

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 626**

51 Int. Cl.:

**H01L 27/146** (2006.01)

**H04N 5/32** (2006.01)

**A61B 6/03** (2006.01)

**A61B 6/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.05.2010 PCT/US2010/036179**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.12.2010 WO10138572**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2010 E 10781127 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2436034**

54 Título: **Sistemas y métodos para formación de imágenes, adquisición de datos, transmisión de datos y distribución de datos para escáneres tomográficos de rayos X, de alta tasa de datos**

30 Prioridad:  
**26.05.2009 US 181077 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.11.2017**

73 Titular/es:  
**RAPISCAN SYSTEMS, INC. (100.0%)  
2805 Columbia Street  
Torrance, CA 90503, CA**

72 Inventor/es:  
**MORTON, EDWARD, JAMES**

74 Agente/Representante:  
**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 643 626 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

Sistemas y métodos para formación de imágenes, adquisición de datos, transmisión de datos y distribución de datos para escáneres tomográficos de rayos X, de alta tasa de datos

5 **Antecedentes de la invención**

El solicitante ha desarrollado una nueva generación de sistemas de rayos X que implementa fuentes de rayos X con más de una pistola de electrones y uno o más ánodos de alto voltaje dentro de un solo sobre vacío.

10 La rápida conmutación de pistolas de electrones bajo control electrostático permite el movimiento rápido del punto focal eficaz del tubo de rayos X y la generación rápida de conjuntos de datos de escaneo tomográfico de rayos X sin el uso de partes móviles. Configurando apropiadamente la secuencia de disparos de las pistolas de electrones, se puede recopilar un conjunto óptimo de datos de proyección de rayos X a tasas mucho más altas que en los sistemas convencionales.

15 En consecuencia, como los sistemas de tomografía de rayos X de la última generación del solicitante son capaces de generar una tomografía de resolución muy alta de datos de rayos X a velocidades altas, se permiten y/o requieren un número de adquisiciones de datos nuevos y sistemas de transmisión y distribución de datos, para aprovechar al máximo de, y/o gestionar de forma óptima estos sistemas de alta tasa de datos. Por ejemplo, los sistemas de almacenamiento actuales y redes de transmisión de datos son incapaces de transferir eficazmente grandes volúmenes de datos de imagen a una red de estaciones de trabajo de operario sin un retraso indebido. Además, tal retraso aumenta cuando el número sistemas de generación de imagen en una red aumenta y cuando el número de operarios requeridos para analizar imágenes también aumenta.

20 Por lo tanto, se necesita adquisición de datos mejorados, sistemas de transmisión y distribución para aprovechar al máximo, y/o gestionar de forma óptima, datos de rayos X de alta resolución generados a velocidades altas, tales como tasas de datos superiores a 1 Gbit/segundo.

30 El documento EP 1050272 A1 divulga un aumento de la velocidad de rotación de un portal en un sistema de formación de imágenes para mejorar la resolución pero no aborda el problema de cómo controlar la velocidad de rotación del portal durante un escaneo,

### 35 **Sumario de la invención**

La presente invención proporciona un sistema de rayos X de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

### **Breve descripción de los dibujos**

40 La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización del sistema de rayos X de la presente invención.

La figura 2 representa un área de formación de imágenes relativa al objeto que se está inspeccionando.

45 La figura 3 representa un sinograma ejemplar generado por la presente invención.

La figura 4 representa un escaneo variable, basándose en el objeto que se está escaneando.

La figura 5 es un diagrama ejemplar de niveles de pixelación variables en un objeto que se está escaneando.

50 La figura 6 es un diagrama de una colección de sistemas de rayos X con transmisión de datos mejorada.

La figura 7 representa imágenes bidimensionales ejemplares derivadas de un conjunto completo de datos tridimensionales.

### 55 **Descripción detallada de la invención**

Los sistemas de rayos X divulgados en las solicitudes mencionadas anteriormente que se incorporan aquí a modo de referencia, permiten el control rápido y en tiempo real de las trayectorias de fuentes de rayos X. La presente invención toma ventaja de esta capacidad controlando dinámicamente las trayectorias de fuentes de rayos X y alterando dinámicamente los métodos de reconstrucción de imagen basándose tanto en las propiedades del objeto bajo investigación como la calidad de la decisión de inspección que se requiere. La optimización de este sistema dinámico puede tener varios beneficios, incluyendo la reducción de la dosis de escaneo, reducción de la complejidad computacional y reducción del ancho de banda de datos. Se pueden abordar otros objetivos usando los mismos y relacionados métodos de optimización.

65 La siguiente divulgación se proporciona para permitir que una persona con una habilidad normal en la técnica

practique la invención. Se proporcionan realizaciones ejemplares sólo con propósitos ilustrativos y serán fácilmente evidentes diversas modificaciones para personas expertas en la técnica. Los principios generales definidos aquí se pueden aplicar a otras realizaciones y aplicaciones sin salir del espíritu y alcance de la invención. También, la terminología y fraseología usada tiene el propósito de describir realizaciones ejemplares y no debe considerarse limitante. Así, a la presente invención se le concede el alcance más amplio abarcando numerosas alternativas, modificaciones y equivalencias consistentes con los principios y características divulgados. Por razones de claridad los detalles relativos a material técnico conocido en el campo técnico relativo a la invención no se han descrito en detalle para no oscurecer innecesariamente la presente invención.

La presente invención se discutirá ahora en el contexto de realizaciones como se ilustra en los dibujos que acompañan. En referencia a la figura 1, se muestra una realización de una configuración de sistema de rayos X. El sistema 100 de rayos X comprende un conjunto de fuentes de rayos X y detectores 105 de rayos X capaces de recopilar información sobre el objeto bajo inspección. El conjunto de fuentes y detectores (sensores) 105 están, en una realización, configurados para generar conjuntos de datos de rayos X transmitidos adecuados para una reconstrucción de imagen tomográfica. Alternativamente, en otra realización, el conjunto de fuentes y sensores 105 está configurado para generar un conjunto de datos de difracción de rayos X o un conjunto de datos retrodispersados de rayos X. Alternativamente, en otra realización, las fuentes y sensores 105 están configurados para generar un conjunto de datos de transmisión de rayos X estereoscópicos. Alguien con habilidad normal en la técnica apreciará que la presente invención se puede aplicar a otras geometrías de fuente y sensor.

Como se muestra en la figura 1, un motor 110 de escaneo coordina el escaneo del objeto bajo inspección y la recopilación de datos de las fuentes y detectores 105 de rayos X. El motor 110 de escaneo es programable en una base escaneo por escaneo y también dentro de un escaneo para permitir la rápida reoptimización del sistema 100 de rayos X.

Como se muestra en la figura 1, un motor 115 de reconstrucción de imagen toma los datos brutos y/o datos calibrados que salen del motor 110 de escaneo y convierte estos datos en un conjunto reconocible de datos de imagen o datos procesados. Se debe apreciar que los datos calibrados pueden ser generados desde un pre-procesador que es parte del motor 110 de escaneo y que también se puede considerar el primer paso del motor 115 de reconstrucción de imagen.

Por ejemplo, supongamos que el motor 110 de escaneo proporciona normalmente un conjunto de transmisiones calibradas de datos de proyección de rayos X. El motor 115 de reconstrucción de imagen toma estos datos de proyección y convierte los datos en una imagen de rayos X usando una pluralidad de técnicas de procesamiento tales como proyección posterior filtrada para convertir los datos de proyección de nuevo en imágenes tomográficas de rayos X de 2 ó 3 dimensiones. Como se usa aquí, los datos brutos se refieren a datos directamente transferidos desde uno o más detectores o datos de detectores que aún no han sido sujetos a calibración o normalización. Los datos brutos que han sido sujetos a calibración o normalización son referidos como datos calibrados. Los datos procesados o datos de imagen son datos calibrados que han pasado a través de uno o más filtros..

Los datos procesados del motor 115 de reconstrucción de imagen pasan opcionalmente a un motor 120 de visualización de datos opcional. El motor 120 de visualización de datos toma los datos de imagen reconstruidos y lo pasa a una pantalla humana legible. Este motor 120 de visualización de datos, en una realización, es capaz de realizar funciones tales como la interpolación, proyección tridimensional en imagen bidimensional, y coloreado de imagen basándose en densidad de imagen reconstruida, tipos de materiales u otros parámetros según sea necesario.

En una realización, se proporciona un dispositivo 125 de almacenamiento tal como una matriz RAID, conjunto de discos duros, u otros sistemas de memoria para archivar datos de imagen de rayos X. Se entenderá por un experto que el dispositivo 125 de almacenamiento será capaz de almacenar datos desde cualquier punto en la cadena de señales, y no solo en la salida del motor de visualización de datos.

El controlador 130 de escaneo es capaz de interpretar datos de imagen de rayos X en la salida desde todos los componentes de la cadena de formación de imágenes. El controlador 130 de escaneo es también capaz de dar salida a la información de control de todos los componentes de la cadena de formación de imágenes. De este modo, el controlador 130 de escaneo tiene la habilidad de optimizar toda la operación del sistema.

El controlador 130 de escaneo también recibe datos de entrada desde una estación 135 de entrada de un usuario, en la que los usuarios pueden ingresar sus restricciones en el proceso de optimización de imagen a través, por ejemplo, de una pantalla táctil, un ratón, o teclado en comunicación con un dispositivo informático. Por ejemplo, en un sistema de control de seguridad, el usuario puede seleccionar un nivel de amenaza actual (por ejemplo, Alto, Medio o Bajo). En un sistema médico, el usuario puede seleccionar una dosis de restricción de resolución espacial (por ejemplo, Alta Calidad Diagnóstica, Dosis Baja).

El controlador 130 de escaneo, toma así la entrada desde dos fuentes diferentes, a saber restricción del usuario y datos de imagen de rayos X, e implementa un método que procesa los datos de imagen de rayos X de acuerdo con

las restricciones del usuario con el fin de reoptimizar continuamente y dinámicamente la operación en los detectores y fuentes 105 de rayos X, el motor 110 de escañeto, el motor 115 de reconstrucción de imagen, y/o el motor 120 de visualización de datos.

5 Se debe apreciar que las funciones y características de las fuentes y detectores 105 de rayos X, motor 110 de  
 escaneo, motor 115 de reconstrucción de imagen, y/o motor 120 de visualización de datos, como aquí se describe,  
 son permitidos por hardware, tales como servidores que comprenden al menos un procesador, que ejecutan una  
 pluralidad de instrucciones programáticas que se almacenan en una memoria, tal como RAM, ROM, disco duro, u  
 10 otras estructuras de memoria. Los diversos motores pueden ser integrados en uno o más servidores que son  
 remotos o locales entre sí. Los componentes del sistema 100 de rayos X pueden por lo tanto ser locales o remotos  
 entre sí, pueden ser integrados en un único servidor o distribuidos entre una pluralidad de servidores a través de una  
 red, y/o pueden comunicarse unos con otros a través de cualquier forma de transmisión y recepción cableada o  
 inalámbrica. Debe apreciarse además que cada motor comprende al menos un receptor de datos, transmisor de  
 15 datos, y procesador de datos capaz de ejecutar una pluralidad de instrucciones programáticas, almacenadas en una  
 memoria, para realizar las funciones y características de los motores, como aquí se describe.

Haciendo referencia a la figura 2, en una realización, el sistema tomográfico de formación de imágenes de rayos X  
 de la presente invención forma imágenes de un objeto 210 que llena parcialmente el área 205 de formación de  
 imágenes. Convencionalmente, se usa una fuente rotatoria de pórtico de rayos X y los datos de proyección se  
 20 acumulan para todos los ángulos de proyección y desde los elementos detectores. Es computacionalmente caro  
 recopilar y procesar todos estos datos cuando sólo una fracción del área de inspección de rayos X se llena  
 realmente con un objeto relevante. La fracción del área de inspección de rayos X que está llena con aire 225 o el  
 soporte 220 del objeto generalmente es de poco interés para el usuario.

25 En una realización, este escenario de escaneo se puede mejorar de la siguiente manera. En vez de escanear y  
 procesar todo el área 225 de formación de imágenes, primero se analizan datos de escaneo bruto generados por el  
 sistema de rayos X por el controlador 130 de escaneo. Las zonas de los datos de imagen que contienen información  
 relevante se diferencian de aquellas que no contienen datos relevantes. Como se muestra en la figura 3, se usa un  
 gráfico 300 de sinograma para revisar esos datos. El gráfico 300 organiza datos de cada detector en filas  
 30 horizontales (desde  $-d/2$  a través de 0 a  $+d/2$  donde  $d$  = número total de detectores en una proyección) y datos de  
 cada ángulo de rotación de la fuente (desde  $\Phi_1$  a  $\Phi_n$  donde  $n$  = número de ángulos de proyección) en filas  
 consecutivas para formar un conjunto de datos bidimensional. También se muestra en el diagrama la trayectoria  
 completa del conjunto de datos de sinograma para dos puntos en el objeto, etiquetados A 305 y B 315.

35 En la presente invención, una vez que se ha recopilado la primera línea del sinograma ( $\Phi_1$ ), es sabido, *a priori*,  
 qué parte del sinograma necesitará ser recopilada en todos los otros ángulos de proyección. El controlador de  
 escaneo puede por lo tanto optimizar el motor de escaneo para sólo recopilar y procesar datos de esos elementos  
 detectores que se necesitan realmente, por ejemplo, generará realmente datos relevantes, ahorrando de este modo  
 40 en ancho de banda de datos de interfaz y energía de ordenador.

Matemáticamente, los datos de sinograma están vinculados hacia delante a la imagen retroproyectada por la  
 Transformación Radón. Bajo esta transformación, cada punto del sinograma representa una línea retroproyectada a  
 través de la imagen reconstruida. Como es sabido qué partes del sinograma contienen datos útiles, y por lo tanto  
 eran recopiladas por el motor de escaneo, el motor de reconstrucción de la imagen está por lo tanto limitado sólo a  
 45 filtrar y retroproyectar las partes valiosas de los datos de sinograma. Esto puede generar mayores ahorros en el  
 coste computacional en el motor de reconstrucción de imagen.

El motor de reconstrucción de imagen está típicamente diseñado para permitir una reconstrucción de imagen  
 completa de todo el círculo de reconstrucción de imagen a una tasa de porciones de imagen reconstruida completa.  
 50 A menudo, sólo una fracción del círculo de reconstrucción de imagen tiene un objeto en ella, y se pueden  
 proporcionar sistemas diseñados con el uso de controlador de escaneo con un motor de reconstrucción de imagen  
 de coste mucho menor que se optimiza para reconstruir dinámicamente sólo las partes relevantes del objeto.  
 Preferiblemente, el motor de escaneo y motor de reconstrucción de imagen comprenderá, o tendrá acceso a, una  
 memoria intermedia para permitir secuencias de imágenes donde el objeto es mayor que la capacidad de llenado del  
 55 círculo de reconstrucción de imagen diseñado para ser almacenado temporalmente hasta que el motor de  
 reconstrucción de imagen haya alcanzado el flujo de datos actual.

El motor de visualización de datos está provisto de los coordenados (tales como número de porciones y posiciones  
 dentro de la porción) de la sub-imagen proporcionados por el motor de reconstrucción de imágenes y usa esos  
 60 coordenados (número de porciones y posiciones dentro de la porción) en referencia a los datos de imagen  
 reconstruidos a la parte apropiada del volumen de imagen reconstruido en tridimensional anterior a la visualización  
 de datos. El efecto red es una reducción sustancial del ancho de banda de datos al sistema de almacenamiento.  
 Esto simplifica el diseño del almacenamiento conectado a la red y la reducción del coste de soluciones de  
 almacenamiento ya que no se almacenan los datos de fondo no deseados.

65 En otro ejemplo del uso de esta invención, puede ocurrir el caso de que el objeto a inspeccionar tenga una

significancia de inspección variable a lo largo de su longitud. Por ejemplo, algunas partes del cuerpo humano son bastante simétricas en la dirección del escaneo (las piernas) y aquí puede haber ventajas para diseñar un sistema de imagen tomográfico que genere una resolución espacial menor en la dirección del escaneo (a lo largo de las piernas) comparada con la del plano del escaneo.

5 Para hacer esto, el usuario puede pedir al controlador de escaneo que use un método de escaneo de dosis baja, que podría lograrse controlando dinámicamente la tasa de rotación de escaneo para permitir un grado de artefacto de volumen parcial de dirección de escaneo cuando se forman imágenes de los huesos largos de la pierna con el fin de reducir dosis. Haciendo referencia a la figura 4, cuando llega a las rodillas 402 que son sustancialmente variables  
10 en la dirección de escaneo, el controlador del escaneo puede dirigir automáticamente el motor de escaneo para aumentar la tasa de escaneo (y por consiguiente también la dosis de rayos X) con el fin de crear una imagen de alta resolución de las rodillas 402 antes a regresar a una tasa de dosis menor una vez de vuelta en los huesos largos 404 pasados la rodilla.

15 Matemáticamente, el controlador de escaneo puede determinar la tasa de cambio de información en la dirección de escaneo restando cada nuevo sinograma del sinograma previo y la diferencia es un indicador de la tasa de cambio de información en la dirección de escaneo.

20 En otra realización de esta invención, es posible usar el controlador de escaneo para ajustar, en una base dinámica, la resolución espacial en los datos recopilados por el motor de escaneo. Estos datos pasan entonces a través del motor de reconstrucción de imagen que por turnos proporciona una resolución de imagen variable. La imagen reconstruida se codifica para ser mostrada por el motor de visualización de datos de forma que la imagen se representa correctamente en los dominios espacial y temporal.

25 Como ejemplo, en una aplicación de inspección de seguridad que proporciona una reconstrucción de imagen tomográfica en tridimensional, se pueden reconstruir zonas de baja densidad, tal como ropa, con pixelación gruesa 515 (tal como mayor de diez veces el menor tamaño de pixel) reservando la pixelación de granularidad media 525 (tal como 2-10 veces el tamaño de pixel más pequeño) y pixelación de granularidad alta 530 (tal como el menor tamaño de pixel, es decir, 1 mm x 1 mm) para objetos complejos, tal como un ordenador portátil, que parece un  
30 objeto de mayor amenaza, como se muestra en la figura 5. Relajando los requerimientos de resolución en algunas áreas, y requiriendo así menos computación, la capacidad de computación sobrante se puede asignar para proporcionar una resolución mejorada en áreas complejas de la imagen. El efecto red es una reducción el ancho de banda de datos, una reducción del coste computacional y reducción en los requerimientos de almacenaje con poco detrimento de la calidad diagnóstica.

35 En una realización, los datos del sinograma dirigen al controlador de escaneo respecto a qué energía computacional debería asignarse con el fin de formar la imagen reconstruida. Las regiones de sinograma que exhiben un alto grado de variación, tales como esas regiones con una menor relación señal/ruido (es decir, una relación menor de 20, preferiblemente menor de 10), están vinculadas directamente a esas áreas de la imagen reconstruida donde se debe  
40 lograr una resolución de imagen alta. Una resolución de imagen alta es típicamente menor de 2 mm x 2 mm x 2 mm en términos de tamaño de pixel, mientras que una resolución de imagen baja es típicamente mayor de 5 mm x 5 mm x 5 mm en términos de tamaño de pixel. Las regiones del sinograma que exhiben un grado bajo de variación, tales como esas regiones con una mayor relación señal/ruido (es decir, una relación mayor de 40, preferiblemente mayor de 50), están vinculadas a aquellas áreas de la imagen reconstruida donde se puede tolerar una resolución de  
45 imagen baja.

Alguien con habilidades normales en la técnica apreciaría que la resolución variable de la imagen reconstruida deba estar codificada de forma que el motor de visualización de datos pueda hacer referencia a la resolución variable de los datos de imagen reconstruida en los lugares apropiados en el conjunto de datos de tridimensional para propósitos de presentación humana. Se entiende que los métodos de procesamiento de imagen apropiados tales como la interpolación de imagen en tridimensional se pueden usar para pasar una imagen con una resolución espacial alta y uniforme a la pantalla aunque los datos subyacentes puedan haber sido reconstruidos a una resolución variable.

55 En otra realización de esta invención, se reconoce que la naturaleza del proceso de reconstrucción de imagen en sí puede verse afectado por la información que se está procesando por el motor de escaneo. A modo de ejemplo, considérese un sistema de formación de imágenes que está típicamente buscando objetos de bajo número atómico, de bajo contraste, en una matriz uniforme. Tal imagen es adecuada para una retroproyección filtrada de un enfoque de reconstrucción de imagen tomográfica. Supóngase que hay, de vez en cuando, un contaminante de alto número atómico que entra en el volumen de formación de imágenes. En este caso, es probable que el material de alto número atómico dé como resultado un artefacto de endurecimiento de haz no deseado que puede distorsionar el análisis de los materiales de bajo número atómico. Se conocen procesos iterativos que son mejores minimizando el efecto de endurecimiento de haz que los típicos algoritmos de retroproyección filtrados. En este caso, el controlador de escaneo puede inspeccionar el sinograma para objetos particularmente altamente atenuantes y pueden sustituir  
60 algoritmos iterativos para aquellas zonas donde se localizan los objetos altamente atenuantes, y pueden aplicar el algoritmo de retroproyección filtrado menos exigente computacionalmente a todas las otras áreas de la imagen. El

resultado es una minimización en el artefacto de endurecimiento de haz y una mejoría en el último análisis de imagen.

5 Será evidente a un experto en la técnica que es posible aplicar los métodos aquí descritos simultáneamente e individualmente dependiendo de los requerimientos de optimización que se han establecido por el usuario, en las restricciones de costes que fueron evaluados en el momento de la fabricación del sistema, y en la disponibilidad y funcionamiento de sistemas de almacenamiento.

10 Como se discutió anteriormente, el sistema de alta tasa de datos y alto de rendimiento requiere de un sistema de transmisión de imagen mejorado para proporcionar un método de transmisión sensible, escalable y económico. En referencia a la figura 6, se muestra una colección de sistemas 605 de rayos X, cada una capaz de generar grandes volúmenes de datos y donde cada conjunto de datos comprende una imagen en tridimensional de un objeto. Cada sistema 605 de rayos X está provisto de un enlace de red dedicado de alta velocidad que puede llevar este conjunto de datos en tridimensional directamente a una formación 645 de almacenamiento de alta capacidad a todo el ancho de banda con poca latencia.

15 La base de datos en la formación 645 de almacenamiento se gestiona con un servidor 655 del sistema conectado a los sistemas 605 de rayos X y al controlador 665 del disco a través de una red. Una serie de operarios ven datos de imagen en tridimensionales en una serie de estaciones de trabajo 635 de red.

20 Una aplicación de despachador de trabajo se ejecuta en el servidor 655 del sistema y reconoce cuando están disponibles nuevos datos tridimensionales. La aplicación de despachador de trabajo asigna un operario particular para revisar el nuevo conjunto de datos tridimensionales y el operario reporta de sus hallazgos de vuelta al servidor 655 del sistema a través de la red. En este punto, el conjunto de datos tridimensional se puede descartar, o se puede archivar para almacenar a medio plazo o a largo plazo.

25 Tal sistema puede ser muy lento y usar grandes cantidades de banda ancha de red debido al tamaño de los conjuntos de datos tridimensionales. En la presente invención, un componente de motor 3D 615 está acoplado al sistema, un motor 3D 615 por sistema 605 de rayos X. El motor 3D 615 procesa todo el conjunto de datos tridimensional que se genera por el sistema 605 de rayos X en tiempo real ya que está directamente conectado al sistema 605 de rayos X en lugar de estar limitado por el ancho de banda y latencia de una red intermedia.

30 El motor 3D 615 procesa los datos del sistema 605 de rayos X en una o más imágenes bidimensionales que representan proyecciones a través de datos en tridimensionales. En la figura 7 se proporcionan ejemplos de imágenes 700 en bidimensionales derivadas de un conjunto completo de datos en tridimensional. Las imágenes 700 representan un objeto triangular en tridimensional y un objeto como un cubo en varias orientaciones. Resultará evidente para un experto en la técnica que el tamaño de la imagen bidimensional es pequeña comparada con el conjunto completo de datos en tridimensional. Por lo tanto, el tiempo de transmisión de red para imágenes 2D es corto comparado al del conjunto completo de datos 3D.

35 En la presente invención, la salida del motor 3D 615 conecta directamente a la red de forma que la aplicación de despachador de trabajo que se está ejecutando en el servidor 655 del sistema puede primero despachar un conjunto de imágenes compactas 2D a una estación de trabajo 635 de un operario para revisión inmediata. Como mínimo, una imagen 2D será generada rápidamente y despachada al operario. Más típicamente, de 5 a 8 imágenes 2D serán pre-pasadas y despachadas a una estación de trabajo 635 de un operario. Frecuentemente, el operario puede inspeccionar el objeto con suficiente integridad de modo que no necesiten acceso al conjunto completo de datos en tridimensional, permitiendo de este modo que la estación de trabajo 635 de un operario sea relativamente de baja especificación y reduciendo su coste comparado con una completa estación de trabajo 3D. La red puede ser casi cualquier red comercial disponible de ancho de banda moderado, tal como una red ethernet gigabit.

40 En el caso de que el inspector no pueda inspeccionar el objeto usando sólo imágenes 2D, el operario puede indicar al despachador de trabajo que la inspección está incompleta y que los datos de imagen deben ser transferidos a una estación de trabajo de operario totalmente 3D con un operario adecuadamente capacitado para una revisión adicional.

45 En este caso, el despachador de trabajo localizará a un operario 3D adecuadamente cualificado y primero enviará el conjunto de imágenes 2D al operario para revisión. En este punto, el operario comenzará a analizar solo los datos de imagen de imágenes 2D. En segundo plano, el despachador de trabajo comenzará a transferir el conjunto completo de datos 3D al operario 3D. Una vez que el conjunto de datos 3D ha llegado a la estación de trabajo del operario el motor 3D dentro de la estación de trabajo del operario preparará el conjunto de datos para revisión 3D por el operario. Cuando el conjunto de datos 3D está listo para verlo, la estación de trabajo de imagen permite un conjunto de herramientas de análisis de imagen tridimensional y el operario puede empezar a hacer uso de ellas de un modo interactivo. Así, el operario transfiere de un modo de inspección 2D a un modo de inspección 3D cuando los datos necesarios están disponibles.

50 Tal enfoque de transmisión de imágenes en dos etapas minimiza el tiempo tomado por el operario en empezar a

trabajar pero aún proporciona todos los datos para revisión cuando se necesitan. Esto se logra usando redes de ancho de banda y latencia modestas con un consiguiente bajo coste.

- 5 En otra realización, se proporciona una red de operarios, todos cualificados para inspeccionar datos 3D y todos con acceso a una estación de trabajo de operario 3D. En este caso, el operario recibirá datos 2D inmediatamente, y puede pedir datos completos de imagen 3D cuando él o ella sea incapaz de completar su inspección usando solo imágenes 2D pre-pasadas. De nuevo esto permite que una red de bajo coste y alta fiabilidad se utilice mientras se mantiene un alto rendimiento de inspección.
- 10 Aunque aquí se describen e ilustran las realizaciones ejemplares de la presente invención, se apreciará que son meramente ilustrativas. Se entenderá por los expertos en la técnica que se pueden hacer en ellas diversos cambios en forma y detalle sin salir ni vulnerar el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de rayos X que comprende:
- 5 una fuente de radiación que tiene una rotación de escaneo;
- una pluralidad de detectores dispuestos para generar datos de rayos X brutos;
- 10 un motor (110) de escaneo acoplado a la pluralidad de detectores y dispuesto para recibir los datos de rayos X brutos y generar datos de rayos X calibrados;
- un motor (115) de reconstrucción de imagen acoplado al motor (110) de escaneo y dispuesto para convertir los datos de rayos X calibrados en una o más imágenes de rayos X procesadas; y
- 15 caracterizado por un controlador (130) de escaneo acoplado con dicha pluralidad de detectores y al menos uno de dichos motor (110) de escaneo o motor (115) de reconstrucción de imagen, en el que dicho controlador (130) de escaneo está dispuesto para recibir dichos datos de rayos X brutos, generar datos de sinograma para determinar una tasa de cambio de información en una dirección de escaneo, y emitir instrucciones a dicha fuente de radiación para controlar una tasa de rotación de dicha fuente de radiación basándose en la tasa determinada de cambio de
- 20 información.
2. El sistema de rayos X de la reivindicación 1, en el que el controlador (130) de escaneo emite instrucciones a dicho motor (110) de escaneo para modificar una resolución espacial de un escaneo basándose en dichos datos de rayos X brutos.
- 25
3. El sistema de rayos X de la reivindicación 2, en el que dicha resolución espacial se modifica generando una primera resolución espacial en una dirección de escaneo y una segunda resolución espacial en un plano de escaneo, siendo la primera resolución espacial diferente de la segunda resolución espacial.
- 30
4. El sistema de rayos X de la reivindicación 1, en el que el controlador (130) de escaneo emite instrucciones a dicho motor (110) de escaneo para generar una primera resolución en un escaneo y una segunda resolución en el escaneo donde dicha primera resolución y dicha segunda resolución son diferentes.
- 35
5. El sistema de rayos X de la reivindicación 4, en el que dicho motor de escaneo transmite dicho escaneo que tiene la primera resolución y la segunda resolución al motor (115) de reconstrucción de imagen.
6. El sistema de rayos X de la reivindicación 5, en el que dicho motor (115) de reconstrucción de imagen genera datos de imagen que tienen resolución variable basándose en dicho escaneo.
- 40
7. El sistema de rayos X de la reivindicación 4, en el que dicho motor (115) de reconstrucción de imagen genera datos de imagen que tienen al menos un área de pixelación gruesa, pixelación de granularidad media, o pixelación de granularidad alta.

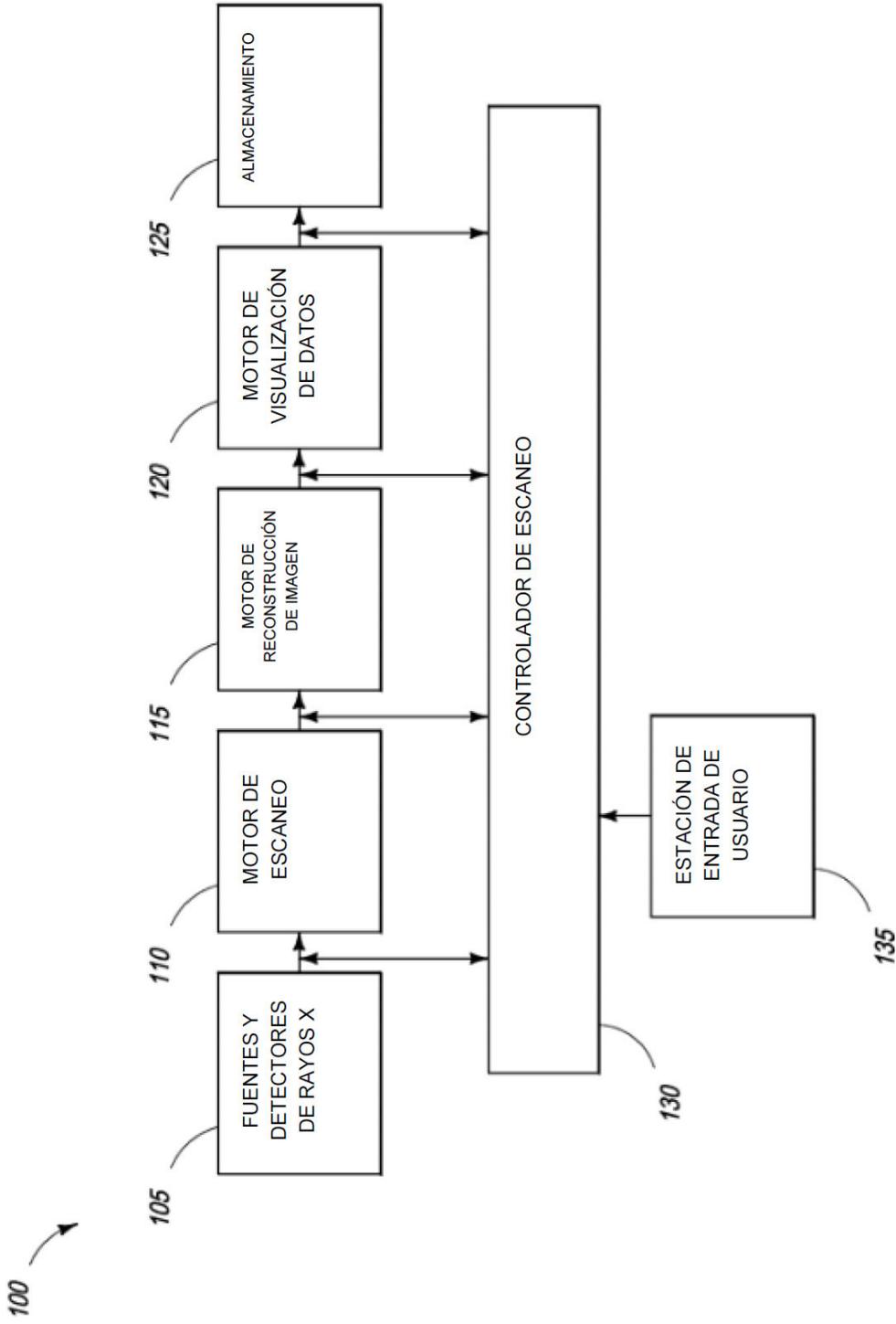
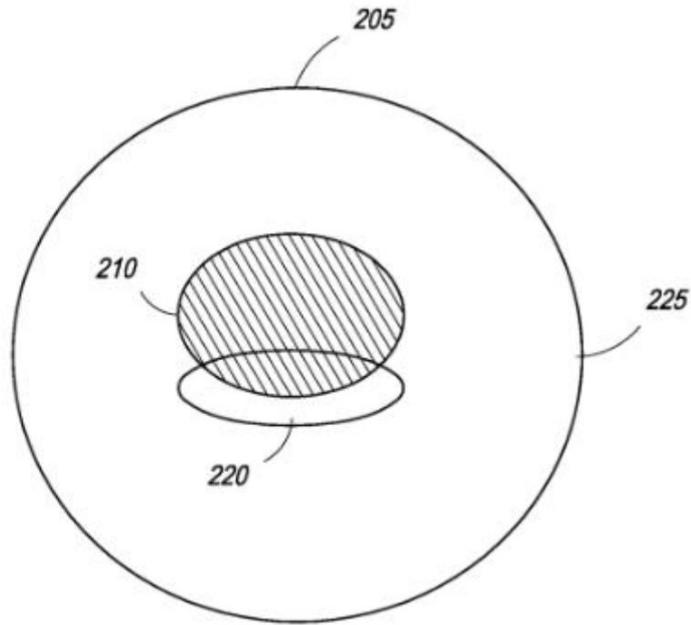


FIG. 1



**FIG. 2**

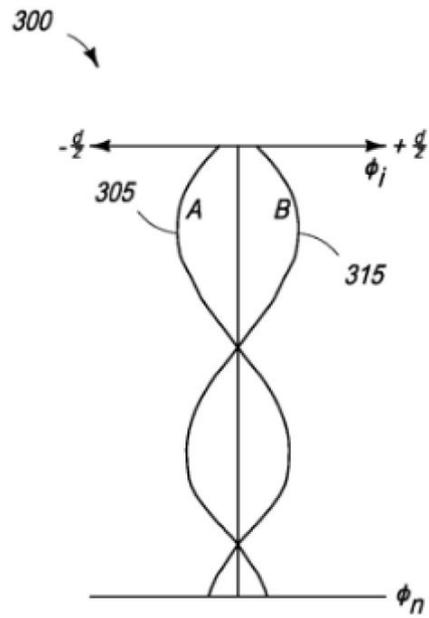
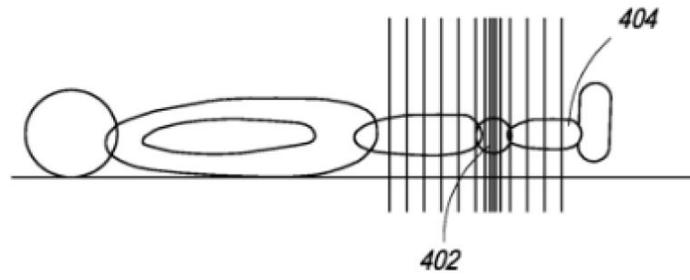
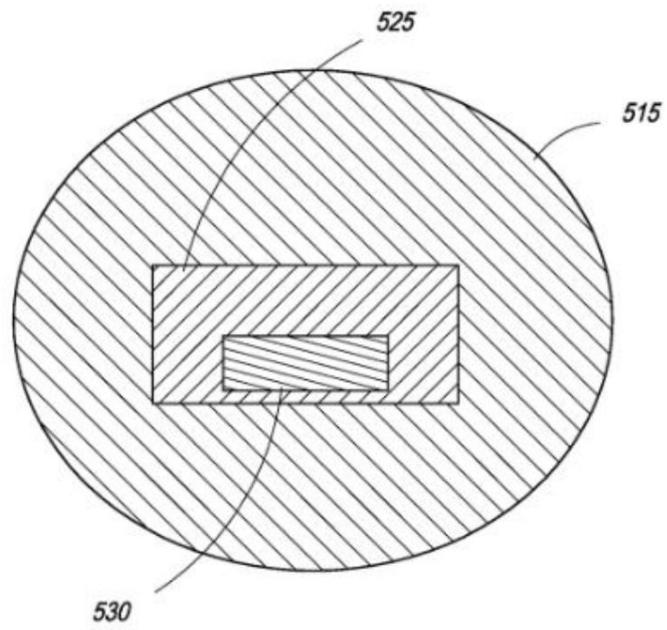


FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG. 5**

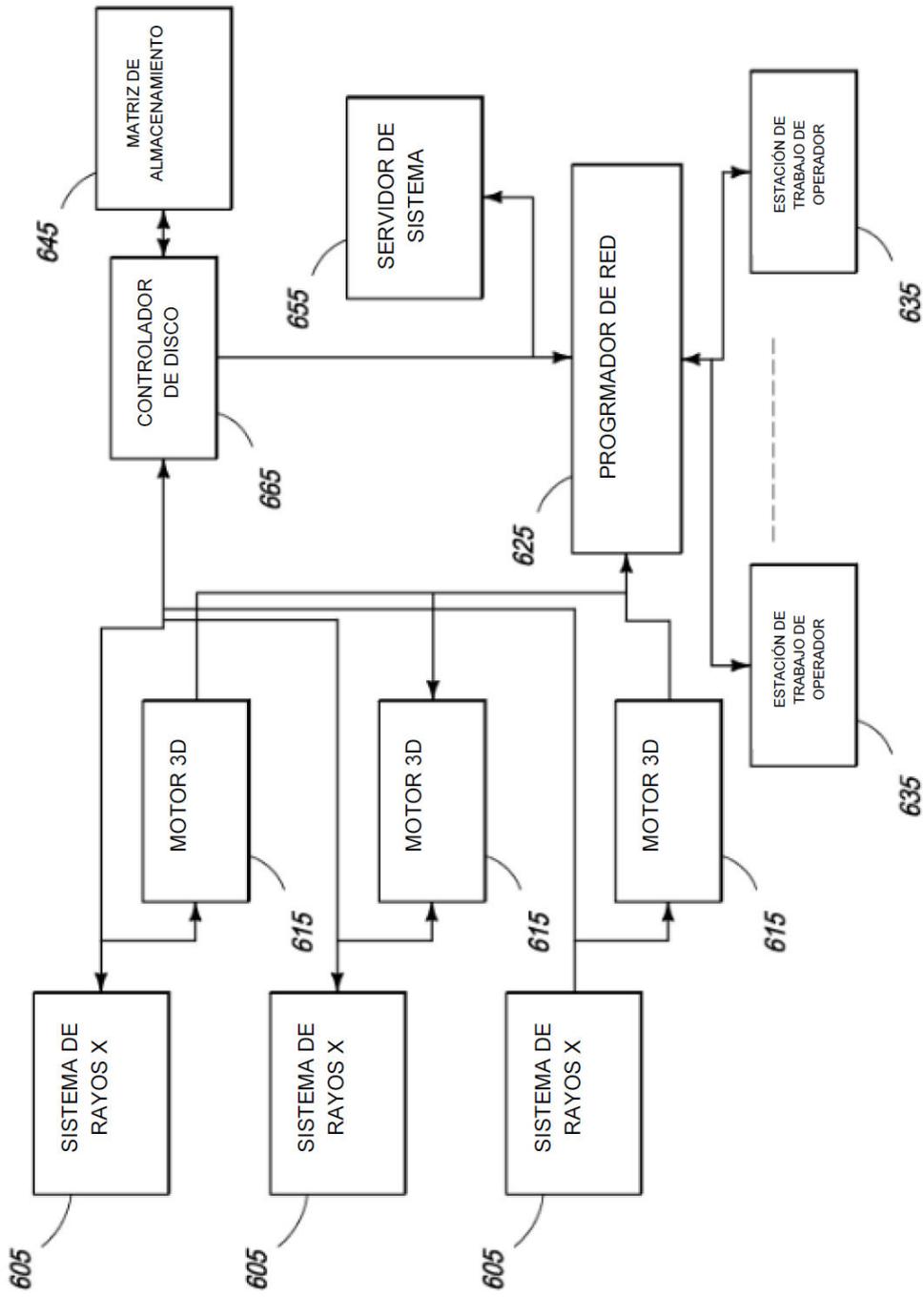
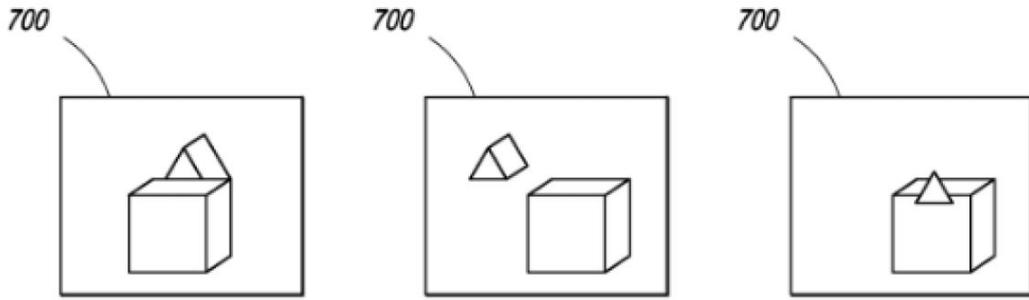


FIG. 6



**FIG. 7**