

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 675**

21 Número de solicitud: 201890021

51 Int. Cl.:

H04N 1/00

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

11.10.2016

30 Prioridad:

19.10.2015 US 14/886,604

43 Fecha de publicación de la solicitud:

10.10.2018

71 Solicitantes:

**SYMBOL TECHNOLOGIES, LLC (100.0%)
1 ZEBRA PLAZA
HOLTSVILLE, NEW YORK 11742 US**

72 Inventor/es:

**KOCH, Michael J.;
SWOPE, Charles B. y
BEKRITSKY, Benjamin J.**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

54 Título: **SISTEMA Y PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN PRECISA Y RÁPIDA, EN TIEMPO REAL, DE LAS ORIENTACIONES VERDADERAS DE LAS ETIQUETAS DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID) ASOCIADAS CON ARTÍCULOS EN UNA ZONA CONTROLADA**

57 Resumen:

Sistema y procedimiento para la determinación precisa y rápida, en tiempo real, de las orientaciones verdaderas de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) asociadas con artículos en una zona controlada.

Sistema y procedimiento de lectura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) para determinar de manera exacta y rápida, en tiempo real, las orientaciones verdaderas de etiquetas con RFID asociadas con artículos en una zona controlada. Los haces principales de transmisión y recepción son direccionados sobre la zona, y múltiples haces secundarios de recepción son direccionados de manera sustancialmente simultánea hacia una pluralidad de orientaciones en la zona. La intensidad de señal más alta de las señales secundarias de recepción determina una orientación aproximada de etiqueta de cada etiqueta.



FIG. 7

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para la determinación precisa y rápida, en tiempo real, de las orientaciones verdaderas de las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) asociadas con artículos en una zona controlada

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere, en general, a un sistema y un procedimiento para la determinación de forma precisa y rápida, en tiempo real, de orientaciones verdaderas de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID, Radio Frequency Identification) asociadas con artículos en una zona controlada, especialmente para localizar y rastrear los artículos etiquetados con RFID para el control de inventario.

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RF) (RFID) es cada vez más importante para los problemas de logística, el manejo de materiales y la gestión de inventario en tiendas minoristas, almacenes, centros de distribución, edificios y zonas controladas similares. Un sistema RFID habitualmente incluye un lector de RFID, también conocido como un interrogador de RFID y, preferentemente, una pluralidad de dichos lectores distribuidos en una zona controlada. Cada lector de RFID interroga una o varias etiquetas con RFID en su rango de cobertura. Cada etiqueta con RFID, en general, se adjunta o se asocia con un artículo individual, o a un embalaje para el artículo, o a un palé o recipiente para varios artículos. Cada lector de RFID transmite una señal de interrogación de RF, y cada etiqueta con RFID, que detecta la señal de interrogación de RF, responde transmitiendo una señal de RF de retorno. La etiqueta con RFID genera la señal de retorno de RF originalmente, o refleja una parte de la señal de RF de interrogación en un proceso conocido como retrodispersión. La señal de RF de retorno puede codificar adicionalmente datos almacenados internamente en la etiqueta. La señal de retorno es demodulada y decodificada en datos por cada lector, quien, de ese modo, identifica, cuenta o de alguna manera interactúa con el artículo asociado. Los datos decodificados pueden indicar un número de serie, un precio, una fecha, un destino, otro atributo o atributos o cualquier combinación de atributos, y así sucesivamente.

La etiqueta con RFID incluye habitualmente una antena, una sección de gestión de la

alimentación, una sección de radio y, con frecuencia, una sección lógica, una memoria, o ambas. En las etiquetas con RFID anteriores, la sección de administración de la alimentación incluía un dispositivo de almacenamiento de energía, tal como una batería. Una etiqueta con RFID con un transmisor activo se conoce como una etiqueta activa. Una
5 etiqueta con RFID con un transmisor pasivo se conoce como etiqueta pasiva y lleva a cabo retrodispersión. Los avances en la tecnología de los semiconductores han miniaturizado tanto la electrónica que una etiqueta con RFID puede ser alimentada únicamente por la señal de RF que recibe. Una etiqueta con RFID que lleva a cabo retrodispersión y es alimentada por una batería incorporada se conoce como etiqueta semi-pasiva.

10

El sistema RFID se utiliza a menudo para localizar y rastrear artículos etiquetados con RFID en una aplicación de control de inventario. Por ejemplo, para realizar un inventario de artículos etiquetados con RFID en una tienda minorista, es conocido posicionar por lo menos un lector de RFID en la zona controlada y, a continuación, permitir que cada lector lea
15 automáticamente cualquier artículo etiquetado en el rango de cobertura de cada lector. Para una cobertura de RF superior, es conocido proporcionar a cada lector una serie de elementos de antena que transmiten la señal de interrogación de RF como un haz principal de transmisión direccionado electrónicamente tanto en azimut, por ejemplo, en un ángulo de 360 grados, como en elevación, por ejemplo, en un ángulo de aproximadamente 90 grados,
20 y que recibe la señal de RF de retorno como un haz principal de recepción desde las etiquetas.

25

Por más ventajosos que hayan sido estos sistemas conocidos de RFID de realización de inventarios que utilizan conjuntos de antenas, se ha demostrado la dificultad en la práctica
en determinar con exactitud y con un alto grado de precisión, la orientación verdadera, es decir, la dirección angular tanto en azimut como en elevación, de una etiqueta en particular, relativa a un lector en concreto. Existe un límite práctico en el número de elementos de antena que pueden ser utilizados en cada conjunto. Este límite de elementos de antena
hace que cada haz principal de transmisión y cada haz principal de recepción
30 correspondiente tengan un ancho de haz relativamente amplio. También se ha demostrado la dificultad en la práctica en determinar rápidamente la orientación verdadera de una etiqueta en particular en relación con un lector en concreto, en tiempo real. El haz principal de transmisión, en general, se mueve incrementalmente durante periodos de tiempo sucesivos y se direcciona a lo largo de la zona controlada en un modo de operación de

"búsqueda" hasta que el lector encuentra y muestrea la etiqueta con la intensidad de señal de recepción (RSS, Receive Signal Strength) más alta o de pico del haz principal de recepción en un ángulo principal de direccionamiento. Dependiendo del tamaño de la zona controlada, se puede necesitar un período de tiempo significativo, así como múltiples
5 movimientos del haz principal de transmisión y varias muestras de la RSS, para encontrar el pico de RSS de cada etiqueta y, por lo tanto, su orientación de etiqueta. La determinación de la orientación, es decir, la dirección angular tanto en azimut como en elevación de cada etiqueta basada en el pico de RSS del haz principal de recepción no solo ha sido imprecisa debido al límite mencionado anteriormente en el número de elementos de antena y el ancho
10 de haz relativamente amplio, sino también lenta. Se ha informado de errores del orden de 5 a 10 grados en la orientación, retardos prolongados de latencia y límites en la cantidad de etiquetas que pueden ser localizadas y rastreadas en un espacio de tiempo dado, y no son tolerables en muchas aplicaciones.

15 En consecuencia, existe una necesidad de determinar con mayor precisión las orientaciones verdaderas de las etiquetas con RFID, para determinar más rápidamente las orientaciones verdaderas de las etiquetas con RFID, para reducir la latencia en la búsqueda de cada etiqueta con la RSS más alta y para aumentar el número de etiquetas que pueden ser localizadas y rastreadas en un espacio de tiempo dado.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

Las figuras adjuntas, en las que números de referencia similares se refieren a elementos idénticos o funcionalmente similares en las distintas vistas, junto con la descripción detallada
25 siguiente, están incorporados y forman parte de la memoria descriptiva, y sirven para ilustrar, además, realizaciones de conceptos que incluyen la invención reivindicada y explican varios principios y ventajas de dichas realizaciones.

La figura 1 es una vista esquemática de un ejemplo de un sistema de lectura de etiquetas de
30 identificación por radiofrecuencia (RFID) para determinar con precisión las orientaciones verdaderas de las etiquetas con RFID en tiempo real de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una vista esquemática, en perspectiva, de un ejemplo del sistema de la figura 1 instalado en una zona controlada a título de ejemplo, especialmente para el control de

inventario de artículos etiquetados con RFID.

La figura 3A es un diagrama esquemático que representa componentes del sistema general de la figura 1 durante la transmisión del haz principal de transmisión.

5

La figura 3B es un diagrama de bloques que representa un detalle de un componente del factor de ponderación para su utilización en el direccionamiento del haz en el sistema.

La figura 4 es un diagrama esquemático que representa componentes del sistema general de la figura 1 durante la recepción del haz principal de recepción, así como de haces de recepción secundarios adicionales.

10

La figura 5 es un diagrama de bloques que representa el procesamiento de señal de los haces de recepción principal y secundario representados en la figura 4 para obtener una orientación verdadera para cada artículo etiquetado con RFID.

15

La figura 6 es un diagrama que representa el horquillado de una orientación de etiqueta mediante haces secundarios de recepción en un sector de una zona controlada.

La figura 7 es un diagrama de flujo que representa las etapas realizadas de acuerdo con un procedimiento para determinar con exactitud las orientaciones verdaderas de etiquetas con RFID asociadas con artículos en la zona controlada, en tiempo real, de acuerdo con la presente invención.

20

Los expertos en la materia comprenderán que los elementos de las figuras están mostrados para más simplicidad y claridad y no están necesariamente trazados a escala. Por ejemplo, las dimensiones y posiciones de algunos de los elementos de las figuras pueden estar exageradas con respecto a otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de las realizaciones de la presente invención.

25

30

Los componentes del sistema y del procedimiento han sido representados, cuando era apropiado, mediante símbolos convencionales en los dibujos, mostrando solamente aquellos detalles específicos que son pertinentes para comprender las realizaciones de la presente invención, con el fin de no hacer confusa la invención con detalles que son

fácilmente evidentes para los expertos en la materia que tienen la ventaja de la descripción de esta memoria.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5

Un aspecto de esta invención se refiere a un sistema de lectura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RF) (RFID) para determinar con exactitud y rapidez, en tiempo real, orientaciones verdaderas de etiquetas con RFID asociadas con artículos en una zona controlada. La zona controlada puede ser una tienda minorista, un almacén o cualquier
10 otra zona confinada o abierta en la que se deben monitorizar artículos etiquetados con RFID. La zona controlada puede ser interior o exterior, y puede ser un único sector o volumen de espacio, o puede estar, y a menudo está, subdividida en múltiples sectores. El sistema incluye un lector de RFID que tiene un conjunto de elementos de antena, por ejemplo, un conjunto en fase; una pluralidad de transceptores de RF; un controlador o
15 microprocesador programado conectado de manera operativa a los transceptores y operativo para controlar los transceptores.

El controlador ejecuta un módulo de procesamiento de etiquetas que funciona para direccionar un haz principal de transmisión sobre la zona controlada transmitiendo una señal
20 principal de transmisión a través de los elementos de antena a cada etiqueta, y para direccionar un haz principal de recepción en un ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una señal principal de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta. El controlador ejecuta asimismo un módulo de procesamiento de la orientación que funciona para direccionar de forma sustancialmente simultánea una
25 pluralidad de haces de compensación de recepción secundarios hacia una pluralidad de orientaciones en la zona controlada en una pluralidad de diferentes ángulos secundarios de direccionamiento que son desviados del ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una pluralidad de señales secundarias de compensación de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta. El controlador procesa las señales
30 secundarias de compensación de recepción para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta en tiempo real.

Preferentemente, el controlador procesa las intensidades de señal de las señales secundarias de compensación de recepción para determinar una orientación de etiqueta

aproximada de cada etiqueta en la zona controlada, preferentemente seleccionando la señal secundaria de compensación de recepción que tiene un máximo de intensidad de la señal de procesamiento de entre todas las señales secundarias de compensación de recepción. El controlador selecciona un primer par de haces secundarios de compensación de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada de la etiqueta en elevación, para obtener un par de señales de compensación de elevación, selecciona un segundo par de haces secundarios de compensación de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada de la etiqueta en azimuth para obtener un par de señales de compensación de azimuth y, a continuación, procesa las señales de compensación de elevación y las señales de compensación de azimuth para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta, en tiempo real. Ventajosamente, el módulo de procesamiento de la orientación procesa las señales de compensación de elevación dividiendo su diferencia por su suma para obtener una señal de error de elevación como una corrección de elevación al ángulo principal de direccionamiento, y procesa las señales de compensación de azimuth dividiendo su diferencia por su suma para obtener una señal de error de azimuth como corrección de azimuth al ángulo principal de direccionamiento.

En una realización preferente, el módulo de procesamiento de la orientación funciona para direccionar cada haz secundario de compensación de recepción recibiendo las señales secundarias de compensación de recepción sobre una serie de canales, por ejemplo, cuatro canales. Se disponen un multiplicador complejo y un dispositivo programable para establecer un coeficiente complejo para el multiplicador complejo en cada canal, para introducir un factor de ponderación en cada canal para llevar a cabo el direccionamiento. Todos los haces secundarios de compensación de recepción son direccionados al mismo tiempo a la pluralidad de orientaciones en cada sector, cada sector a su vez. Ventajosamente, cada sector es aproximadamente igual al ancho de haz del haz principal de transmisión. El sistema incluye ventajosamente un servidor conectado de manera operativa al lector de RFID y el módulo de procesamiento de la orientación está implementado en el lector de RFID y/o en el servidor. El lector de RFID está montado preferentemente en una ubicación superior de la zona controlada y, dependiendo de la aplicación, se pueden desplegar una pluralidad de lectores de RFID en la zona controlada.

Un procedimiento, de acuerdo con otro aspecto de esta invención, se refiere a un procedimiento de lectura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RF) (RFID) para

determinar con exactitud y rapidez, en tiempo real, las orientaciones verdaderas de las etiquetas con RFID asociadas con artículos en una zona controlada. El procedimiento se lleva a cabo montando un lector de RFID que tiene un conjunto de elementos de antena y una pluralidad de transceptores de RF, en la zona controlada; controlando los transceptores haciendo que un controlador ejecute un módulo de procesamiento de etiquetas operativo para direccionar un haz principal de transmisión sobre la zona controlada mediante la transmisión de una señal principal de transmisión a través de los elementos de antena a cada etiqueta, y para direccionar un haz principal de recepción en un ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una señal principal de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta; controlando los transceptores haciendo que el controlador ejecute un módulo de procesamiento de la orientación que funciona para direccionar de manera sustancialmente simultánea una pluralidad de haces secundarios de compensación de recepción a una pluralidad de orientaciones en la zona controlada en una pluralidad de diferentes ángulos secundarios de direccionamiento que son desviados del ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una pluralidad de señales secundarias de compensación de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta; y procesando las señales secundarias de compensación de recepción para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta en tiempo real. Ventajosamente el procedimiento se lleva a cabo adicionalmente procesando las intensidades de señal de las señales secundarias de compensación de recepción para determinar una orientación de etiqueta aproximada de cada etiqueta en la zona controlada, seleccionando un primer par de haces secundarios de compensación de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada en elevación de la etiqueta para obtener un par de señales de compensación de elevación, seleccionando un segundo par de haces secundarios de compensación de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada en azimut de la etiqueta para obtener un par de señales de compensación de azimut, y procesando las señales de compensación de elevación y de azimut respectivamente para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta en tiempo real.

Haciendo referencia a los dibujos, la figura 1 muestra una representación simplificada de un sistema -10- de lectura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RF) (RFID) para determinar de manera exacta y rápida, en tiempo real, las orientaciones verdaderas de etiquetas con RFID asociadas con artículos a ser rastreados o monitorizados. El sistema -10- tiene un lector -20- de RFID conectado a un servidor o anfitrión -12- y a una interfaz

-14- de usuario. El lector -20- de RFID tiene también un conjunto de elementos de antena 1, 2, 3 ..., N, preferentemente un conjunto en fase. El lector -20- de RFID tiene asimismo una pluralidad de transceptores de RF Tx/Rx 1, Tx/Rx 2, Tx/Rx 3, ..., Tx/Rx N, un transceptor para cada elemento de antena y conectado a cada uno de ellos. El número N es arbitrario y depende de la aplicación particular. A modo de ejemplo no limitativo, se pueden emplear dieciséis elementos de antena y dieciséis transceptores. Aunque la figura 1 representa un transceptor para cada elemento de antena, este no tiene porque ser el caso. El número de transceptores puede ser diferente del número de elementos de antena. Por ejemplo, un transceptor concreto puede ser compartido con dos o más elementos de antena.

Un controlador o microprocesador -16- programado está conectado de manera operativa a los transceptores para controlar su funcionamiento. El controlador -16- ejecuta un módulo -18- de procesamiento de etiquetas -18- basado en software, y también ejecuta un módulo -22- de procesamiento de la orientación, basado en software. Los módulos -18- y -22- no necesitan estar basados en software, sino que uno o ambos pueden estar basados en hardware, o podrían estar implementados tanto en software como en hardware. Aunque el módulo -22- de procesamiento de la orientación se ha representado en la figura 1 como siendo implementado en el lector -20- de RFID, se entenderá que el módulo -22- de procesamiento de la orientación, ya sea en todo o en parte, puede estar también implementado en el servidor -12-.

La figura 2 muestra una representación ejemplar del lector -20- de RFID desplegado en una zona controlada -102- de una planta de venta minorista que tiene una estación -108- de punto de venta (POS, Point Of Sale) en la que pueden estar dispuestos el servidor -12- y la interfaz -14-, un probador -110-, y una pluralidad de artículos etiquetados con RFID, por ejemplo, ropa -106-, bolsos -104-, etc., dispuestos en estantes, colgadores, bastidores, en el suelo, etc. en la zona controlada -102-. Se entenderá que, en algunas aplicaciones, el servidor -12- está preferentemente situado en una trastienda, bien lejos de la planta de ventas. Cada artículo -104-, -106- etiquetado con RFID está asociado preferentemente con una etiqueta con RFID pasiva por razones de coste, aunque se pueden emplear otros tipos de etiquetas con RFID, tal como se ha descrito anteriormente. Se entenderá, además, que, en algunas aplicaciones, por ejemplo, en un almacén, cada etiqueta con RFID está asociada con un palé o recipiente para varios artículos. Para simplificar el dibujo, solo se ha mostrado un lector -20-, el lector -20- se ha mostrado estando situado preferentemente por encima del

techo en la zona controlada -102-. Se entenderá aún más que podrían estar desplegados más de un lector -20- en la zona controlada -102-, y no necesariamente desplegados en el techo. Cada lector -20- puede ser alimentado desde una toma de corriente, alimentado a través de Ethernet (POE, Powered Over Ethernet), o por batería.

5

El servidor -12- comprende uno o varios ordenadores estando en comunicación por cable, inalámbrica, directa o por red con la interfaz -14- y con el lector -20-. La interfaz -14- proporciona una interfaz hombre/máquina, por ejemplo, una interfaz gráfica de usuario (GUI, Graphical User Interface), que presenta información en forma pictórica y/o textual (por ejemplo, representaciones de las orientaciones de los artículos -104-, -106- etiquetados con RFID) a un usuario humano, y para iniciar y/o alterar la ejecución de varios procesos que pueden ser realizados por el servidor -12- y/o por el controlador -16-. El servidor -12- y la interfaz -14- pueden ser dispositivos de hardware separados e incluyen, por ejemplo, un ordenador, un monitor, un teclado, un ratón, una impresora y varios periféricos de hardware adicionales, o pueden estar integrados en un único dispositivo de hardware, tal como un teléfono móvil inteligente, o una tableta portátil, o un ordenador portátil. Además, la interfaz -14- de usuario puede estar en un teléfono inteligente o tableta, etc., mientras que el servidor -12- puede ser un ordenador, ya sea situado en una zona controlada -102- (véase la figura 2) que contiene los artículos -104-, -106- etiquetados con RFID, o de manera remota en alguna otra ubicación, o puede estar alojado en un servidor en la nube. El servidor -12- puede incluir un transceptor de RF inalámbrico que se comunica con el lector -20-. Por ejemplo, Wi-Fi y Bluetooth® son estándares inalámbricos abiertos para el intercambio de datos entre dispositivos electrónicos.

25 Durante el funcionamiento, el controlador -16- ejecuta el módulo -18- de procesamiento de etiquetas mediante el cual se ordena a los transceptores que actúen como una unidad de direccionamiento del haz principal de transmisión que funciona para direccionar un haz principal de transmisión sobre la zona controlada -102-, mediante la transmisión de una señal (X) principal de transmisión a través de los elementos de antena para cada etiqueta. Tal como se muestra en la figura 3A, la señal (X) principal de transmisión es conducida a lo largo de diferentes canales (en este ejemplo, cuatro) a la pluralidad de transceptores de RF Tx/Rx 1, Tx/Rx 2, Tx/Rx 3 y Tx/Rx 4 y, a su vez, a la pluralidad de los elementos -1-, -2-, -3- y -4- de antena. El direccionamiento se consigue introduciendo un factor de ponderación -W1-, -W2-, -W3- y -W4- diferente en cada canal. Tal como se muestra en la figura 3B, cada

factor de ponderación es generado mediante un multiplicador complejo -24- y un dispositivo programable -26- que establece un coeficiente complejo para el multiplicador complejo -24- para llevar a cabo el direccionamiento de la banda base del haz principal de transmisión. El direccionamiento de la banda base del haz principal de transmisión mediante el establecimiento de un coeficiente complejo para cada multiplicador complejo -24- es conocido en la técnica, y los detalles del mismo pueden ser obtenidos, por ejemplo, en referencia a la patente U.S.A Nº 8.587.495 y/o al artículo "*A Primer on Digital Beamforming by Toby Haynes, in Spectrum Signal Processing, March 26, 1998*" (Manual sobre la conformación de haces digitales, por Toby Haynes, en Procesamiento de Señal de Espectro, 26 de marzo de 1998), estando los contenidos completos de dicha patente y dicho manual incorporados en la presente memoria por referencia a los mismos.

Durante el funcionamiento, el controlador -16- ejecuta asimismo el módulo -18- de procesamiento de etiquetas mediante el cual se ordena a los transceptores que actúen como una unidad de direccionamiento de haz principal de recepción, que funciona para direccionar un haz principal de recepción en un ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una señal (A) principal de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta. Tal como se muestra en la figura 4, los elementos -1-, -2-, -3- y -4- de antena reciben señales de retorno de cada etiqueta interrogada a lo largo de diferentes canales (en este ejemplo, cuatro), y las señales de retorno de estos cuatro canales se conducen respectivamente a la pluralidad de los transceptores de RF -Tx/Rx 1-, -Tx/Rx 2-, -Tx/Rx 3- y -Tx/Rx 4-. Se introduce un factor de ponderación diferente -W1-, -W2-, -W3- y -W4- en cada canal antes de que todas las señales de retorno ponderadas sean sumadas en un sumador -28- para generar la señal (A) principal de recepción. Cada factor de ponderación es generado por el circuito de la figura 3B. El direccionamiento del haz principal de recepción se lleva a cabo mediante los factores de ponderación -W1-, -W2-, -W3- y -W4-. Tal como se muestra, los factores de ponderación (figura 4) utilizados en el direccionamiento del haz principal de recepción son, en una realización preferente, los mismos que los factores de ponderación (figura 3A) utilizados para direccionar el haz principal de transmisión. Como resultado, el ángulo de direccionamiento tanto para el haz principal de transmisión como para el haz principal de recepción es el mismo, o casi igual, es decir, tienen una alineación común o una orientación general. No obstante, se entenderá que los factores de ponderación utilizados en el direccionamiento del haz principal de recepción pueden ser diferentes de los factores de ponderación utilizados para el direccionamiento del

haz principal de transmisión, en cuyo caso, el ángulo de direccionamiento para el haz principal de transmisión es diferente del ángulo de direccionamiento para el haz principal de recepción.

5 Tal como se ha descrito anteriormente, el límite práctico en el número N de elementos de antena que pueden ser utilizados en el conjunto conocido hace que el haz principal de transmisión y el haz principal de recepción correspondiente tengan cada uno un ancho de haz relativamente amplio, lo que dificulta en la práctica determinar de manera muy exacta la orientación real, es decir, la dirección angular tanto en azimut como en elevación, de una
10 etiqueta en particular, con respecto al lector. Se ha informado de errores de orientación del orden de 5 a 10 grados y no son tolerables en muchas aplicaciones. Un aspecto de esta invención está dirigido a reducir dichos errores, preferentemente a menos de un grado. Tal como también se ha descrito anteriormente, el haz principal de transmisión conocido generalmente se mueve de manera incremental durante periodos de tiempo sucesivos, y se
15 direcciona a lo largo de la zona controlada en un modo de funcionamiento de "búsqueda" hasta que el lector encuentra y muestrea la etiqueta con la intensidad de señal de recepción (RSS) máxima o de pico del haz principal de recepción en un ángulo principal de direccionamiento. Dependiendo del tamaño de la zona controlada, se puede necesitar un período de tiempo importante, así como varios movimientos del haz principal de transmisión y múltiples muestras de la RSS, para encontrar la máxima RSS de cada etiqueta y, por lo
20 tanto, su orientación de etiqueta. Se ha informado de retardos prolongados de la latencia y de límites en el número de etiquetas que se pueden localizar y rastrear en un período de tiempo determinado, y no son tolerables en muchas aplicaciones. Otro aspecto de esta invención se refiere, por lo tanto, a la reducción de dichos retardos de latencia, y al aumento
25 del número de etiquetas que pueden ser localizadas y rastreadas en un espacio de tiempo determinado.

De acuerdo con esta invención, y tal como se muestra adicionalmente en la figura 4, las señales de retorno de cada etiqueta interrogada de los elementos -1-, -2-, -3- y -4- de antena
30 son conducidas a través de los respectivos transceptores de RF -Tx/Rx 1-, -Tx/Rx 2-, -Tx/Rx 3-, -Tx/Rx 4-, a un divisor -30- y, a continuación, encaminadas hacia una pluralidad de N subcircuitos para generar simultáneamente una pluralidad de señales secundarias de recepción -1- ... -N-, diferentes, para formar una pluralidad de haces secundarios de recepción diferentes que están desplazados con respecto al haz principal de recepción. De

este modo, las señales de retorno son conducidas desde el divisor -30- hasta un primer conjunto de factores de ponderación -W11-, -W21-, -W31- y -W41- antes de ser sumadas en un primer sumador -32- para generar una primera señal -1- secundaria de recepción que tiene una primera intensidad de señal recibida -RSS1-; hasta un segundo conjunto de factores de ponderación -W12-, -W22-, -W32- y -W42- antes de ser sumadas en un segundo sumador -34- para generar una segunda señal -2- secundaria de recepción que tiene una segunda intensidad de señal recibida -RSS2-; y así sucesivamente, hasta conjuntos adicionales de factores de ponderación y sumadores adicionales para generar señales secundarias de recepción adicionales con intensidades adicionales de señal recibida, hasta ser conducidas a un último conjunto de factores de ponderación -W1N-, -W2N-, -W3N- y -W4N-, antes de ser sumadas en un último sumador -38- para generar una última señal secundaria -N- de recepción que tiene una última intensidad de señal recibida -RSSN-. Cada conjunto de los factores de ponderación representados en la figura 4 para las señales secundarias de recepción es generado por un circuito idéntico al representado en la figura 3B.

Tal como se muestra mejor en la figura 6, cada conjunto de los factores de ponderación para las señales secundarias de recepción es seleccionado para guiar de manera sustancialmente simultánea todos los haces secundarios de compensación de recepción hacia una pluralidad de orientaciones en un sector -60- representativo de la zona controlada al mismo tiempo en una pluralidad de ángulos secundarios de direccionamiento diferentes que están desfasados con respecto al ángulo principal de direccionamiento. Tal como se muestra a modo de ejemplo no limitativo, el sector -60- tiene una matriz de 4 x 5 de veinte orientaciones en la que los haces secundarios de compensación de recepción son direccionados simultáneamente. Ventajosamente, cada sector es aproximadamente igual al ancho de haz del haz principal de transmisión. Las orientaciones sucesivamente adyacentes a lo largo del azimuth están separadas aproximadamente 10°, y las orientaciones sucesivamente adyacentes a lo largo de la elevación están separadas asimismo aproximadamente 10°. Una etiqueta cuya orientación debe ser determinada puede estar situada en cualquier parte del sector -60- y, tal como se muestra a modo de ejemplo, está situada en la 4ª fila, 2ª columna, en una orientación aproximada T de la etiqueta.

Tal como se ha descrito anteriormente, es conocido mover incrementalmente el haz principal de transmisión/recepción de una orientación a la siguiente dentro del sector -60- para buscar

la orientación de la etiqueta mediante la medición de la RSS en cada orientación en sucesivas ocasiones y, después de realizar todas estas mediciones, determinar a continuación qué orientación de la etiqueta tenía la RSS más alta o de pico. Se realizan varios movimientos y se llevan a cabo varias mediciones, lo cual suma un tiempo no despreciable para finalizar, lo que retrasa significativamente la determinación final de la orientación de las etiquetas. Según esta invención, el haz principal de transmisión/recepción no es movido incrementalmente de una orientación a la siguiente dentro del sector -60- en sucesivas ocasiones para encontrar la orientación de la etiqueta. Por el contrario, direccionando simultáneamente todos los haces secundarios de compensación de recepción a la vez a todas las veinte orientaciones en cada sector -60-, se puede medir la RSS de todas las señales secundarias de recepción, y se puede determinar la RSS más elevada al mismo tiempo.

Volviendo a la figura 4, todas las señales -N- secundarias de recepción -1- ... que tienen sus respectivas intensidades de señal recibida -RSS1-, -RSS2-, ..., -RSSN- son conducidas hasta una pluralidad correspondiente de -N- entradas de un multiplexador -36- que tiene cuatro salidas, tal como se describe a continuación. El controlador -16- procesa todas las intensidades de señal recibidas y selecciona la más alta, encontrando por tanto una orientación aproximada T de la etiqueta (véase la figura 6). Una vez que se ha encontrado la orientación aproximada T de la etiqueta, el controlador -16- selecciona un primer par de haces secundarios de compensación de recepción que abarcan la elevación de la orientación aproximada T de la etiqueta de salida del multiplexador -36-, y selecciona asimismo un segundo par de haces secundarios de compensación de recepción que abarcan el azimut de la orientación aproximada T de la etiqueta de salida del multiplexador -36-. Más concretamente, uno del primer par de haces secundarios de compensación de recepción está formado por una señal (B) secundaria de recepción de elevación positiva y está situado a unos pocos grados, por ejemplo, diez grados, en una dirección lejos de la elevación de la orientación aproximada T de la etiqueta, y el otro del primer par de los haces secundarios de compensación de recepción está formado por una señal (C) secundaria de recepción de elevación negativa y situado a unos pocos grados, por ejemplo, diez grados, en dirección opuesta a la elevación de la orientación aproximada T de la etiqueta. De forma similar, uno del segundo par de los haces secundarios de compensación de recepción está formado por una señal (D) secundaria de recepción de azimut positivo y se encuentra a unos pocos grados, por ejemplo, diez grados, en una dirección lejos del azimut de la

orientación aproximada T de la etiqueta, y el otro del segundo par de los haces secundarios de compensación de recepción está formado por una señal (E) secundaria de recepción de azimut negativo y está situado a unos pocos grados, por ejemplo, diez grados, en una dirección opuesta lejos del azimut de la orientación aproximada T de la etiqueta.

5

De este modo, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 6, se han formado cuatro haces secundarios de compensación de recepción. Los haces de compensación formados por las señales de elevación positiva (B) y negativa (C) abarcan la elevación de la orientación aproximada T de la etiqueta. Los haces de compensación formados por las
10 señales de azimut positivo (D) y negativo (E) abarcan el azimut de la orientación aproximada T de la etiqueta. Tal como se muestra en la figura 4, las señales de elevación positiva (B) y negativa (C) y las señales de azimut positivo (D) y negativo (E) salen del multiplexador -36- y, tal como se muestra en la figura 5, las señales de elevación (B) y (C) y las señales de azimut (D) y (E) son procesadas por separado para obtener factores de corrección de
15 elevación y azimut utilizados para determinar la orientación verdadera de cada etiqueta interrogada.

Por lo tanto, las señales de elevación (B) y (C) son sumadas en un sumador -40-, y son restadas entre sí en un restador -42-. Un divisor -44- divide la diferencia (B - C) del restador
20 -42- por la suma (B + C) del sumador -40-, y la salida del divisor -44-, que es una tensión, es convertida en un ángulo mediante un convertidor -46-, generando de este modo una señal de error de ángulo de elevación que es introducida en un estimador -48- de la orientación. Asimismo, las señales de azimut (D) y (E) son sumadas en un sumador -50-, y son restadas entre sí en un restador -52-. Un divisor -54- divide la diferencia (D - E) del restador -52- por
25 la suma (D + E) del sumador -50-, y la salida del divisor -54-, que es una tensión, es convertida en un ángulo mediante un convertidor -56-, generando de este modo una señal de error de ángulo de azimut que es introducida en el estimador -48- de la orientación. El estimador -48- de la orientación compara las dos señales de error de ángulo de elevación y azimut con la elevación y el azimut de la señal secundaria de recepción de pico en la
30 orientación aproximada T de la etiqueta, y obtiene como salida una orientación verdadera para cada etiqueta interrogada. Esta salida puede ser almacenada o enviada al servidor -12-, o puede ser enviada al módulo -18- de procesamiento de etiquetas para el direccionamiento del haz.

Tal como se ha descrito hasta ahora, cuatro de los elementos de antena son empleados para direccionar cada uno de los haces secundarios de compensación de recepción alrededor de los haces principales de transmisión y recepción. Si se emplean dieciséis elementos de antena en el conjunto, entonces se utiliza un conmutador para conmutar de los mismos cuatro transceptores de RF a cuatro de los dieciséis elementos de antena. En un momento dado, cuatro de los dieciséis elementos de antena están activos, mientras que los doce elementos de antena restantes están inactivos. Estos cuatro elementos de antena funcionan de manera efectiva en un volumen o sector -60- de espacio en la zona controlada -102-. Los elementos de antena restantes en el conjunto podrían estar funcionando, ya sea sucesiva o simultáneamente, en el mismo o en diferentes volúmenes o sectores del espacio en la zona controlada. Los elementos de antena trabajan en grupos, habitualmente cuatro al mismo tiempo, y de manera ventajosa, puede haber solapamiento entre elementos de antena en los diferentes grupos. Se entenderá que esta invención no pretende estar limitada a un grupo de cuatro elementos de antena, porque podría emplearse un número o grupo diferente de elementos de antena, y un número o grupo diferente de haces secundarios de recepción.

Tal como se ha descrito anteriormente, y tal como se muestra en el diagrama de flujo -200- de la figura 7, comenzando en la etapa de inicio -202-, el sistema RFID -10- determina de manera exacta y rápida, en tiempo real, las orientaciones verdaderas de las etiquetas con RFID asociadas con los artículos -104-, -106- en cada sector -60- de la zona controlada -102-, cada sector -60- en su momento, direccionando (etapa -204-) no solo el haz principal de transmisión y el haz principal de recepción sobre todas las etiquetas, sino también direccionando de manera sustancialmente simultánea múltiples haces secundarios de compensación de recepción en ángulos de direccionamiento que están desplazados en elevación y azimut sobre las etiquetas en cada sector o zona controlada. El controlador -16- procesa las intensidades de señal de las señales secundarias de compensación de recepción de los haces secundarios de compensación de recepción para determinar una orientación aproximada de etiqueta de cada etiqueta en función de la RSS más elevada (etapa -206-). El controlador -16- selecciona un primer par de haces secundarios de compensación de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada de la etiqueta en elevación para obtener un par de señales de compensación de elevación (etapa -208-), y selecciona un segundo par de haces secundarios de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada de la etiqueta en azimut para obtener un par de señales de

compensación de azimut (etapa -210-). A continuación, el controlador -16- procesa las señales de compensación de elevación y las señales de compensación de azimut para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta, en tiempo real, calculando una corrección del ángulo de elevación para la elevación del ángulo de direccionamiento de la
5 señal de recepción secundaria de pico a la orientación aproximada T de etiqueta (etapa -212-), dividiendo una diferencia y una suma de señales de compensación de elevación de recepción para los haces de compensación de elevación. De manera similar, para cada etiqueta enumerada, el controlador -16- calcula una corrección del ángulo de azimut respecto al azimut del ángulo de direccionamiento de la señal secundaria de recepción de
10 pico en la orientación aproximada T de etiqueta (etapa -214-), dividiendo una diferencia y una suma de señales de compensación de azimut de recepción para los haces de compensación de azimut. A continuación, se corrige el ángulo de direccionamiento de la señal secundaria de recepción máxima en la orientación aproximada T de etiqueta para cada etiqueta (etapa -216-), y se emite el ángulo de direccionamiento corregido, es decir, la
15 orientación verdadera para cada etiqueta (etapa -218-). El procedimiento finaliza en la etapa -220-.

En la descripción anterior, se han descrito realizaciones específicas. Sin embargo, un experto en la materia comprenderá que se pueden realizar diversas modificaciones y
20 cambios sin apartarse del alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones siguientes. En consecuencia, la descripción y las figuras deben ser consideradas en un sentido ilustrativo y no restrictivo, y todas estas modificaciones están destinadas a estar incluidas dentro del alcance de las presentes explicaciones.

25 Los beneficios, ventajas, soluciones a problemas y cualquier elemento o elementos que puedan hacer que se produzca algún beneficio, ventaja o solución, o que resulten más acentuados no deben ser considerados como características o artículos críticos, necesarios o esenciales de alguna o de todas las reivindicaciones. La invención está definida únicamente por las reivindicaciones adjuntas, incluyendo cualquier modificación realizada
30 durante la tramitación de esta solicitud y todos los equivalentes de dichas reivindicaciones.

Además, en este documento, los términos de relación, tales como primero y segundo, superior e inferior, y similares, pueden ser utilizados únicamente para distinguir una entidad o acción de otra entidad o acción sin exigir o implicar necesariamente ninguna relación u

orden real entre dichas entidades o acciones. Los términos "comprende", "que comprende", "tiene", "que tiene", "incluye", "que incluye", "contiene", "que contiene" o cualquier otra variación de los mismos, están destinados a cubrir una inclusión no exclusiva, de tal manera que un proceso, procedimiento, artículo o aparato que comprende, tiene, incluye, contiene

5 una lista de elementos no incluye solo esos elementos, sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a dicho proceso, procedimiento, artículo o aparato. Un elemento seguido de "comprende ... un/a", "tiene ... un/a," "incluye ... un/a," o "contiene ... un/a," no excluye, sin más limitaciones, la existencia de elementos idénticos adicionales en el proceso, procedimiento, artículo, o aparato que comprende, tiene,

10 incluye o contiene el elemento. Los términos "un" y "una" se definen como uno o varios a menos que se indique explícitamente lo contrario en esta memoria. Los términos "sustancialmente", "esencialmente", "aproximadamente", "alrededor de" o cualquier otra versión de los mismos, se definen como cercanos a los comprendidos por un experto en la materia y en una realización no limitativa el término se define como dentro del 10%, en otra

15 realización dentro del 5%, en otra realización dentro del 1% y en otra realización dentro del 0,5%. El término "acoplado", tal como se utiliza en la presente memoria, se define como conectado, aunque no necesariamente de manera directa y no necesariamente de manera mecánica. Un dispositivo o estructura que está "configurado" de cierta manera está configurado, por lo menos, de esa manera, pero también puede estar configurado de

20 maneras que no están enumeradas.

Se comprenderá que algunas realizaciones pueden comprender uno o varios procesadores genéricos o especializados (o "dispositivos de procesamiento") tales como microprocesadores, procesadores de señal digital, procesadores personalizados y

25 dispositivos programables de puertas lógicas (FPGA, Field Programmable Gate Arrays), e instrucciones exclusivas de programa almacenadas (incluyendo tanto el soporte lógico o "software" como el soporte lógico inalterable o "firmware") que controlan uno o varios procesadores para implementar, conjuntamente con ciertos circuitos que no son procesadores, algunas, muchas, o todas las funciones del procedimiento y/o del aparato

30 descrito en esta memoria. Alternativamente, algunas o todas las funciones podrían ser implementadas mediante una máquina de estado que no tenga instrucciones de programa almacenadas, o en uno o varios circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASICs, Application Specific Integrated Circuits), en los que cada función o algunas combinaciones de ciertas de las funciones son implementadas como lógica personalizada. Por supuesto,

podría utilizarse una combinación de los dos enfoques.

Además, una realización puede ser implementada como un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene un código legible por ordenador almacenado en el mismo para programar un ordenador (por ejemplo, que comprende un procesador) para llevar a cabo un procedimiento tal como el descrito y reivindicado en esta memoria. Ejemplos de dichos medios de almacenamiento legibles por ordenador incluyen, pero no se limitan a, un disco duro, un CD-ROM, un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético, una ROM (memoria de solo lectura, "Read Only Memory"), una PROM (memoria programable de solo lectura, "Programmable Read Only Memory"), una EPROM (memoria programable de solo lectura, que puede ser borrada, "Erasable Read Only Memory"), una EEPROM (memoria programable de solo lectura, que puede ser borrada eléctricamente, "Electrically Erasable Programmable Read Only Memory") y una memoria flash. Además, se espera que un experto en la materia, a pesar de un esfuerzo posiblemente considerable y de muchas opciones de diseño motivadas, por ejemplo, por el tiempo disponible, la tecnología actual y las consideraciones económicas, guiado por los conceptos y principios descritos dados a conocer en esta memoria, sea capaz de generar fácilmente dichas instrucciones y programas de software y circuitos integrados con una experimentación mínima.

El resumen de la invención se facilita para permitir al lector comprobar rápidamente la naturaleza de la invención técnica. Se expone con el entendimiento de que no se utilizará para interpretar o limitar el alcance o el significado de las reivindicaciones. Además, en la descripción detallada anterior, se puede apreciar que varias características están agrupadas entre sí en diversas realizaciones, con el fin de simplificar la descripción. Este procedimiento de la invención no debe ser interpretado como que refleja una intención de que las realizaciones reivindicadas requieren más características de las que se mencionan expresamente en cada reivindicación. Por el contrario, tal como reflejan las reivindicaciones siguientes, el objeto inventivo de la invención se basa en menos de la totalidad de las características de una única realización descrita. Por lo tanto, las siguientes reivindicaciones se incorporarán en esta memoria descriptiva detallada, con cada reivindicación permaneciendo por sí misma como un objeto reivindicado por separado.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de lectura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RF) (RFID) para determinar de manera exacta y rápida, en tiempo real, las orientaciones verdaderas de etiquetas con RFID asociadas con artículos en una zona controlada, que comprende:

un lector de RFID que tiene un conjunto de elementos de antena y una serie de transceptores de RF; y

un controlador conectado de manera operativa a los transceptores, estando el controlador configurado para controlar los transceptores mediante el direccionamiento de un haz principal de transmisión sobre la zona controlada mediante la transmisión de una señal principal de transmisión a través de los elementos de antena hacia cada etiqueta, y para direccionar un haz principal de recepción en un ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una señal principal de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta,

estando el controlador configurado, además, para controlar los transceptores direccionando de manera sustancialmente simultánea una pluralidad de haces secundarios de compensación de recepción hacia una pluralidad de orientaciones en la zona controlada en una pluralidad de ángulos secundarios de direccionamiento diferentes que están desviados del ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una pluralidad de señales secundarias de compensación de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta, y

estando el controlador configurado, además, para procesar las señales secundarias de compensación de recepción para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta en tiempo real,

en el que el controlador está configurado, además, para determinar una orientación aproximada de etiqueta seleccionando la señal secundaria de compensación de recepción que tiene una intensidad de pico de la señal de procesamiento entre todas las señales secundarias de compensación de recepción, y

en el que el controlador está configurado, además, para: seleccionar un primer par de haces secundarios de compensación de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada de etiqueta en elevación para obtener un par de señales de compensación en elevación, para seleccionar un segundo par de haces secundarios de compensación de recepción en
5 lados opuestos de la orientación aproximada de etiqueta en azimut para obtener un par de señales de compensación de azimut; y procesar las señales de compensación de elevación y las señales de compensación de azimut para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta en tiempo real.

2. Sistema, según la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado, además, para procesar las señales de compensación de elevación mediante la división de su diferencia por su suma para obtener una señal de error de elevación como una corrección de la elevación al ángulo principal de direccionamiento; procesar las señales de compensación de azimut dividiendo su diferencia por su suma para obtener una señal de
15 error de azimut como una corrección del azimut al ángulo principal de direccionamiento.

3. Sistema, según la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado, además, para direccionar cada haz secundario de compensación de recepción mediante la recepción de las señales secundarias de compensación de recepción sobre una pluralidad de canales; el sistema comprende, además, en cada canal, un multiplicador complejo y un dispositivo
20 programable para establecer un coeficiente complejo para que el multiplicador complejo introduzca un factor de ponderación en cada canal para efectuar el direccionamiento.

4. Sistema, según la reivindicación 1, que comprende, además, un servidor conectado operativamente al lector de RFID, y en el que el controlador está ubicado por lo menos, en
25 uno de los lectores de RFID y en el servidor.

5. Sistema, según la reivindicación 1, que comprende, además, un multiplexador conectado de manera operativa y controlado por el controlador, y en el que dicho multiplexador tiene
30 una pluralidad de entradas para recibir todas las señales secundarias de compensación de recepción, y una serie de salidas para emitir las señales de compensación de elevación y las señales de compensación de azimut.

6. Sistema, según la reivindicación 1, en el que la zona controlada tiene una pluralidad de sectores, y en el que el controlador está configurado, además, para direccionar de manera sustancialmente simultánea la pluralidad de haces secundarios de compensación de recepción a la pluralidad de orientaciones en cada sector en sucesión.

5

7. Sistema, según la reivindicación 1, en el que lector de RFID está montado en una ubicación superior en la zona controlada.

8. Procedimiento de lectura de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RF) (RFID) para determinar de manera exacta y rápida, en tiempo real, las orientaciones verdaderas de las etiquetas con RFID asociadas con artículos en una zona controlada, que comprende:

disponer un lector de RFID que tenga un conjunto de elementos de antena y una serie de transceptores de RF, en la zona controlada;

15

controlar los transceptores mediante el direccionamiento por parte de un controlador de un haz principal de transmisión sobre la zona controlada mediante la transmisión de una señal principal de transmisión a través de los elementos de antena hacia cada etiqueta, y para direccionar un haz principal de recepción en un ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una señal principal de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta;

20

controlar los transceptores mediante el direccionamiento de manera sustancialmente simultánea por parte de un controlador de una pluralidad de haces secundarios de compensación de recepción hacia una pluralidad de orientaciones en la zona controlada en una pluralidad de ángulos secundarios de direccionamiento diferentes que están desviados con respecto al ángulo principal de direccionamiento mediante la recepción de una pluralidad de señales secundarias de compensación de recepción a través de los elementos de antena de cada etiqueta;

25

30

procesar las señales secundarias de compensación de recepción para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta en tiempo real,

determinar una orientación aproximada de etiqueta seleccionando la señal secundaria de compensación de recepción que tiene una intensidad de pico de la señal de procesamiento entre todas las señales secundarias de compensación de recepción; y,

- 5 seleccionar un primer par de haces secundarios de compensación de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada de etiqueta en elevación para obtener un par de señales de compensación de elevación, seleccionando un segundo par de haces secundarios de compensación de recepción en lados opuestos de la orientación aproximada de etiqueta en azimut para obtener un par de señales de compensación de azimut, y
10 procesar las señales de compensación de elevación y las señales de compensación de azimut para determinar una orientación verdadera para cada etiqueta en tiempo real.

9. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que el procesamiento de las señales de compensación de elevación se lleva a cabo dividiendo su diferencia por su suma para
15 obtener una señal de error de elevación como una corrección de elevación al ángulo principal de direccionamiento, y en el que el procesamiento de las señales de compensación de azimut se lleva a cabo dividiendo su diferencia por su suma para obtener una señal de error de azimut como una corrección de azimut al ángulo principal de direccionamiento.

- 20 10. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que el direccionamiento de cada haz secundario de compensación de recepción se realiza recibiendo las señales secundarias de compensación de recepción sobre una pluralidad de canales; e introduciendo un factor de ponderación en cada canal para llevar a cabo el direccionamiento.

- 25 11. Procedimiento según la reivindicación 8, que comprende, además, conectar de manera operativa un servidor al lector de RFID, estando el controlador situado, por lo menos en uno de los lectores de RFID y en el servidor.

- 30 12. Procedimiento, según la reivindicación 8, que comprende, además, recibir todas las señales secundarias de compensación de recepción en un multiplexador, y emitir las señales de compensación de elevación y las señales de compensación de azimut del multiplexador.

13. Procedimiento, según la reivindicación 8, que comprende, además, configurar la zona controlada con una pluralidad de sectores, y en el que los haces secundarios de compensación de recepción son direccionados a la pluralidad de orientaciones en cada sector, en sucesión.

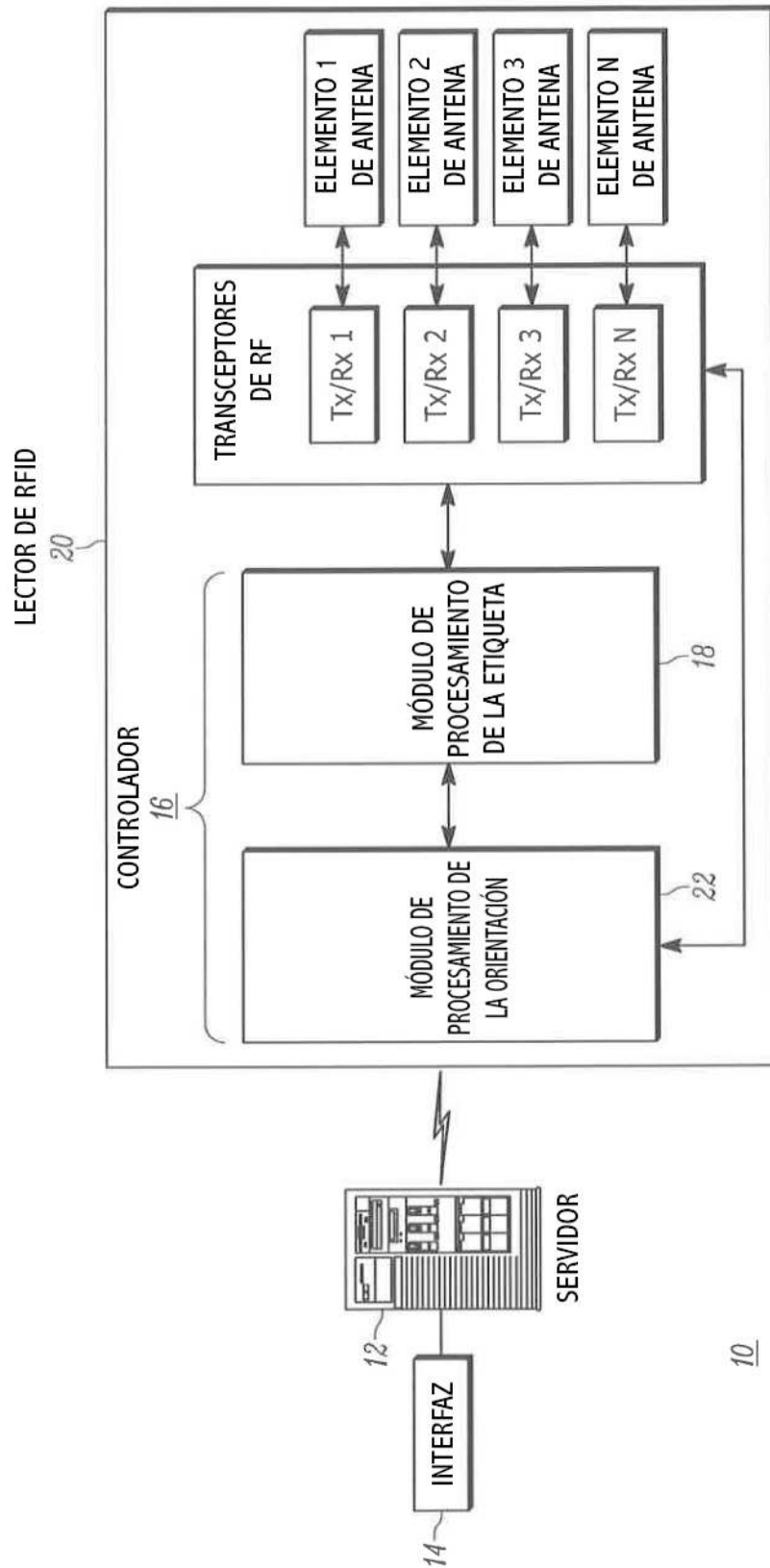


FIG. 1

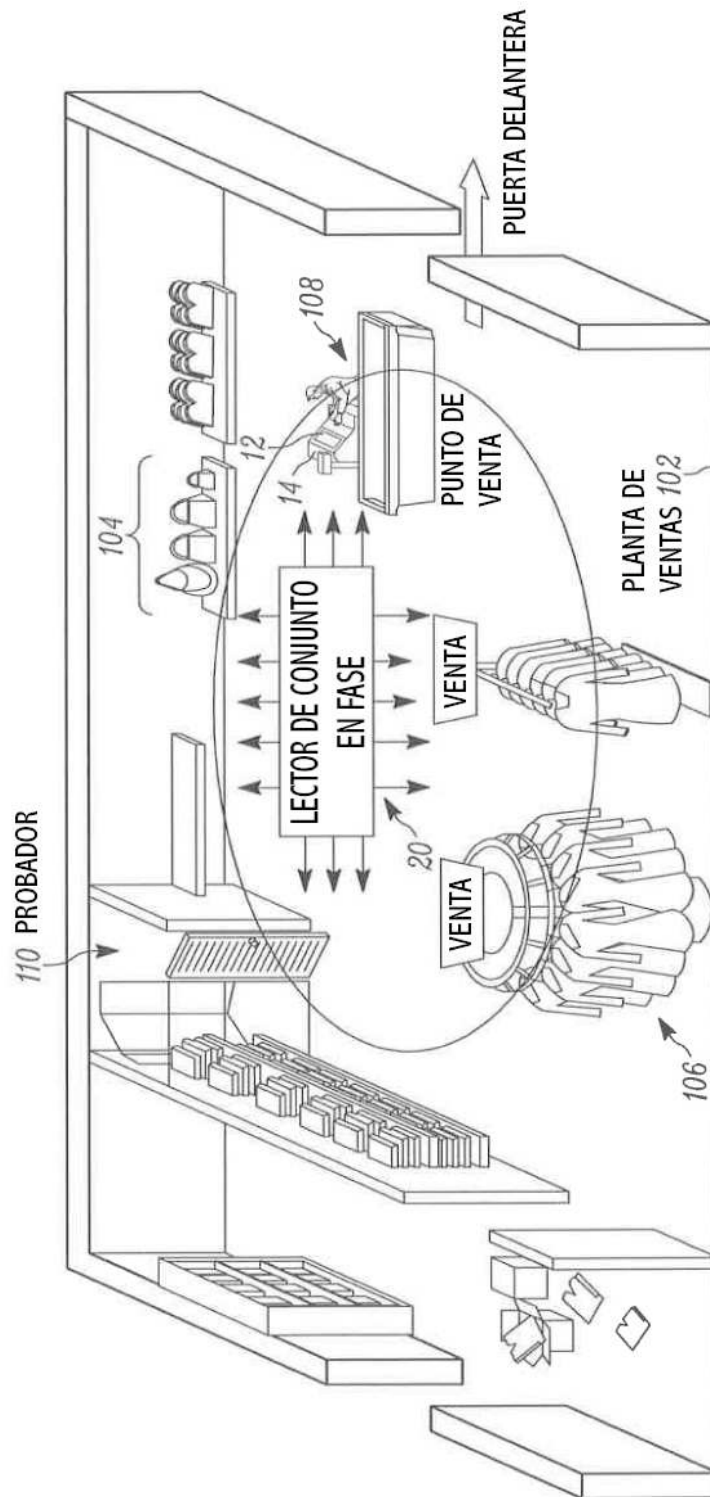


FIG. 2

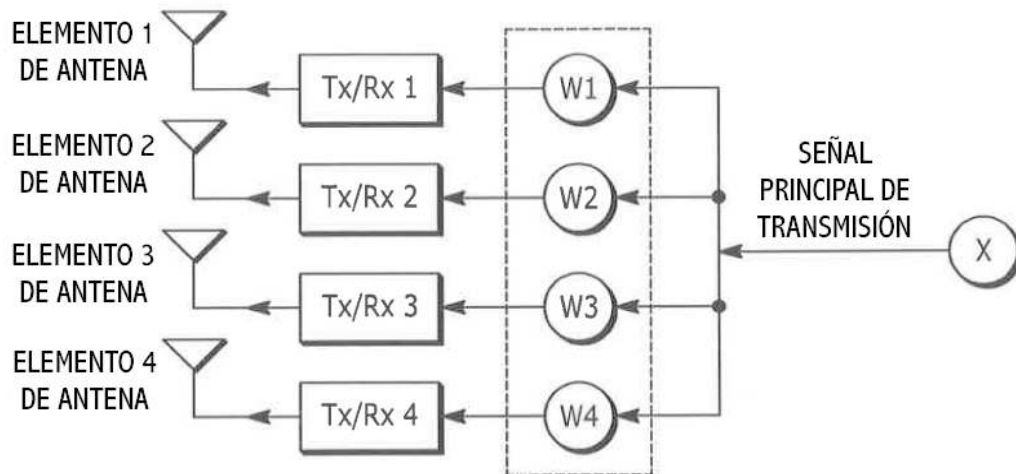


FIG. 3A

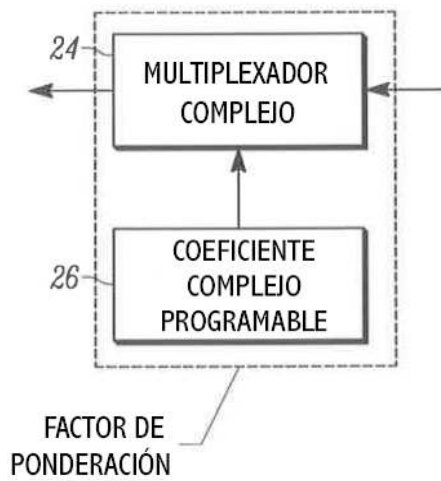


FIG. 3B

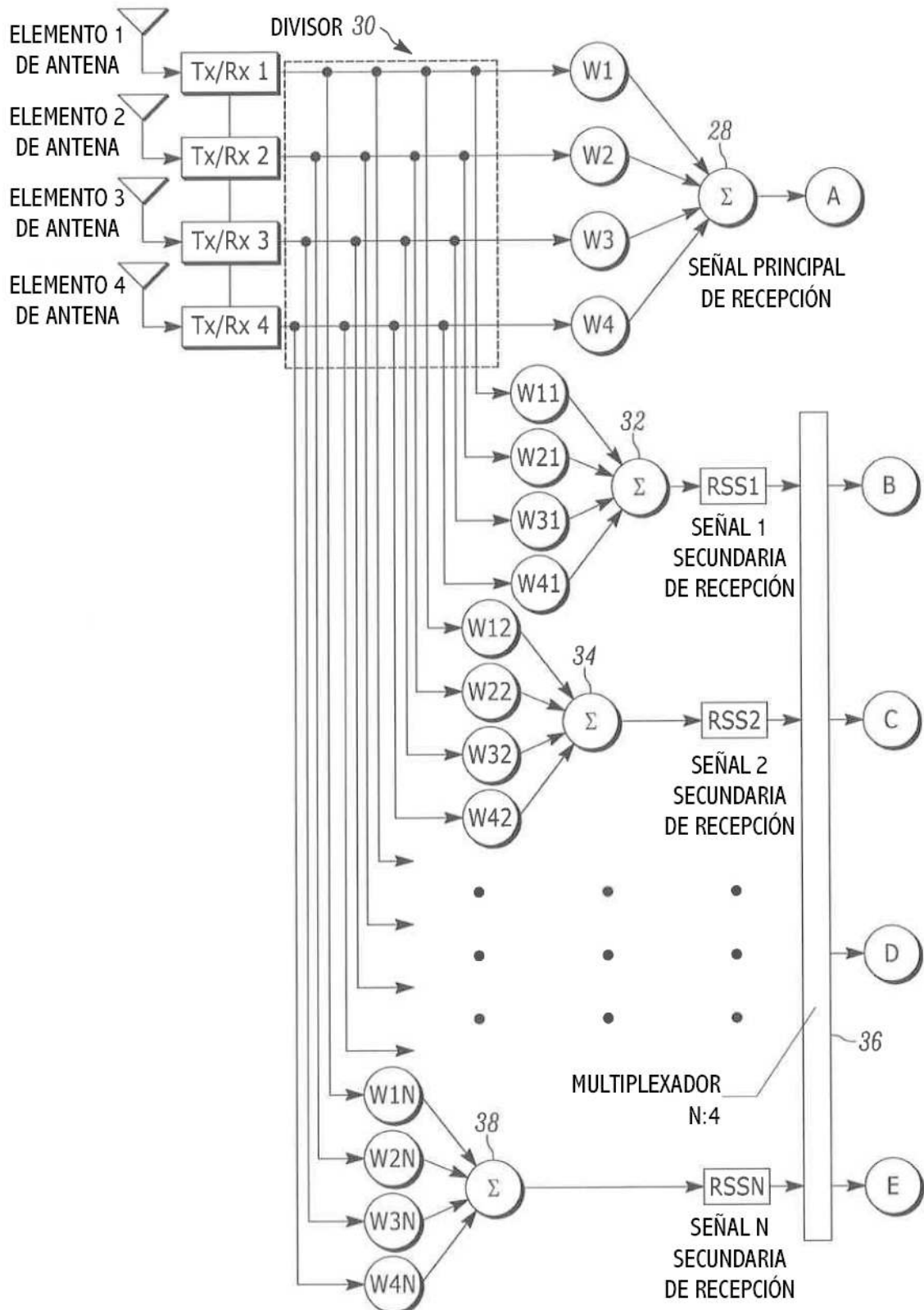


FIG. 4

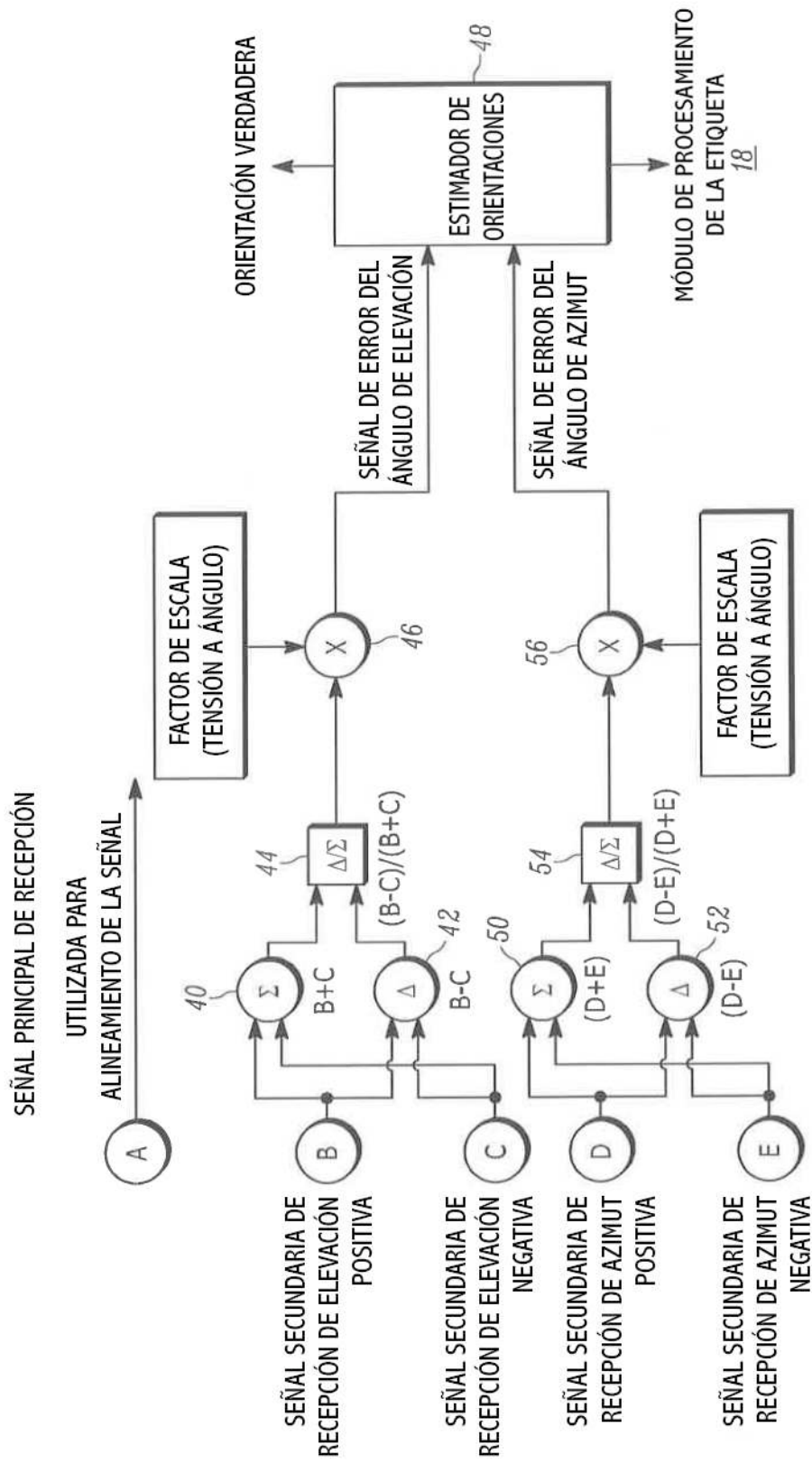


FIG. 5

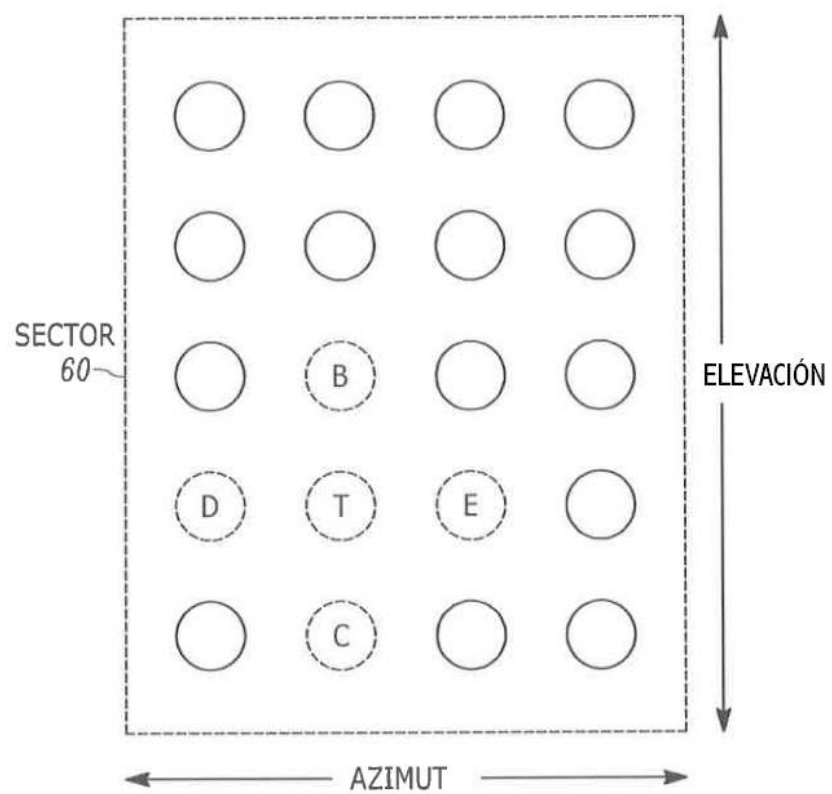


FIG. 6

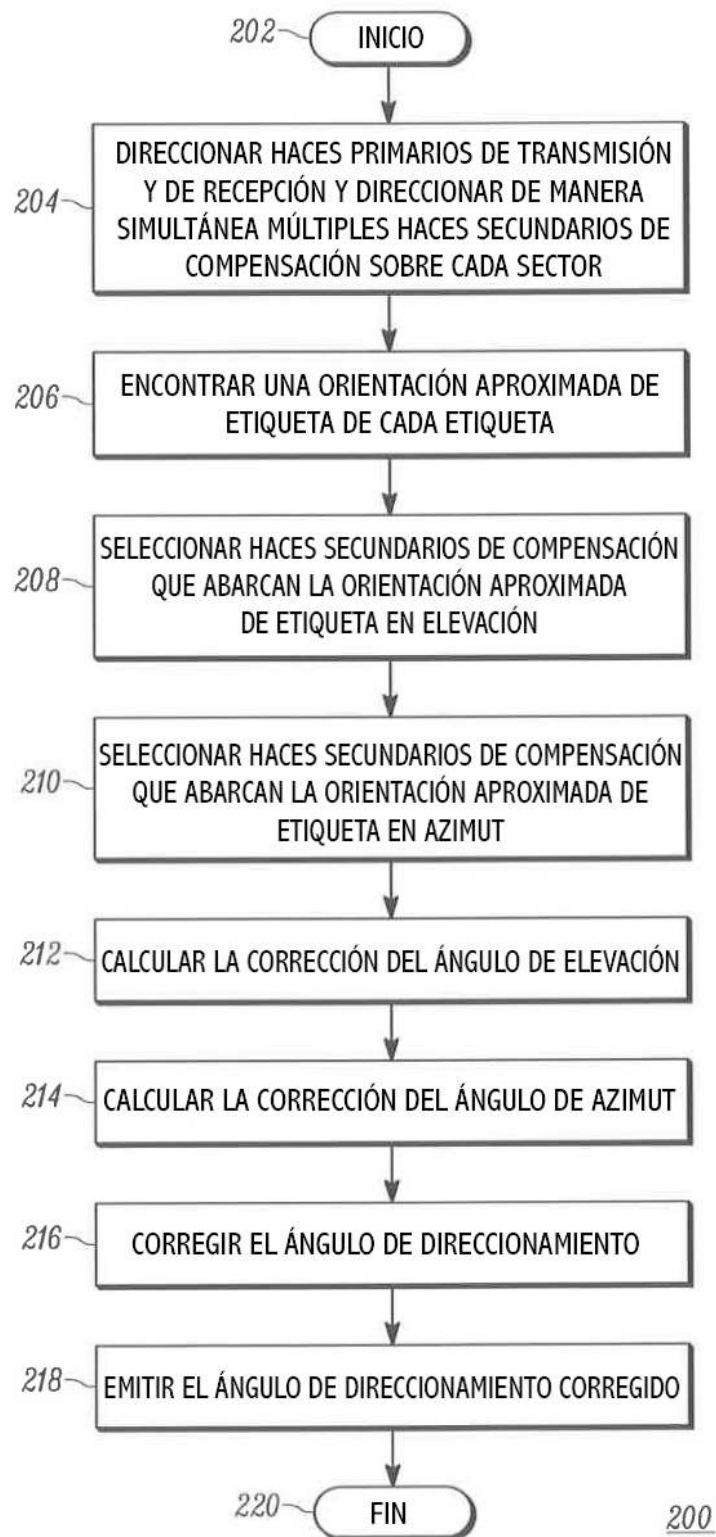


FIG. 7