

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 374**

51 Int. Cl.:

G01S 13/75 (2006.01)
G01S 7/41 (2006.01)
G01S 13/00 (2006.01)
G01S 13/04 (2006.01)
G01S 13/82 (2006.01)
G01S 13/87 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2010 E 10001521 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2224262**

54 Título: **Sistema de vigilancia de objetos de entorno por radiofrecuencia y procedimientos de utilización**

30 Prioridad:

27.02.2009 US 395595

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

10.12.2013

73 Titular/es:

**RF CONTROLS, LLC (100.0%)
4600 CHIPPEWA STREET, SUITE 299
ST. LOUIS, MISSOURI 63116, US**

72 Inventor/es:

GRAHAM, BLOY P.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 433 374 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de vigilancia de objetos de entorno por radiofrecuencia y procedimientos de utilización

Antecedentes

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de vigilancia de entorno por radiofrecuencia para la retroalimentación de la presencia de objetos. Más en concreto, la invención se refiere a un sistema de vigilancia del entorno por radiofrecuencia RFID para la vigilancia de objetos etiquetados y / o no etiquetados por medio del análisis de los cambios en el entorno de RF vigilado que se producen cuando los objetos presentes en el área vigilada son modificados en cuanto a su posición y / o número.

10 Descripción de la técnica relacionada

Los anteriores sistemas de vigilancia de acceso del paso de existencias y / u objetos se han basado en la lectura de una pluralidad de etiquetas RFID, representando cada etiqueta una unidad o una cantidad de unidades conocida de objetos asociados.

15 No es práctico aplicar una etiqueta RFID a cada objeto a ser vigilado y / o es conveniente vigilar la presencia de cantidades de los objetos a ser vigilados con la sola precisión que proporciona una indicación binaria de una etiqueta RFID asociada con una cantidad de objetos, cada uno de los cuales puede o puede no estar etiquetado, como podría ser el caso de los artículos contenidos en un depósito de piezas de repuesto.

20 En los sistemas de pórtico RFID anteriores, los lectores RFID vigilan las etiquetas RFID fijadas a los objetos y / o a las cargas de objetos durante su paso a través de, por ejemplo, una pluralidad de puertas de la plataforma de recepción en un centro de distribución. Debido a la naturaleza de los sistemas RFID conocidos no siempre es posible determinar si unas concretas etiquetas están en una puerta concreta. Es posible, por ejemplo, que un lector en la puerta 2 lea una etiqueta en la puerta 1 o en la puerta 3. Sin unos sensores de puerta especiales, no es posible determinar si una puerta concreta está abierta o cerrada y si un objeto está saliendo del centro de distribución o entrando en el centro de distribución.

25 Así mismo, muchos artículos presentan un envasado que no se complementa con el sistema de etiquetado, como por ejemplo latas metálicas y / o botellas de plástico, como por ejemplo bebidas refrescantes. Así mismo, no es económico etiquetar artículos individuales como por ejemplo clavos, tornillos, pilas, monedas o similares. Para potenciar al máximo las operaciones de las existencias, por ejemplo para sistemas de inventario Justo a Tiempo, se requiere conocer la tasa de agotamiento y / o cuando las existencias de un artículo específico están a punto de agotarse, antes de que se produzca el agotamiento real.

30 Otros sistemas anteriores de vigilancia de objetos identifican y efectúan el seguimiento de objetos no etiquetados dentro de un entorno mediante el registro de unas interrupciones en la línea de mira. Por ejemplo, el documento US 2006/0214792 A1 divulga un sistema inteligente de estantes en el que los objetos son situados sobre un estante provisto de etiquetas RFID. Las etiquetas RFID obstruidas por los objetos resultan ilegibles, haciendo posible que se determine el número de objetos dispuestos en el estante. El documento WO 2004/104957 A1 divulga unas etiquetas RFID para identificar y efectuar el seguimiento de artículos dentro de un entorno mediante la vigilancia de unas interrupciones (oscurecimientos) en la línea de mira entre los sensores RFID y las antenas y las aplicaciones para analizar estas interrupciones. Dichos sistemas están limitados en cuanto a su capacidad para efectuar el seguimiento de manera precisa y vigilar los objetos situados dentro del entorno.

40 Por tanto, constituye un objetivo de la invención proporcionar una solución de vigilancia de objetos que solvete las deficiencias de la técnica anterior.

Breve descripción de los dibujos

45 Los dibujos que se acompañan, los cuales se incorporan en, y constituyen parte de, la presente memoria descriptiva, ilustran formas de realización de la invención, en los que los mismos números de referencia dispuestos en las figuras de los dibujos se refieren a la misma característica o elemento y pueden no ser descritos con detalle para cada figura de los dibujos en los que aparecen y, junto con una descripción de la invención ofrecida con anterioridad, y la descripción detallada de las formas de realización ofrecidas más adelante, sirven para exponer los principios de la invención.

50 La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de vigilancia de entorno por radiofrecuencia ejemplar de acuerdo con la invención.

La Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra las etiquetas de referencia dentro de un área de interés y un par de conjuntos cooperantes de transmisor – receptor de RF / orientación del haz / antena situados para barrer el área de interés.

La Figura 3 es un diagrama esquemático que muestra unas trayectorias de señales con respecto a unas etiquetas de referencia dentro de un área de interés detectadas por una antena situada dentro de un área de interés, estando el área de interés llena de objetos no etiquetados.

5 La Figura 4 es un diagrama esquemático de acuerdo con la Figura 3, estando retirada una mitad de los objetos no etiquetados.

La Figura 5 es un diagrama esquemático de acuerdo con la Figura 3, estando retirados todos los objetos no etiquetados.

La Figura 6 es un diagrama esquemático de un procesador de señales y de un módulo de procesador de funciones.

10 La Figura 7 es un diagrama esquemático de una forma de realización de antena doble que genera entradas de señal destinadas a la unidad de procesamiento.

La Figura 8 es un diagrama esquemático de una unidad de procesamiento que incluye un motor de reglas.

La Figura 9 es una representación gráfica esquemática de una signatura instantánea de un emplazamiento de un área de interés con respecto al nivel y la frecuencia de las señales.

15 La Figura 10 es una representación gráfica esquemática de la signatura instantánea de la Figura 9, con respecto de la fase y la frecuencia.

La Figura 11 es una representación gráfica esquemática de una subsignatura media derivada del muestreo de la signatura instantánea del emplazamiento del área de interés de la Figura 9 a lo largo de un periodo prolongado de tiempo.

20 La Figura 12 es una representación gráfica esquemática de la subsignatura media de la Figura 11, con respecto al ángulo de desfasaje y la frecuencia.

La Figura 13 es una representación gráfica esquemática del ruido ambiental de fondo en un emplazamiento de un área de interés con los transceptores del ITCS apagados.

25 La Figura 14 es una representación gráfica esquemática de la impresión del entorno de RF con respecto al nivel y frecuencia de las señales, obtenida de un área de interés a medida que es sucesivamente barrida cuando inicialmente está vacía de objetos no etiquetados.

La Figura 15 es una representación gráfica esquemática de la impresión del entorno de RF de la Figura 14, con respecto a la fase y la frecuencia.

30 La Figura 16 es una representación gráfica esquemática de la impresión del entorno de RF con respecto al nivel y frecuencia de las señales, obtenida del área de interés de la Figura 14, a medida que es sucesivamente barrida cuando está a medio llenar con objetos no etiquetados.

La Figura 17 es una representación gráfica esquemática de la impresión del entorno de RF de la Figura 16, con respecto a la fase y la frecuencia.

35 La Figura 18 es una representación gráfica esquemática de la impresión del entorno de RF, con respecto al nivel y frecuencia de las señales, obtenida del área de interés de la Figura 14 a medida que es sucesivamente barrida con una mitad llena de objetos no etiquetados.

La Figura 19 es una representación gráfica esquemática de la impresión del entorno de RF de la Figura 18, con respecto a la fase y la frecuencia.

Descripción detallada

40 El inventor ha advertido que la totalidad del entorno de radiofrecuencia vigilado, designado en las líneas que siguen de la presente memoria como impresión del entorno de RF, puede ser utilizado para derivar cambios de la presencia y / o del (de los) emplazamiento(s) de objetos, incluso cuando los objetos individuales situados dentro del área de interés no están cada uno provistos de su propia etiqueta RFID individual.

45 Es posible vigilar la presencia y / o la dirección del movimiento de una etiqueta RFID dentro de un área de interés tridimensional mediante los sistemas de vigilancia RFID. Por ejemplo, la Solicitud de Patente Internacional con el número de Serie PCT/US/08/58824, titulada "Sistema de Emplazamiento de Fuente y de Adquisición de Señales por Radiofrecuencia" ["Radio Frequency Signal Acquisition and Source Location System"] depositada el 30 de marzo de 2008 por Bloy et al., y la Solicitud de Patente Internacional con el número de Serie PCT/IB2008/053643, titulada "Sistema de Seguimiento y Localizador de Etiquetas RFID de Antena de Alineamiento en Fase Orientable" ["Steerable Phase Array Antenna RFID Tag Locater and Tracking System"], depositada el 9 de septiembre de 2008 por Bloy,

50

describen unos sistemas de antenas de múltiples elementos desfasados cooperables orientables que llevan a cabo unos barridos del haz de un área de interés, por medio de un circuito electrónico de orientación del haz, como por ejemplo una formación de desplazadores de fase acoplada a una formación correspondiente de elementos de antena de una antena de panel, a partir de la cual se deriva la presencia y emplazamiento de etiquetas RFID individuales mediante procesamiento lógico de datos de señales históricos obtenidos a partir de los barridos anteriores del área de interés.

Para derivar el emplazamiento de las etiquetas RFID el sistema de control y seguimiento inteligente de señales de RF (ITCS) del documento PCT/US08/58224 procesa una pluralidad de señales recibidas en respuesta a una señal de interrogación de barrido de banda estrecha dirigida a través del área de interés para derivar cuáles son las verdaderas señales recibidas directamente desde una etiqueta RFID individual y cuáles son las reflexiones pseudoemisoras de la misma señal de respuesta de las etiquetas RFID (que incorporan el mismo identificador de etiquetas RFID) que reflejan las superficies secundarias antes de finalmente alcanzar una antena. La información de las señales recibidas pueden ser procesadas para rechazar los pseudoemisores, identificando así la respuesta de la señal para concentrarse sobre las rutinas de emplazamiento tridimensionales, identificando de esta manera la posición de la etiqueta RFID en tres dimensiones. Los emplazamientos de las etiquetadas RFID identificadas pueden ser combinados para generar una imagen tridimensional de cada uno de los emplazamientos de etiquetas de RFID situadas en el área de interés y, a lo largo del tiempo, el movimiento de cualquiera de las etiquetas RFID.

Así mismo, el ITCS puede aplicar una potencia de señal de interrogación altamente concentrada y / o diversificada, por ejemplo para penetrar objetos adyacentes y / o envases circundantes de una etiqueta RFID específica.

Un ITCS incluye una antena de elementos múltiples desfasados electrónicamente orientable conectada a una red de desplazamiento de fase y a una unidad de transmisor – receptor de radiofrecuencia. A los fines de la presente invención, la unidad de transmisor – receptor puede o puede no estar específicamente configurada para identificar, efectuar el seguimiento y localizar las etiquetas RFID. La unidad de transmisor – receptor pueden contener unas capacidades de circuito y / o de lógica para llevar a cabo, en cooperación con un circuito y una antena de orientación electrónica, funciones tales como:

- la transmisión de una señal de ondas continuas
- la modificación y / o modulación de la señal de ondas continuas
- la recepción de una señal de retorno
- la desmodulación de la señal de retorno
- la medición de la intensidad de señal de la señal de retorno
- la medición del retardo de tiempo entre una señal de transmisor y la señal de retorno
- la medición de fase de la señal de retorno en comparación con la fase de la señal del transmisor; y
- el informe de la intensidad, la fase relativa y el retardo de tiempo de la señal retornada.

La unidad de transmisor – receptor está bajo control y proporciona la información de las señales recibidas a una unidad de procesamiento que puede ser local o estar situada a distancia de la antena y / o del transmisor – receptor. La unidad de procesamiento provoca que el transmisor – receptor transmita una señal de ondas continuas y provoca, así mismo, que la señal de ondas continuas sea modificada / desmodulada de acuerdo con lo deseado. La unidad de procesamiento dirige también el circuito de orientación electrónica, ya sea directamente o por medio de un enlace de comunicaciones con un subprocesador / controlador dedicado de orientación electrónica, para dirigir el haz emitido desde la antena de elementos múltiples desfasados orientables en diferentes direcciones, por ejemplo dirigiendo la dirección del haz a través de un barrido de trama o similar del área de interés.

En cada punto o posición del haz un informe de salida de la unidad de transmisor – receptor es transmitida al procesador conteniendo, por ejemplo:

- una dirección de barrido y un código de tiempo;
- un índice de frecuencias refractivas de cualesquiera etiqueta(s) RFID detectada(s);
- la fase relativa y el retardo de tiempo;
- el Indicador de la Intensidad de la Señal de Retorno (RSSI) - la cobertura o la ausencia de cobertura de la etiqueta RFID por objetos modificará el RSSI (un delta de absorción de señal); y
- el desplazamiento pseudoemisor multitrayectoria (error) – las múltiples pseudorreflexiones y sus emplazamientos vigilados se modificarán cuando cambien la posición y / o la cobertura de la fuente de señal por otros objetos.

El informe de salida puede ser almacenado en una memoria, registro o tabla que puede ser temporal o permanente, en las líneas que siguen de la presente memoria designada como la matriz de datos.

Según se divulga en el documento PCT/US08/58824, el ITCS es capaz de detectar los llamados pseudoemisores y utilizar algoritmos de resolución de ambigüedad multitrayectoria para reducir o eliminar la ambigüedad posicional que estas señales introducen al intentar identificar los emplazamientos de los artículos etiquetados RFID dentro del área de interés. Aunque los sistemas de emplazamiento y seguimiento RFID del ITCS anteriores incluían lógicas extensivas dedicadas a esta intensidad y rechazo de estas señales pseudoemisoras, la presente invención advierte que estas señales, especialmente, cuando su apariencia, emplazamiento y / o desaparición es objeto de seguimiento a lo largo del tiempo como parte de la impresión del entorno de RF global presente dentro de un área de interés, pueden ser interpretadas como un indicador de la presencia y / o del emplazamiento de objetos para objetos no etiquetados situados dentro del área de interés.

Como se muestra en la Figura 1, un sistema ejemplar de acuerdo con la invención es una variante de un ITCS que incluye una pluralidad de antenas 7 acoplada a un transceptor 2. Las antenas 7 que proporcionan un haz de señales orientable por medio de un controlador del haz separado o integrado dirigido por el transceptor 2 y / o del procesador 1. La unidad 1 de procesador incluye también un motor 3 de reglas que opera de consuno con las funciones del procesador normal del ITCS sobre la presente impresión del entorno de RF y una recogida de datos de configuración de la línea de base, por ejemplo almacenada en una matriz 5 de datos de la unidad 1 de procesador. Como alternativa, el ITCS puede incluir múltiples transceptores 2, cada uno dedicado a una antena separada o a múltiples antenas 7. Los comandos del sistema son introducidos y los resultados emitidos generados de salida a través de una interfaz 4 de operador.

El motor 5 de reglas compara la impresión del entorno de RF en tiempo real con un conjunto de series de datos de impresión del entorno de RF de calibración de la línea de base para identificar el pseudoemisor y / o las indicaciones de respuesta de degradación de la señal de los cambios con respecto al número y / o la posición de los objetos presentes no etiquetados existentes en el área de interés. La resolución del emplazamiento, del pseudoemisor y / o de las indicaciones de la señal de repuesta se incrementa en gran medida cuando las múltiples antenas 7 del ITCS están desplegadas alrededor del área 9 de interés, como se muestra por ejemplo en la Figura 2. Permitiendo al menos dos antenas 7 la aplicación de una lógica de triangulación entre un vector del haz de cada antena 7 para generar un parámetro de la posición del eje z preciso de fuentes de señales útiles de por sí o como una verificación adicional de la precisión tras la estimación del eje z derivada de las rutinas de temporización de las señales.

El motor 3 de reglas opera tras la presencia de dos indicaciones primarias de un(os) objeto(s) 11 no etiquetado(s) en el área 9 de interés, lo que se muestra en las Figuras 3 a 5. En primer lugar, en un parámetro 13 de línea de mira, la señal de respuesta procedente de la etiqueta 15 RFID de referencia resultará mensurablemente degradada y / o cortada enteramente como objeto(s) 11 no etiquetado(s) y / o unas estructuras 17 se producen en y / o están situadas en la trayectoria de la señal entre la etiqueta 15 RFID de referencia y una antena 7, por ejemplo que cubra y / o oscurezca la trayectoria de la señal hasta una etiqueta 15 RFID de referencia, identificando de esta manera la presencia de un objeto 11 no etiquetado a lo largo de una trayectoria de la señal entre la etiqueta 15 RFID de referencia y una antena 7. La(s) etiqueta(s) 15 RFID de referencia pueden ser unas etiquetas RFID pasivas permanentemente fijadas alrededor del área 9 de interés, por ejemplo sobre los suelos, los estantes y / o el techo de un depósito, almacén u otro espacio destinado a ser vigilado. En segundo lugar, en un parámetro 19 pseudoemisor, los objetos no etiquetados y / o las estructuras 17 que incluyen superficies de reflexión de RF (superficies revestidas de metal y / o metálicas) que aparecen y / o están situadas cerca de una trayectoria de la señal de la etiqueta 15 RFID de referencia generarán unas respuestas pseudoemisoras con respecto a esa etiqueta 15 RFID que puede estar situada en tres dimensiones dentro del área 9 de interés como si fueran etiquetas RFID, ellas mismas. Así mismo, cuando una(s) antena(s) 7 esté(n) desplegada(s) alrededor del área 9 de interés, las líneas de mira diferentes entre cada antena 7, la o las diversa(s) etiqueta(s) 15 RFID de referencia y un objeto 11 no etiquetado pueden generar unas respuestas tanto del parámetro 13 de señal de línea de mira como del parámetro 19 emisor con respecto al (a los) mismo(s) objeto(s) 11 no etiquetado(s), mejorando en gran medida la precisión del motor de reglas (para mayor claridad en el diagrama, las trayectorias / parámetros representativas de la señal están esquematizadas con respecto a una sola de las antenas 7).

En una forma de realización ejemplar de la invención, las señales recibidas del ITCS en tiempo real y / o como a las que se ha accedido a partir de la matriz 5 de datos del ITCS incluyen los siguientes parámetros de señal aplicados como entradas al (a los) procesador(es) 11 integrado(s) con y / o acoplado(s) a la unidad (véase la fig. 6) de procesador) 1:

- La fase Φ de una señal recibida en un instante en el tiempo t_i ;
- la amplitud de la señal recibida en el mismo instante en el tiempo t_i ;
- una transformada rápida de Fourier (FFT) de la envuelta de la señal recibida en el mismo instante en el tiempo t_i ; y
- una referencia de tiempo.

- La resolución y la precisión de la referencia de tiempo son, de modo preferente, muy altas, por ejemplo derivadas de un reloj atómico, señal del GPS o similar. El (los) procesador(es) 11 de la señal genera(n) de salida una signatura(s) codificada de tiempo que es una signatura de señal única para el tiempo t , generada por las señales recibidas por el ITCS. A partir de una o de todas las antenas 7 a lo largo de una orientación conocida del haz de la señal de antena, almacenada como representación matemática, derivada del procesamiento de la FFT de frecuencia y fase así como de los datos de las señales de frecuencia y amplitud. Cuando se apliquen múltiples antenas 7, la coordenada espacial de interés donde los haces de las señales de las antenas están dirigidos para cruzarse, puede ser aplicada a cada registro de señal como un emplazamiento de referencia tridimensional específico de la signatura de las señales obtenidas.
- La signatura de las señales alimenta un procesador 23 de funciones el cual puede ser un componente separado acoplado con una función lógica interna de la unidad 1 de procesador. El procesador 23 de funciones deriva y genera de salida una subsignatura $f(\text{sig})$ media de funcionamiento, a partir de una pluralidad de muestras de la asignatura (sig) instantánea de tiempo codificado recibidas por el procesador 23 de funciones a lo largo de un periodo de observación.
- El periodo de observación puede ser modificado por la unidad 1 de procesamiento para tener en cuenta los cambios en el entorno u otros parámetros definidos por el usuario. Una pluralidad de subsignaturas es también procesada por la unidad 1 de procesamiento para derivar dos signaturas adicionales, una signatura primaria y una signatura de referencia para cada coordenada espacial.
- La Figura 6, representa el flujo de un módulo de procesador 21 de señales básico y de un procesador 23 de funciones. Como se muestra en la Figura 7, los múltiples modos de procesador(es) 21 de señales y de procesador(es) 23 de funciones puede(n) ser aplicado(s) por ejemplo cada uno alimentado por las señales procedentes de una antena 7 diferente. Las señales generadas por el (los) procesador(es) 21 de las señales y del (de los) procesador(es) 23 de funciones son matemáticamente sumadas por el (los) respectivo(s) procesador(es) 25 de suma para producir una subsignatura $f(\text{sig})$ media de funcionamiento compuesta y una signatura $f(\text{sig})$ instantánea. Estas dos signaturas representan una signatura (sig) instantánea única y una signatura $f(\text{sig})$ subsignatura media de funcionamiento para un emplazamiento conocido dentro del área 9 de interés. De esta manera, la matriz 5 de datos puede ser cargada con una signatura de señal que represente la respuesta de señal para cada una de la pluralidad de posiciones espaciales únicas dentro del área 9 de interés del ITCS. El sistema se analiza en la presente memoria con referencia a un sistema de dos antenas. El experto en la materia apreciará que el resultado del sistema mejorará en tanto en cuanto se añadan al ITCS módulos adicionales de antena y de procesador asociados de las señales y del procesador de funciones.
- Como se muestra en la Figura 8, la unidad 1 de procesador puede ser seleccionada para que ofrezca una potencia de procesamiento considerable tanto para un procesamiento matemático como de las señales.
- En su forma más simple, la unidad 1 de procesador recibe dos entradas procedentes de un procesador de signaturas único, de una signatura $f(\text{sig})$ media y (sig) para las coordenadas X e Y (azimut y elevación) del punto en el espacio a partir del cual se derivó la signatura. Esta información es almacenada en la matriz 5 de datos. La unidad 1 de procesador provoca que la(s) antena(s) 7 dirigida(s) por haz barran el entorno en etapas cuyo tamaño depende de la iluminación del haz, de modo preferente de manera que haya una ligera superposición entre las etapas. Esto puede entenderse de forma óptima mediante la representación de una luz destellante que sea barrida a través de una pared. La luz destellante es desplazada una etapa cada vez. En cada etapa la luz es momentáneamente activada tomándose una imagen. La luz destellante es desplazada y la luz es de nuevo momentáneamente activada de tal manera que el parche iluminado ligeramente se superponga con el parche anterior. Este proceso se repite en un barrido de líneas hasta que la totalidad de la pared ha sido examinada. Una serie de mediciones se lleva a cabo para cada posición del haz y la subsignatura $f(\text{sig})$ y (sig) media es registrada para cada punto espacial existente en la matriz 5 de datos con las coordenadas X, Y o, cuando sea conocida, la posición X, Y, Z del punto de interés en el espacio.
- Un ciclo de registro puede ser definido como un barrido completo del área 9 de interés. La unidad 1 de procesador provoca que se emprenda una pluralidad de ciclos de registro para formar una media dinámica de una subsignatura $f(\text{sig})$ media del emplazamiento opcional de parches que puede ser ulteriormente procesada para derivar una signatura de referencia actualizada para cada emplazamiento espacial. La signatura de referencia (Sig ref) es una media de muchas signaturas primarias y se utiliza como referencia para determinar si se ha producido un cambio en el entorno. De esta manera, la matriz 5 de datos puede ser actualizada con cada barrido del área 9 de interés.
- Así mismo, la signatura de referencia (Sig ref) puede también incluir una signatura del ruido de Radiofrecuencia de fondo y / o de las señales con el interrogador apagado, esto es, el ruido de RF de fondo debido a fuentes distintas del emisor primario. Esta signatura de fondo se utiliza por el procesador para excluir de manera específica los cambios ambientales debidos a las fuentes de Radiofrecuencia generadas por el sistema de la presente invención. Estas fuentes de ruido pueden incluir pero no son debidas de manera exclusiva a las transmisiones o a emisores como por ejemplo estaciones de base de radio móviles o de TV, estaciones de base celulares, dispositivos de la Pieza 15 y de baja potencia que operen en las inmediaciones del mismo radio, etc. así como radiadores no intencionados como por ejemplo dispositivos informáticos y otros dispositivos de transmisión no de radio.

Para mejorar la calidad de la señal, la signatura del ruido de fondo puede ser sustraída de cualquiera de las demás signaturas, como por ejemplo la signatura instantánea, la signatura media y la signatura de referencia dinámica, un procedimiento designado como cancelación del ruido.

5 A fin de llevar a cabo una exposición más detallada, se hará referencia a un punto espacial único. Un experto en la materia apreciará que puede aplicarse un procesamiento similar para cada punto espacial y / o para una serie de puntos parcialmente superpuestos en el área de interés para derivar un análisis de los cambios y con ello de las existencias de la entera área de interés mediante la extensión del procesamiento del punto único divulgado en las líneas que siguen de la presente memoria.

10 La unidad 1 de procesador utiliza tres informaciones para determinar un cambio en el entorno y medir la magnitud y la naturaleza del cambio. El análisis del cambio es a continuación encaminado hacia un motor 3 de "reglas" el cual, a continuación, adopta una acción en base a la naturaleza del cambio y en base a los condicionamientos de usuario predeterminados o preestablecidos.

Las tres piezas de información utilizadas son:

- La signatura (sig) instantánea que representa una muestra única de un único punto en el entorno,
- 15 - la subsignatura media $f(\text{sig})$ del mismo punto, y
- la signatura de referencia para el mismo punto en el espacio.

20 La unidad 1 de procesador compara la signatura instantánea (sig), por ejemplo como se representa gráficamente con respecto a la frecuencia y al nivel de la señal en la Figura 9 y al mismo tiempo con respecto al ángulo de fase con respecto a la frecuencia en la Figura 10, con los valores de la subsignatura media $f(\text{sig})$ media, por ejemplo como se muestra gráficamente en las correspondientes Figuras 11 y 12, en un procesador 27 comparador con el fin de determinar si la signatura instantánea (sig) está dentro de los límites preestablecidos. En otras palabras, la subsignatura media $f(\text{sig})$ es utilizada para verificar la validez de la signatura instantánea (sig) para asegurar que no fue una lectura espuria o una aberración aislada. Como se ha descrito con anterioridad en la presente memoria cada una de estas signaturas, también designadas como impresos RF, pueden ser procesadas para sustraer el ruido ambiental de fondo que pueda existir, por ejemplo como se representa gráficamente en la Figura 13. El resultado de esta verificación es una signatura primaria (sig prime) para ese particular punto en el espacio.

25 La signatura primaria (sig prime) es a continuación comparada con la signatura de referencia a partir de la matriz 5 de datos en otro procesador 27 comparador. Si hay un cambio significativo, entonces la naturaleza resultante del cambio es encaminada hacia el motor 3 de reglas, el cual desencadena la acción apropiada de acuerdo con la estructura de reglas establecida. Si no hay un cambio significativo entonces se supone que el entorno ha permanecido estable a lo largo del estado precedente de tiempo. El procesamiento que utiliza dos sistemas de antena es el mismo. Sin embargo, debido a que hay dos estaciones de base de haz orientable, es posible determinar con mayor precisión un punto en el espacio que utilice las posiciones de azimut y elevación a partir de las dos estaciones de base para derivar la información posicional de X, Y y Z por medio de triangulación. Así mismo, los haces de señales dobles (o más) que se entrecruzan en un emplazamiento deseado incrementan la intensidad de la señal de interrogación, para el punto de interés deseado, sin irradiar una potencia de RF más allá de los límites establecidos, fuera del área 9 de interés.

30 Los datos de impresión del entorno de RF de calibración de línea de base son recogidos durante la configuración del sistema para representar un intervalo de posibles configuraciones del área 9 de interés, por ejemplo del área 9 de interés enteramente vacía de objetos 11 no etiquetados y, a continuación, en múltiples casos, cuando el área 9 de interés es sucesivamente llenada con objetos de interés. Las Figuras 14 a 19 representan gráficamente un conjunto simplificado de señales representativas a partir de las cuales la impresión del entorno de RF obtenida a partir de la misma área 9 de interés tal como es sucesivamente barrida ya sea durante los barridos iniciales de calibración y / o durante la vigilancia del área, por ejemplo cuando está inicialmente vacía de objeto(s) 11 sin etiqueta (Figuras 14, 35 15), estando retirada la mitad de los objetos 11 (Figuras 16, 17) y finalmente llenada completamente con los objetos 11 no etiquetados (Figuras 18, 19). En el estado completamente vacío, los parámetros 19 de señal pseudoemisores relacionados con la estructura(s) 17 del área 9 de interés, identificados por su interrogación más larga respecto del retardo de tiempo de la recepción de la señal de repuesta de retrodispersión (resultante de una vía de trayectoria de señales más largas, por ejemplo, superficies de reflexión de soportes y / o estantes), pueden ser mapeados para su exclusión posterior del emplazamiento / procesamiento de la señal del parámetro 19 pseudoemisor del motor de reglas. Una vez que se ha mapeado una impresión del entorno de RF "vacío", pueden ser registrados cambios ulteriores de la impresión del entorno de RF, asociados con episodios conocidos, como por ejemplo la aparición y el emplazamiento de repuestas de señal pseudoemisora dinámica que aparecen / desaparecen durante el reabastecimiento y / o el agotamiento calibrados de un (unos) objeto(s) 11 etiquetado(s) y / o no etiquetado(s) dentro del área de interés. Múltiples impresiones del entorno de RF obtenidas durante cada etapa de calibración y también durante la vigilancia que transcurre en tiempo real pueden ser promediados para mejorar la precisión y / o descartar puntos de datos erróneos.

Las señales pseudoemisoras dinámicas pueden ser identificadas también con la ayuda de barridos específicos de señal del área 9 de interés. Por ejemplo, aunque una señal de interrogación esté concentrada sobre un emplazamiento concreto conocido para incluir una etiqueta 15 RFID de referencia u otra fuente de señal de respuesta, la entera área 9 de interés puede, a continuación, ser barrida para identificar los emplazamientos de cualquier señal del parámetro 19 pseudoemisor asociado que pueda haber aparecido o desaparecido desde que fue barrida la última impresión del entorno de RF.

Además de las entradas puramente de radiofrecuencia procedentes del interior del área 9 de interés, la aparición y / o la desaparición cualificada de identificaciones de etiquetas específicas dentro del entorno de RF vigilado pueden ser utilizadas para determinar dinámica y automáticamente las acciones a ser adoptadas por el monitor del entorno de RF, como por ejemplo la alteración de la pauta de cobertura para barrer áreas concretas de una forma predeterminada.

Por ejemplo, en una forma de realización del sistema, una etiqueta 15 RFID de referencia conocida es fijada al borde inferior de cada una entre una pluralidad de puertas de plataforma rodantes, de tal manera que cuando la puerta se abra la etiqueta 15 RFID de referencia se eleve del suelo a la parte superior de la abertura. El monitor del entorno de radio observa y vigila la posición de la etiqueta 15 RFID de referencia de las puertas de cada puerta así como el emplazamiento de las etiquetas individuales dispuestas sobre los artículos u objetos situados en las inmediaciones de cada una de las puertas de plataforma. El motor de reglas está configurado para advertir estos cambios en el acceso del área de interés y aplicar entonces una asociación entre una puerta de plataforma individual y los artículos a ser cargados a través de la puerta de plataforma. Si la puerta de plataforma se abre cuando no se debe abrir o si son cargados artículos incorrectos a través de la puerta de plataforma, entonces puede desencadenarse una acción.

En un entorno en el que los objetos están almacenados en estantes o en módulos de presentación promocionales móviles, como podría típicamente ser el caso en un ultramarinos al por menor por ejemplo, el conjunto de datos de la línea de base de la impresión RF del área 9 de interés puede incluir un barrido de un área 9 de interés que incluya un enfoque de más alta resolución sobre los estantes sobre los cuales está ordenada una pluralidad de etiqueta(s) 15 RFID de referencia. El conjunto de datos de la línea de base identifica las posiciones de cada una de las etiquetas RFID de referencia, así como cualquier señal del parámetro 19 pseudoemisor generado por cualquier superficie de reflexión de RF en el área de interés cuando cada uno de los estantes está vacío de objeto(s) 11 no etiquetado(s) que debe(n) ser vigilado(s). Cuando el (los) objeto(s) 11 no etiquetado(s) que debe(n) ser vigilado(s) es (son), a continuación, sucesivamente añadido(s) a los estantes, las características de la respuesta de la señal de la o de cada una de las etiquetas 15 RFID fijada(s) a los estantes y / o a la(s) pared(es) por detrás de los estantes cambia y / o unas nuevas señales de parámetro 19 pseudoemisores son introducidos en la impresión del entorno de RF por las superficies de reflexión de RF del (de los) objeto(s) no etiquetado(s). Así mismo, el conjunto de datos de la línea de base puede incluir la modificación de las características de la absorción de la señal de repuesta, caso de que existan, lo que puede producirse cuando el (los) objeto(s) 11 no etiquetado(s) destinado(s) a ser vigilado(s) comienza(n) a cubrir y / u ocultar el parámetro 13 de la línea de visión de la(s) etiqueta(s) 15 RFID de referencia (la respuesta de la señal con el retardo de tiempo más corto entre la interrogación y la repuesta de la señal de retrodispersión procedente de una etiqueta RFID, por ejemplo una etiqueta 15 RFID de referencia) y / o las vías de las señales del parámetro 19 pseudoemisor con respecto a una o más antenas 7.

Mediante la vigilancia de los cambios de la impresión del entorno de RF, se pueden explicar reglas episódicas mediante el motor de reglas para generar salidas de usuario y /o informes de la situación. Por ejemplo, pueden ser estimadas las modificaciones con respecto a la presencia de existencias y / o la cantidad de un depósito determinado; la presencia de depósitos y / o la cantidad de objetos existentes en aquellos pueden ser rastreadas, por ejemplo generando informes de objetos respecto de los cuales las existencias se están acabando. De esta forma se puede llevar a cabo la vigilancia de las existencias o acciones similares a través de la RFID, sin que se requiera una etiqueta individual en cada objeto.

Grandes grupos de artículos etiquetados pueden ser vigilados de manera similar observando el número y el emplazamiento de las respuestas de señal recibidas de una gran concentración de objetos etiquetados RFID, incluso si un número apreciable de etiquetas RFID se están ocultando / tapando entre sí impidiendo que sean detectadas. Así mismo, cualquier etiqueta RFID fijada a los objetos situados dentro del área 9 de interés, puede ser tratado a los fines de la impresión del entorno de RF como etiqueta(s) 15 RFID de referencia, con cualquier dato asociado de degradación de la señal o pseudoemisor aplicado solo en tanto en cuanto estas etiquetas RFID sean vigiladas para que se sitúen en la posición asociada con la impresión del entorno de RF concreta.

El conjunto de datos de la línea de base puede ser actualizado de vez en cuando para compensar los cambios del entorno. El sistema puede ser configurado para actualizar automática y dinámicamente el conjunto de datos de la línea de base cuando se produzcan pequeños cambios.

Mediante la vigilancia del entorno y la comparación de grandes cambios con respecto a la impresión del entorno de RF de referencia del conjunto de datos de la línea de base almacenados, el sistema puede computar que algo se ha modificado en el área 9 de interés y adoptar una decisión en base a este cambio utilizando el motor 3 de reglas. Cuando múltiples factores dentro del motor 3 de reglas indiquen la presencia de objetos, como por ejemplo la detec-

ción de la señal del parámetro 19 pseudoemisor de degradación y / o dinámico a partir de múltiples vías, la(s) etiqueta(s) 15 RFID de referencia y / o la(s) antena(s) 7, un factor de probabilidad incrementada puede ser asignado a la conclusión del motor 3 de reglas resultante. Las conclusiones del motor 3 de reglas pueden entonces ser evaluadas dependiendo de sus totales factores de probabilidad asignados y solo aquellos que satisfagan un factor de probabilidad de umbral más alto que una salida de nivel preestablecida para la(s) acción(es) preasignada(s).

5 Durante el procedimiento de calibración, los emplazamientos específicos de los estantes pueden ser asignados a objetos específicos para hacer posible su vigilancia y su notificación tras la presencia de múltiples clases de objetos separados, correspondientes por ejemplo a diferentes productos de consumo en un entorno de una tienda de ultramarinos y / o en un almacén de distribución de artículos múltiples.

10 Si el sistema está también acoplado al sistema informático electrónico de mantenimiento de las existencias, el cambio en la impresión del entorno de RF puede estar asociado con los artículos retirados de los estantes y el motor 3 de reglas puede entonces por ejemplo, designar que se promueva una orden de compra.

15 Un experto en la materia apreciará que una ventaja de la invención es que los objetos pueden ser rastreados y localizados sin necesidad de etiquetarlos de uno en uno. Mediante el etiquetado del entorno, por ejemplo los estantes y / o los depósitos de objetos en lugar de cada objeto individual, y registrando cómo la impresión del entorno de RF, incluyendo las señales del parámetro 19 pseudoemisor asociadas con los objetos deseados, cambian entonces cuando el área 9 de interés está llena y / o vacía de objetos, por ejemplo mediante la comparación con un conjunto de datos de la línea de base. Entonces es posible vigilar el movimiento o el cambio de posición de los objetos no etiquetados existentes en el área 9 de interés con considerable precisión.

20 Tabla de Piezas

1	unidad de procesador
2	transceptor
3	motor de reglas
4	interfaz de operador
5	matriz de datos
7	antena
9	área de interés
11	objeto no etiquetado
13	parámetro de línea de mira
15	etiqueta RFID de referencia
17	estructura
19	parámetro pseudoemisor
21	procesador de señales
23	procesador de funciones
25	procesador de sumas
27	procesador comparador

Cuando en la descripción precedente se ha hecho referencia a relaciones, números enteros, componentes o módulos que presentan equivalentes conocidos, entonces dichos equivalentes se incorporan en la presente memoria como se expusieron de manera individual.

25 Aunque la presente invención ha sido ilustrada mediante la descripción de sus formas de realización, y aunque las formas de realización han sido descritas con considerable detalle, no es la intención del solicitante restringir o de cualquier forma limitar el ámbito de las reivindicaciones adjuntas a dicho detalle. Ventajas y modificaciones adicionales resultarán sin dificultad evidentes a los expertos en la materia. Por tanto, la invención, en sus aspectos más amplios, no está limitada a los detalles, aparatos representativos, procedimientos y ejemplos ilustrativos específicos mostrados y descritos. De acuerdo con ello, pueden efectuarse desviaciones respecto de dichos detalles sin apar-

tarse del ámbito del concepto inventivo general del solicitante. Así mismo, se debe apreciar que pueden llevarse a cabo mejoras y / o modificaciones respecto de dicho concepto sin apartarse del alcance de la presente invención según se define mediante las reivindicaciones dadas a continuación.

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento de vigilancia de objetos (11) sin etiquetar dentro un área (9) de interés, que comprende las etapas de:

- 5 el calibrado de un sistema de vigilancia de entorno por radiofrecuencia tridimensional para un área (9) de interés
- el registro de un conjunto de datos de línea de base de los cambios producidos en una impresión del entorno de RF del área (9) de interés recibida por el sistema de vigilancia de entorno por radiofrecuencia tridimensional cuando el área (9) de interés está llena de objetos (11);
- 10 el barrido del área (9) de interés con el sistema de vigilancia de entorno por radiofrecuencia tridimensional para una impresión del entorno de RF actual;
- la comparación de la impresión del entorno de RF actual con el conjunto de datos de la línea de base mediante un motor (3) de reglas;

caracterizado por

15 operar el motor (3) de reglas sobre un parámetro (19) pseudoemisor para objetos (11) sin etiquetar y / o unas estructuras (17) que incluyen unas superficies de reflexión de RF que se encuentran y / o están situadas próximas a una trayectoria de señal de una etiqueta (15) RFID de referencia, generando dichos objetos (11) y / o dichas estructuras (17) sin etiquetar unas respuestas de pseudoemisor con respecto a la etiqueta (15) RFID; informar de una salida del motor (3) de reglas.

20 2.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el conjunto de datos de la línea de base incluye los cambios producidos en la impresión del entorno de RF provocados por el llenado del área (9) de interés con múltiples objetos en múltiples posiciones dentro del área (9) de interés.

25 3.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el motor (3) de reglas incluye un parámetro (13) de línea de mira, en el que una degradación de una respuesta de señal procedente de un RFID (15) de referencia dentro del área (9) de interés indica la presencia de un objeto a lo largo de una línea de mira entre el RFID (15) de referencia y una antena (7) asociada con la respuesta de señal.

30 4.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el motor (3) de reglas incluye un parámetro (19) pseudoemisor dinámico en el que un pseudoemisor que aparece y / o desaparece se corresponde con un objeto que está situado en un emplazamiento conocido de acuerdo con el conjunto de datos de la línea de base y en el que, las respuestas de señal del pseudoemisor dinámico aparecen / desaparecen durante el reabastecimiento y / o el agotamiento de los objetos (11) etiquetados y / o no etiquetados específicos situados dentro del área (9) de interés.

35 5.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el motor (3) de reglas incluye un parámetro (19) pseudoemisor estático, en el que una degradación de la señal de un pseudoemisor estático se corresponde con un objeto que está situado en un emplazamiento conocido de acuerdo con el conjunto de datos de la línea de base y en el que una señal (19) de pseudoemisor estático es generada por cualquier superficie de reflexión de RF dentro del área (9) de interés en un entorno en el que los objetos están almacenados en estantes o sobre módulos de presentación promocional móviles cuando cada uno de los estantes o módulos está vacío de objetos (11) no etiquetados a ser vigilados.

6.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la salida del motor (3) de reglas es un informe de las existencias que indica que las existencias de un objeto han caído por debajo de una cantidad preestablecida.

40 7.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la salida del motor (3) de reglas está acoplada a un sistema electrónico de mantenimiento de las existencias que emite una orden de compra para un objeto que ha caído por debajo de una cantidad preestablecida.

8.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la impresión del entorno de RF es promediada a partir de múltiples barridos del área (9) de interés.

45 9.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada uno de una pluralidad de registros del conjunto de datos de la línea de base es promediado a partir de múltiples barridos del área (9) de interés durante un estado estático de un objeto.

10.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la aparición en la impresión del entorno de RF de un(os) RFID(s) (15) de referencia indica un cambio en el acceso del área (9) de interés.

50 11.- El procedimiento de la reivindicación 10, en el que el cambio en el acceso del área (9) de interés es la apertura de una puerta.

- 12.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el motor (3) de reglas aplica un factor de probabilidad en la determinación de la presencia de un objeto.
- 13.- El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el motor (3) de reglas solo genera de salida determinaciones de la presencia de objetos que presentan un factor de probabilidad por encima de un nivel preestablecido.
- 5 14.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los objetos con etiquetas RFID están incluidos como fuentes de las etiquetas (15) RFID de referencia durante la vigilancia de la impresión del entorno de RF.
- 15.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el sistema de vigilancia de entorno por radiofrecuencia tridimensional comprende un transmisor - receptor (2) acoplado a una antena (7), estando la antena (7) provista de un circuito de orientación electrónico;
- 10 la antena (7) es operativa para lanzar una señal de ondas continuas, siendo la señal de ondas continuas orientable por el circuito de orientación electrónico;
- un procesador (1) provisto de una matriz (5) de datos para almacenar una pluralidad de registros de datos de señal de una pluralidad de señales de respuesta recibidas por el o los transmisor - receptor(es) (2), y
- 15 una lógica de posición operativa sobre el (los) registro(s) de datos para derivar la posición de origen de la señal tridimensional de la pluralidad de señales de respuesta dentro de un área (9) de interés;
- un conjunto de datos de la línea de base de señales de respuesta asociadas con emplazamientos conocidos de los objetos situados en el interior del área (9) de interés; y
- un motor (3) de reglas para comparar el (los) registro(s) de datos de señal con el conjunto de datos de la línea de base para determinar las existencias de un objeto.
- 20 16.- El procedimiento de la reivindicación 15, en el que el sistema de vigilancia de entorno por radiofrecuencia tridimensional es un sistema inteligente de seguimiento y control.
- 17.- El procedimiento de la reivindicación 15, en el que el sistema de vigilancia de entorno por radiofrecuencia tridimensional incluye al menos dos transmisores - receptores (2) de RF y antenas (7).

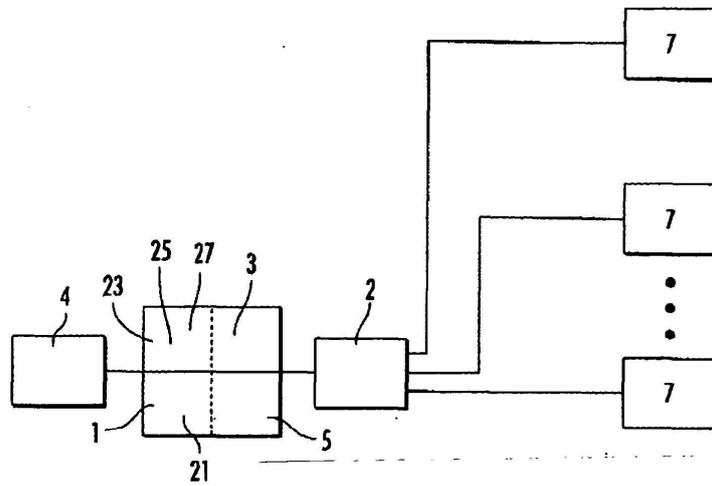


FIG. 1

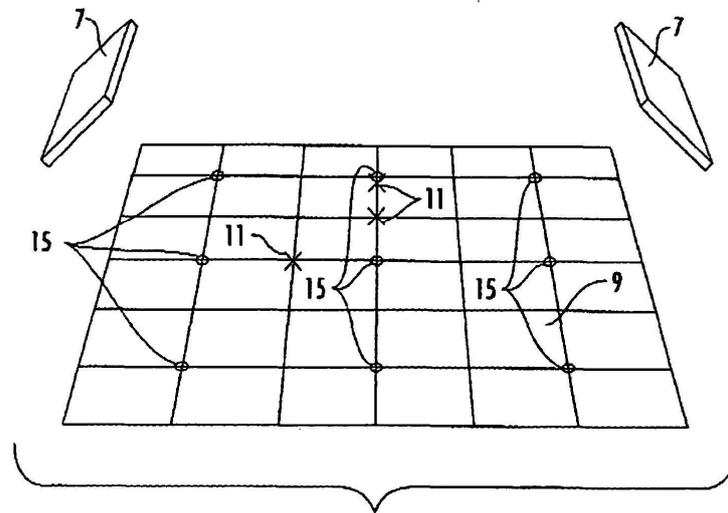


FIG. 2

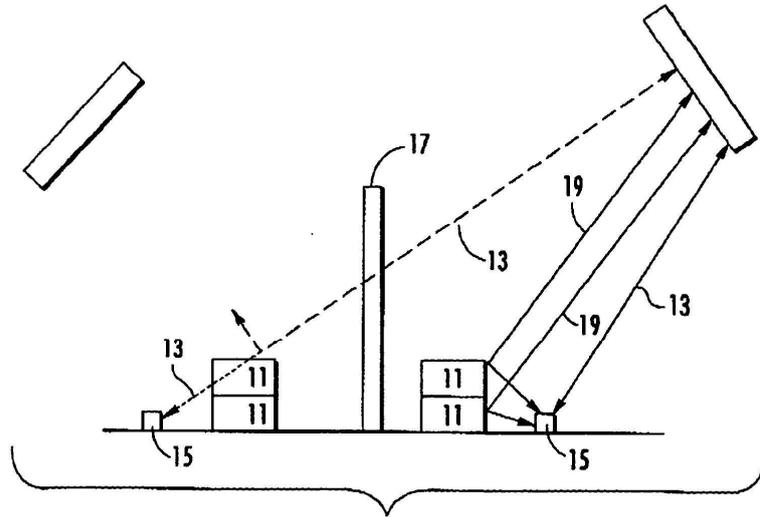


FIG. 3

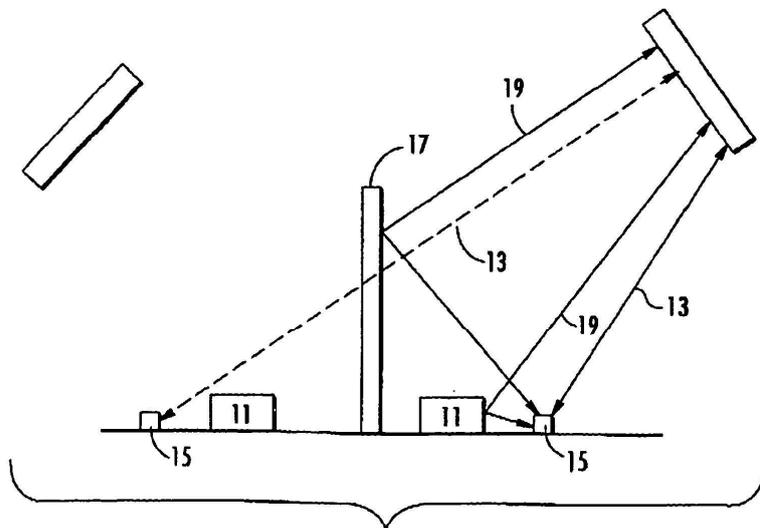


FIG. 4

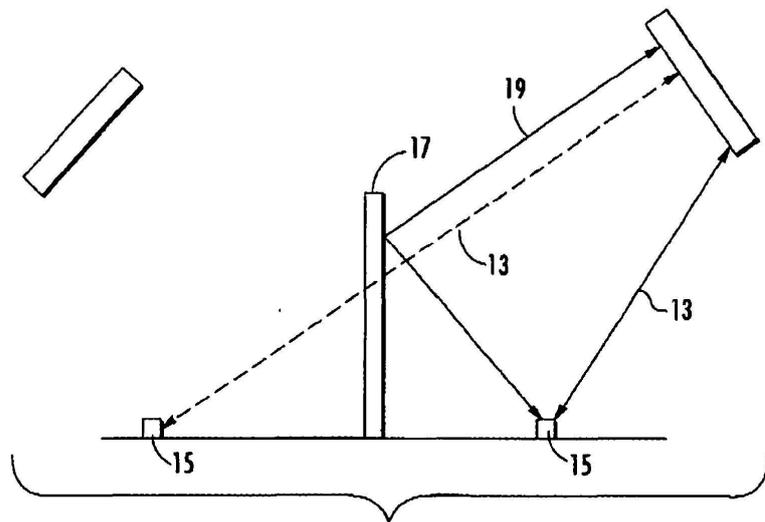


FIG. 5

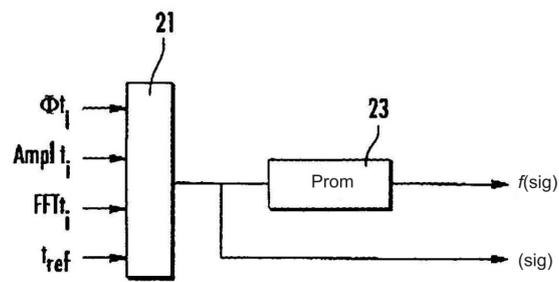


FIG. 6

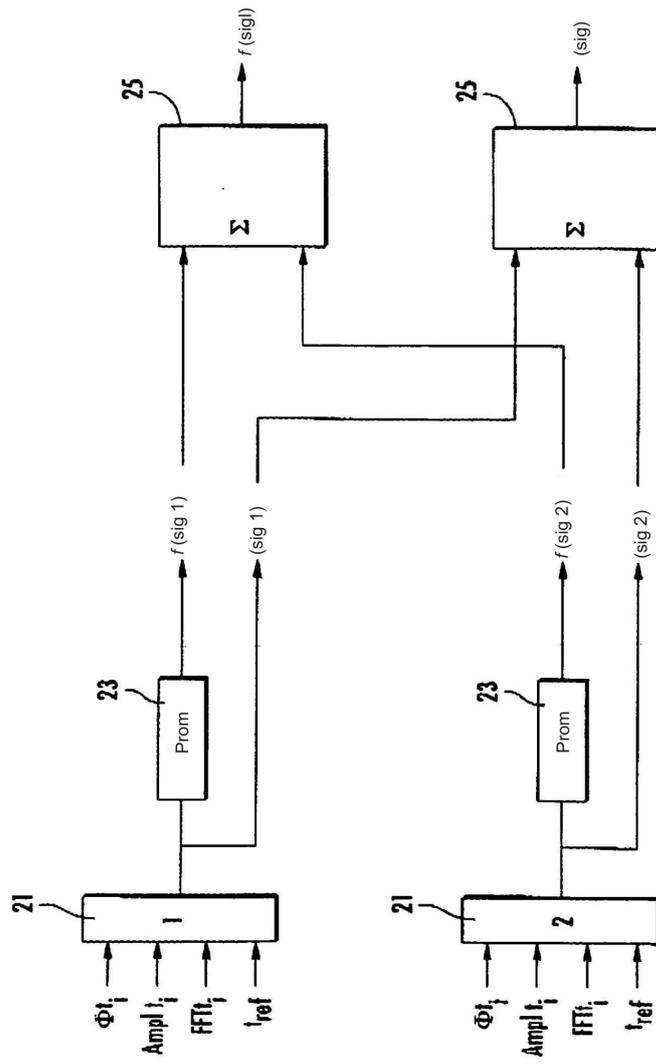


FIG 7

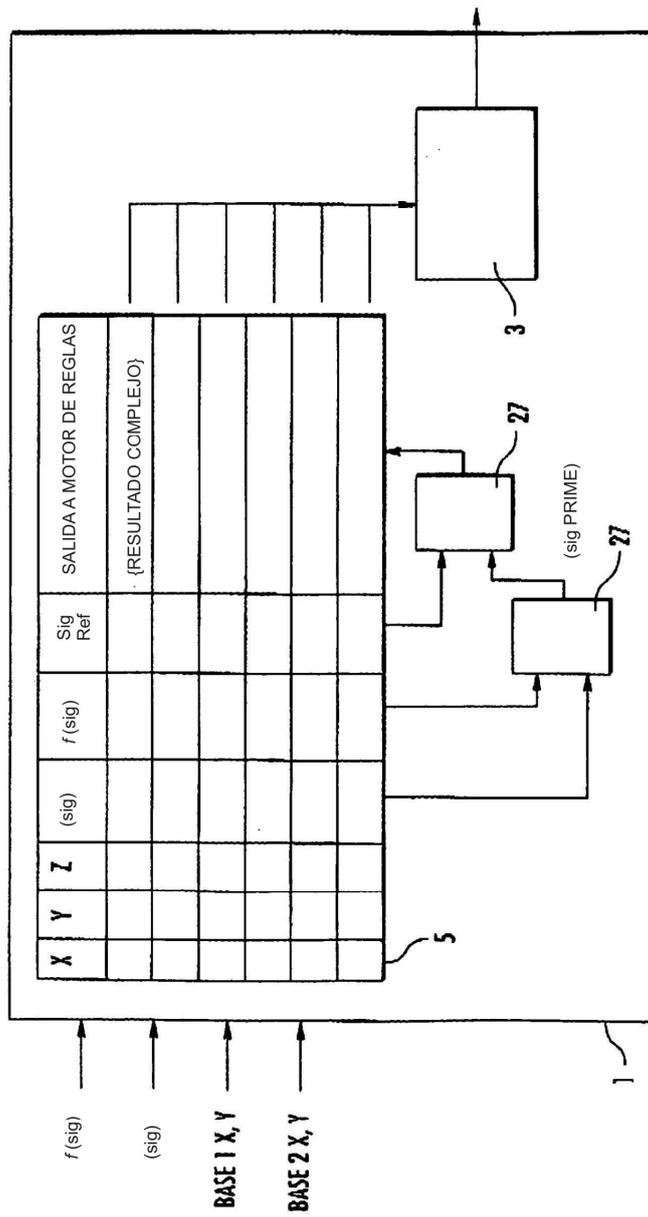


FIG. 8

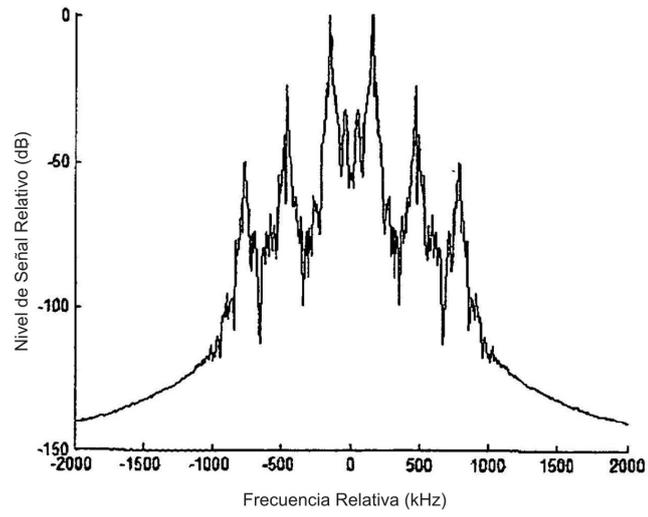


Fig. 9

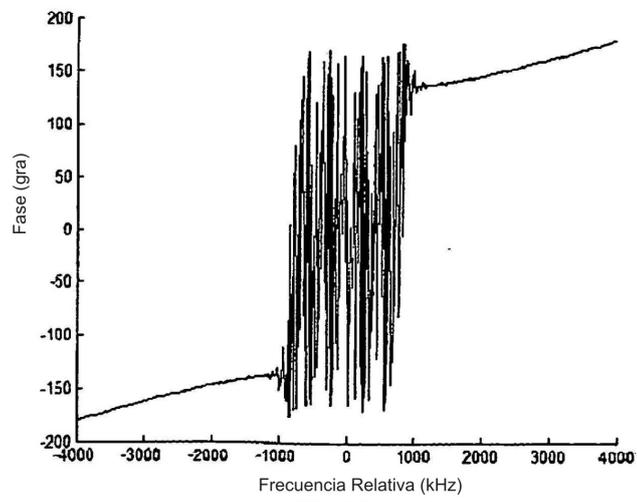


Fig. 10

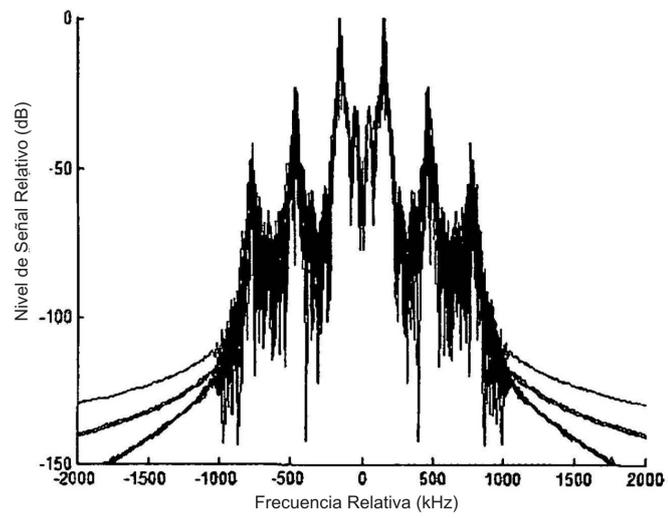


Fig. 11

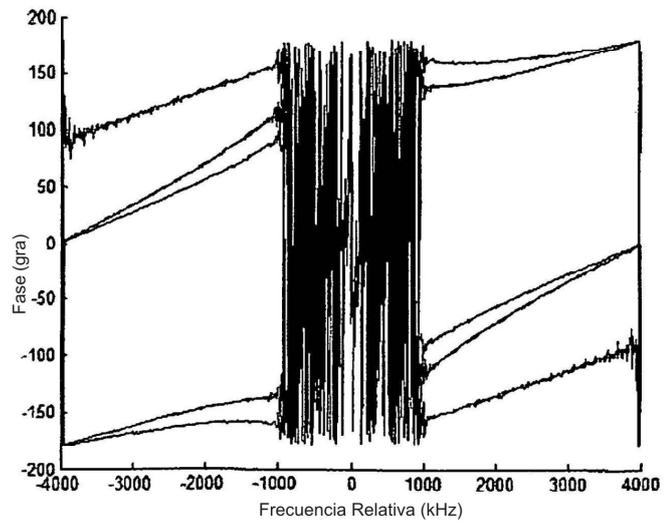


Fig. 12

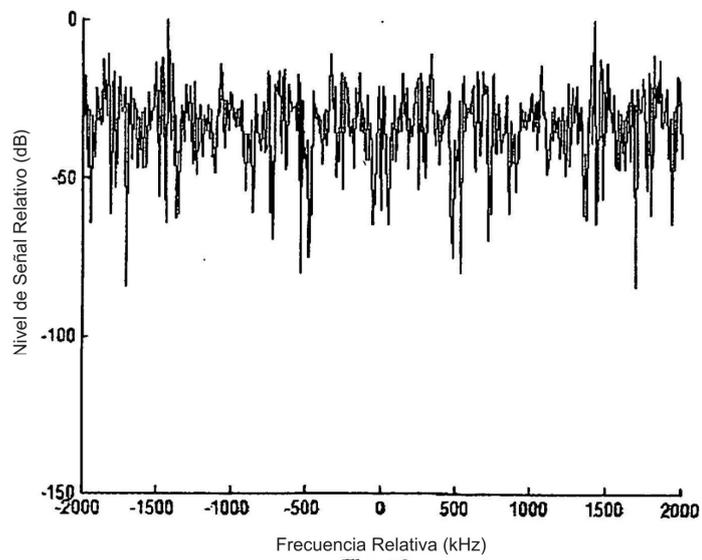


Fig. 13

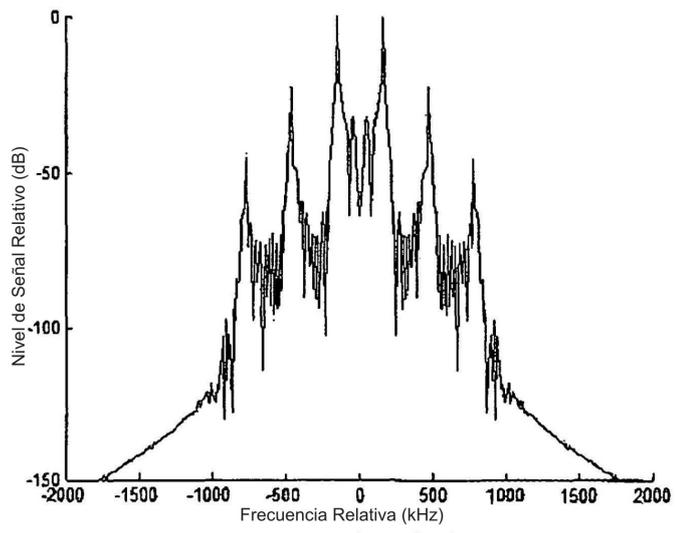


Fig. 14

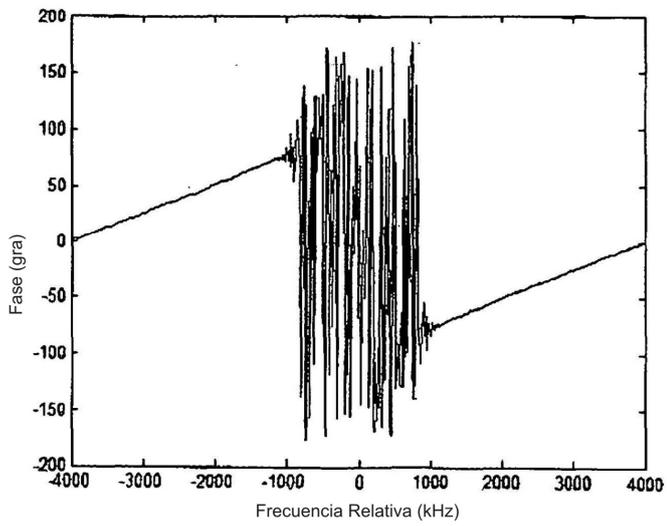


Fig. 15

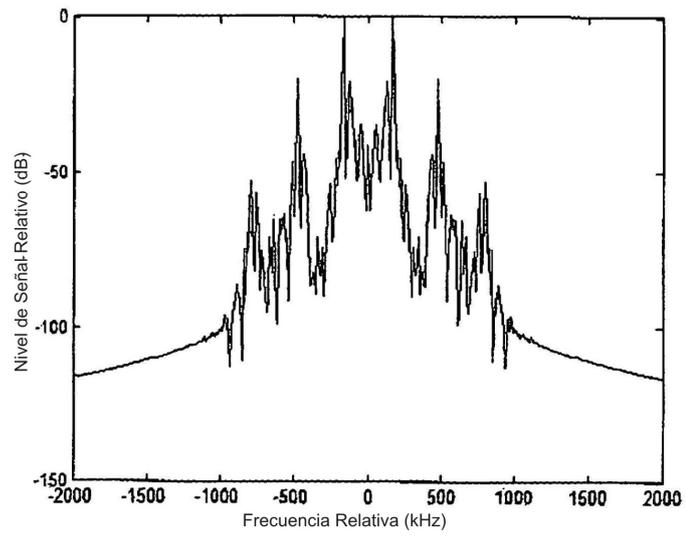


Fig. 16

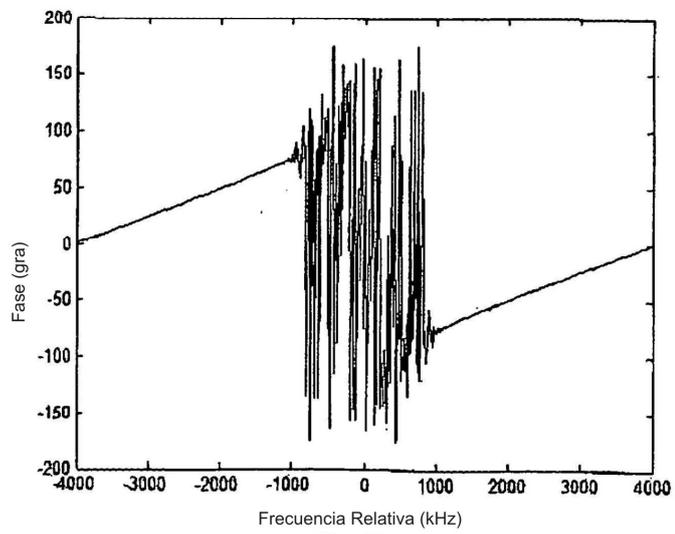


Fig. 17

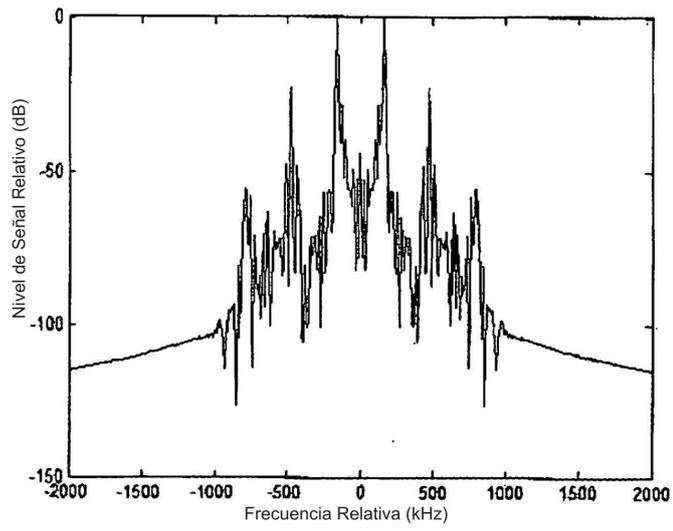


Fig. 18

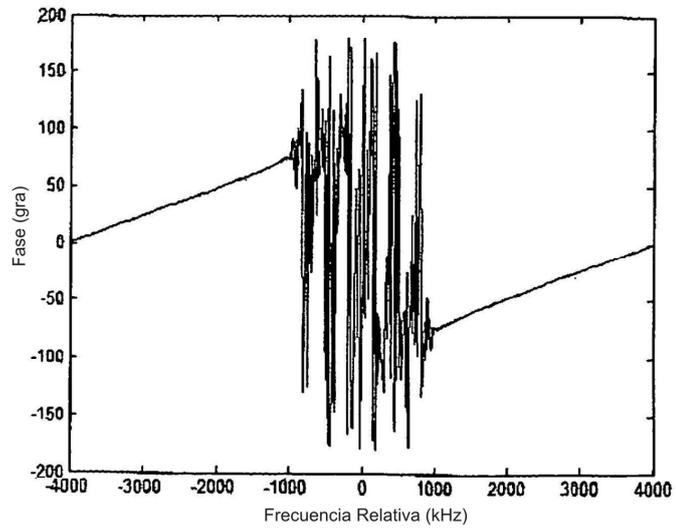


Fig. 19