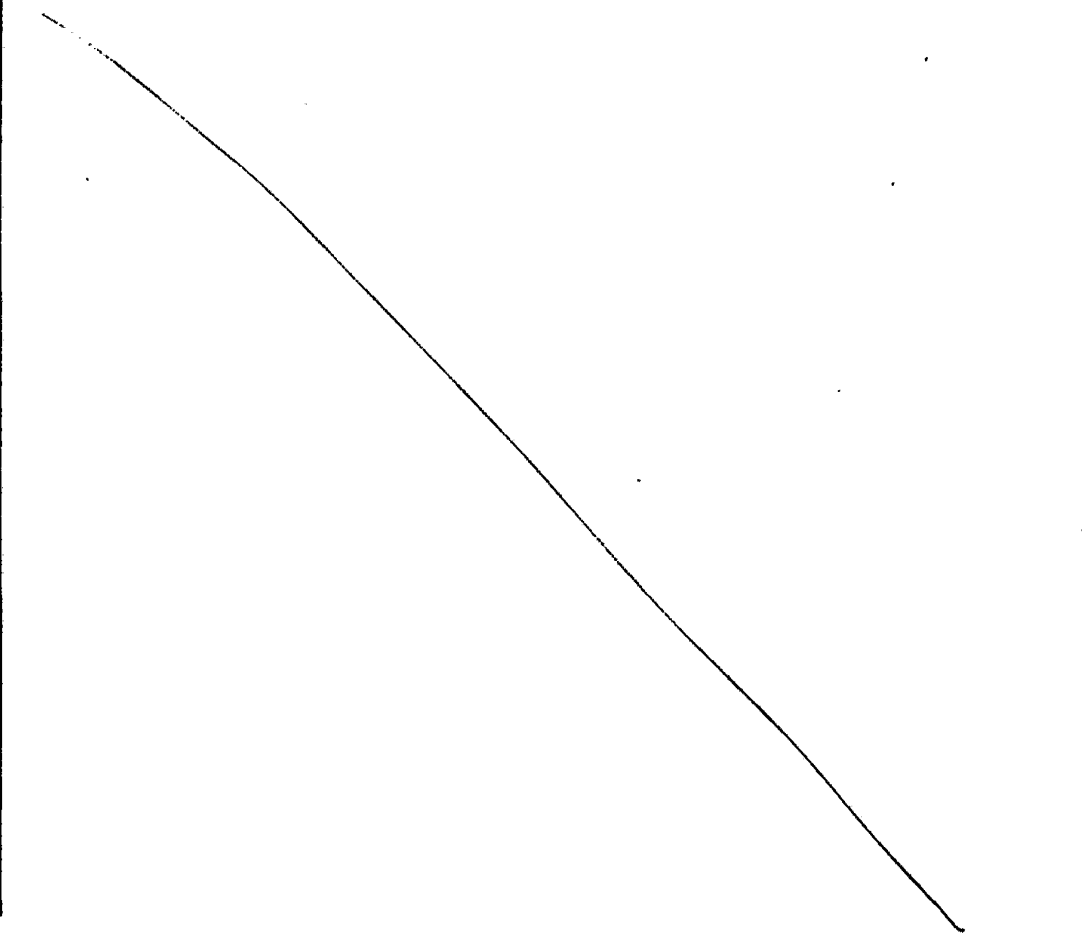
En otra modalidad del invento se puede utilizar más de una fuente de rayos X, como la indicada por la referencia 1, para irradiar toda la formación de detectores en el curso de un menor movimiento angular.

5.

Se comprenderá que se pueden utilizar dispositivos colimadores apropiados distintos a los representados en las figuras 2 y 3 con éste invento.

10.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constatar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

5. 1.- Perfeccionamientos en aparatos radiográficos, caracterizados porque se dota a cada aparato de por lo menos una fuente destinada a proyectar una propagación en abanico de radiación penetrante a través de una placa del cuerpo de un paciente; medios para mover angularmente la fuente con relación al cuerpo alrededor de un eje que intersecta la placa para proyectar la radiación a través del cuerpo desde una pluralidad de direcciones diferentes;
10. un conjunto de dispositivos detectores situados a lo largo de un trayecto circular centrado sobre el eje, cuyos detectores se fijan prácticamente con relación al cuerpo y se extienden alrededor del trayecto circular en un grado que subtiende en el eje un ángulo prácticamente igual o mayor que la suma de  $180^{\circ}$  y el
15. ángulo subtendido por la propagación en abanico en la fuente; y porque el dispositivo para efectuar el movimiento se destina a mover la fuente por lo menos en un grado suficiente para irradiar cada uno de los dispositivos detectores con la radiación que ha recorrido el cuerpo.
20. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque cada dispositivo detector es un cristal escintilador y presenta una pluralidad de dispositivos fotosensibles que cooperan con los escintiladores para proporcionar señales eléctricas de salida, cada una de las cuales representa la intensidad de radiación incidente sobre un dispositivo detector.
25. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque cada dispositivo fotosensible se dispone para recibir luz emitida por más de uno de los cristales en respuesta a la radiación que incide sobre los mismos; siendo la disposición
30. ~~X~~ de tal magnitud que solamente uno de los cristales es irradiado

al tiempo.

5. 4.-Perfeccionamientos segun cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque la fuente por lo menos se dispone para moverse a lo largo de un trayecto circular concéntrico con el primer trayecto circular mencionado, pero de menor radio que el mismo, por lo que se puede mover entre el citado eje y algunos de los dispositivos detectores.

10. 5.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizados porque comprende un dispositivo colimador, dispuesto para moverse alrededor del citado eje geometrico en relación fija con la fuente por lo menos para reducir la incidencia en los dispositivos detectores de la radiación transmitida desde la fuente por lo menos a lo largo de trayectos indirectos.

15. 6.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se dispone una fuente adicional de radiación penetrante dispuesta para compartir el movimiento de la fuente por lo menos para irradiar los dispositivos detectores a lo largo de trayectos que no recorren el cuerpo en los momentos en que no son irradiados de otro modo.

20. 7.- Perfeccionamientos en aparatos radiograficos, tal y como quedan sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

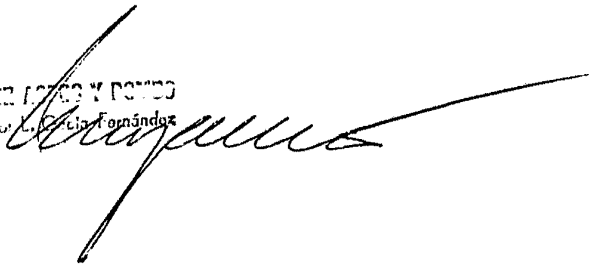


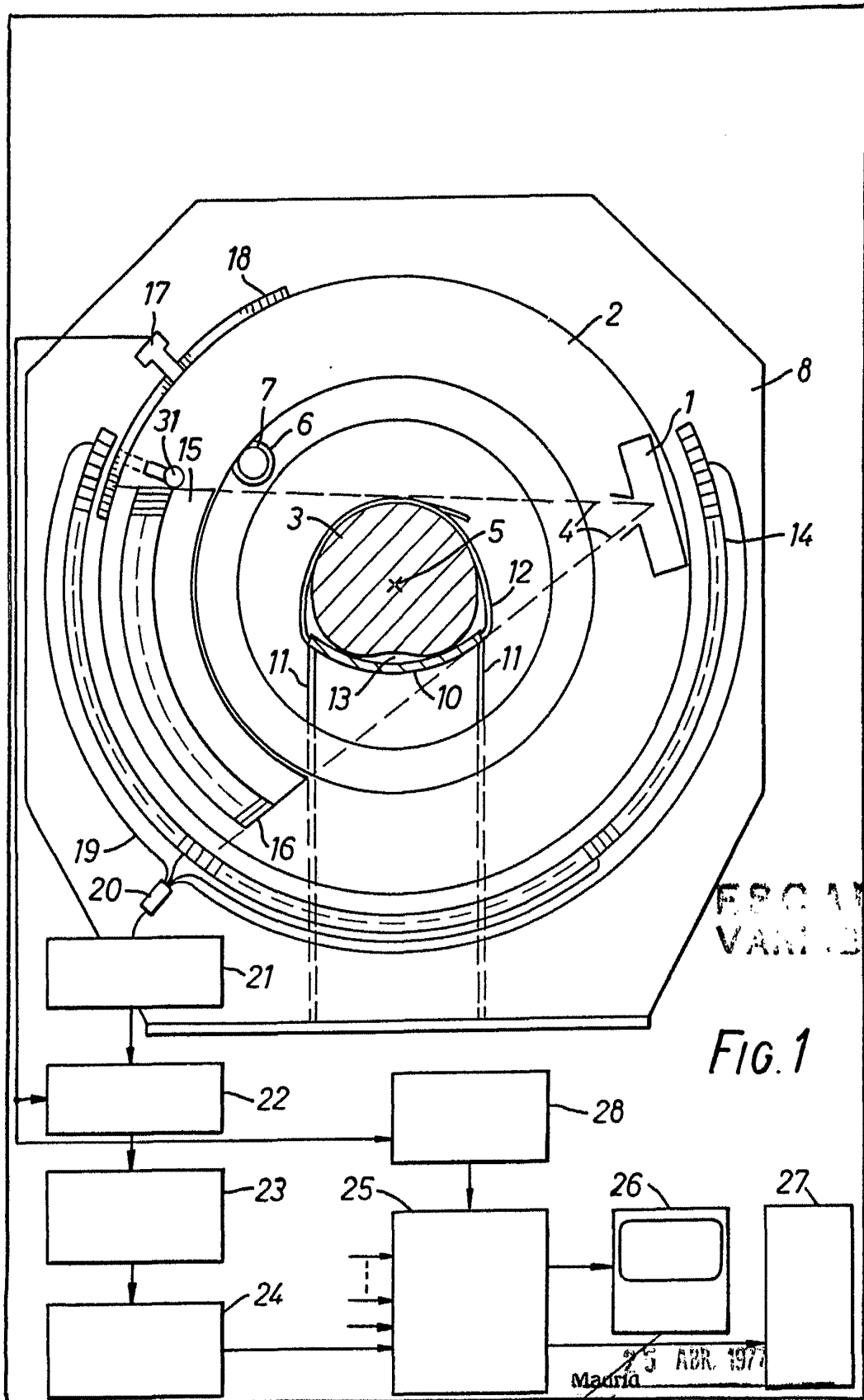
Esta Memoria consta de quince hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 25 ABR. 1977

EMI LIMITED.

A. M. GONZALEZ LÓPEZ Y COMED  
c. p. Fernández L. Fernández





FORMA  
VARIABLE

FIG. 1

25 ABR. 1977  
Madrid  
*[Handwritten signature]*

