

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 151**

51 Int. Cl.:

G01S 5/02 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.06.2016 PCT/US2016/037817**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2016 WO16205478**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2016 E 16734100 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 3311186**

54 Título: **Sistemas y métodos para localizar objetos dentro de un espacio**

30 Prioridad:

16.06.2015 US 201514740383

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

19.03.2020

73 Titular/es:

**SENSORMATIC ELECTRONICS, LLC (100.0%)
6600 Congress Avenue
Boca Raton, FL 33487, US**

72 Inventor/es:

**RAYNESFORD, STEVEN JAMES y
GATHRIGHT, DAVID SCOTT**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 749 151 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 localizar objetos dentro de un espacio

5 Campo de la invención

Este documento se refiere en general a sistemas basados en comunicación inalámbrica. Más particularmente, este documento se refiere a sistemas y métodos para localizar etiquetas dentro de un espacio.

10 Antecedentes de la invención

La tecnología de balizas existente proporciona puntos de referencia de navegación y ubicación para ayudar a un dispositivo en la determinación de su propia posición o ubicación. Balizas basadas en Infrarrojos ("IR"), BlueTooth®, puntos de acceso Wi-Fi, satélites de Sistema de Posicionamiento Global ("GPS"), códigos de Respuesta Rápida ("QR"), tiempo de vuelo de Banda Ultra Ancha ("UWB") y mapas de contorno de campo magnético se usan todos como puntos de referencia conocidos para informar a un dispositivo (tal como un teléfono móvil) de su propia ubicación. Los sistemas que derivan ubicación de cuadrícula fina con poca o ninguna dependencia en GPS se denominan comúnmente como Servicios Basados en Ubicación ("LBS") o Sistemas de Posicionamiento en Interiores ("IPS"). Estos sistemas se usan para inferir la ubicación de otros objetos que se sabe que están cerca. Por ejemplo, si un dispositivo se determina que está en la posición x, entonces un objeto que se sabe que está dentro de una distancia de y unidades del dispositivo ubicado se infiere que está dentro de y unidades de la posición x. Estos sistemas requieren interacción con el dispositivo que se ubica y no son adecuados para integración con etiquetas de Identificación por Frecuencia de Radio ("RFID").

Se usan técnicas de triangulación para determinar la posición de otro objeto basándose en información recopilada mediante observaciones del objeto desde una o más ubicaciones conocidas. Triangulación celular, triangulación de Wi-Fi y diversas técnicas de estudio del terreno recopilan toda información (tal como dirección al objeto y/o intensidad de señal desde el objeto) desde una o más posiciones de referencia y derivan una aproximación de la ubicación de ese objeto. Esto requiere tener múltiples puntos de observación con posiciones conocidas. Cuando más amplia sea el área de objetos desconocidos, mayor será el número de puntos de observación necesarios para conseguir una cierta precisión.

La RFID pasiva se usa ampliamente para evaluación de inventario, proporcionando a un lector de RFID con información acerca de la presencia de una etiqueta de RFID, pero escasa en la forma de la posición de la etiqueta de RFID más allá de una dirección aproximada e información de intensidad de señal a partir de la cual podrían inferirse ubicaciones aproximadas. A menudo, una etiqueta de RFID se lee correctamente, pero la dirección e información de intensidad de señal derivadas están corrompidas debido a distorsiones de múltiples trayectorias y de lóbulo de lado de antena. El ancho de haz ancho de la antena del lector de RFID limita la precisión direccional. La orientación de la antena de la etiqueta de RFID en relación con la antena del lector de RFID tiene una influencia similar en el Indicador de Intensidad de Señal Recibida ("RSSI") como tiene la distancia, es decir, una etiqueta de RFID cerca girada de lado al lector de RFID puede tener una señal de retorno menor que una etiqueta de RFID distante con una orientación favorable hacia el lector de RFID. Este potencial para inversión de distancia limita el valor de RSSI en la determinación de la posición real de una etiqueta de RFID basándose en una única etiqueta leída.

Conjuntos de antenas con lectores de RFID proporcionan resolución más fina pero se escalan deficientemente, son caros, difíciles de desplegar y difíciles de cambiar. El uso de antenas dirigidas por haz tales como X-Array y Sensormatic IDSM-1000 e IDA-3100 puede configurarse para proporcionar ángulo relativo de la etiqueta de RFID a la posición/ubicación de la antena o etiqueta de RFID en un punto de estrangulamiento.

El documento WO01/06401A1 define colocar una etiqueta de inventario por medio de varias mediciones de un lector de RFID que comprende un cono de lector con posición y orientación conocidas.

Sumario de la invención

La presente divulgación se refiere a la implementación de sistemas y métodos para determinar una ubicación de un objeto dentro de un espacio. Los métodos comprenden: generar datos de medición de referencia inercial mediante un dispositivo de Referencia de Actitud y Rumbo ("AHR") que es útil para determinar una posición de un lector de RFID dentro del espacio en cada uno de una pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID; realizar operaciones por el lector de RFID para leer una pluralidad de etiquetas de inventario de RFID una o más veces; procesar los datos de medición de referencia inercial para determinar al menos una estimación de posición de lector de RFID en tiempos de cada lectura de dichas etiquetas de inventario de RFID; y definir una pluralidad de conos asociados a cada una de dicha pluralidad de etiquetas de inventario de RFID. Cada cono tiene (a) un vértice que es la estimación de posición de lector de RFID en un respectivo momento de la pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID, (b) un ángulo que está en proporción inversa a una intensidad de señal de una señal recibida desde una respectiva etiqueta de inventario de RFID de la pluralidad de etiquetas de inventario de RFID, y (c) una

orientación que es la misma que una orientación de la antena de lector de RFID en el respectivo momento de la pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID. Los conos se correlacionan a continuación con un modelo. El modelo puede incluir, pero sin limitación, un modelo físico, un modelo matemático o un modelo gráfico. El modelo se analiza para identificar al menos un conjunto de conos que se solapan entre sí y se asocian a lecturas para una respectiva etiqueta de inventario de RFID de la pluralidad de etiquetas de inventario de RFID. Se deriva a continuación una estimada de posición para la respectiva etiqueta de inventario basándose en porciones de intersección de los conos en el conjunto de conos que se identificó anteriormente, en el que cada cono de la pluralidad de conos tiene una orientación que es la misma que la orientación del lector de RFID en el respectivo momento de la pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID.

En algunos escenarios, los métodos también implican: realizar operaciones por el lector de RFID para leer al menos una etiqueta de localizador de RFID una o más veces; y corregir errores de la estimación de posición de lector de RFID usando una ubicación conocida de una etiqueta de localizador de RFID. Pueden descartarse conos que (a) no se solapan con al menos otro cono en el modelo, (b) tienen un ángulo mayor que un valor umbral, o (c) no solapan un cono asociado a una intensidad de señal recibida más intensa.

En esos u otros escenarios, la estimada de posición derivada para la respectiva etiqueta de inventario se refina usando al menos una regla predefinida que limita una ubicación válida para un objeto al que se fija la respectiva etiqueta de inventario. Adicionalmente o como alternativa, las etiquetas de inventario de RFID son altamente legibles únicamente desde un alcance limitado y preestablecido de posiciones de lector de RFID y tienen una respuesta débil o ninguna respuesta fuera de ese alcance limitado.

Descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones con referencia a las siguientes figuras de dibujos, en las que números similares representan artículos similares a lo largo de todas las figuras, y en las que:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema ilustrativo que es útil para el entendimiento de la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de una arquitectura ilustrativa para un lector de mano.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de una arquitectura ilustrativa para un servidor.

La Figura 4 es una ilustración esquemática de un cono ilustrativo.

La Figura 5 es una ilustración esquemática que muestra la intersección de tres conos que estrecha la posible ubicación de una etiqueta de inventario de RFID.

Las Figuras 6A-6B (colectivamente denominadas en este documento como "la Figura 6") proporcionan un diagrama de flujo de un método ilustrativo para determinar posiciones y/o ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID dentro de un espacio de inventario.

Descripción detallada de la invención

Se entenderá fácilmente que los componentes de las realizaciones según se describen en general en este documento e ilustran en las figuras adjuntas podrían disponerse y diseñarse en una amplia variedad de diferentes configuraciones. Por lo tanto, la siguiente descripción más detallada de diversas realizaciones, según se representa en las figuras, no pretende limitar el alcance de la presente divulgación, sino que es meramente representativa de diversas realizaciones. Mientras los diversos aspectos de las realizaciones se representan en dibujos, los dibujos no necesariamente se han dibujado a escala a no ser que se indique específicamente.

La presente invención puede incorporarse en otras formas específicas sin alejarse de su espíritu o características esenciales. Las realizaciones descritas tienen que considerarse en todos los aspectos únicamente como ilustrativas y no restrictivas. El alcance de la invención se indica, por lo tanto, mediante las reivindicaciones adjuntas en lugar de mediante esta descripción detallada. Todos los cambios que entran dentro del significado y alcance de equivalencia de las reivindicaciones deben incluirse dentro de su ámbito.

Referencia a lo largo de esta memoria descriptiva a características, ventajas o lenguaje similar no implica que todas las características y ventajas que pueden realizarse con la presente invención deberían estar o están en cualquier realización única de la invención. En su lugar, lenguaje que hace referencia a las características y ventajas se entiende que significa que una prestación, ventaja o característica específica descrita en conexión con una realización se incluye en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, descripciones de las características y ventajas y lenguaje similar a lo largo de la memoria descriptiva pueden referirse, pero no necesariamente, a la misma realización.

Adicionalmente, las características descritas, ventajas y características de la invención pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. Un experto en la técnica pertinente reconocerá, en vista de la descripción en este documento, que la invención puede practicarse sin una o más de las características específicas o ventajas de una realización particular. En otros casos, características y ventajas adicionales pueden reconocerse en ciertas realizaciones que pueden no estar presentes en todas las realizaciones de la invención.

Referencia a lo largo de esta memoria descriptiva a "una realización", "una realización" o lenguaje similar significa que una prestación, estructura o característica descrita en conexión con la realización indicada se incluye en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, las frases "en una realización", "en una realización", y lenguaje similar a lo largo de esta memoria descriptiva pueden, pero no necesariamente, referirse todas a la misma realización.

Según se usa en este documento, la forma singular "un", "una", "el" y "la" incluyen referencias plurales a menos que el contexto dicte claramente de otra manera. A no ser que se definan de otra manera, todos los términos técnicos y científicos usados en este documento tienen los mismos significados según se entienden comúnmente por un experto en la materia. Como se usa en este documento, la expresión "que comprende" significa "que incluye, pero sin limitación".

La presente divulgación se refiere sistemas y métodos para localizar objetos o artículos (por ejemplo, etiquetas de inventario de RFID) dentro de una instalación. Los métodos generalmente implican determinar posiciones y ubicaciones puntuales y precisas de inventario en la instalación mientras se minimiza la inversión con nuevo equipo, coste de instalación e impacto en la visualización de bienes del propietario del negocio. El término "posición", como se usa en este documento, se refiere a una coordinada específica dentro de un sistema de referencia (tal como un espacio de inventario expresado como coordenadas x, y y z). El término "ubicación", como se usa en este documento, se refiere a una posición con nombre específica (por ejemplo, a toda una estantería o barra, o a una estación, espacio o sala). Implementaciones de los métodos novedosos no requieren instalación de cable, mantenimiento de dispositivos alimentados, una trayectoria o patrón estricto que debe seguir un operador cuando usa un lector de mano, y/o dispositivos de localizador inalámbricos adicionales que deben escanearse por el lector de mano para determinar ubicaciones de etiqueta de inventario de RFID dentro de la instalación.

Como tal, los sistemas comprenden etiquetas de localizador de RFID, un dispositivo de AHR fijado al lector de mano, y una Plataforma de Cálculo Escalable ("SCP"). Las etiquetas de localizador de RFID definen un sistema de referencia fijo en una instalación para determinar ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID en una instalación. Por consiguiente, las etiquetas de localizador de RFID se ubican estratégicamente en ubicaciones fijas dentro de la instalación. Por ejemplo, las etiquetas de localizador de RFID puede situarse en cada extremo de equipo de visualización (por ejemplo, una estantería). La SCP convierte datos sin procesar en una base de datos de posiciones y ubicaciones asociadas a cada lectura de etiqueta de inventario de RFID por el lector de mano.

En particular, en algunos escenarios, las etiquetas de localizador de RFID comprenden etiquetas de inventario de RFID fijadas a piezas de inventario y que tienen posiciones anteriormente determinadas con valores que tienen una cierta precisión. Estas etiquetas de inventario de RFID están sujetas a moverse en cualquier momento, pero son útiles en el contexto de cada barrido de inventario.

El dispositivo de AHR proporciona un medio de referencia inercial para determinar orientación y posición de la antena de un lector de mano en un espacio tridimensional. En este sentido, la AHR genera mediciones de aceleración lineal, tasa de rotación y campo magnético local. El dispositivo de AHR también puede derivar una orientación absoluta del mismo en relación con un marco de referencia fijo (por ejemplo, un sistema basado en la Tierra de altitud norte-este). La posición absoluta puede derivarse a partir de los datos de medición, pero la deriva puede ser severa debido a la dificultad de separar la aceleración gravitacional de la Tierra de las relativamente pequeñas aceleraciones de los movimientos del dispositivo de AHR. Son comunes errores en las posiciones estimadas del dispositivo de AHR que acumula error de posición de treinta con cuarenta y ocho (30,48) metros (cien (100) pies) en diez (10) segundos del dispositivo de AHR. El error de posición proviene de la doble interrogación de errores en datos de aceleración a medida que el error de posición crece exponencialmente con el tiempo. Si pueden hacerse correcciones en intervalos de tiempo relativamente cortos, el error posicional puede limitarse. Existen otros métodos de corrección de las estimadas de posición inicial, incluyendo mediciones de marcha. Existen correcciones adicionales propuestas a continuación basándose en etiquetas de ubicación de RFID de referencia.

El procesamiento de los datos usa las observaciones de las etiquetas de localizador de RFID de referencia conocidas para corregir las estimadas de posición iniciales generadas por la SCP. Las estimadas de posición corregidas se usan para determinar la posición y/o ubicación de otras etiquetas de inventario de RFID leídas durante el mismo escaneo de inventario. Esta información de posición y/o ubicación es útil para muchos propósitos. Por ejemplo, la información de ubicación puede usarse para micro ubicar artículos durante un proceso de inventario. Conocer ubicaciones de artículos precisas dentro de una instalación sería una gran característica para un almacén, minorista, hospitales y otras aplicaciones en las que se necesita el rastreo de artículos o personas. Por ejemplo, puede conseguirse el rastreo de empleados y/o equipo (a) empleando un lector de RFID ponible o fijado y (b) usando proximidad a etiquetas de localizador de RFID y etiquetas de inventario de RFID como un intermediario para

una ubicación real del empleado o equipo.

Sistemas ilustrativos

5 Haciendo referencia ahora a la Figura 1, se proporciona una ilustración esquemática de un sistema ilustrativo **100** que es útil para el entendimiento de la presente invención. La presente invención se describe en este documento en relación con un entorno de tienda minorista. La presente invención no se limita en este sentido, y puede usarse en otros entornos. Por ejemplo, la presente invención puede usarse en centros de distribución, fábricas y otros entornos comerciales. En particular, la presente invención puede emplearse cualquier entorno en el que necesitan ubicarse
10 y/o rastrearse objetos y/o artículos.

El sistema **100** se configura generalmente para permitir localización de objeto mejorada dentro de una instalación usando RFID y tecnologías de sensores. Como se muestra en la Figura 1, sistema **100** comprende una instalación de tienda minorista ("RSF") **128** en la que se dispone el equipo de visualización **102₁-102_M**. El equipo de
15 visualización se proporciona para visualizar objetos (o artículos) **110₁-110_N**, **116₁-116_n**, a clientes de la tienda minorista. El equipo de visualización puede incluir, pero sin limitación, estanterías, vitrinas de artículos, visualizadores promocionales, áreas de seguridad de accesorios o equipo de la RSF **128**. La RSF también puede incluir equipo de emergencias (no mostrado), mostradores de pago y un sistema de EAS (no mostrado). Equipo de emergencias, mostradores de pago y sistemas de EAS se conocen bien en la técnica y, por lo tanto, no se
20 describirán en este documento.

Las etiquetas de localizador de RFID **106₁,..., 106_x**, se ubican en ubicaciones estratégicas dentro de la RSF **128** y se orientan para leerse fácilmente. En algunos escenarios, las etiquetas de localizador de RFID se disponen en el
25 equipo de visualización **102₁-102_M** (como se muestra en la Figura 1) de una manera que evita movimiento involuntario de las mismas. Adicionalmente o como alternativa, las etiquetas de localizador de RFID se disponen en equipo de emergencias, mostradores de pago, paredes, techos y/o equipo de sistema de EAS (por ejemplo, pedestales cerca de y entrada/salida de la RSF). Las etiquetas de localizador de RFID se conocen bien en la técnica y, por lo tanto, no se describirán en este documento. Aún, debería entenderse que las etiquetas de localizador de RFID generalmente se configuran para facilitar una determinación periódica o continua de ubicaciones de los objetos
30 dentro de la RSF **128**.

Cada etiqueta de localizador de RFID **106₁,..., 106_x** tiene un ID de localizador único asociado a la misma. Cuando el lector de mano **120** lee una etiqueta de localizador de RFID, obtiene el ID de localizador único de la misma. Los ID
35 de localizador únicos se usan a continuación para obtener información que especifica ubicaciones conocidas de las etiquetas de localizador de RFID. En este sentido, debería entenderse que información que especifica las ubicaciones conocidas de las etiquetas de localizador de RFID en espacio tridimensional se almacena en un almacenamiento de datos **126**, puede codificarse en el ID de localizador único, o puede almacenarse en otra ubicación en la etiqueta memoria. Esta información puede almacenarse en el almacenamiento de datos **126** usando un servidor **124** y/o una memoria del lector de mano. El servidor **124** se describirá en más detalle a continuación en
40 relación con la Figura 3. Aún, debería entenderse que servidor **124** y/o lector de mano se configura o configuran para realizar operaciones para: determinar estimadas de posición para el lector de mano dentro de la instalación en una pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de inventario de RFID; y usando estas estimadas de posición determinadas para derivar la posiciones y/o ubicaciones de las etiquetas de inventario de RFID **112₁,..., 112_N**, **118₁,..., 118_N** dentro de la instalación. Las ubicaciones conocidas de las etiquetas de localizador de RFID se usan para corregir errores en estimadas de posición determinadas para el lector de mano.
45

Las etiquetas de localizador de RFID **106₁,..., 106_x** también pueden tener un patrón de respuesta electromagnética angular al lector de mano **120**. También puede precodificarse información adicional en cada etiqueta de localizador
50 de RFID **106₁,..., 106_x**. La información adicional puede incluir, pero sin limitación, una notación de que una etiqueta de RFID es una etiqueta de localizador de RFID, una posición de la etiqueta de localizador de RFID dentro de un espacio de inventario y/o una ubicación de la etiqueta de localizador de RFID dentro de un espacio de inventario. La expresión "espacio de inventario", como se usa en este documento, se refiere a un marco de referencia final de información de ubicación de etiqueta de inventario de RFID. Un espacio de inventario puede tener límites o restricciones para definir la extensión de las etiquetas de inventario de RFID mantenidas en un inventario (por
55 ejemplo, las paredes de una tienda excluyen etiquetas de inventario de RFID en una tienda adyacente).

Las etiquetas de inventario de RFID y etiquetas de localizador de RFID se describen en este documento como que comprenden etiquetas de una sola tecnología que únicamente tienen capacidad RFID. La presente invención no se limita en este sentido. Las etiquetas de inventario de RFID y de localizador pueden como alternativa o
60 adicionalmente comprender etiquetas de tecnología dual que tienen tanto capacidades EAS como RFID. Adicionalmente, las etiquetas de inventario de RFID y etiquetas de localizador de RFID pueden ser dispositivos pasivos o activos.

Mientras el lector de mano **120** escanea la RSF **128**, registra cierta información en una memoria interna (no mostrada en la Figura 1) y/o un almacenamiento de datos externo **126** junto con indicaciones de tiempo. Esta
65 información incluye, pero sin limitación, datos de cada lectura de etiqueta de inventario de RFID, controlando los

parámetros la lectura de etiqueta de inventario de RFID, valores de mediciones relacionados con el proceso de lectura y datos de medición de dispositivo de AHR (también denominado en este documento como "datos de medición de referencia inercial"). Los datos de medición de AHR se obtienen mediante un dispositivo de AHR 150 fijado al lector de mano **120**. El dispositivo de AHR **150** se fija al lector de mano **120** de tal forma que no existe movimiento relativo entre la antena del lector de mano (no mostrada en la Figura 1) y el dispositivo de AHR **150** durante operaciones de escaneo o lectura de etiquetas. Los datos de medición de AHR incluyen datos de medición de aceleración, datos de medición de rotación y datos de medición de campo magnético. Los datos de medición de AHR se recopilan en cada punto que se leen datos de cada etiqueta de inventario de RFID **112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** y/o etiqueta de localizador de RFID **106₁,..., 106_x**. Durante un escaneo de inventario, se hacen y registran una o más observaciones de cada etiqueta de RFID **106₁,..., 106_x, 112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** en un espacio de inventario. Debido a la naturaleza de barrido de exploración con el lector de mano **120**, cada observación se hace desde una posición y orientación únicas del lector de mano **120**.

Cuando el escaneo de inventario se finaliza, los datos recopilados se procesan para derivar la posición y ubicación de cada una de las etiquetas de inventario de RFID **112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** en el espacio de inventario. Datos de las observaciones del dispositivo de AHR se usan para derivar una estimada inicial de trayectoria (secuencia de posiciones) y orientaciones del lector de mano **120**. La posición inicial o corregida del lector de mano **120** pueden interpolarse a continuación para conocer su posición y orientación en cada lectura de una etiqueta de inventario de RFID **112₁,..., 112_n, 118₁,..., 118_n**. La posición de la etiqueta de inventario de RFID **112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** puede estimarse a continuación basándose en la posición estimada del lector de mano **120** en el momento de cada lectura en combinación con los datos registrados con esa observación de la etiqueta de inventario de RFID **112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** (por ejemplo, la hora, los datos de etiqueta decodificados, el Indicador de Intensidad de Señal Recibida ("RSSI"), la potencia de RF, la frecuencia de RF, polaridad de antena, ancho de haz, orientación, la posición del lector de mano, la posición de la antena del lector de mano se usan para determinar una estimada de la posición de la etiqueta de RFID).

El procesamiento de datos puede ser iterativo y adaptivo. En un proceso iterativo, la primera pasada a través de los datos observados construye un modelo de posiciones de etiqueta de RFID y de lector de mano durante el escaneo a través del espacio de inventario. Posteriores escaneos usan este modelo como un punto de partida para mejorar las estimadas de todas las posiciones de un modelo de mínima energía o entropía que usa recocido simulado, modelización de la física y otro solucionador de sistemas iterativos.

Haciendo referencia ahora a la Figura 2, se proporciona un diagrama de bloques detallado de una arquitectura ilustrativa para un lector de mano **200**. El lector de mano **120** de la Figura 1 es el mismo que o similar al lector de mano **200**. Como tal, la descripción del lector de mano **200** es suficiente para entender el lector de mano **120**.

El lector de mano **200** puede incluir más o menos componentes que los mostrados en la Figura 2. Sin embargo, los componentes mostrados son suficientes para divulgar una realización ilustrativa que implementa la presente invención. Algunos o todos los componentes del lector de mano **200** pueden implementarse en hardware, software y/o una combinación de hardware y software. El hardware incluye, pero sin limitación, uno o más circuitos electrónicos. El circuito electrónico puede comprender componentes pasivos (por ejemplo, condensadores y resistencias) y componentes activos (por ejemplo, procesadores) dispuestos y/o programados para implementar los métodos divulgados en este documento.

La arquitectura de hardware de la Figura 2 representa una realización de un lector de mano **200** representativo configurado para facilitar localización de objeto mejorado dentro de una RSF (por ejemplo, la RSF **128** de la Figura 1). En este sentido, el lector de mano **200** comprende un dispositivo con capacidad RF **250** para permitir que se intercambien datos con un dispositivo externo (por ejemplo, etiquetas de localizador de RFID **106₁,..., 106_x** y/o etiquetas de inventario de RFID **112₁,..., 112_n, 118₁,..., 118_n** de la Figura 1) a través de tecnología de RF. Los componentes **204-216** mostrados en la Figura 2 pueden denominarse colectivamente en este documento como el dispositivo con capacidad RF **250**, e incluyen una fuente de alimentación **212** (por ejemplo, una batería).

El dispositivo con capacidad RF **250** comprende una antena **202** para permitir que se intercambien datos con el dispositivo externo a través de tecnología de RF (por ejemplo, tecnología de RFID u otra tecnología basada en RF). El dispositivo externo puede comprender etiquetas de localizador de RFID **106₁,..., 106_x** de la Figura 1 y/o etiquetas de inventario de RFID **112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** de la Figura 1. En este caso, la antena **202** se configura para transmitir señales de portadora de RF (por ejemplo, señales de interrogación) a los dispositivos externos listados, y/o transmitir señales de respuestas de datos (por ejemplo, señales de respuesta de autenticación) generadas por el dispositivo con capacidad RF **250**. En este sentido, el dispositivo con capacidad RF **250** comprende un transceptor de RF **208**. Los transceptores de RFID se conocen bien en la técnica y, por lo tanto, no se describirán en este documento. Sin embargo, debería entenderse que el transceptor de RF **208** recibe señales de RF que incluyen información del dispositivo de transmisión, y reenvía la misma a un controlador lógico **210** para extraer la información de la misma.

En particular, la memoria **204** puede ser una memoria volátil y/o una memoria no volátil. Por ejemplo, la memoria **204** puede incluir, pero sin limitación, una Memoria de Acceso Aleatorio ("RAM"), una Memoria de Acceso Aleatorio

Dinámica ("DRAM"), una Memoria de Acceso Aleatorio Estática ("SRAM"), una Memoria de Solo Lectura ("ROM") y/o una memoria flash. La memoria **204** también puede comprender memoria no segura y/o memoria segura. La frase "memoria no segura", como se usa en este documento, se refiere a una memoria configurada para almacenar datos en forma de texto plano. La frase "memoria segura", como se usa en este documento, se refiere a una memoria configurada para almacenar datos de una forma cifrada y/o memoria que tiene o que se dispone en un cerramiento seguro o a prueba de manipulación.

Las instrucciones **222** se almacenan en memoria para ejecución por el dispositivo con capacidad RF **250** y eso provoca que el dispositivo con capacidad RF **250** realice una cualquiera o más de las metodologías de la presente divulgación. Las instrucciones **222** están generalmente operativas para facilitar determinaciones como dónde están ubicadas las etiquetas de inventario de RFID dentro de una instalación. Otras funciones del dispositivo con capacidad RF **250** serán evidentes a medida que la descripción progrese.

Un dispositivo de AHR **280** se fija al lector de mano **200**. El dispositivo de AHR **150** de la Figura 1 puede ser el mismo que o similar al dispositivo de AHR **280**. Como tal, la descripción de dispositivo de AHR **208** es suficiente para entender dispositivo de AHR **150**. El dispositivo de AHR **280** incluye uno o más sensores de cuantificación **282** de fenómenos tales como campo magnético, aceleración y rotación. El dispositivo de AE3R **280** se configura para procesar los datos de sensor para obtener una posición y orientación dentro de un marco de referencia. El término "marco de referencia", como se usa en este documento, se refiere a cualquier sistema de coordenadas consistente que puede transformarse a otro sistema de coordenadas.

La información extraída puede usarse para determinar la ubicación de etiquetas de inventario de RFID (por ejemplo, las etiquetas de inventario de RFID **112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** de la Figura 1) dentro de una instalación (por ejemplo, la RSF **128** de la Figura 1). En este sentido, la información extraída incluye los datos de RFID del dispositivo con capacidad RF **250** y la AHR e información de reloj en el lector de mano **200**. Por consiguiente, el controlador lógico **210** puede almacenar la información extraída en la memoria **204**, y ejecutar algoritmos usando la información extraída. Por ejemplo, el controlador lógico **210** puede realizar lecturas de etiqueta de inventario de RFID correlacionadas con lecturas de etiqueta de localizador de RFID para determinar la ubicación de las etiquetas de inventario de RFID dentro de la instalación.

Los dispositivos de salida **216** generalmente proporcionan un medio para emitir información a un usuario del lector de mano **200**. Por ejemplo, los dispositivos de salida **216** incluyen un visualizador en el que se visualizan gráficos que dirigen al usuario a una ubicación que necesita un mejor escaneo o a una ubicación en la que se ubica un artículo específico. También, pueden presentarse mapas al usuario a través del visualizador. Los mapas pueden incluir un mapa tridimensional que muestra las posiciones estimadas de las etiquetas de inventario de RFID dentro de una instalación virtual, y/o un mapa de calor superpuesto en una imagen de espacio de inventario que muestra la incertidumbre de posiciones de etiqueta de inventario de RFID. Adicionalmente o como alternativa, los dispositivos de salida **216** incluyen medios para revelar áreas bien escaneadas de una instalación, áreas deficientemente escaneadas y/o áreas no escaneadas de una instalación. La efectividad de los empleados en el escaneo puede derivarse a partir de la calidad de los datos escaneados en relación con los datos agregados de los escaneados de todos los empleados.

Haciendo referencia ahora a la Figura 3, se proporciona un diagrama de bloques detallado de una arquitectura ilustrativa para un servidor **300**. El servidor **124** de la Figura 1 es el mismo que o sustancialmente similar al servidor **300**. Como tal, la siguiente descripción del servidor **300** es suficiente para entender servidor **124**.

En particular, el servidor **300** puede incluir más o menos componentes que los mostrados en la Figura 3. Sin embargo, los componentes mostrados son suficientes para divulgar una realización ilustrativa que implementa la presente invención. La arquitectura de hardware de la Figura 3 representa una realización de un servidor representativo configurado para facilitar (a) la determinación de posiciones y ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID dentro de una instalación y/o (b) la provisión de un mapa tridimensional que muestra ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID (por ejemplo, las etiquetas de RFID **112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** de la Figura 1) dentro de una RSF (por ejemplo, la RSF **128** de la Figura 1). Como tal, el servidor **300** de la Figura 3 implementa al menos una porción de un método para proporcionar tales posiciones y ubicaciones de etiqueta de inventario de RFID de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

Algunos o todos los componentes del servidor **300** pueden implementarse como hardware, software y/o una combinación de hardware y software. El hardware incluye, pero sin limitación, uno o más circuitos electrónicos. Los circuitos electrónicos pueden incluir, pero sin limitación, componentes pasivos (por ejemplo, resistencias y condensadores) y/o componentes activos (por ejemplo, amplificadores y/o microprocesadores). Los componentes pasivos y/o activos pueden adaptarse para, disponerse para y/o programarse para realizar una o más de las metodologías, procedimientos o funciones descritas en este documento.

Como se muestra en la Figura 3, el servidor **300** comprende una interfaz de usuario **302**, una Unidad de Procesamiento Central ("CPU") **306**, un bus de sistema **310**, una memoria **312** conectada a y accesible por otras porciones de servidor **300** a través de bus de sistema **310**, y entidades de hardware **314** conectadas al bus de

sistema **310**. La interfaz de usuario puede incluir dispositivos de entrada (por ejemplo, un teclado **350**) y dispositivos de salida (por ejemplo, altavoz **352**, un visualizador **354**, y/o diodos de emisión de luz **356**), que facilitan interacciones de software de usuario para controlar las operaciones del servidor **300**.

- 5 Al menos algunas de las entidades de hardware **314** realizan acciones que implican acceso a y uso de la memoria **312**, que puede ser una Memoria de Acceso Aleatorio ("RAM"), un controlador de disco y/o una Memoria de Solo Lectura de Disco Compacto ("CD-ROM"). Las entidades de hardware **314** pueden incluir una unidad de disco **316** que comprende un medio de almacenamiento legible por ordenador **318** en el que se almacena uno o más conjuntos de instrucciones **320** (por ejemplo, código de software) configurado para implementar una o más de las
- 10 metodologías, procedimientos o funciones descritas en este documento. Las instrucciones **320** también pueden residir, completamente o al menos parcialmente, dentro de la memoria **312** y/o dentro de la CPU **306** durante la ejecución de las mismas por el servidor **300**. La memoria **312** y la CPU **306** también pueden constituir medios legibles por máquina. La expresión "medios legibles por máquina", como se usa en este documento, se refiere a un único medio o múltiples medios (por ejemplo, una base de datos centralizada o distribuida, y/o memorias caché y servidores asociados) que almacenan el uno o más conjuntos de instrucciones **320**. La expresión "medios legibles por máquina", como se usa en este documento, también se refiere a cualquier medio que es capaz de almacenar, codificar o transportar un conjunto de instrucciones **320** para ejecución por el servidor **300** y eso provoca que el servidor **300** realice una cualquiera o más de las metodologías de la presente divulgación.
- 20 En algunas realizaciones de la presente invención, las entidades de hardware **314** incluyen un circuito electrónico (por ejemplo, un procesador) programado para facilitar (a) determinaciones de posiciones y ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID dentro de una instalación y/o (b) la provisión de un mapa tridimensional que muestra posiciones y/o ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID dentro de una instalación. En este sentido, debería entenderse que el circuito electrónico puede acceder y ejecutar una aplicación de determinación de posición/ubicación **324** instalada en el servidor **300**. La aplicación de software **324** está generalmente operativa para facilitar: la determinación de posiciones de etiqueta de inventario de RFID y/o ubicaciones dentro de una instalación; y la correlación de las ubicaciones de etiqueta de inventario de RFID es un espacio virtual tridimensional. Otras funciones de la aplicación de software **324** serán evidentes a medida que la descripción progresa.
- 30 El servidor **300** también comprende un motor de procesamiento y modelización de datos ("DPME") **326**. El DPME se configura generalmente para determinar: estimadas de la posición del lector de manos y ubicaciones; y estimadas de las posiciones y ubicaciones de las etiquetas de inventario de RFID. En este sentido, el DPME realiza las siguientes operaciones: estimar un curso y posición del lector de mano (por ejemplo, el lector de mano **200** de la Figura 2) y dispositivo de AHRD (por ejemplo, el dispositivo de AHRD **280** de la Figura 2) en cada tiempo de lectura definido por
- 35 indicaciones de tiempo; usar datos de cada lectura de una etiqueta de inventario de RFID para definir un cono; situar los conos en un modelo físico, gráfico o matemático; y determinar estimadas de las posiciones y ubicaciones de las etiquetas de inventario basándose en conos solapantes asociados a las mismas. La modelización física, gráfica y matemática se conoce bien en la técnica y, por lo tanto, no se describirá en detalle en este documento.
- 40 El curso, posición y ubicación del lector de mano y dispositivo de AHRD (por ejemplo, el dispositivo de AHRD **280** de la Figura 2) se derivan usando navegación inercial y ubicaciones conocidas de etiquetas de localizador de RFID leídas por el lector de mano. La navegación inercial se conoce bien en la técnica y, por lo tanto, no se describirá en detalle en este documento. En algunos escenarios, la posición y orientación del lector de mano se restringe por velocidades de traslación y rotacionales máximas prácticas. Estas restricciones pueden definirse como relaciones
- 45 adicionales entre entidades en un modelo físico o gráfico. Por ejemplo, las restricciones pueden incluir paradas duras o fuerzas de resorte no lineales cuando se correlacionan en un modelo físico. En particular, el refinamiento de la precisión o exactitud de la estimada de posición y/o ubicación de cualquier etiqueta de inventario de RFID puede usarse para refinar posiciones y/o ubicaciones del lector de mano.
- 50 Intensidades de señal relativas de etiquetas de localizador de RFID horizontalmente polarizadas y etiquetas de localizador de RFID verticalmente polarizadas o bicubicadas sirven como una indicación de giro del lector de mano. Esta información puede usarse, por ejemplo, como una entrada adicional a un sistema de estimación tal como un filtro de Kalman. Puede necesitarse compensación de intensidades de señal relativas leídas de cada etiqueta de localizador de RFID por el lector de mano en condiciones ideales.
- 55 Haciendo referencia ahora a la Figura 4, se proporciona una ilustración esquemática que es útil para entender cómo se determinan posiciones de etiqueta de inventario de RFID y ubicaciones mediante un sistema (por ejemplo, el sistema **100** de la Figura 1). Datos registrados en cada lectura de una etiqueta de inventario de RFID (por ejemplo, las etiquetas de inventario de RFID **112₁,..., 112_N, 118₁,..., 118_N** de la Figura 1) se usan para definir un cono **400**. La etiqueta de inventario de RFID se supone que se encuentra probablemente dentro de los límites del cono **400**. El vértice **402** del cono **400** es la posición estimada del lector de mano (por ejemplo, el lector de mano **120** de la Figura 1) en el momento de la lectura de etiqueta de inventario de RFID. El eje **404** del cono **400** está en línea con la orientación estimada del lector de mano en el momento de la lectura de etiqueta de inventario de RFID. El ángulo **406** del cono **400** se define en proporción inversa al RSSI registrado para la etiqueta de inventario de RFID en esa lectura con posible modificación por la ganancia direccional de antena de lector de RFID y/o sensibilidad direccional de etiqueta. El ángulo **406** es menor cuando el RSSI es alto, y mayor cuando el RSSI es bajo. El RSSI se ve
- 60
- 65

afectado por varios factores: distancia entre el lector de RFID y la etiqueta; potencia de transmisión de lector de RFID; y orientación de la etiqueta hacia la antena de lector de RFID. Por ejemplo, una etiqueta cercana dada la vuelta hacia un lector de RFID puede responder con un RSSI menor que una etiqueta más distante alineada transversalmente hacia el lector de RFID. Coloquialmente, la etiqueta transversal presenta una mayor área hacia la antena de lector de RFID.

El conjunto de lecturas de etiqueta de inventario de RFID se clasifican mediante los RSSI asociados a las mismas. La lectura de etiqueta de inventario de RFID con el mayor RSSI se correlaciona con un cono con un ángulo estrecho (definiendo esencialmente una línea recta en la que se espera que se encuentre la etiqueta de inventario de RFID). Datos de lecturas de etiqueta de inventario de RFID adicionales definen conos con anchos inversamente proporcionales a los RSSI relacionados con la señal más intensa para esa etiqueta de inventario de RFID. Pueden descartarse datos para una lectura de etiqueta de inventario de RFID que están sustancialmente por debajo de los valores de RSSI más intensos para otras lecturas de la misma etiqueta de inventario de RFID.

Datos de cada lectura de la misma etiqueta de inventario de RFID producen una pluralidad de conos **500, 502, 504** con diferentes atributos. Cada uno de los conos 500-504 es probable que contenga la posición de la etiqueta de inventario de RFID. La intersección de estos conos **500-504** estrecha la posible ubicación de la etiqueta de inventario de RFID, como se muestra en la Figura 5. La posición estimada de una etiqueta de inventario de RFID se determina que está dentro del área de intersección **506**.

Todos los conos de posiciones estimadas de cada etiqueta de inventario de RFID se interconectan mediante segmentos la trayectoria y orientación estimadas del lector de mano (por ejemplo, el lector de mano **120** de la Figura 1). Ciertos puntos del sistema (por ejemplo, el sistema **100** de la Figura 1) se conocen bien, incluyendo la posición de cada etiqueta de localizador de RFID y se consideran fijos. Otras posiciones fijas podrían ser el punto de inicio del lector de mano. Otras posiciones definidas por el sistema se restringen parcialmente al marco de referencia de espacio de inventario o se restringen para estar dentro de una distancia o alcance angular de otro punto.

En algunos escenarios, se usa un número mínimo de conos para determinar la posición de la etiqueta de localizador de RFID sin importar lo deficiente que sea el ángulo de intersección. En otros escenarios, únicamente se usan conos con ángulos de intersección cercanos a noventa grados (90°) para determinar la posición de la etiqueta de localizador de RFID. Por consiguiente, se ignoran o rechazan conos con un ángulo de eje de intersección pequeño y conos que no cruzan el cono con el RSSI más intenso, es decir, no se usan para determinar la posición de la etiqueta de localizador de RFID.

El refinamiento de la anchura del cono de posición probable determinada por una lectura de una etiqueta de inventario de RFID puede hacerse basándose en la intersección de ese cono con el cono de otra lectura de la misma etiqueta de inventario de RFID. Para cada etiqueta de inventario de RFID, cuanto más lejos esté la intersección estimada de la posición del lector de mano, más estrecho podrá ser el cono estimado de posición. Esto ajusta los anchos de cono basándose en la distinción entre RSSI bajo debido una distancia de la antena del lector de mano frente a RSSI bajo debido la lectura fuera del eje de la antena del lector de mano.

Como se ha indicado anteriormente, las posiciones estimadas de las etiquetas de inventario de RFID se correlacionan a continuación con un modelo físico, un modelo gráfico y/o un modelo matemático. Cada uno de estos tipos de modelos se conoce bien en la técnica y, por lo tanto, no se describirá en detalle en este documento. Aún, se proporcionan unos pocos ejemplos a continuación para un escenario de modelo físico y escenario de un modelo gráfico.

Enfoque de modelización física

La correlación de problema de posición de inventario más probable con un problema de cuerpo físico restringido permite la extracción de información de posición a partir de solución de modelo de física. El resultado después de que todas las lecturas se correlacionan es un modelo de cuerpo rígido articulado que comenzará con diversos elementos en tensión y se reducirá a través de iteración a una configuración que tiene la mínima energía (según se define mediante restricciones de paradas y resorte). La posición de cada etiqueta está disponible a continuación a partir del modelo físico.

Para usar un modelo físico (estas son correlaciones virtuales de parámetros de lectura de etiqueta de inventario de RFID con un modelo físico), se implementa lo siguiente.

- Cada observación de una etiqueta de inventario de RFID se modela como un cuerpo que tiene la posición y orientación de la antena del lector de mano en el momento de la lectura en el marco de referencia. Los cuerpos de observación se conectan juntos de acuerdo con la secuencia ordenada por tiempo de la lectura y se restringen en posición y orientación de acuerdo con la estimada de la posición y orientación entre las lecturas consecutivas.
- Las etiquetas de localizador de RFID tienen una posición conocida y tienen restricciones adicionales en que

están fijas dentro del marco de referencia, es decir sus posiciones no se ajustan durante la optimización. El efecto de ancla de sus posiciones fijas es una de las influencias más fuertes de la solución final.

- 5 • Cada lectura de una etiqueta de inventario de RFID tiene datos que definen conexiones entre la posición y orientación de la antena del lector de mano en el momento de esa lectura y el cuerpo de etiqueta.
- 10 • Una conexión es una conexión deslizante con restricciones que fijan un extremo del alcance de deslizamiento en la antena del lector de mano y otra restricción en el alcance de lectura razonable máximo (por ejemplo, diez metros). La ubicación de la etiqueta de inventario de RFID probable para esa lectura se define como el extremo del deslizador opuesto al extremo en la antena de lector.
- 15 • Una segunda restricción definida por la lectura de etiqueta, en serie con la conexión deslizante, es una junta de rótula colocada en el cuerpo de lector de mano. La restricción de rótula puede ser una combinación de límite angular duro y una fuerza de constante de resorte a la línea central de la lectura según se define mediante la orientación del cuerpo de lector de mano. Límites y constantes de resorte son proporcionales al valor de RSSI de la lectura, el ancho de haz de antena del lector de mano y otros factores. Esto permite que la conexión deslizante rote alrededor del eje central de la antena del lector de mano, definiendo el cono anteriormente mencionado de posición probable.
- 20 • Cada etiqueta de inventario de RFID se modela como un cuerpo, con conexiones restrictivas a la realización física de cada una de las lecturas de esa etiqueta de inventario de RFID. La posición de cada cuerpo de etiqueta se restringe por cada lectura de esa etiqueta de inventario de RFID definiendo una junta deslizante para cada lectura con fuerza de constante de resorte a longitud mínima, y con una fijación del deslizador al cuerpo de la etiqueta y el otro extremo al extremo de cada deslizador definido por cada lectura de esa etiqueta de inventario de RFID. La fuerza de constante de resorte puede controlarse mediante RSSI y otras estimadas de la calidad de la lectura particular.
- 25 • Cada posición del lector de mano se restringe por las mediciones iniciales de la AHRS y por las posiciones iniciales de las etiquetas de localizador de RFID. Observaciones de las etiquetas de localizador de RFID proporcionan restricciones fuertes sobre el ajuste de la trayectoria de observación inicial. El lector de mano puede restringirse adicionalmente acoplado una ubicación fija para referenciar la AHRS, pasando a través de un portal con coordenadas conocidas, leyendo una o más etiquetas de localizador o de inventario de RFID a partir de una posición y orientación conocidas, restringidas por pasillos y corredores, etc.
- 30
- 35 En algunos escenarios, se usa un motor de modelización física para realizar ajustes iterativos de posiciones de etiqueta de inventario de RFID relativas en una solución más probable. Para convergencia de simulación, se definen los siguientes parámetros para minimizar oscilaciones: masas; constantes de resorte; y viscosidades/fricciones.

40 Enfoque de modelización gráfica

45 En algunos escenarios, las posiciones de etiqueta de inventario de RFID más probables se correlacionan con un modelo gráfico de un espacio de inventario. La incertidumbre de las posiciones de etiqueta de inventario de RFID se reduce iterativamente de acuerdo con un algoritmo de optimización. El algoritmo de optimización puede incluir, pero sin limitación, un algoritmo heurístico de Recocido Simulado ("SA"). Los algoritmos heurísticos de SA se conocen bien en la técnica y, por lo tanto, no se describirán en este documento. Aún, debería entenderse que el algoritmo heurístico de SA define restricciones como relaciones matemáticas. El sistema se optimiza para un mínimo según se define mediante las restricciones, en las que el mínimo indica el mejor ajuste de posiciones de etiqueta de inventario de RFID a los datos recopilados.

50 Adicionalmente, puede restringirse una posición recientemente estimada de una etiqueta de inventario de RFID o lector de mano usando una posición anteriormente determinada de la misma. La intensidad de fuerza puede ser lineal o deteriorarse exponencialmente con la distancia entre la posición previa y una posición recientemente estimada.

55 Reglas adicionales

60 En todos los escenarios de modelización, pueden usarse reglas adicionales para refinar la estimadas de posición para las etiquetas de inventario de RFID. Las reglas pueden usarse para refinar la posición y estimadas de ubicación de las etiquetas de inventario de RFID determinadas durante un proceso de modelización. Como alternativa o adicionalmente, las reglas pueden usarse durante el proceso de modelización para determinar la posición y estimadas de ubicación para las etiquetas de inventario de RFID. Las reglas pueden limitar ubicaciones válidas para objetos específicos (a los que se fijan etiquetas de inventario de RFID) basándose en contenidos de un sistema de almacenamiento de inventario. Por ejemplo, un objeto (por ejemplo, una pieza de ropa) habitualmente cuelga de una barra o se coloca en una estantería. Sin embargo, la posición y/o ubicación determinada para la correspondiente etiqueta de inventario de RFID indica que el objeto está flotando en medio de un pasillo conocido. En este caso, se usa una regla para refinar las estimadas iniciales y/o finales de posición y/o ubicación de la etiqueta de inventario de

RFID eliminando posiciones y ubicaciones no válidas de la estimada de posición, es decir, eliminando la posición y/o información de ubicación que indica que el objeto está flotando en medio del pasillo conocido. La posición de etiqueta de inventario de RFID debe finalmente determinar una ubicación válida o ser rechazada. Algunas reglas mejoran el rechazo de lecturas de múltiples trayectorias, lecturas de lóbulo lateral de antena y/o movimiento y lectura de etiqueta de inventario de RFID en dos ubicaciones.

Las reglas también proporcionan un medio para posicionar una etiqueta de inventario de RFID cerca de una restricción física en un marco de referencia. Esto permite más precisión en la localización de la etiqueta de inventario de RFID. Por ejemplo, las reglas garantizan que una etiqueta de inventario de RFID se sitúe tan cerca de un gancho como sea posible ya que el gancho se sitúa en una barra que tiene una posición fija dentro del marco de referencia.

En algunos escenarios, el procesamiento de datos de lectura de etiqueta se hace en etapas separadas para mejorar la convergencia. Por ejemplo, una primera etapa usa lectura de etiqueta datos para solo etiquetas de localizador de RFID para corregir la trayectoria y orientación del lector de mano. Etapas sucesivas estiman las posiciones y/o ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID en grupos. Una etapa final comprueba o refina los resultados.

El procesamiento de datos de lectura de etiqueta para determinar las posiciones y/o ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID puede realizarse a medida que se reciben. La derivación de la posición de una etiqueta de inventario de RFID requiere una o más lecturas de esa etiqueta de inventario de RFID acoplada con una o más lecturas de una etiqueta de localizador de RFID. Una vez que la información mínima está disponible para una etiqueta de inventario de RFID individual, puede hacerse y almacenarse una estimada de su posición. A medida que se realiza escaneo adicional, puede mejorarse la posición estimada de algunas etiquetas de inventario de RFID y pueden derivarse las primeras posiciones estimadas de etiquetas de inventario de RFID adicionales.

25 Técnica de calibración

En algunos escenarios, se emplea una técnica de calibración para garantizar que únicamente se generan conos relativamente estrechos para ciertas etiquetas de ubicación. La técnica de calibración desarrolla un conjunto de etiquetas de referencia altamente direccionales. Consideremos el caso en el que múltiples etiquetas de ubicación de RFID existen en proximidad muy cercana. Cada etiqueta de ubicación de RFID tiene un id único. Cada etiqueta de ubicación de RFID es legible en únicamente un ancho de haz estrecho, independientemente de ancho de haz de antena del lector de mano. Este concepto asocia un patrón angular conocido además de la ubicación conocida de las etiquetas de localizador de RFID para uso en calibración y/o corrección de otros datos de etiqueta. El aislamiento entre sectores tiene que ser únicamente suficiente para distinguir claramente respuestas de etiqueta más fuertes/débiles. Porque estas etiquetas de localizador de RFID se espacian cerca, RSSI distingue de forma efectiva la etiqueta de trayectoria más directa.

En algún caso, etiquetas de inventario de RFID de dipolo verticales pueden disponerse alrededor de un eje vertical con separadores de absorción de campo segmentando el campo de visión de cada etiqueta de inventario de RFID. Una disposición similar podría hacerse con etiquetas de inventario de RFID horizontales sobre un eje horizontal. En otros casos, se encuentra una direccionalidad limitada en un dipolo cruzado. Cada dipolo termina en un Circuito Integrado ("IC") de etiqueta de RFID separado. Las etiquetas de localizador e inventario de RFID se alinean como cuerdas a lo largo de una circunferencia de un círculo. Estas etiquetas de localizador e inventario de RFID tendrán RSSI variable a un lector de mano a partir de una distancia. El centro del círculo puede derivarse a partir de las respuestas de etiquetas combinadas. En aún otros casos, una o más etiquetas con direccional impresa plana (por ejemplo, una Yagi) puede fijarse a superficies no conductoras.

Aunque la presente invención se ha descrito anteriormente en relación con un lector de mano transportado por una persona a través de una instalación, la presente invención no se limita en este sentido. Por ejemplo, adicionalmente o como alternativa, se emplea una plataforma de Rodamiento Automatizado y Autónomo ("AAR") para transportar un lector de RFID a través de la instalación. La plataforma de AAR sigue una trayectoria prescrita y usa un mecanismo simple para barrer el lector de RFID. La parte traslacional de un sistema de referencia inercial podría sustituirse en parte con sistema de detección de movimiento de tipo odómetro montado en la plataforma de AAR con referencias de ángulo absolutas incorporadas en el mecanismo de barrido, referenciados a la plataforma referenciada a la planta. Este sistema basado en plataforma de AAR operaría únicamente durante las horas de cierre de la tienda. Mayor batería y escaneos más largos y exhaustivos son posibles, con consistencia no comparable mediante operadores humanos. La ganancia de antena y patrón pueden optimizarse para micro ubicación.

60 Métodos ilustrativos para determinar posiciones y/o ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID en una instalación

Haciendo referencia ahora a las Figuras 6A-6B, se proporciona un diagrama de flujo de un método ilustrativo 600 para determinar posiciones y/o ubicaciones de etiquetas de inventario de RFID dentro de un espacio de inventario. El método **600** comienza con la etapa 602 y continúa con la etapa **604** en la que una pluralidad de etiquetas de localizador de RFID (por ejemplo, las etiquetas de localizador de RFID **106**₁,..., **106**_x de la Figura 1) se sitúan alrededor de una instalación (por ejemplo, la RSF **128** de la Figura1). Se almacena información especificado las

ubicaciones conocidas de las etiquetas de localizador de RFID. La información se almacena en un almacenamiento de datos (por ejemplo, el almacenamiento de datos 126 de la Figura 1 y/o la memoria 204 de la Figura 2) interno a un lector de mano de RFID (por ejemplo, el lector de mano **120** de la Figura 1 o **200** de la Figura 2) y/o externo al lector de mano.

5 En una siguiente etapa **606**, el lector de mano se transporta por la instalación. El lector de mano puede transportarse por una persona (por ejemplo, el empleado **122** de la Figura 1) o un dispositivo móvil (por ejemplo, un vehículo no tripulado). A medida que el lector de mano se transporta a través de la instalación, se realiza la etapa **608** en la que un dispositivo de AHR (por ejemplo, un dispositivo de AHR **150** de la Figura 1 o **280** de la Figura 2) genera datos de medición de referencia inercial. Los datos de medición de referencia inercial son útiles para determinar la orientación, posición y/o ubicación del lector de mano en una pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID. Los datos de medición de referencia inercial son también útiles en la determinación de una trayectoria a través de la instalación.

15 A continuación en la etapa opcional **610**, se detecta una depresión del desencadenador del lector de mano. En respuesta a tal detección, se realizan las etapas **612-618**. En algunos escenarios, las etapas **612-618** se realizan secuencialmente en cada lectura de etiqueta y completan antes de comenzar una siguiente lectura de etiqueta. La etapa **612** implica realizar operaciones por el lector de mano para leer el dispositivo de AHR, así como el siguiente dispositivo con capacidad RFID una o más veces: (a) una pluralidad de etiquetas de inventario de RFID (por ejemplo, las etiquetas de inventario de RFID **112_{1,...}, 112_n, 118_{1,...}, 118_n** de la Figura 1) fijadas a una pluralidad de objetos (por ejemplo, los objetos **110_{1,...}, 110_n, 116_{1,...}, 116_n** de la Figura 1) dentro de una instalación; y/o (b) al menos una etiqueta de localizador de RFID (por ejemplo, la etiqueta de localizador de RFID **106_{1,...}, 106_n** de la Figura 1). Las etapas **614-616** implican: generar indicaciones de tiempo para cada una de las lecturas de etiqueta de RFID realizadas en la etapa **612**; y determinar RSSI para las señales recibidas desde las etiquetas de localizador de RFID y/o etiquetas de inventario de RFID.

Tras completar las etapas **612-616**, se realiza la etapa **618** en la que las señales de RFID recibidas desde las etiquetas de inventario de RFID se procesan para obtener identificadores únicos de etiqueta a partir de las mismas. De manera similar, las señales de RFID recibidas desde las etiquetas de localizador de RFID se procesan para obtener identificadores únicos de ubicación a partir de las mismas. Los datos de medición de referencia inercial, los identificadores únicos de etiqueta, identificadores de ubicación, indicaciones de tiempo y RSSI se comunican opcionalmente desde el lector de mano a un almacenamiento de datos remoto.

30 En la siguiente etapa **622**, se determinan estimadas iniciales para la posición del lector de mano, ubicación y/u orientación dentro de un espacio tridimensional en cada uno de una pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de inventario de RFID. Las estimadas iniciales se determinan procesando los datos de medición de referencia inercial e indicaciones de tiempo. Después de completar la etapa **622**, el método **600** continúa con la etapa **624** de la Figura 6B.

40 Haciendo referencia ahora a la Figura 6B, la etapa **624** implica usar los identificadores únicos de ubicación para obtener información especificando posiciones conocidas de las etiquetas de localizador de RFID. Las posiciones conocidas de las etiquetas de localizador de RFID se usan en la etapa **626** para corregir las estimadas de posición inicial, ubicación y/u orientación derivadas en la etapa anterior **622**. Las posiciones/ubicaciones/orientaciones estimadas del lector de mano se usan a continuación en la etapa **628** para definir una pluralidad de conos. Adicionalmente, se usa la siguiente información para definir los conos: los identificadores únicos de etiqueta recibidos desde las etiquetas de inventario de RFID; indicaciones de tiempo; los RSSI; y/u otros datos. Cada cono tiene un vértice que es una posición estimada del lector de mano en el momento de la respectiva lectura de etiqueta de inventario de RFID y un ángulo que está en proporción inversa al RSSI para la respectiva etiqueta de inventario de RFID en una lectura dada. Algunos de los conos pueden descartarse en la etapa **630**. Por ejemplo, pueden descartarse conos con ángulos mayores que un valor umbral.

Los conos se correlacionan a continuación con un modelo físico, gráfico y/o matemático, como se muestra mediante la etapa **632**. El mapa se analiza en la etapa **634** para identificar conos de intersección asociados a lecturas para cada una de las etiquetas de inventario de RFID. Se derivan estimadas de posición y/o estimadas de ubicación para cada una de las etiquetas de inventario de RFID usando los respectivos codos de intersección, como se muestra mediante la etapa **636**. Las estimadas de posición y/o ubicación se almacenan a continuación en la etapa **638**. El almacenamiento de datos en el que se almacenan las estimadas de posición y/o ubicación es interno y/o externo al lector de mano. En una siguiente etapa **640**, información se emite desde el lector de mano indicando una posición y/o ubicación estimada para al menos una etiqueta de inventario de RFID. Posteriormente, se realiza la etapa **642** en la que el método **600** finaliza o se realiza otro procesamiento.

65 Todos los aparatos, métodos y algoritmos divulgados y reivindicados en este documento pueden hacerse y ejecutarse sin excesiva experimentación a la vista de la presente divulgación. Mientras la invención se ha descrito en términos de realizaciones preferidas, será evidente para los expertos en la materia que pueden aplicarse variaciones al aparato, métodos y secuencia de etapas del método sin alejarse del alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar una ubicación de un objeto (110₁-110_N, 116₁-116_n) dentro de un espacio, que comprende:

5 generar datos de medición de referencia inercial mediante un dispositivo de Referencia de Actitud y Rumbo ("AHR") (150, 280) que es útil para determinar una orientación y una posición de un lector de RFID (120) dentro del espacio en cada uno de una pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID;
 10 realizar operaciones por el lector de RFID (120) para leer una o más veces una pluralidad de etiquetas de inventario de RFID;
 procesar los datos de medición de referencia inercial para determinar al menos estimadas de orientación y de posición de lector de RFID (120) en los momentos de cada lectura de dichas etiquetas de inventario de RFID;
 15 definir una pluralidad de conos asociados a cada una de dicha pluralidad de etiquetas de inventario de RFID, teniendo cada uno un vértice que es la estimación de posición de lector de RFID en un respectivo momento de la pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID; **caracterizado por** comprender además:

20 cada cono (400) tiene adicionalmente un ángulo que está en proporción inversa a una intensidad de señal de una señal recibida desde una respectiva etiqueta de inventario de RFID de la pluralidad de etiquetas de inventario de RFID;
 correlacionar la pluralidad de conos (400) a un modelo;
 analizar el modelo para identificar al menos un conjunto de conos (400) que se solapan entre sí y se asocian a lecturas para una respectiva etiqueta de inventario de RFID de la pluralidad de etiquetas de inventario de RFID; y
 25 derivar una estimada de posición para la respectiva etiqueta de inventario basándose en porciones de intersección de los conos (400) en el conjunto de conos (400) que se identificó anteriormente;
 en el que cada cono de la pluralidad de conos tiene una orientación que es la misma que la orientación del lector de RFID (120) en el respectivo momento de la pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID.

30 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además realizar operaciones por el lector de RFID (120) para leer una o más veces al menos una etiqueta de localizador de RFID.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además corregir errores de la estimación de posición de lector de RFID usando una ubicación conocida de una etiqueta de localizador de RFID.

35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además descartar conos (400) que (a) no se solapan con al menos otro cono en el modelo, (b) tienen un ángulo mayor que un valor umbral, o (c) no solapan un cono (400) asociado a una intensidad de señal recibida más intensa.

40 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además almacenar las estimadas de orientación y de posición de lector de RFID para la respectiva etiqueta de inventario de RFID es un almacenamiento de datos interno o externo al lector de RFID (120).

45 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además emitir desde el lector de mano información indicando las estimadas de orientación y de posición de lector de RFID para la respectiva etiqueta de inventario de RFID.

50 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además refinar la estimada de posición derivada para la respectiva etiqueta de inventario usando al menos una regla predefinida que limita una ubicación válida para un objeto al que se fija la respectiva etiqueta de inventario.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una o más etiquetas de ubicación de RFID tienen una respuesta fuerte dentro de un alcance conocido de posiciones y/u orientaciones en relación con la antena de lector de RFID y una respuesta sustancialmente más débil fuera del alcance conocido.

55 9. Un sistema, que comprende:
 una pluralidad de etiquetas de inventario de RFID acopladas a objetos (110₁-110_N, 116₁-116_n) dispuestos dentro de un espacio;
 un lector de RFID (120) configurado para leer una o más veces una pluralidad de etiquetas de inventario de RFID; un dispositivo de Referencia de Actitud y Rumbo ("AHR") (150) configurado para generar datos de medición de referencia inercial que es útil para determinar una orientación y una posición del lector de RFID (120) dentro del espacio en cada uno de una pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID; y
 60 un circuito electrónico configurado para

65 procesar los datos de medición de referencia inercial para determinar al menos estimadas de orientación y de posición de lector de RFID en el momento de cada lectura de dichas etiquetas de inventario de RFID,

definir una pluralidad de conos (400) asociados a cada una de dicha pluralidad de etiquetas de inventario de RFID, teniendo cada cono (400) un vértice que es la estimación de posición de lector de RFID en un respectivo momento de la pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID;

caracterizado por tener cada cono (400) adicionalmente

5 un ángulo que está en proporción inversa a una intensidad de señal de una señal recibida desde una respectiva etiqueta de inventario de RFID de la pluralidad de etiquetas de inventario de RFID, y por que el circuito electrónico está configurado adicionalmente para

correlacionar la pluralidad de conos (400) a un modelo,

10 analizar el modelo para identificar al menos un conjunto de conos (400) que se solapan entre sí y se asocian a lecturas para una respectiva etiqueta de inventario de RFID de la pluralidad de etiquetas de inventario de RFID, y

15 derivar una estimada de posición para la respectiva etiqueta de inventario basándose en porciones de intersección de los conos en el conjunto de conos (400) que se identificó anteriormente; en donde cada cono de la pluralidad de conos (400) tiene una orientación que es la misma que la orientación del lector de RFID (120) en el respectivo momento de la pluralidad de tiempos de lectura de etiqueta de RFID.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el lector de RFID (120) adicionalmente lee una o más veces al menos una etiqueta de localizador de RFID.

20 11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el circuito electrónico adicionalmente corrige errores de la estimación de posición de lector de RFID usando una ubicación conocida de una etiqueta de localizador de RFID.

25 12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el circuito electrónico descarta conos (400) que (a) no se solapan con al menos otro cono (400) en el modelo, (b) tienen un ángulo mayor que un valor umbral, o (c) no solapan un cono asociado a una intensidad de señal recibida más intensa.

30 13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las estimadas de orientación y de posición para la respectiva etiqueta de inventario de RFID se almacenan en un almacenamiento de datos interno o externo al lector de RFID.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el lector de mano emite información indicando las estimadas de orientación y de posición para la respectiva etiqueta de inventario de RFID.

35 15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el circuito electrónico refina la estimada de posición derivada para la respectiva etiqueta de inventario usando al menos una regla predefinida que limita una ubicación válida para un objeto al que se fija la respectiva etiqueta de inventario.

40 16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que una o más etiquetas de ubicación de RFID tienen una respuesta fuerte dentro de un alcance conocido de posiciones y/u orientaciones en relación con la antena del lector de RFID (120) y respuesta sustancialmente más débil fuera del alcance conocido.

Sistema

100

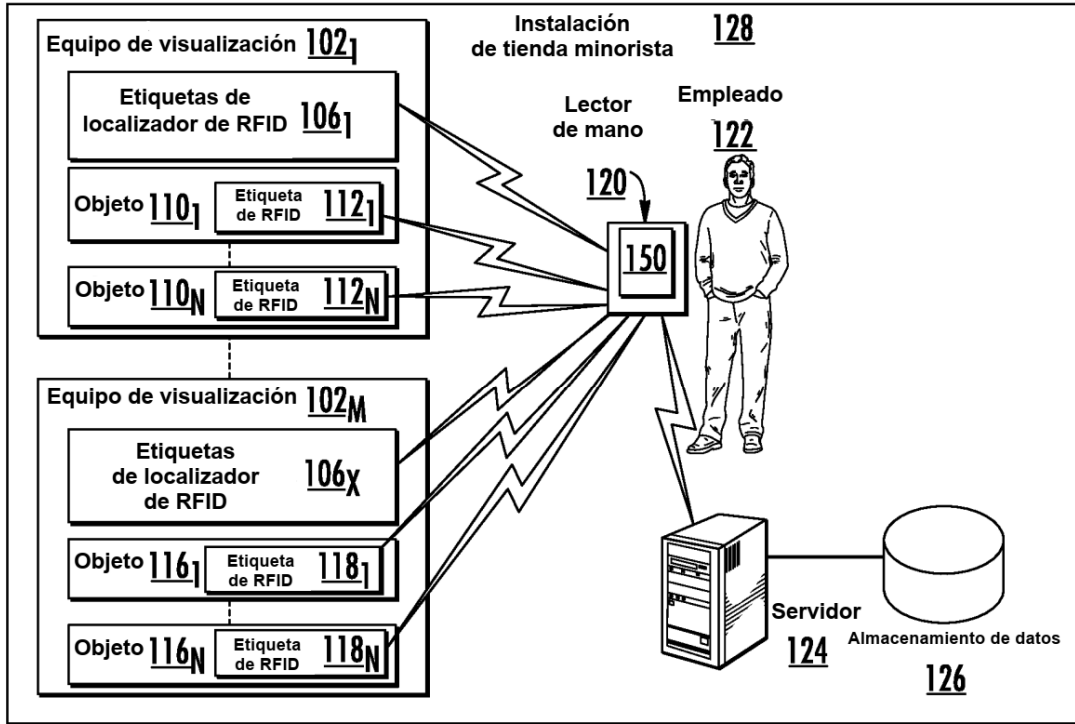


FIG. 1

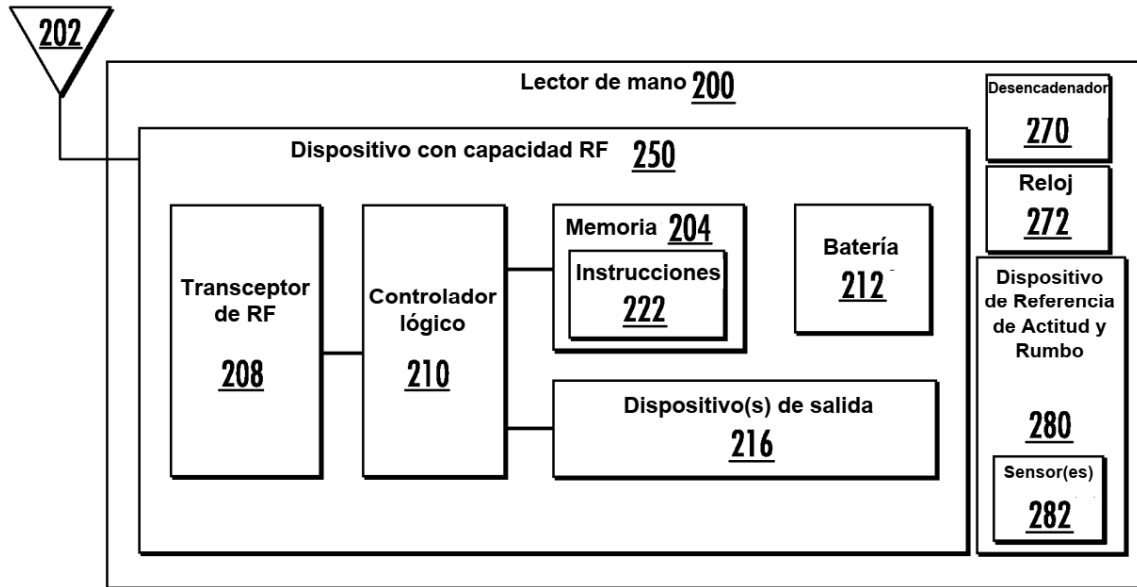


FIG. 2

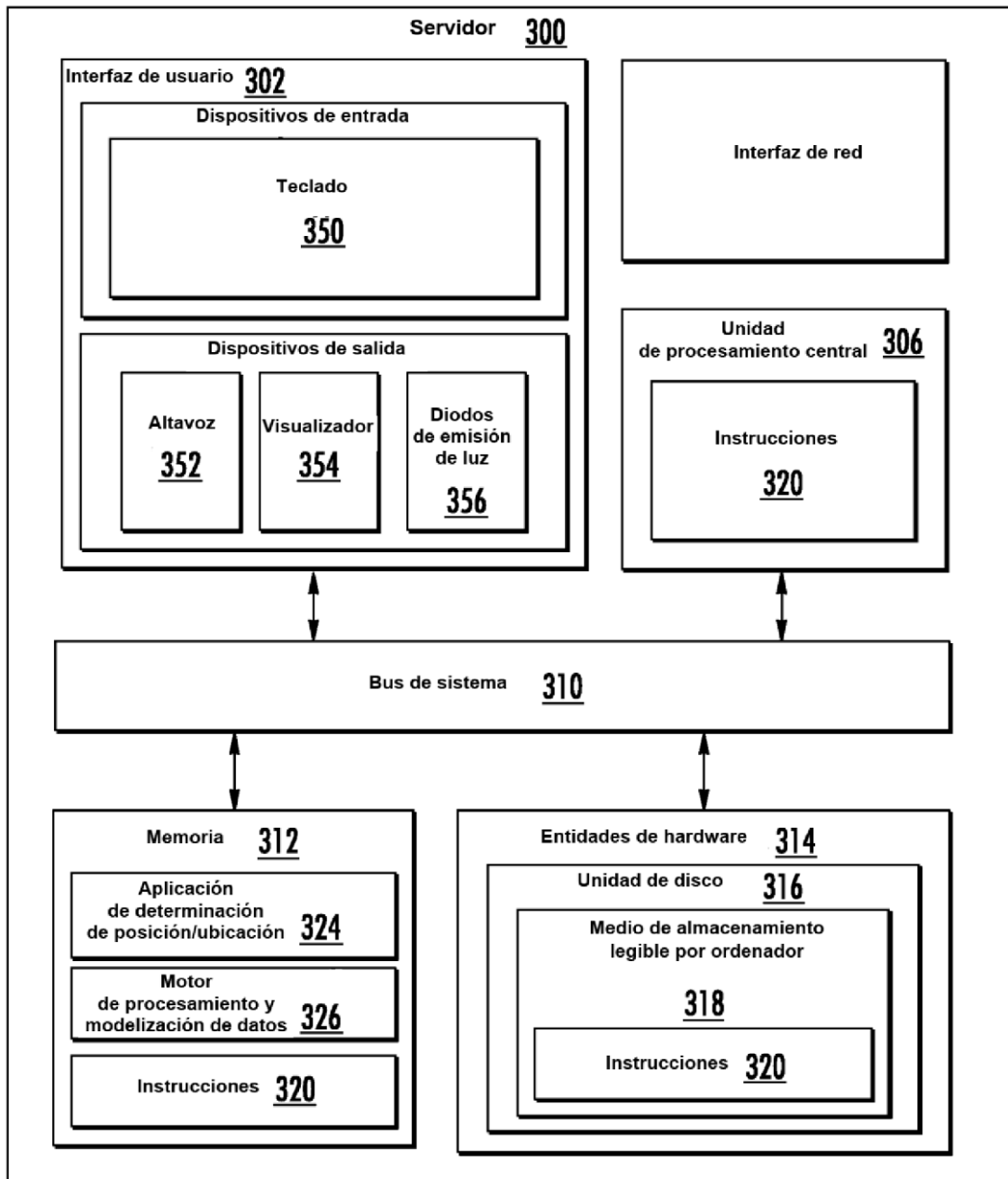


FIG. 3

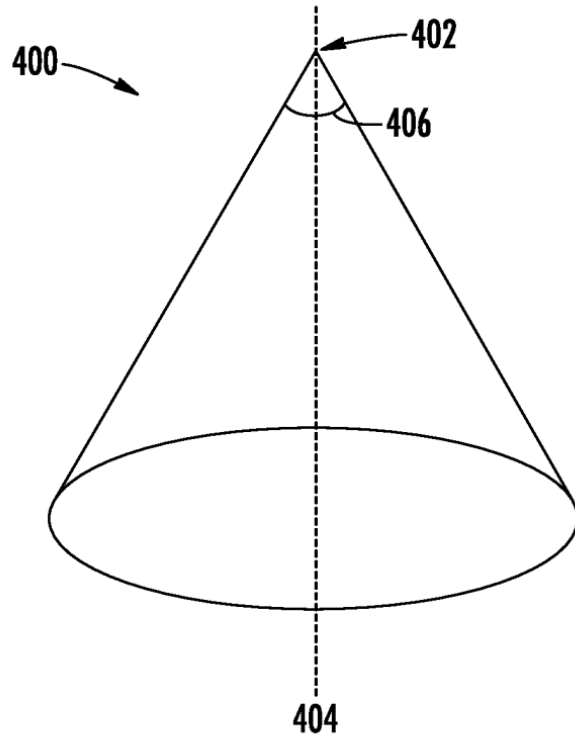


FIG. 4

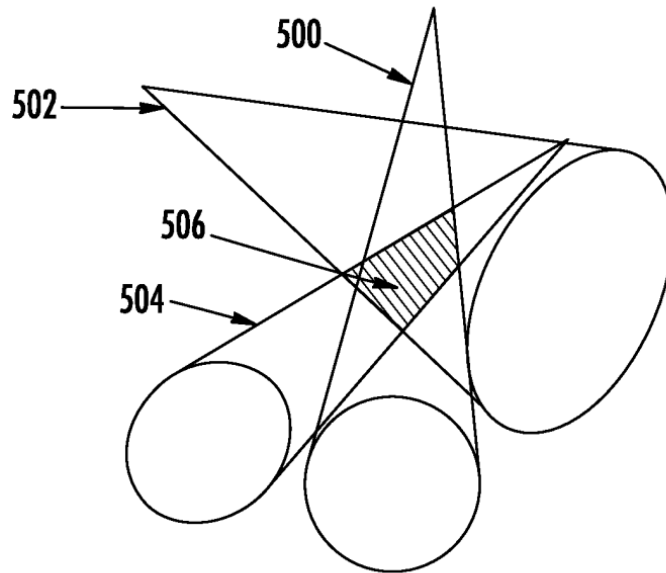


FIG. 5

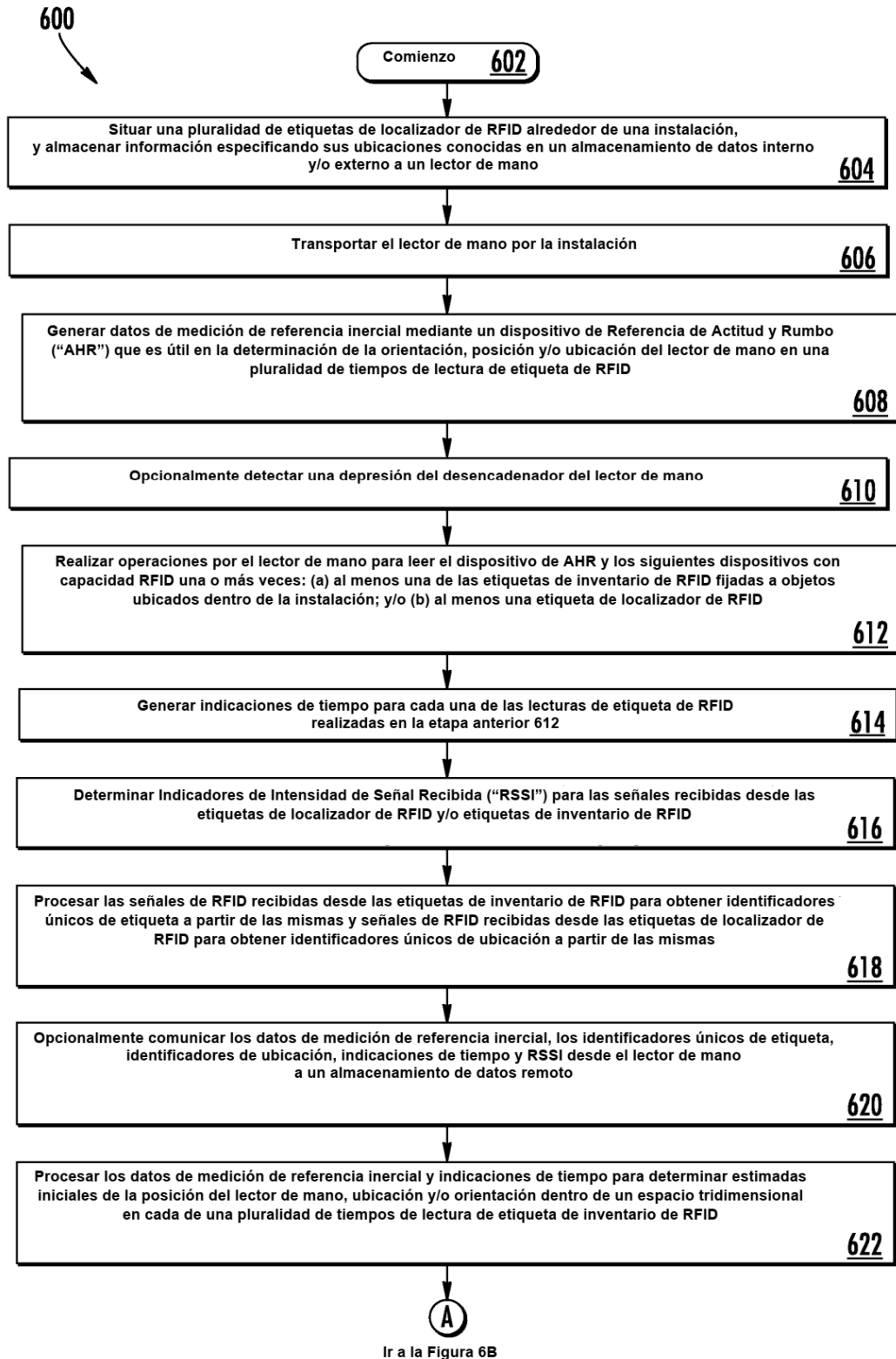


FIG. 6A

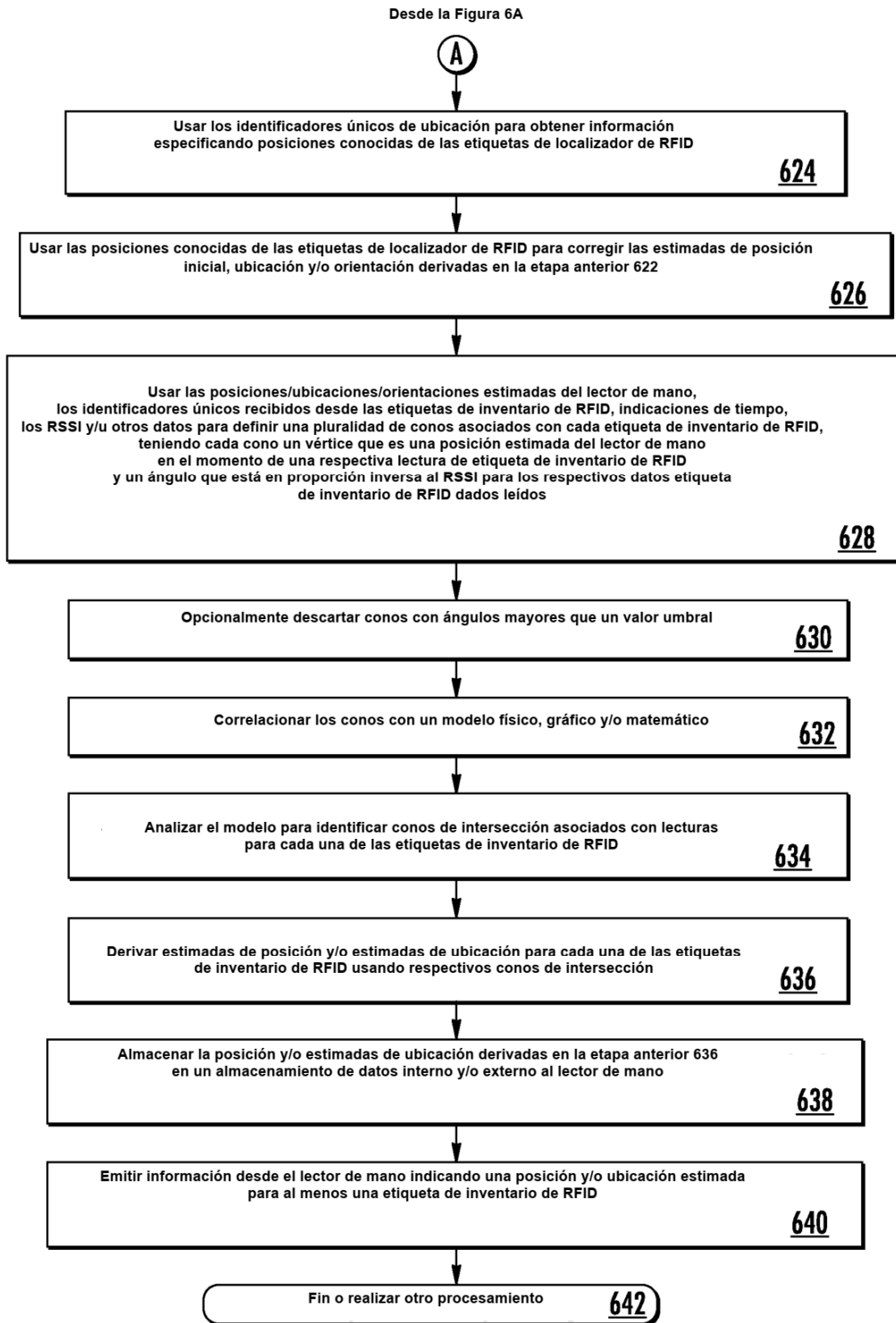


FIG. 6B