

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 340**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/86** (2006.01)

**A41H 1/02** (2006.01)

**G01B 11/245** (2006.01)

**G01S 13/89** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2015 PCT/IB2015/002166**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2016 WO16020763**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2015 E 15829958 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2023 EP 3161516**

54 Título: **Sistema multisensor de mano para dimensionar objetos irregulares**

30 Prioridad:

**30.06.2014 US 201462019023 P**

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

**27.09.2023**

73 Titular/es:

**BODIDATA, INC. (100.0%)  
4801 Osprey Drive, S, Apt 401  
St. Petersburg, FL 33711, US**

72 Inventor/es:

**CHARPENTIER, ALBERT;  
BOYLAN, MICHAEL;  
KUTNICK, ROBERT;  
WORSNOP, KENT y  
HARVILL, YOUNG**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 949 340 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**

Sistema multisensor de mano para dimensionar objetos irregulares

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de escáner de mano. Más particularmente, la invención se refiere a un escáner de mano que utiliza un sistema multisensor para dimensionar objetos con forma irregular. En una realización de ejemplo, el escáner de mano se utiliza para dimensionar un comprador para determinar las prendas que mejor le quedan.

**Antecedentes de la invención**

Los compradores de ropa de hoy en día se enfrentan al dilema de tener un número creciente de opciones de estilo, corte y tamaño de ropas y no hay suficiente información sobre su talla ni de cómo sus proporciones corporales únicas encajarán en los estilos actuales.

Unique Solutions construye un escáner corporal 3D, que es capaz de recopilar 200.000 medidas de alcance circunferenciales de un sujeto que se utilizan para proporcionar recomendaciones de tallas para varias prendas. El elemento de procesamiento de alcance fundamental en este sistema consiste en un radar chirp modulado en frecuencia lineal (LFM) de banda ultra ancha (UWB). La técnica de realizar LFM y el uso de tal tecnología en un sistema de medición basado en quiosco se analizan en las patentes estadounidenses n.º 7.298.317; 6.507.309; 5.455.590; 5.557.283; y 5.859.609 y en la patente canadiense CA 2359513.

Si bien un sistema basado en quiosco ha demostrado ser extremadamente beneficioso, tiene algunas limitaciones. Por ejemplo, tiene portabilidad limitada. Adicionalmente, el sistema basado en quiosco puede tener dificultades para medir superficies que tienen un ángulo de incidencia alto con respecto al normal del escáner y, por lo tanto, pérdida de información para estas superficies.

Existe la necesidad de un sistema de escáner de mano que facilite la medición de un objeto con forma irregular, que pueda utilizarse en una realización de ejemplo para ayudar a los compradores con el ajuste de la prenda. El documento WO2013096704 divulga sistemas y métodos para el mapeo. El documento enseña que los vehículos pueden llevar escáneres utilizados para mapeo y modelado tridimensional. También se describen métodos de vigilancia y seguimiento.

El documento US2014/0168013 se refiere a un método para operar un dispositivo de reconocimiento de mano que comprende tomar una primera imagen; determinar una región de interés en la primera imagen; generar una imagen escaneada mediante un escaneo de radar activo de la región de interés. El documento divulga también un dispositivo de reconocimiento de mano.

**Sumario de la invención**

En la aplicación del ajuste de la prenda, una limitación del sistema óptico 3d cuando escanea a un individuo completamente vestido es que solo es capaz de mapear la prenda externa y obtiene poco conocimiento de la dimensionalidad corporal subyacente. Las mediciones únicamente ópticas requieren la realización de aproximaciones algorítmicas del cuerpo que producen estimaciones de medición corporal inexactas. De acuerdo con la invención, se proporciona un sistema de escáner de mano que tiene todas las características expuestas en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

Una solución a este problema es la integración del sistema óptico 3d con el de un sistema de radar, por ejemplo, un sistema de radar de ondas milimétricas, capaz de hacer mediciones precisas al cuerpo. Esta configuración es deseable ya que el sistema de determinación de la distancia por radar y el sistema óptico recopilan de forma independiente información sobre la determinación de la distancia, pero los sistemas pueden funcionar de forma independiente entre sí y no interfieren entre sí. Adicionalmente, la energía del radar penetra en la prenda exterior, se refleja en el cuerpo y regresa a un receptor en el que se puede hacer una determinación precisa del alcance del cuerpo. El sistema se puede describir con más detalle mediante el uso del sistema 3D óptico para construir una nube de puntos 3D del objeto objetivo. La nube de puntos 3D se utiliza como marco de partida para limitar el alcance de interés de los datos de radar. Puesto que los datos del radar pueden tener múltiples soluciones para el alcance de cuerpos objetivo, la nube de puntos 3D óptica limita la solución para la información de alcance a un área cerca de la ropa exterior para permitir que la distancia a la piel se determine con mayor precisión. El sistema óptico mantiene un vector de estado inercial con respecto a un marco de referencia de coordenadas fijas y con respecto al cuerpo. La información de estado que incluye orientación, la traslación y la rotación de la unidad se utiliza junto con las compensaciones físicas conocidas de los elementos de antena con respecto al centro de gravedad manejado para proporcionar correcciones y actualizar estimaciones de alcance para cada antena virtual. La información inercial se puede obtener de la unidad de medición inercial (IMU) a bordo que es sensible a las fuerzas físicas y/o el procesamiento del sistema de cámara óptica que puede hacer correcciones de traslación y rotaciones con respecto al cuerpo.

El ajuste exitoso de la prenda requiere un conocimiento preciso de las medidas corporales y, para el cuerpo humano, existen varias diferencias volumétricas críticas entre la prenda y el cuerpo. El sistema de mano descrito en el presente documento es capaz de identificar estas regiones y está equipado para procesar/fusionar los flujos de datos ópticos y de radar para producir una representación 3d precisa del cuerpo del individuo. El sistema resuelve tanto el volumen de la prenda como el del cuerpo, desde el que se pueden extraer datos de circunferencia y realizar mediciones con el fin de ajustar la prenda. El proceso de medición está coordinado por un elemento de procesamiento que gestiona la recogida, asociación, procesamiento y almacenamiento de datos de radar y ópticos.

En al menos una realización, la presente invención proporciona un sistema de escáner de mano para obtener el tamaño de un objeto con forma irregular. El sistema incluye un alojamiento que aloja un módulo óptico, que incluye al menos un sensor óptico 3D configurado para generar una nube de puntos 3D de información sobre el objeto y un módulo de radar, que incluye al menos un sensor de radar configurado para determinar el espacio entre el alojamiento y el objeto. Un procesador recibe datos del módulo óptico y del módulo de radar y utiliza todas las entradas de sensores disponibles para crear los mapas de profundidad necesarios que representan el objeto en función de los datos recibidos.

En al menos una realización, el mapa de superficie corporal que representa el volumen del objeto se utiliza para determinar el tamaño de la prenda para un individuo.

En al menos una realización, El escáner corporal de mano ofrece una forma en la que las dimensiones de un comprador pueden medirse rápidamente a partir de las que se pueden tomar decisiones informadas sobre qué prendas en una colección de prendas de medida personalizada o prendas de dimensionalidad conocida que encajarían mejor. Un sistema de mano ofrece la oportunidad de realizar estas difíciles mediciones, ya que un operador puede seguir el contorno del cuerpo y repetir las mediciones si es necesario.

## Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en el presente documento y constituyen parte de esta memoria descriptiva, ilustran las realizaciones actualmente preferidas de la invención, y, junto con la descripción general dada anteriormente y la descripción detallada dada a continuación, sirven para explicar las características de la invención. En los dibujos:

La Figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra un sistema de escáner de mano de ejemplo colocado en relación con un objeto irregular de ejemplo.

La Figura 2 es una vista frontal en perspectiva de un sistema de escáner de mano de ejemplo de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 3 es una vista posterior en perspectiva del sistema de escáner de ejemplo de la Figura 3 con el alojamiento mostrado de forma transparente.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema de escáner de mano de ejemplo.

La Figura 5 es un diagrama de bloques de una unidad de radar de forma de onda de ejemplo.

La Figura 6 es un diagrama de sistema de un procesador de radar de ejemplo.

La Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra un proceso de multilateración para la geometría de la antena con respecto al objetivo.

La Figura 8 es una vista en perspectiva que ilustra un maniquí de malla de alambre y un mapa de cobertura.

## Descripción detallada de la invención

En los dibujos, los números similares indican elementos similares en todas partes. Cierta terminología se usa en el presente documento solo por conveniencia y no debe tomarse como una limitación de la presente invención. A continuación se describen las realizaciones preferidas de la presente invención. Sin embargo, debe comprenderse, basándose en esta divulgación, que la invención no está limitada por las realizaciones preferidas descritas en el presente documento.

Haciendo referencia a las Figuras 1-4, se describirá un sistema de escáner de mano 10 de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención. Haciendo referencia a la Figura 1, el sistema de escáner de mano 10 se ilustra situado en relación con un objeto con forma irregular 12, que en la aplicación ilustrada es un individuo. El sistema de escáner de mano 10 incluye preferiblemente un alojamiento 14 en el que se alojan los diversos componentes que se describen a continuación. El alojamiento 14 puede tener varias configuraciones y está preferiblemente configurado para adaptarse cómodamente en la mano de un operador. Una abrazadera o pieza de soporte (no mostrada) puede extenderse desde el alojamiento 14 para ayudar al operador a sostener el sistema 10 en relación con el objeto 12. Durante la operación, el sistema 10 se moverá alrededor del objeto 12 muy cerca del objeto, por ejemplo, 30,48 cm a 45,72 cm (12" a 18") pulgadas del objeto. El alojamiento 14 está preferiblemente hecho de material plástico duradero y las secciones que están cerca de los elementos de la antena, son transparentes a las frecuencias de operación del radar.

Haciendo referencia a la Figura 4, una pequeña pantalla 22 puede estar integrada en el alojamiento 14 o puede ser externa al alojamiento 14 mientras es visible para el operador durante un escaneo. La pantalla 22 se puede configurar también para realizar tareas básicas de entrada de datos, como responder a indicaciones, introducir información del

cliente y recibir información de diagnóstico sobre el estado del dispositivo portátil. Además, la unidad portátil 14 puede incorporar también retroalimentación (háptica, auditiva, visual, etc.) para el operador, que, por ejemplo, dirigirá al operador a las ubicaciones del cliente que deben escanearse.

- 5 El sistema 10 es alimentado preferentemente por una batería recargable 16, por ejemplo, una batería liviana de alta densidad de energía, tal como de polímero de litio, o fuente de alimentación 17. El sistema de batería puede ser intercambiable para admitir una operación continua o a largo plazo. El sistema 10 está preferiblemente atracado en una cuna (no mostrada) cuando no está en uso. Mientras está atracado, la cuna deberá proporcionar capacidades de recarga, así como una interfaz para la conectividad por cable a equipos informáticos externos. El dispositivo soporte  
10 preferiblemente una interfaz alámbrica e inalámbrica 18, 20. Preferiblemente, el alojamiento 14 incluye una interfaz física 18 que permitirá la alimentación, transferencia de datos de alta velocidad, así como la programación o actualización de dispositivos. La interfaz inalámbrica 20 puede ser, por ejemplo, una interfaz 802.11n, y proporciona un enlace de comunicación de operación general para intercambiar datos de medición (radar y datos de imagen) con equipos informáticos auxiliares, por ejemplo, un dispositivo anfitrión externo, para la representación de la imagen en  
15 la pantalla de un terminal del operador. Para fines de fabricación y prueba, se puede incluir un puerto de prueba de RF para la calibración del circuito de RF.

- El sistema de ejemplo 10 utiliza preferiblemente dos modos de medición, en concreto, un módulo óptico 30 y un módulo de radar 40. Los datos de ambos módulos 30, 40 se transmiten a un motor de procesamiento 60 en el que se procesan conjuntamente los flujos óptico y de radar, alineados y los resultados se entregan a un dispositivo informático móvil u otro equipo informático auxiliar para su visualización. También se puede incluir un procesador de señal digital (DSP) 61. La extracción de mediciones posteriores puede operar en los datos 3D y los resultados extraídos pueden suministrarse a un motor de ajuste de prendas. Una realización alternativa enviará datos ópticos a la unidad de radar que intercalará los datos ópticos con los del radar y proporcionará una única conexión USB al procesador anfitrión.  
20 Los datos ópticos se pueden escribir también en una memoria externa para amortiguar tramas de datos ópticos. Una memoria electrónica 62 almacena temporalmente la información de alcance de los escaneos anteriores. Los datos almacenados de escaneos anteriores pueden aumentar el procesamiento con muestras actuales a medida que el radar se mueve sobre el sujeto para obtener una representación refinada del cuerpo y determinar las características del cuerpo a través del procesamiento Doppler o algoritmos del indicador de objetivo en movimiento (MTI). El sistema  
25 10 permite que la plataforma anfitriona use tanto el sistema óptico como el de radar para determinar dos superficies de un individuo, es decir, la superficie de la prenda y la superficie del cuerpo del usuario. La unidad de radar puede analizar también los datos del alcance óptico y usar esta información para resolver soluciones de alcance y eliminar fantasmas o ambigüedad de alcance.

- El módulo óptico 30 incluye una cámara 3D 32 que está configurada de tal forma que la estructura de datos 3D integrada proporciona una nube de puntos 3D (prenda y cuerpo), regiones de disparidad volumétrica (según lo especificado por el operador) y una representación estadística de ambas superficies. La cámara 3D 32 incluye por lo general al menos dos lentes separados 34, cada uno de los que está configurado para capturar una imagen y las imágenes capturadas desde perspectivas separadas se integran para formar la imagen 3D. Tales sistemas de cámaras  
30 ópticas 3D están ampliamente disponibles de varios fabricantes, por ejemplo, el sistema de escáner de cámara óptica Intel Real Sense 3D, y recientemente se han integrado en dispositivos móviles.

- El sistema óptico mantiene un vector de estado inercial con respecto a un marco de referencia de coordenadas fijas y con respecto al cuerpo. La información de estado que incluye orientación, la traslación y la rotación de la unidad se utiliza junto con las compensaciones físicas conocidas de los elementos de antena con respecto al centro de gravedad  
45 manejado para proporcionar correcciones y actualizar estimaciones de alcance para cada antena virtual. La información inercial se puede obtener de la unidad de medición inercial (IMU) a bordo 26 que es sensible a las fuerzas físicas y/o el procesamiento del sistema de cámara óptica que puede hacer correcciones de traslación y rotaciones con respecto al cuerpo.

- Las capacidades de tales sistemas logran rutinariamente una precisión y resolución milimétricas a distancias cercanas y aumentan a una resolución de centímetros a distancias mayores. A pesar de su excelente resolución, la obtención de la dimensionalidad corporal de un individuo vestido está limitada por cualquier obstrucción tal como una prenda. Los sistemas de cámara que proyectan un patrón sobre el sujeto proporcionan un rendimiento adecuado para esta  
50 aplicación.

- Haciendo referencia a la Figura 5, el módulo de radar 40 comprende por lo general un generador de forma de onda 42 capaz de producir una forma de onda adecuada para la determinación del alcance; uno o más conjuntos de antena 50 con al menos un elemento de transmisión (emisor) 52 y al menos un elemento de recepción (receptor) 54; un multiplicador de frecuencia 47, un interruptor de selección de transmisión 48 y un convertidor descendente (procesador de extensión) 46 que es un filtro adaptado que proporciona una frecuencia de pulsación comparando la fase instantánea de la forma de onda objetivo recibida con la de una réplica de la señal transmitida, a través de las salidas de cuadratura 55. Se puede incluir un mezclador 44 de SSB para realizar una conversión ascendente para impartir un cambio de frecuencia constante. Este bloque funcional no es obligatorio, sino una mejora de diseño para combatir  
60 problemas con la alimentación directa.

Se observa que la forma de onda preferida es un pulso chirp modulado en frecuencia lineal (LFM), sin embargo, se pueden utilizar otras formas de onda. Para lograr una resolución de gran alcance, el radar es preferiblemente un sistema de banda ancha extrema. Un módulo de radar de ejemplo puede ser, por ejemplo, una operación de banda X/Ku. El sistema LFM incluye preferiblemente una réplica retardada de la ráfaga de transmisión para hacer una comparación con el pulso de retorno. En el sistema basado en quiosco, este retraso se calibra y fija debido a un objetivo relativamente estacionario y una plataforma de radar que gira sobre una armadura fija. Debido al hecho de que el operador que usa un escáner de mano no puede mantener de manera confiable una separación fija del sujeto, un localizador láser, el sistema óptico u otro sensor de proximidad puede ayudar a rastrear esta separación hasta la prenda exterior del sujeto. Esta información se utilizará para validar las mediciones de radar realizadas con el sistema LFM y compensar los parámetros de retraso en consecuencia. Puesto que la cámara óptica 3d o el láser no pueden medir hasta la piel, el radar UWB es el encargado de realizar esta medición.

Con el módulo de radar ilustrado 40, el generador de forma de onda 42 emite una onda milimétrica no ionizante de baja potencia que opera entre 69-75 GHz que atraviesa la ropa y se refleja en la piel y devuelve una respuesta dispersa a la abertura de recepción del radar. Para resolver el alcance, la unidad de radar de banda ultraancho consiste en dos o más elementos de antena colineales 52, 54 que tienen una separación espacial conocida. Esta realización utiliza cuatro aberturas 56 con elementos de transmisión 52 asociados y elementos de recepción 54 que tienen una separación relativa de 1:1:2 (por ejemplo, 7,62 cm (3 pulgadas) a 7,62 cm (3 pulgadas) a 15,24 cm (6 pulgadas) entre elementos); sin embargo, son posibles diferentes disposiciones para cumplir con los objetivos geométricos y de costos. En el caso de múltiples aberturas de transmisión 56, cada elemento se turna como emisor, y los demás elementos son receptores. Se puede utilizar una sola abertura 56 tanto para transmitir como para recibir; pero también se puede usar una abertura dual para lograr un alto aislamiento entre los elementos de transmisión y recepción para un canal determinado. Adicionalmente, las antenas 50 pueden disponerse para transmitir con polarizaciones de onda específicas para lograr un aislamiento adicional o para ser más sensibles a un sentido de polarización dado determinado por el objetivo. Esta realización utiliza aberturas de bocina rectangulares de guía de ondas separadas fresadas en un alojamiento de aluminio que tiene la misma polarización vertical. Todas las selecciones de antena se realizan a través de un interruptor electrónico 48 bajo control informático.

La forma de onda emitida en la dirección del cuerpo es una rampa de modulación de frecuencia lineal (LFM) que barre varios gigahercios de ancho de banda. La forma de onda puede ser la misma para todos los pares de antenas o puede cambiarse para expresar las características de la superficie reflectante. El ancho de banda determina la resolución espacial inequívoca que puede lograr el radar. Se pueden usar otras formas de onda e implementaciones de radar, pero esta realización utiliza una forma de onda triangular LFM.

Haciendo referencia a la Figura 6, la unidad de procesador de radar incluye por lo general una fuente de reloj 64 para proporcionar una base de tiempo de precisión para operar el procesador, circuitos de memoria y reloj de muestreo para ADC; un procesador 60 responsable de la configuración de la unidad de radar, procesamiento de los datos de radar sin procesar y cálculo de la solución de alcance; una memoria externa 62 que almacena formas de onda de radar sin procesar para su procesamiento y almacena también información de calibración y corrección de forma de onda; convertidores analógicos-digitales 66; filtros antisolapamiento 68 que se utilizan para filtrar señales analógicas para muestreo de paso bajo (es decir, primera zona de Nyquist) o paso de banda (es decir, frecuencia intermedia IF); electrónica mux digital y analógica 70, y CPLD o FPGA 72 que coordinan la sincronización de eventos. También es posible eliminar uno de los canales de cuadratura y, por ende, simplificar el hardware receptor 46 y eliminar una sola cadena convertidora ADC (elementos 66, 68, 69 y 70) si se usa un transformador Hilbert para impartir un cambio de fase a la cadena señal conservada y obtener el componente de cuadratura necesario para el procesamiento de señales complejas. Estas técnicas de procesamiento son bien conocidas y aplicables al procesamiento por radar.

Para todas las combinaciones de pares de antenas 52, 54, se puede hacer una determinación de alcance al sujeto a través del proceso de trilateración (para un par) o multilateración (para un conjunto) de elementos. Haciendo referencia a la Figura 7, con un objetivo a una distancia desconocida frente al sensor, la forma de onda reflejada se mezcla con una réplica de la forma de onda transmitida y se produce una frecuencia de pulsación. Esta frecuencia de batido se asigna directamente al retardo de propagación de la forma de onda de rampa. La resolución del radar está determinada por el ancho de banda del sistema y es  $\delta r = c/(2 \cdot B)$ . La longitud total de la trayectoria se resuelve realizando una Transformación de Fourier en la salida del radar LFM para extraer el contenido de frecuencia espectral. Las técnicas de análisis alternativas implican el método de Prony. La salida del método Prony es capaz de extraer frecuencia, amplitud, fase, así como un parámetro de amortiguación de una señal muestreada uniformemente. La utilidad del análisis Prony permite la extracción de parámetros en presencia de ruido. Los picos espectrales prominentes indican la distancia de ida y vuelta a las diversas superficies de dispersión. Está bien establecido en la técnica cómo se realiza este procesamiento. Como alternativa, se pueden utilizar otros métodos. Por ejemplo, el sistema de radar puede utilizar también un algoritmo de radar de barrido lateral para determinar la información de distancia al objetivo. El algoritmo Side Scan Radar se puede usar solo o junto con la trilateración.

Se puede obtener una mayor resolución espacial utilizando la información de fase disponible de un conjunto de salidas en cuadratura de los mezcladores de reducción de rampas. Los detalles del convertidor de cuadratura siguen a continuación.

Para reflectores específicos, la información de fase se puede usar también para medir cambios en el alcance con alta precisión. A medida que la superficie reflectante se mueve a lo largo de una distancia dada con respecto al radar, y suponiendo que se utiliza una forma de onda de modulación de frecuencia lineal, la frecuencia de pulsación instantánea del mezclador de reducción de rampas aumentará o disminuirá constantemente en la dirección de un intervalo de alcance acumulando  $2\pi$  completos de fase adicional por cada cambio de distancia de  $\lambda/2$ . Este cambio de fase se puede describir de la siguiente manera:

$$\phi_c = 2\pi \cdot r / (\lambda/2) = 4\pi r / \lambda$$

El número de ciclos  $\lambda/2$  que subdividen los intervalos de alcance definidos se puede calcular de la siguiente manera:

$$n_{(\lambda/2)} = (B \cdot \lambda) / (T_m \cdot c) = 1 / (T_m \cdot (B/f))$$

en donde:

B="Ancho de banda RF de barrido",  $\lambda$ ="longitud de onda de frecuencia central",  $T_m$ ="período de modulación",  $c$ ="velocidad de la luz al vacío",  $f$ ="frecuencia central del radar"

El requisito que se impone al generador de forma de onda es que, para un intervalo de retardo dado, una rampa altamente lineal debe comprender una porción conocida de la forma de onda (idealmente al comienzo del pulso) de tal forma que se produzca un latido de baja frecuencia para una distancia de reflector dada, durante un tiempo suficiente para determinar una lectura de fase. Después de este período de linealidad, la forma de onda puede continuar un barrido lineal o cualquier característica deseada (parabólica, exponencial, etc.). El seguimiento de fase se puede realizar en cualquier número de objetivos, siempre que la velocidad de la plataforma sea lo suficientemente lenta como para no exceder la capacidad de muestreo espacial de la plataforma. La velocidad instantánea que no debe excederse para cualquier objetivo que necesite ser rastreado se puede calcular de la siguiente manera:

$$v_{(i, \text{máx})} = \lambda / (2 \cdot n \cdot T_m) = \lambda^2 \cdot 1 / (n \cdot T_m)$$

Los intervalos de resolución inequívocos del sistema están determinados por el ancho de banda del radar. La resolución de frecuencia del receptor está determinada por el período de modulación, por lo tanto, la resolución del alcance del radar LFM es una función tanto del ancho de banda chirp como del período de modulación. Para los sistemas que el alcance entre intervalos acumulará la fase hasta que se registre un ciclo completo, momento en el que se ha alcanzado el siguiente intervalo de alcance.

A medida que el operador escanea al individuo, una pantalla 80 se actualiza indicando las regiones de cobertura, como se ilustra en la Figura 8. El operador verá una actualización en tiempo real del escaneo adquirido con indicaciones en pantalla 82 donde las áreas del cuerpo han sido escaneadas y donde el cuerpo todavía puede necesitar ser escaneado. La información de pantalla es útil para ayudar al operador del dispositivo a asegurarse de que se hayan escaneado todas las superficies del cuerpo. Una simple realización de este concepto es mostrar una silueta del cuerpo en blanco y negro o escala de grises para indicar las áreas del cuerpo que han sido escaneadas.

En la aplicación de ejemplo, el escáner portátil permitirá escanear rápidamente grandes volúmenes de clientes completamente vestidos y lo hará a una fracción del costo de la unidad de escáner basada en quiosco existente. Un beneficio significativo de esta tecnología es que la unidad portátil no estará restringida en una orientación fija con respecto al sujeto, por lo tanto, se pueden realizar mediciones desafiantes en áreas del cuerpo que, de otro modo, serían difíciles de realizar con una estructura fija. Adicionalmente, la combinación de dos sistemas de medición espacial que trabajan de manera cooperativa puede proporcionar una reproducción de mayor fidelidad de la dimensionalidad del individuo.

Si bien la invención se describe aquí en el contexto de una aplicación de ejemplo de ajuste de prendas, se reconoce que el sistema puede utilizarse para determinar medidas de tamaño para otros objetos de forma irregular y usarse en otras aplicaciones que utilizan medidas de tamaño de un objeto con forma irregular.

Estas y otras ventajas de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la memoria descriptiva anterior. En consecuencia, los expertos en la materia reconocerán que se pueden realizar cambios o modificaciones en las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse de los amplios conceptos inventivos de la invención. Por lo tanto, debe entenderse que la presente invención no se limita a las realizaciones particulares descritas en el presente documento, sino que pretende incluir todos los cambios y modificaciones que están dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones.

# REIVINDICACIONES

1. Un sistema de escáner de mano (10) para obtener el tamaño de un objeto con forma irregular (12), comprendiendo el sistema:  
5        un alojamiento (14),  
         un módulo óptico (30) que incluye al menos un sensor óptico 3D configurado para generar datos de nube de puntos 3D que representan (A) una superficie de al menos un artículo que cubre al menos una primera porción del objeto con forma irregular y (B) una superficie de una segunda porción de la superficie del objeto con forma irregular;  
10        un módulo de radar (40) que incluye al menos un sensor de radar configurado para generar datos de radar utilizados para detectar un espacio entre el alojamiento (14) y al menos una superficie de la primera porción del objeto con forma irregular (12) que está cubierta por el al menos un artículo; y  
         un procesador que recibe los datos de la nube de puntos 3D del módulo óptico y los datos del radar del módulo del radar, utiliza los datos de nube de puntos 3D que representan (A) limitar la solución de información de alcance de un algoritmo de radar calculada a partir de los datos de radar a un área próxima a al menos un artículo que cubre el objeto con forma irregular, y crea un mapa que representa las dimensiones del cuerpo del objeto con forma irregular basándose en los datos de la nube de puntos 3D y la solución de alcance limitado, en donde el procesador mantiene un vector de estado con respecto a un marco de referencia de coordenadas fijas y con respecto al cuerpo del objeto con forma irregular, comprendiendo el vector de estado información que especifica una orientación, traslación y rotación del sistema de escáner de mano; y en donde la información de alcance se actualiza utilizando el vector de estado y compensaciones físicas conocidas de elementos de antena con respecto a un centro de gravedad del sistema de escáner de mano.  
15        2. El sistema de escáner de mano (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el objeto con forma irregular es un individuo y el al menos un artículo es una prenda que lleva puesta el individuo.  
20        3. El sistema de escáner de mano (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el módulo de radar (40) opera en cualquier banda de 1 GHz a 1 THz.  
25        4. El sistema de escáner de mano (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el al menos un sensor de radar incluye una combinación de antena de un elemento de transmisión y un elemento de recepción.  
30        5. El sistema de escáner de mano de acuerdo con la reivindicación 4, en donde al menos una porción de los datos de radar se obtiene mientras el sistema de escáner de mano se enfoca en un área específica del objeto con forma irregular.  
35        6. El sistema de escáner de mano de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el módulo de radar (40) incluye al menos dos sensores de radar con elementos de transmisión (52) y elementos de recepción (54) asociados que tienen una separación relativa de 1:1:2.  
40        7. El sistema de escáner de mano de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información del vector de estado se determina utilizando los datos de sensor disponibles de una unidad de medición inercial.  
45        8. El sistema de escáner de mano (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema de escáner de mano (10) está configurado para comunicarse con un procesador anfitrión.  
         9. El sistema de escáner de mano (10) de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el procesador envía el mapa creado al procesador anfitrión.  
50        10. El sistema de escáner de mano (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el alojamiento (14) define un mango.  
         11. El sistema de escáner de mano (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema de escáner de mano está configurado para proporcionar retroalimentación a un operador.  
55        12. El sistema de escáner de mano (10) de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la retroalimentación es háptica, auditiva, visual o una combinación de las mismas.

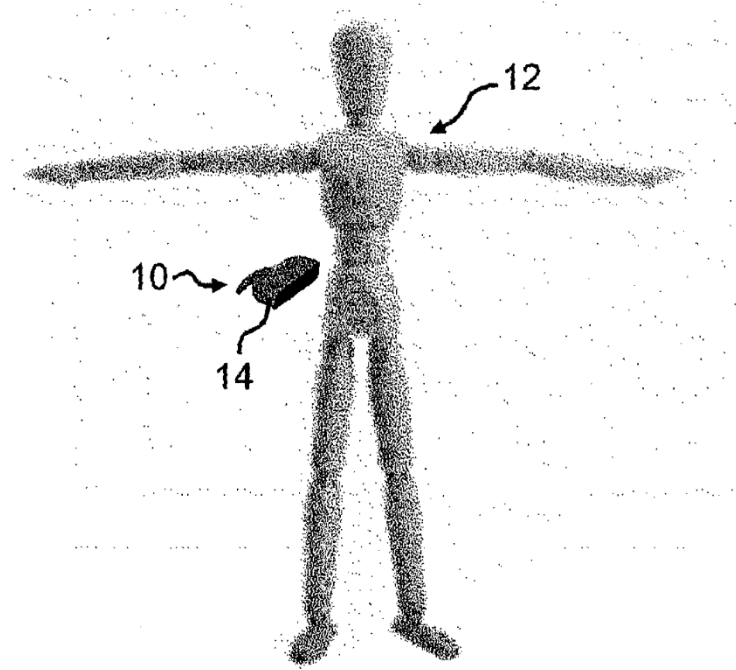


Fig. 1



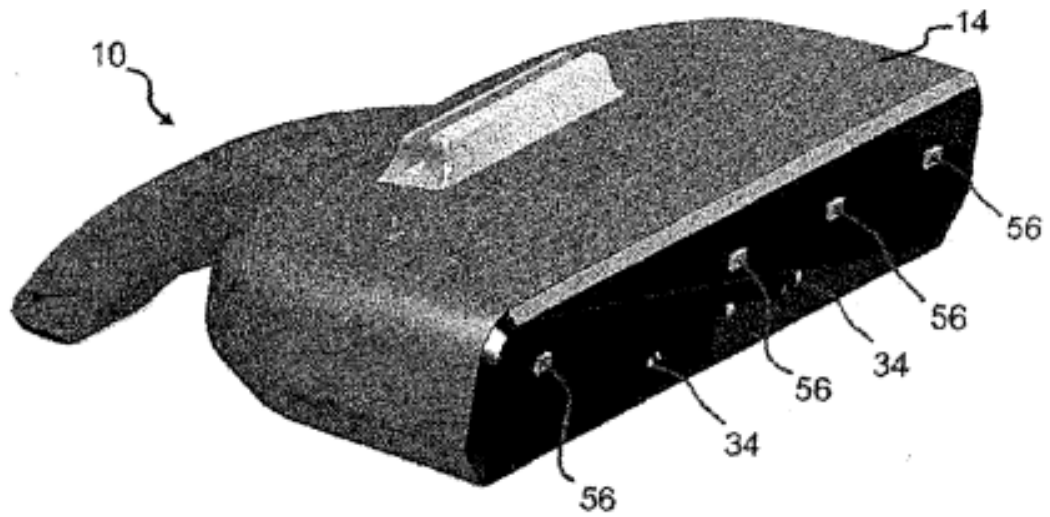


Fig. 2

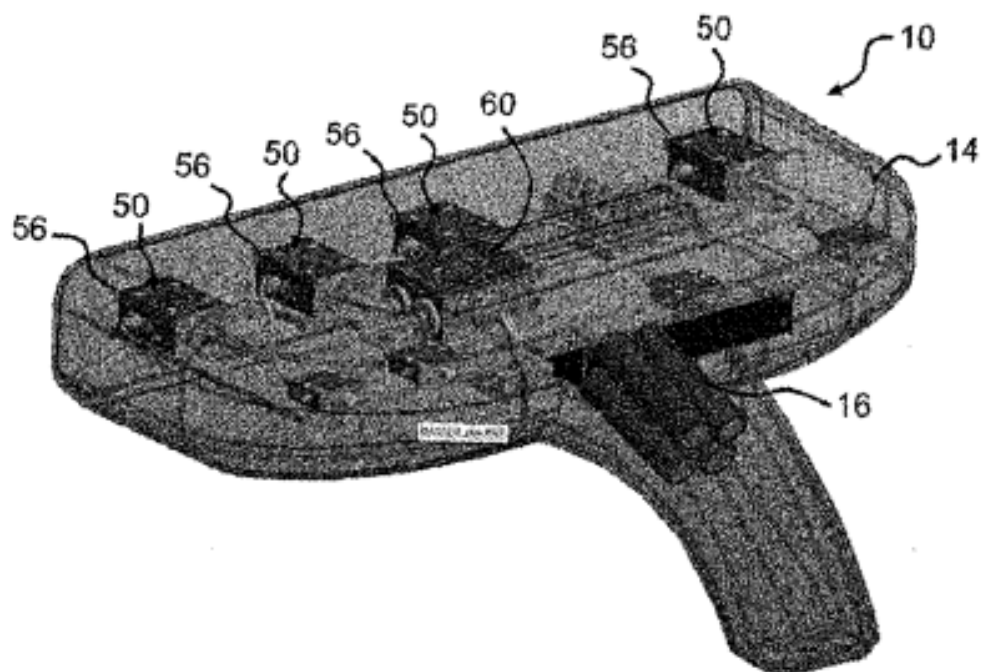
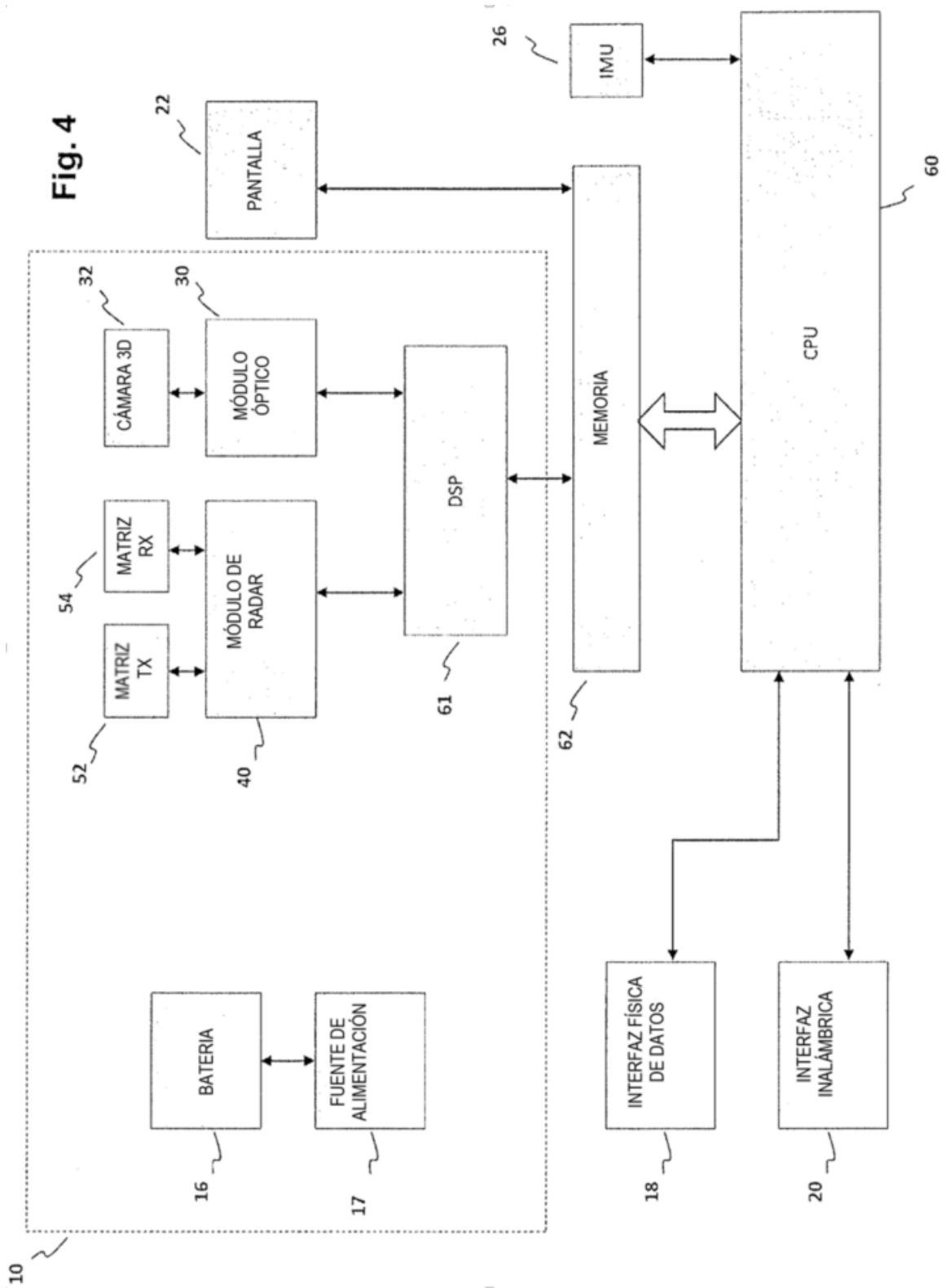


Fig. 3



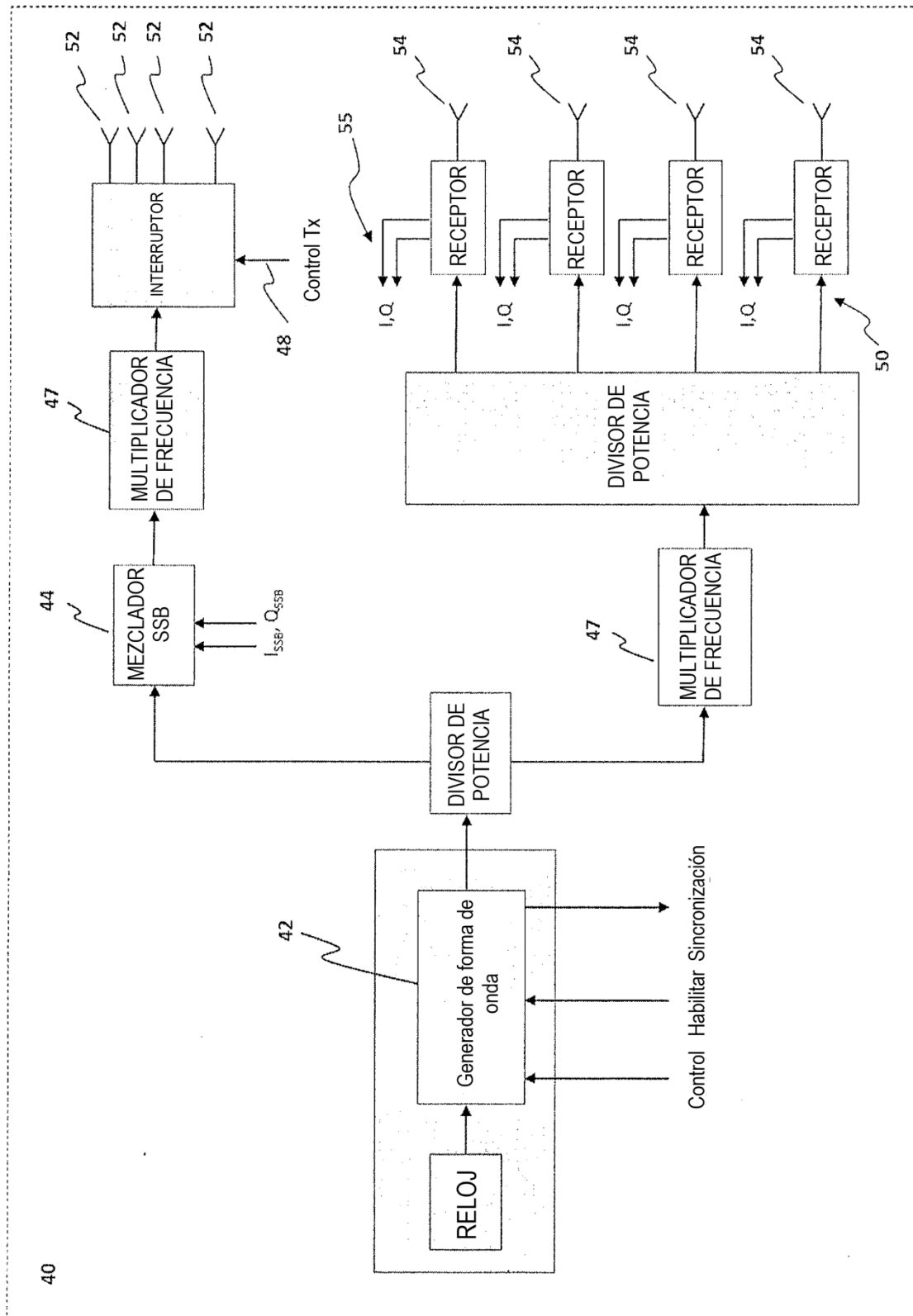
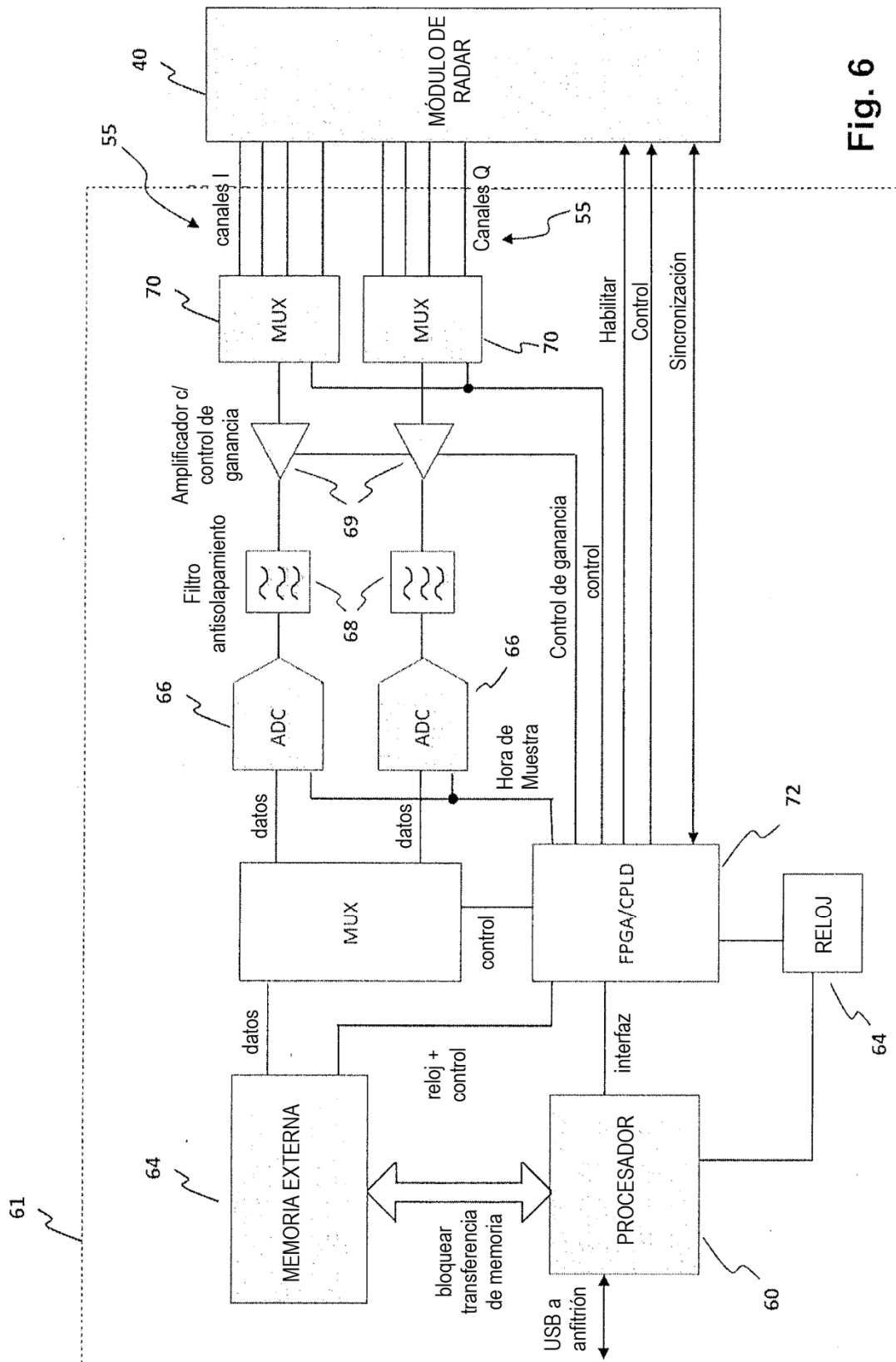


Fig. 5



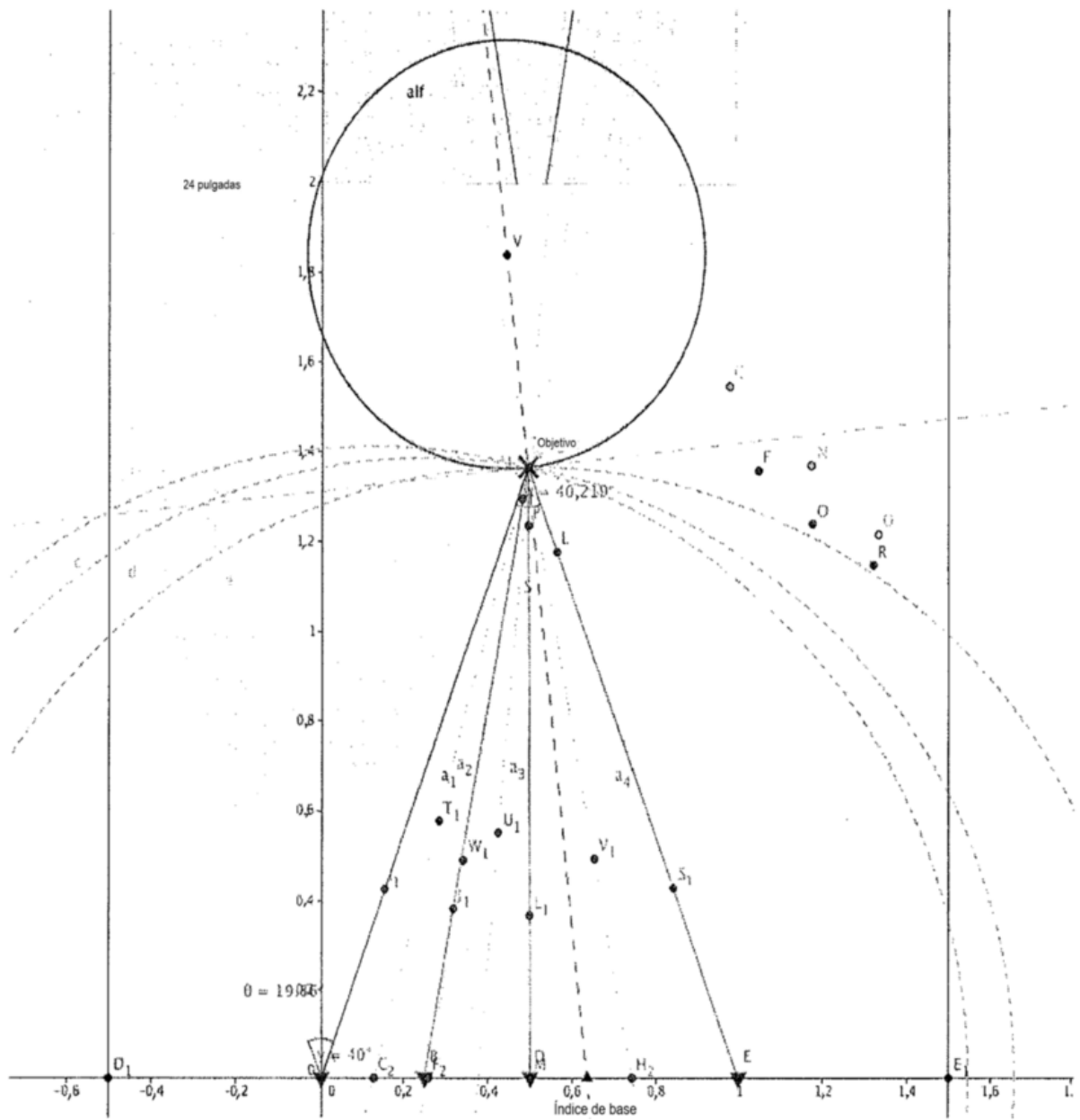


Fig. 7

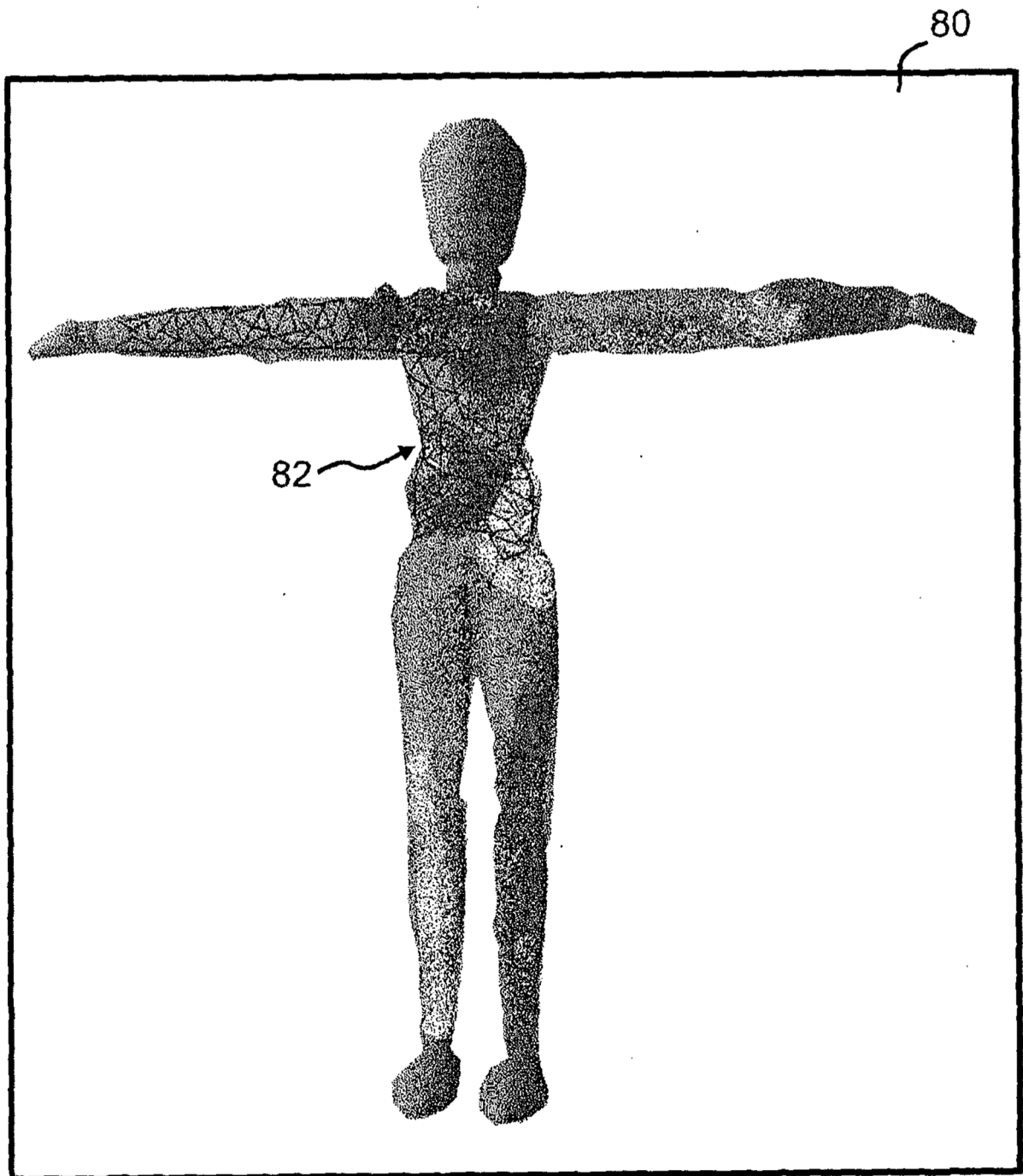


Fig. 8