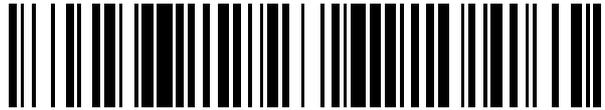


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 688**

51 Int. Cl.:

G01S 13/90	(2006.01)
G01S 7/35	(2006.01)
G01S 13/89	(2006.01)
G01S 13/87	(2006.01)
G01S 13/88	(2006.01)
G01S 13/00	(2006.01)
G01S 13/84	(2006.01)
G01S 7/41	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.04.2015 PCT/IL2015/050361**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15155764**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2015 E 15777324 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3129804**

54 Título: **Búsqueda e identificación electromagnética en zonas de campo cercano**

30 Prioridad:

07.04.2014 US 201461975936 P

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

03.03.2020

73 Titular/es:

**LEVITECTION LTD. (100.0%)
9 Shofman Street
Haifa 34987, IL**

72 Inventor/es:

LEVITA, GIDEON

74 Agente/Representante:

GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 745 688 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

Búsqueda e identificación electromagnética en zonas de campo cercano

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere de forma general a la detección, y en particular, se refiere a la búsqueda e identificación electromagnética de objetos en una zona de interés.

10 **Antecedentes de la invención**

La búsqueda, imagen e identificación e imagen de objetos relativamente pequeños dentro de volúmenes relativamente grandes y en rangos cortos es un desafío importante que aún no se ha cumplido durante muchos años, a pesar de los enormes esfuerzos que se han llevado a cabo en muchas disciplinas de detección. Enfrentar este desafío tiene aplicaciones prácticas en muchas regiones de nuestra vida, como la identificación imperceptible de objetos metálicos ocultos en el cuerpo de una persona o la formación de imágenes médicas electromagnéticas del cuerpo humano.

El pensamiento convencional es utilizar dos disciplinas de detección candidatas principales para el desafío anterior: la electromagnética y la electroóptica (detección óptica). Cada disciplina tiene ventajas y desventajas. Las ventajas de la detección óptica incluyen resoluciones de alto ángulo y rango cruzado y capacidad cercana, sin embargo, se encuentran limitadas en la búsqueda de zonas de gran volumen y en resolución y precisión de rango. La detección electromagnética proporciona una ventaja de búsqueda de gran volumen y una resolución y precisión de rango, aunque generalmente está limitada en las resoluciones de ángulo y de rango cruzado y en la búsqueda de zonas cercanas. Algunas implementaciones convencionales, aunque son teóricamente posibles, son inaceptables para su uso en situaciones que involucran humanos, ya que la potencia requerida para la implementación convencional se considera peligroso para la salud humana.

Una técnica anterior del documento US5920285 describe un aparato, en el que los elementos de transmisión individuales de una matriz de transmisión se activan a su vez para interrogar un volumen de búsqueda. Las señales reflejadas desde el volumen son recibidas por uno o más elementos de recepción de una matriz de recepción y son grabados. Se calculan las partes de propagación a una célula seleccionada y se insertan los cambios de fase y/o tiempo apropiados en los datos grabados para simular, después de la recepción, los cambios que habrían ocurrido si una o ambas matrices de transmisión y recepción se hubieran enfocado en la célula utilizando técnicas de dirección de haz de matriz en fases.

Sumario

En general, se presenta un procedimiento y sistema genérico e innovador para búsqueda electromagnética en grandes volúmenes, detección y/o formación de imágenes, autoenfocado, en el campo cercano, con altas resoluciones, que presenta implementación identificada, los procedimientos y sistemas innovadores presentan resoluciones de alto ángulo y de rango cruzado, funcionalidad de zonas cercanas, resolución de alto rango y precisiones. Se pueden buscar zonas de mayor volumen con mayor resolución de rango, precisión y resoluciones de rango cruzado en comparación con las soluciones convencionales. Las realizaciones incluyen implementaciones de potencia suficientemente baja para que sea aceptable para su uso en aplicaciones humanas (por ejemplo, cumplir con los estándares de Peligro de Radiación Electromagnética para el Personal (HERP, Hazard of Electromagnetic Radiation to Personal)).

Las realizaciones tienen aplicaciones prácticas en muchas áreas de nuestra vida, como la identificación inadvertida de objetos metálicos ocultos en el cuerpo de una persona, formación de imágenes médicas electromagnéticas de un cuerpo humano o partículas cooperativas en un cuerpo humano (tanto números relativamente pequeños como multitudes de partículas cooperativas).

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan el procedimiento y sistema respectivos, como se establece en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones de la invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de las figuras

La realización se describe en la presente memoria, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La Figura 1 es un diagrama de búsqueda e investigación de objetos en una zona de interés.

La Figura 2 es un bosquejo de varias configuraciones de formación de ejemplo.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de alto nivel de una implementación de sistema de ejemplo.

La Figura 4 es una implementación de ejemplo de un único transmisor.

5 La Figura 5 es una implementación de ejemplo de un receptor único.

La Figura 6 es una implementación de ejemplo de un módulo de soporte de señal.

10 La Figura 7 es una fotografía de una identificación de ejemplo no visible de objetos metálicos ocultos en el escenario del cuerpo de una persona.

La Figura 8 es una fotografía de ejemplo de una pantalla de interfaz de usuario para la identificación inadvertida de objetos metálicos ocultos en el ejemplo de implementación del cuerpo de una persona.

15 La Figura 9 es un diagrama de flujo de implementación.

La Figura 10 es un bosquejo de un Formación de Elemento (EF, Element Formation) de ejemplo para la implementación médica.

20 La Figura 11 es un diagrama del estándar de HERP.

La Figura 12 es un diagrama de bloques parcial de alto nivel de un sistema de ejemplo configurado para implementar la presente invención.

25 La Figura 13 es un bosquejo de una pluralidad de ejemplo de correcciones de fase para una célula de resolución.

Abreviaturas, definiciones y terminología

30 Por conveniencia de referencia, esta sección contiene una breve lista de abreviaturas, acrónimos y definiciones breves utilizadas en este documento. Los términos entre paréntesis que siguen al término inicial son anotaciones o abreviaturas alternativas utilizadas en este documento o conocidas en el campo. Esta sección no debe considerarse limitante. Se pueden encontrar descripciones más completas a continuación y en las Normas aplicables.

35

2.1 **Elemento (EI., E):** un solo transmisor fuera del grupo de transmisores (elemento de transmisión), o un solo receptor fuera de un grupo de receptores (elemento receptor), o un solo transmisor y receptor fuera del grupo de transmisores y receptores.

40

2.2 **Formación de elemento (EF., Element Formation):** Una configuración geométrica (estructura) de ubicaciones de elementos en el espacio (es decir, en un área donde se despliegan los elementos). El término incluye los elementos mismos, formaciones físicas y/o formaciones sintéticas.

45

2.3 **EF física:** una EF en la que los elementos físicos están realmente presentes en ubicaciones asociadas con el elemento.

50

2.4 **EF sintética:** una EF en la que las ubicaciones de los elementos se establecen sintéticamente, por ejemplo, por un movimiento de un solo receptor, y/o un solo transmisor, un solo par receptor-transmisor, o uno o más transmisores y/o receptores. La salida del receptor se muestrea en las ubicaciones deseadas del elemento sintético. Las ubicaciones de elementos sintéticos también se denominan en el contexto de este documento como "ubicaciones de elementos virtuales" para "elementos virtuales". Una EF sintética (o EF virtual) incluye al menos una parte de los elementos dentro de la EF que son elementos sintéticos (en ubicaciones sintéticas/virtuales).

55

2.5 **Centro de EF:** punto de referencia geométrico seleccionado dentro o fuera de la EF.

60

2.6 **Subformación de elementos (ESF, Element subformation):** una configuración geométrica única de ubicaciones de elementos de al menos dos ubicaciones de elementos en una estructura. En otras palabras, un subconjunto de elementos (transmisores y/o receptores) de un conjunto de elementos. Las ESFs pueden contener ESF. Por ejemplo, si una EF tiene 10 elementos, una ESF de la EF puede ser los elementos 1 a 5, y otra ESF de la EF puede ser los elementos 2 a 4 y 6 a 9. En general, un FSE puede incluir un subconjunto de elementos o todos los elementos (de una formación).

65

2.7 **Fase de distancia de señal:** La fase ϕ_R que resulta de multiplicar el rango de señal que viaja R, por $2\pi/\lambda$. Por lo tanto, ϕ_R es el resultado de la ecuación: $\phi_R = 2\pi \cdot R/\lambda$, donde λ es una longitud de onda de la

señal transmitida y/o recibida.

2.8 **Zona:** el volumen de cobertura tridimensional (3D) en el que se realizan las realizaciones, incluida la búsqueda, detección e identificación de alta resolución. Una zona también se denomina campo o área de operación de realizaciones. Una zona se divide en células de resolución (2.21), independientemente de la presencia de objetos (2.13).

2.9 **Fase de corrección (Corrección de Fase):** Calculada para cada célula de resolución (2.21) centrada en la zona (2.8) de la siguiente manera (consulte la Figura 1):

a) Suma las distancias del centro de célula de resolución R_{ij} desde el transmisor (i, TEi): R_{TXi} y desde el receptor (j, REj): R_{RCVj} .

b) Suma las distancias de viaje de ida y vuelta (dos veces la distancia) del centro de célula de resolución desde el centro de EF: R_{OG} .

c) Calcula la diferencia de distancia ΔR_{ij} entre R_{ij} y R_{OG} .

d) La corrección de fase ϕ_{Rij} es el residuo de la diferencia de distancia de fase ΔR_{ij} sobre multiplicaciones enteras de 2π

$$\phi_{Rij} = (2\pi) \cdot [\Delta R_{ij}/\lambda - \text{floor}\{\Delta R_{ij}/\lambda\}]$$

e) Donde $\text{floor}\{\Delta R_{ij}/\lambda\}$ es el número entero máximo que es $\leq \Delta R_{ij}/\lambda$.

2.10 **Suma coherente de señal:** suma del valor absoluto de amplitudes de señal. Ocurre cuando las señales tienen la misma fase.

2.11 **Suma ponderada de señal:** Sumar las señales después de su multiplicación con funciones ponderadas conocidas como Dolph-Chebichef u otras para optimizar los lóbulos laterales de suma.

2.12 **Conmutación secuencial de transmisor:** los transmisores se conmutan entre transmisión y no transmisión comenzando secuencialmente con un primer transmisor y continuando con los transmisores hasta el último transmisor. En el modo de transmisión de un transmisor, todos los demás transmisores no están transmitiendo (silencioso, inactivo). La repetición de cambio no está necesariamente en la misma secuencia. En otras palabras, en una subformación de al menos dos y como máximo todos los transmisores, cada transmisor se activa individualmente en un momento conocido para una operación conocida (como la duración) mientras los otros transmisores están inactivos. Durante un ciclo de conmutación del transmisor secuencial posterior, la secuencia (orden) de activación de los transmisores puede diferir de un ciclo de conmutación de transmisor secuencial previo.

2.13 **Objeto:** El cuerpo se presenta en un punto arbitrario de la zona, de modo que al iluminarse por transmisión desde la EF y/o radiométricamente, refleja parte de la señal incidente hacia los receptores de la EF (2.2). El término "objeto" generalmente incluye tipos de reflectores que son parte de la implementación, como un repetidor activo cooperativo 2.14, una fuente de baliza cooperativa 2.15 y un repetidor pasivo cooperativo 2.16 o, no siendo parte de la implementación, como un reflector objetivo no cooperativo 2.17.

2.14 **Repetidor activo cooperativo:** un objeto que recibe la señal de transmisión, opcionalmente: amplifica la señal de transmisión, el código, los cambios de frecuencia, los retrasos y transmite la señal resultante a través de una antena conectada operativamente hacia los receptores de las EFs.

2.15 **Fuente de baliza cooperativa:** un objeto que produce una señal independiente dentro del ancho de banda de los receptores de EF y transmite la señal hacia los receptores a través de una antena conectada operativamente.

2.16 **Repetidor pasivo cooperativo:** Un objeto que recibe pasivamente la señal transmitida desde la transmisión de la EF y transmite pasivamente parte de la señal recibida hacia los receptores de la EF. Una estructura de ejemplo típica para un repetidor pasivo cooperativo es una pirámide triangular cóncava construida de un material reflectante electromagnético, como el metal.

2.17 **Reflector objetivo no cooperativo:** Un objeto que recibe pasivamente la señal transmitida desde la transmisión de la EF y transmite pasivamente una parte de la señal recibida, de acuerdo con una estructura del reflector objetivo no cooperativo, de regreso a los receptores de la EF. El reflector objetivo no

cooperativo puede ser un objetivo o una interferencia para la realización.

5 2.18 **Campo lejano de formación (FFF, Far field of the formation)**: El límite inferior del campo lejano de la EF se define de manera similar a la definición de varias antenas en la literatura. La distancia del límite de campo lejano R_{FFF} de la formación se define como la distancia de célula desde el centro de formación de elemento (EF) calculada por: $R_{FFF} = 2 \cdot D^2/\lambda$, donde D es la apertura perpendicular de la EF con respecto a R_{FFF} y λ es la longitud de onda de la frecuencia central transmitida (transmitida por un transmisor de EF).

10 2.19 **Campo cercano de la EF (NFF, Near field of the EF)**: definido a distancias de R_{NFF} desde la formación de elemento (EF) que son más cortas que el límite de campo lejano de EF (R_{FFF}). Las implementaciones pueden funcionar desde rangos mayores que R_{FFF} hasta rangos extremadamente cercanos, como $R_{NFF} \leq R_{FFF}/10,000$.

15 2.20 **EF adaptativa (AEF)**: el número de elementos que están realmente operativos (realizando) dentro de la EF se adapta a la ubicación del objeto y al ángulo con respecto a la EF. Por ejemplo, una EF adaptativa puede mantener constante la resolución de rango cruzado (la resolución perpendicular a la dirección del rango) del objeto, independientemente de la ubicación del objeto dentro de la zona en rango y ángulo.

20 2.21 **Célula de resolución (RC, Resolution cell)**: los tamaños tridimensionales de un volumen especial (designado) de la zona. El tamaño de RC en cada dimensión está determinado por $q \times \lambda/D$, donde q es típicamente 1,3 y D es la apertura de la matriz secundaria de EF o EF en la dimensión. Un RC se define si hay o no un objeto (2.13) en la RC. En otras palabras, las RC normalmente se designan para todas las porciones de una zona, independientemente de si un objeto está en la porción de la zona para la que se definen las RC. Las referencias a RC son típicamente a través de un índice, por ejemplo, una RC genérica (xy z) o RC específica (1, 2, 1). La resolución se considera como una distancia mínima entre dos objetos iguales que devuelven la fuerza a lo largo de una dimensión dada.

25 2.22 **Lóbulos de rejilla**: la suma de la señal dio como resultado una suma coherente de la señal (2.10) debido a la ambigüedad en las multiplicaciones de fase 2π en algunos ángulos de búsqueda. Puede ser causado por tener elementos del receptor espaciados demasiado lejos con respecto a la longitud de onda de señal para un ángulo de búsqueda dado de la zona.

30 2.23 **Vecindad de objeto**: la vecindad relativamente cercana de un objeto (2.13) en la que pueden existir otros reflectores (por ejemplo, el reflector objetivo no cooperativo 2.17). La vecindad cercana típica es de entre una y veinte células de resolución (2.21) sobre la ubicación del objeto. El tamaño de la vecindad de objeto no está limitado, y puede incluir toda la zona (2.8).

35 2.24 **Rango (R)**: Distancia.

40 2.25 **Longitud de onda (λ)**: Típicamente de la señal transmitida y/o recibida. La relación entre la velocidad de propagación de la señal y la frecuencia de la señal.

45 2.26 **Transmisor de ESF (TX ESF)**: una subformación de al menos uno, típicamente dos o más, y como máximo todos los transmisores. Se hace referencia en la Figura 1 como 105.

50 2.26 **Receptor de ESF (RX ESF)**: una subformación de al menos uno, típicamente dos o más, y como máximo todos los receptores. En la Figura 1 se hace referencia a 130. También denominado en el contexto de este documento como un "grupo de receptores".

55 2.27 **Suma de corrección de rango**: suma compleja de las señales complejas recibidas por los receptores de EF (RX ESF) para cada célula de resolución, después de realizar la corrección de amplitud de las señales complejas recibidas (ver sección 3.12).

60 2.28 **Índices i, j, n, k**: como se conoce en la técnica, generalmente se usan como valores enteros para diferenciar elementos, por ejemplo, elementos de una EF, objetos, células de resolución y similares.

65 2.29 **Resultado de objeto enfatizado**: La suma (final) sobre los resultados de los receptores * de las señales de fase corregida (correcciones de señal de fase) o señales de fase y amplitud corregidas (correcciones de señal de amplitud).

2.30 **Señal recibida (Retorno de célula)**: la señal devuelta desde una célula de resolución a un elemento receptor siempre que haya un objeto u objeto parcial en una célula de resolución. Si no hay ningún objeto en la célula de resolución, esta señal recibida se aproxima a cero, en este caso, la salida del receptor con respecto a esta célula se debe principalmente al ruido propio del receptor.

2.31 **Señal de fase corregida:** restando de cada señal recibida una corrección de fase para calcular una señal corregida de cada una de las respectivas correcciones de fase (2.9) con base en una señal recibida para un par de transmisor y receptor correspondiente.

5

Descripción detallada - Figuras 1 a 13

Los principios y el funcionamiento del sistema y procedimiento de acuerdo con una presente realización pueden entenderse mejor con referencia a las figuras y la descripción adjunta. La presente invención es un sistema y procedimiento de detección, y en particular, se refiere a la búsqueda e identificación de objetos en una zona de interés. El sistema facilita la detección y/o imagen electromagnética, autoenfocada, en el campo cercano, con altas resoluciones, alto ángulo y rango cruzado, funcionalidad de zonas cercanas, alta resolución de rango y altas precisiones, en comparación con las soluciones convencionales. Se pueden buscar zonas de mayor volumen con mayor resolución de rango, precisión y ángulo y rango cruzado en comparación con las soluciones convencionales. Las realizaciones incluyen implementaciones de potencia suficientemente baja para ser aceptables para su uso en aplicaciones humanas (por ejemplo, cumplir con los estándares de HERP).

3. Procedimiento general de operación

20 Consulte la Figura 1. Un diagrama de búsqueda e investigación de objetos en una zona de interés. Una formación de elementos (EF) 2.2 incluye la subformación de elementos de transmisor (ESF) 105 y una subformación de elementos de receptor (ESF) 130. La ESF de transmisor 105 incluye típicamente una pluralidad de transmisores (TE) y las ESF de receptores 130 incluyen una pluralidad de receptores (RE). Se hace referencia a los transmisores individuales mediante la notación "TEi" o "TE (i), donde "i" (letra "i" minúscula) es un índice entero desde un valor inicial [normalmente cero (0) o uno (1)] a un máximo de "I" (letra "I" mayúscula). En la figura actual, se muestran cinco transmisores: transmisor genérico TE(i), transmisores TE1, TE2, TE3 y TE(I). Del mismo modo, se hace referencia a los receptores individuales mediante la notación "REj" o "RE(j), donde "j" (letra minúscula "j") es un índice entero de un valor inicial [normalmente cero (0) o uno (1)] hasta un máximo de "J" (mayúscula "J"). En la figura actual, se muestran seis receptores: receptor genérico RE(j), receptores RE1, RE2, RE3, RE4 y RE(J).

Un centro de formación de elementos 2.5 está designado para la EF 2.2. De manera similar, se designa un centro de ESF de transmisor 122 para la ESF de transmisor 105 y un centro de ESF de receptor 132 para las ESF de receptores 130. Una zona 2.8 es típicamente adyacente a la EF 2.2. El límite entre la EF 2.2 y la zona 2.8 no es necesariamente fijo, y puede cambiar, dependiendo de la configuración de los elementos y las operaciones del sistema. Por ejemplo, si se ponen en línea elementos adicionales, o durante la operación, la formación de elemento se adapta (ver AEF 2.20), el límite entre la EF 2.2 y la zona 2.8 puede cambiar. La zona 2.8 típicamente incluye una pluralidad de objetos 2.13. tales como otros objetos tales como primer objeto 112, segundo objeto 114, tercer objeto 102, repetidores activos cooperativos 2.14. fuentes de baliza cooperativa 2.15, repetidores pasivos cooperativos 2.16 y reflectores objetivo no cooperativos 2.17. Los objetos en la zona 2.8 que están relativamente cerca de un objeto de interés (por ejemplo, el objeto 2.13) se denominan en la vecindad de objeto 2.23 del objeto de interés. La zona puede incluir cualquier combinación de los objetos mencionados anteriormente o ninguno de los objetos mencionados anteriormente.

45 Al menos una parte de la zona 2.8 se divide en típicamente una multitud de volúmenes tridimensionales (3D) conocidos como células de resolución (RC, Resolution cells, o simplemente "células"). Cada célula de resolución tiene típicamente una pluralidad de correcciones de fase asociadas. Cada corrección de fase tiene un par de transmisor y receptor correspondiente. El término "multitud" puede referirse a un gran número, por ejemplo. 10's, 100's. 1000 o más RC.

50 Las referencias a RC son típicamente a través de un índice, por ejemplo, una RC genérica (x, y, z) o RC específica (1, 2, 1). En la descripción actual se usa un índice 3D no limitante de (x, y, z). En la figura actual, la zona se ha dividido en una matriz de ejemplo de RC, comenzando en un origen elegido de RC (1, 1, 1) y teniendo un número máximo de células a lo largo del eje X de X, eje Y de Y, y el eje Z de Z. Tenga en cuenta que el tamaño y la forma de la matriz de RC no están limitados, por ejemplo, no están limitados a forma rectangular (no rectangular): la forma de la matriz de RC se basa en la forma de la zona o la porción de la zona que está siendo buscada o investigada.

60 Consulte ahora la Figura 13, un bosquejo de una pluralidad de ejemplo de correcciones de fase para una célula de resolución (RC). Cada una de las, típicamente, multitud de RCs tiene, por lo general, una pluralidad de correcciones de fase. Cada corrección de fase corresponde a uno de una pluralidad de pares de transmisor y receptor. En la figura actual, tres transmisores (I = 3, TE1, TE2, TE3) y cuatro receptores (J = 4, RE1, RE2, RE3, RE4) se utilizan en la formación de elementos (EF) o subformación de elementos (ESF) para búsqueda o investigación. Las referencias a las correcciones de fase (ϕ_{Rij}) (y correcciones de amplitud) se realizan típicamente a través de un índice correspondiente a un par transmisor (i, TEi) y receptor (j, REj). La figura actual

65

muestra una variedad de notaciones equivalentes para pares de transmisor receptor, por ejemplo, $\phi_R(1,1)$, $\phi_R 1,1$ y $\phi_R 11$. Un experto en la técnica se dará cuenta de que la estructura de datos almacenados para la matriz de coeficientes es de cinco dimensiones (x, y, z, i, j).

5 3.1 En general, una señal electromagnética regresa de un objeto (2.13) hacia los receptores (REj) en un grupo de receptores (RX ESF 130) ubicado en ciertos lugares en la EF (2.2). Las ubicaciones de los receptores individuales (REj) pueden ser ubicaciones físicas o ubicaciones virtuales. El énfasis de la señal es con respecto a los retornos de señal a los receptores desde otros reflectores (objetos 2.13) en la vecindad de objeto (2.23).

10 Típicamente, se usa una pluralidad de elementos, incluyendo una pluralidad de transmisores (i transmisores, donde i es un número entero, cada transmisor designado como TEi) y una pluralidad de receptores (j receptores, donde j es un número entero, cada receptor designado como REj) A menos que se especifique lo contrario, un elemento puede ser físico o virtual. Una EF y una ESF pueden incluir todos los elementos físicos, todos virtuales o una combinación de elementos físicos y virtuales, donde al menos una parte de los elementos son físicos y/o al menos una parte de los elementos son virtuales. Por razones de simplicidad para este documento, las referencias a los elementos son "elemento(s)", "receptores" y "transmisor(es)" sin especificar si son físicos o virtuales.

20 3.2 Los procedimientos y sistemas convencionales de arreglo en fase realizan una búsqueda electromagnética utilizando desfasadores por hardware (basados en hardware) al menos para la transmisión y normalmente tanto para la transmisión como para la recepción. Las implementaciones de la realización actual proporcionan búsqueda electromagnética sin requerir el uso de desfasadores de hardware en la transmisión y recepción, al menos en parte con base en el procedimiento y sistema innovadores descritos en el documento actual. Los cálculos y el procesamiento para el escaneo de la zona (2.8) tanto en transmisión como en la recepción y las correcciones de fase se pueden realizar utilizando procesadores de propósito general (como unidades de procesamiento central [CPUs]) o procesadores de firmware (como FPGA), como se describe a continuación en los párrafos 4.5 a 4.6 y 5.5 a 5.6. Se puede usar hardware personalizado y específico para la implementación, por ejemplo, para aumentar la velocidad de procesamiento, como el procesador digital de ejemplo dentro del procesador de señal (bloque 206 de la Figura 3) que realiza los cálculos descritos.

25 3.3 Los lóbulos de rejilla (2.22) se pueden reducir o evitar mediante al menos dos separaciones de elementos diferentes (d) sobre la longitud de onda de la señal (λ), es decir, al menos dos (λ/d) diferentes, por ejemplo, mediante designación de doble frecuencia de formación única. Esto se puede implementar operando cada elemento (2.1) en dos frecuencias diferentes. Una implementación de ejemplo no limitativa es la siguiente:

40 a) Una baja frecuencia se determina mediante un espaciado (ubicación física o virtual) de los elementos del receptor en la ESF RX en función de la ubicación del objeto (estimado o supuesto), y se elige para que se pueda realizar un escaneo de baja resolución de la zona para la cual no hay lóbulos de rejilla. La señal de referencia de baja frecuencia puede ser proporcionada por la fuente de señal de referencia 605 mediante LO al transmisor 601.

45 b) Se obtiene una alta frecuencia multiplicando la señal de referencia por un factor de, por ejemplo, 3, para lograr una alta resolución deseada sobre el objeto detectado.

50 Después de realizar una etapa de búsqueda inicial usando una frecuencia baja y evitar lóbulos de rejilla, los resultados de la etapa de búsqueda se pueden usar para seleccionar una señal de frecuencia relativamente más alta y un subconjunto de células de resolución sobre la ubicación del objeto detectado en la etapa de búsqueda, para realizar una posterior etapa de investigación de alta resolución.

55 3.4 Las realizaciones se pueden realizar con una presencia de zona (2.8) que se encuentra profundamente en el campo cercano de la EF.

60 3.5 Consulte la Figura 2, se presenta un bosquejo de varias configuraciones de formación de ejemplo, explicadas a continuación con más detalle. Hay varias configuraciones posibles de al menos dos elementos (E) en una EF. incluyendo, pero no limitado a:

65 una EF lineal (3.15a) detallada en el primer ejemplo de implementación,
una EF curva (3.15b) detallada en el segundo ejemplo de implementación,
una EF plana (3.15c) como una posible extensión del primer ejemplo de implementación,
una EF tridimensional (3.15.d) como una extensión a otra dimensión, y
una combinación de al menos una parte de múltiples configuraciones, como una ESF (2.6) como se describe en el segundo ejemplo de implementación.

3.6 Existen varias distribuciones de elementos posibles dentro de la EF, tales como: distribución de elementos homogéneos (uniformes) como en el primer ejemplo de implementación, así como en la ESF en el segundo ejemplo de implementación, o distribución aleatoria de elementos como en el segundo ejemplo de implementación, o pseudo-distribución aleatoria o combinación de parte de estas distribuciones como las ESFs.

3.7 Hay varios tipos de elementos posibles dentro de una EF como:

Solo transmisores, solo receptores, elementos, que son transmisor y receptor, solo receptores y al menos un transmisor, receptores pasivos basados en la recepción de radiometría, y combinación de parte de los tipos de elementos como ESF.

En el primer ejemplo de implementación hay una combinación de ESF de solo transmisores y ESF de solo receptores. En el segundo ejemplo de implementación hay una combinación de ESF de solo receptores contra un objeto de baliza y de ESF de transmisores sintéticos contra ESF de solo receptores.

3.8 Existen varios tipos de objetos posibles que pueden usarse en realizaciones del sistema, tales como: repetidor activo cooperativo (2.14),

una fuente de baliza cooperativa (2.15) como la baliza de cápsula en el segundo ejemplo de implementación, repetidor pasivo cooperativo (2.16), y un reflector objetivo no cooperativo (2.17) como en los ejemplos de implementación primero y segundo.

3.9 Las configuraciones (estructuras) de las EF incluyen:

Física (2.3) como en el primer ejemplo de implementación y también como una ESF en el segundo ejemplo de implementación. EF sintética como una ESF en el segundo ejemplo de implementación, y combinación de las dos configuraciones como en el segundo ejemplo de implementación.

3.10 Las realizaciones pueden usar formaciones de elemento adaptativas (AEF, 2.20). Las AEFs se pueden utilizar para mantener constante la resolución de rango cruzado (la resolución perpendicular a la dirección del rango) del objeto, independientemente de la ubicación del objeto dentro de la zona en rango y ángulo. c) Un tamaño de AEF se puede determinar mediante la ecuación:

$$L = k \cdot \lambda \cdot R \cdot \cos\theta / \text{Res}$$

para mantener la resolución de rango cruzado del objeto independiente de la ubicación del objeto dentro de la zona en rango y ángulo, donde:

L El tamaño de AEF para la ubicación dada del objeto.

k Un factor de ponderación (una unidad sin ponderación y 1.3 como una función de suma de ponderación de señal de ejemplo (2.11)).

λ - Una longitud de onda de la señal transmitida.

R: un rango desde la célula escaneada hasta el centro de AEF.

θ - El ángulo entre el vector desde la célula escaneada al centro de arriba y el centro perpendicular a la AEF.

Res: la resolución deseada. Por ejemplo, aproximadamente un centímetro en el primer ejemplo de implementación y aproximadamente 0,2 cm en el segundo ejemplo de implementación, sin excluir que los ejemplos se implementen en valores diferentes (más pequeños o más grandes).

En una realización preferida, el sistema está diseñado con longitud de onda y tamaño EF (RX ESF) de modo que en el rango máximo para el cual el sistema debe operar, el sistema tiene una resolución de rango cruzado deseada. Durante la operación, el número de receptores que están operando (recibiendo) se puede reducir para reducir el tamaño de AEF, es decir, reducir la distribución física de los elementos del receptor, lo que aumenta el ángulo y el rango cruzado de la matriz de receptor para que para una célula de resolución dada la resolución de rango cruzado disminuya, permitiendo que la misma resolución de rango cruzado que se usó inicialmente para las células de resolución relativamente lejanas de la ESF de receptor se utilice para células de resolución relativamente más cercanas a la ESF de receptor.

Las realizaciones pueden incluir una AEF parcial. Es decir, una AEF para parte de la zona y no AEF (EF o ESF completa) en la parte complementaria de la zona.

5 3.11 Se puede calcular una suma ponderada de señal sumando las señales después de la multiplicación con funciones ponderadas conocidas como Dolph-Chebichef u otras para optimizar los lóbulos laterales de suma (como se describe en la sección 2.11).

10 3.12 Las correcciones de rango, específicamente la corrección de amplitud, se pueden hacer de manera similar a la corrección de fase (secciones 2.9, 4.5). Se puede realizar una suma de corrección de rango sumando las señales para los diversos rangos de objetos desde el transmisor i y el receptor j .

15 Una implementación de ejemplo incluye: generar, para cada una de una multitud de células de resolución, una pluralidad de correcciones de amplitud. Cada una de las correcciones de amplitud corresponde a uno de una pluralidad de pares de transmisor y receptor, y se basa en: (1) una relación entre una multiplicación de las distancias desde un transmisor dado a la célula de resolución y desde un receptor dado a la célula de resolución, y (2) un cuadrado de la distancia desde un centro de formación de elemento hasta la célula de resolución. El transmisor y el receptor dados son del par de transmisor y receptor correspondiente.

20 Obtención de la señal de amplitud corregida dividiendo la amplitud de la señal recibida por la corrección de amplitud respectiva para un par de transmisor y receptor correspondiente.

3.13 Las realizaciones pueden incorporar al menos dos de los contenidos 3.1 a 3.12.

25 3.15 Haciendo referencia nuevamente a la Figura 2, las configuraciones e implementaciones de EF pueden incluir:

- 3.15a) formación de elemento lineal posicionado, estructurada horizontal y/o verticalmente.
- 3.15b) Formación de elemento de trayectoria curva posicionada con forma curva arbitraria.
- 3.15c) Formación posicionada del elemento plana con contorno cerrado rectangular o arbitrario bidimensional (2D). Se muestra una matriz de ejemplo de n por k elementos.
- 3.15d) Formación de elementos tridimensionales (3D) posicionados con rectángulo o contorno cerrado arbitrario en 3D.
- 3.15e) Los ejemplos de EF anteriores pueden incorporar las siguientes características opcionales y/o alternativas:

- 1) La distribución de la ubicación de los elementos dentro de cada formación puede ser homogénea (uniforme), aleatoria o pseudoaleatoria,
- 2) Cada formación puede ser física o sintética,
- 3) Cada formación puede incluir:

- a. Transmisión activa solamente de elementos.
- b. Elementos activos de transmisión y recepción,
- c. Recepción solamente de elementos y un único elemento transmisor, como un reflector y/o repetidor objetivo cooperativo y/o no cooperativo,
- d. Elementos de recepción pasiva como la radiometría.

3.15f) Las EFs pueden incluir cualquier combinación de las EFs anteriores para transmisores y receptores, que sirven como subformaciones.

50 4. El sistema

Esta sección se basa en el procedimiento general de operación descrito anteriormente, e incluye opciones y alternativas generales y específicas para implementaciones de sistemas y procedimientos basados en la descripción actual.

55 4.1 Consulte ahora la Figura 3, un diagrama de bloques de alto nivel de una implementación de sistema de ejemplo. El módulo de soporte de señal 204 envía señales de transmisión 203 a la EF 2.2 para que la EF 2.2 transmita. Una formación de elemento (EF, 2.2) envía las señales recibidas (202) a un módulo de soporte de señal (204).

60 El soporte de señal puede funcionar como una unidad de control para el sistema. Las funciones de control incluyen, entre otras, activar transmisores y activar receptores. En el ejemplo actual no limitativo, cada transmisor se activa secuencialmente. En paralelo con la activación de cada transmisor, se activa un ESF de receptor (típicamente todos los receptores en la EF) para (posiblemente) recibir una señal recibida reflejada desde un objeto en la zona hacia cada receptor activo.

65

4.1b) Como se describe en otra parte de este documento y en detalle a continuación en la sección 4.2. al menos un transmisor (TXi) de la EF 2.2 transmite a la zona 2.8. Una implementación de ejemplo de un único transmisor se describe en el párrafo 4.2. Tres ejemplos de implementación de las EFs de transmisores se describen en los ejemplos de implementación del sistema. Una implementación de ejemplo en el primer ejemplo de implementación del sistema, y dos implementaciones de ejemplo en el segundo ejemplo de implementación.

4.1c) Como se describe en otra parte de este documento y en detalle a continuación en la sección 4.3, al menos un receptor (REj) de la EF 2.2 recibe señales devueltas desde la zona 2.8. El número de receptores que participan en el énfasis del objeto se puede determinar de acuerdo con el procedimiento de adaptación descrito en las secciones 4.17 y 4.18.

4.1d) El módulo de soporte de señal (204) produce una señal de referencia (bloque 605 de la Figura 6), muestrea las salidas del receptor y realiza una FFT compleja en las muestras para proporcionar componentes de señal en fase y en cuadratura (I&Q in phase and quadrature) para un cálculo de fase de señal. La señal de referencia se envía como una de las señales de transmisión 203 a la EF 2.2. Los componentes del soporte de señal 204 son conocidos en la literatura técnica y se describen para un ejemplo en la sección 4.4. El soporte de señal envía señales de proceso 205 a un procesador de señal 206.

4.1e) Un procesador de señal 206 recibe las señales de proceso 205, y luego puede usarse para restar la fase de corrección ϕ_{Rij} de la fase de la señal que transmitió y recibió el par (i, j) del transmisor (i) y el receptor (j) de la EF 2.2, que da como resultado señales de corrección en fase, también denominadas correcciones de señal de fase. Luego, el procesador de señal realiza la suma de las señales de fase corregidas de todos los receptores de los pares participantes. Estas correcciones de fase y sumas se describen más adelante en las secciones 4.5 y 4.6. El procesador de señal 206 también puede realizar la corrección de amplitud como se describe en otra parte de este documento y en detalle a continuación en la sección 3.12.

Tenga en cuenta que el uso en esta descripción de técnicas de ejemplo de corrección de fase y corrección de amplitud no debe considerarse limitante. Se prevé que se puedan utilizar técnicas alternativas para calcular una señal corregida.

4.1f) Se puede utilizar una interfaz de usuario 208 para obtener las salidas (mostradas como objetos identificados 207) del procesador de señal 206 y mostrar los objetos identificados a un usuario (no mostrado) de acuerdo con implementaciones específicas del sistema. En la sección 4.21 se presenta un ejemplo de implementación de la interfaz de usuario.

4.1g) Se pueden utilizar una o más fuentes de energía, como una fuente de energía principal 205, para suministrar los voltajes y corrientes requeridos a los diversos componentes del sistema, las fuentes de alimentación se muestran como flechas 209. Los voltajes y corrientes requeridos detallados se determinan de acuerdo con los componentes seleccionados para la implementación del sistema y sus catálogos profesionales existentes.

4.2 Consulte ahora la Figura 4, una implementación de ejemplo de un único transmisor (TE).

4.2a) Un transmisor TE recibe la señal de referencia (601 de 605) obtenida en la entrada de transmisor (406). La señal de referencia puede amplificarse y filtrarse (405), conmutarse (por ejemplo, mediante un interruptor unipolar de doble tiro (SPDT, Single pole double throw) (403) de acuerdo con una señal de control de conmutación (404), entre una antena transmisora (401) y una carga (402), o de otra manera. La antena transmisora (401) transmite hacia la zona (2.8).

4.2b) La frecuencia de transmisión afecta la resolución del sistema. Las frecuencias de transmisión típicas pueden ser desde unos pocos cientos de MHZ hasta unos pocos cientos de GHZ, sin excluir implementaciones a frecuencias cada vez más bajas.

4.2c) La frecuencia de transmisión es, por ejemplo, en la banda E en el primer ejemplo de implementación y, por ejemplo, en la banda Ku en el segundo ejemplo de implementación, sin excluir que los ejemplos se implementen en diferentes bandas de frecuencia (inferior o superior) que estas bandas.

4.3 Consulte ahora la Figura 5, una implementación de ejemplo de un receptor único (RE). El receptor único puede ser de un tipo tal como un receptor homodino o suproheterodino como se conoce en la literatura profesional. La figura actual es un ejemplo no limitativo de un receptor homodino. El receptor RE recibe una señal de la zona, a través de una antena de recepción (501) La señal recibida puede amplificarse y filtrarse en un amplificador (Amp) de ruido bajo (LNA, Low Noise Amplifier) (502), convertirse en frecuencia en un mezclador (503) y filtrarse a la frecuencia de señal de banda base en la salida del receptor (504). La entrada de oscilador local 505, coherente con la transmisión, puede ser suministrada por LO al receptor 602

(mostrado en la Figura 6).

4.4 Consulte ahora la Figura 6, una implementación de ejemplo de un módulo de soporte de señal 204. El soporte de señal puede incluir varios submódulos, componentes y puede configurarse para realizar las siguientes funciones.

4.4a) Un módulo de fuente de señal de referencia (605) está configurado para generar una señal de referencia. La señal de referencia se puede dividir en dos señales de referencia mediante un divisor de 2 vías (604) también conocido como divisor, mediante un acoplador o de otras formas. Cada una de las señales de referencia puede amplificarse mediante un amplificador (G1, 603) y enviarse para su uso como LO al transmisor 601 (entrada del oscilador local 406 en la Figura 4 enviada como señales de transmisión 203 en la Figura 3) y como un LO para el receptor 602 (entrada de oscilador local 505 en la Figura 5 enviada como señales de transmisión 203 en la Figura 3).

4.4b) El módulo de fuente de señal de referencia (605) puede generar una señal de referencia utilizando diversas técnicas. Las técnicas para generar señales de referencia y las propiedades deseables de las señales de referencia son conocidas en la literatura profesional. Dos implementaciones de ejemplo de forma de onda son:

1) Una forma de onda continua (CW, Continues Wave) sin capacidad de resolución de rango, implementada por un oscilador local y conocida en la literatura profesional.

2) Una forma de onda modulada de frecuencia lineal (LFM, Linear Frequency Modulated) con buena capacidad de resolución de rango determinada por el ancho de banda de frecuencia de la forma de onda, es implementada mediante un sintetizador directo digital (DDS, Direct Digital Synthesizer) o de otro modo, y es conocida en la literatura profesional.

4.4c) La generación de la señal de control de conmutación secuencial 404 para el controlador de conmutación de transmisores (611) puede ser desde el generador de reloj de sistema (612, también conocido como el reloj sincronizador de sistema SSC), o de otro modo, y entrega al conmutador SPDT 403 a través de las interconexiones (la línea de salida al SPDT 610 de la Figura 6, la señal de control de conmutación 404 de la Figura 4 a través de las señales de transmisión 203 de la Figura 3).

4.4d) El muestreo de las salidas de receptor (504 en la Figura 5 a través de la línea de salida del receptor 609 en la Figura 6) mediante el convertidor analógico a digital (ADC, Analog to Digital Converter) (608) emite las señales muestreadas (a través de la línea del procesador de señales 607 son señales de proceso como 205 de la Figura 3) a la entrada del procesador de señal 206.

4.5 Las operaciones realizadas por el procesador de señal 206 incluyen:

a1) Resta de la fase de corrección ϕ_{Rij} (2.9d) de la fase de la señal compleja que resultó de la transmisión y recepción por cada uno de los pares (i, j) del transmisor (i) y el receptor (j) de la EF, para cada célula de resolución (2.22) de la zona (2.8).

a2) Corrección de amplitud como se describe en la sección 3.12.

b) Suma de las señales de fase corregida o de la señal de fase y amplitud corregida de todos los receptores de los pares en 4.5a.

c) Cálculo del umbral de recepción con base en el retorno de la señal desde la vecindad de objeto (2.23) mediante un algoritmo tal como una técnica de tasa de falsa alarma constante (CFAR, Constant false alarm rate) conocida en la literatura profesional. Por ejemplo, midiendo los valores de las señales en células adyacentes en comparación con una célula probada, luego calculando un valor promedio y definiendo un umbral más alto que este promedio. Una vez que una señal recibida para una célula probada cruza este umbral, hay una detección para la célula probada.

d) Comparar el resultado del objeto enfatizado con el umbral de recepción de 4.5c) para la detección del objeto y la separación de los reflectores adyacentes.

e) Entrega de los resultados de salida del procesador de señal (objetos identificados 207) a la interfaz de usuario (208)

4.6 El procesador de señal puede calcular la corrección de fase ϕ_{Rij} a partir de a) para cada una de las células de resolución (2.22) de zona (2.8) de la siguiente manera:

a) Cálculo de la diferencia de rango ΔR_{ij} (2.9c) entre dos rangos: un primer rango es la suma de los

rangos de la célula de resolución del transmisor i y del receptor j (2.9a). Un segundo rango es el doble del rango desde la célula de resolución hasta el Centro de EF (2.5)
 b) Cálculo del resto de la multiplicación ($2\pi \cdot \Delta R_{ij}/\lambda$) a partir de multiplicaciones enteras de 2π .

5 4.21 Una implementación de ejemplo de la interfaz de usuario 208 es una pantalla similar a un teléfono inteligente que superpone un objeto identificado en un video de la escena, y/o con un símbolo de objeto identificado y/o marcadores, presentando los datos del objeto identificado, como la ubicación sobre la persona sospechosa, alcance, ángulo con respecto a la orientación de la pantalla, y/o hace sonar una alarma.

10 4.22 Las implementaciones del sistema pueden incorporar al menos dos de los contenidos de las secciones 4.1 a 4.21

15 5. Un primer ejemplo de implementación

5.1 En un primer ejemplo de implementación, se detalla una búsqueda e identificación electromagnética automática e imperceptible de objetos metálicos ocultos en la implementación del cuerpo de la persona, denominada en esta descripción como "La implementación de HLS", donde HLS (Home Land Security) significa seguridad nacional.

20 La implementación de HLS enfatiza una señal electromagnética que regresa de un objeto metálico oculto (objeto 2.13 en la Figura 1) hacia el grupo de receptores ubicado en ubicaciones en la EF lineal 3.15a. El énfasis de la señal es con respecto a los retornos de señal a los receptores desde otros reflectores en la vecindad de objeto (2.23). Esta sección se basa en el procedimiento general de operación descrito anteriormente, y en las figuras, e incluye opciones y alternativas generales y específicas para implementaciones de sistemas y procedimientos basados en la descripción actual.

25 5.1a) La EF en esta implementación de HLS, denominado HLS EF, es la ESF lineal de transmisores y la ESF lineal de receptores (como se describe en la sección 3.15a).

30 5.1b) Cada transmisor del HLS EF de 5.1a. transmite a la zona (2.8). Consulte la descripción en la sección 4.2.

35 5.1c) El número de receptores que participan en el énfasis del objeto de HLS se determina de acuerdo con el procedimiento de adaptación descrito en la sección 5.17 con base en la sección 3.10.

5.2 El transmisor único de ejemplo del grupo de transmisores en la implementación de HLS funciona de manera similar a la descripción en la sección 4.2.

40 5.2b) La frecuencia de transmisión afecta significativamente la resolución del sistema. En la implementación de HLS, la frecuencia de transmisión está, por ejemplo, en el rango de 60 a 95 GHz, preferiblemente en la banda E a aproximadamente 78 GHz, sin excluir implementaciones en diferentes frecuencias (más bajas o más altas).

45 5.3 El receptor único en la implementación de HLS funciona de manera similar a la descripción de la sección 4.3.

5.4 El módulo de soporte de señal 204 en la implementación de HLS realiza operaciones que incluyen lo siguiente:

50 5.4b) La generación de la señal de referencia en la implementación de HLS incorpora la generación de una forma de onda LFM (modulada de frecuencia lineal). La forma de onda LFM proporciona una buena capacidad de resolución de rango determinada por el ancho de banda de frecuencia de la forma de onda LFM. La implementación de LFM en la implementación de HLS puede ser realizada por un DDS (Sintetizador directo digital) conocido en la literatura profesional.

55 5.9 La exploración de transmisión y recepción de las correcciones de zona (2.8), fase y amplitud, en la implementación de HLS, son similares a las descritas en la sección 3.2, 5.5, 5.6 y 3.12 respectivamente.

60 5.13 La configuración de la distribución de elementos dentro de la EF en la implementación de HLS es una distribución de elementos homogénea en las ESFs de transmisores y receptores (2.6).

5.14 Las configuraciones de los tipos de elementos dentro de la EF en la implementación de HLS son una combinación de ESF de solo transmisores y ESF de solo receptores.

65 5.15 La estructura del objeto en la implementación de HLS es un reflector objetivo no cooperativo (2.17) de un objeto metálico oculto en el cuerpo de la persona.

5.16 La configuración de fisicalidad de la EF en la implementación de HLS es una combinación de dos ESF (2.6) de elementos físicos (2.3). Las ESF de transmisores y receptores, en las que los transmisores físicos y los receptores físicos realmente están presentes en sus ubicaciones, respectivamente.

5.17 El AEF se realiza en la implementación de HLS como se define en la sección 2.20 y como se detalla en la sección 3.10. El propósito de la AEF es mantener constante la resolución de rango cruzado (en cm) del objeto de HLS, independientemente de la ubicación del objeto dentro de la zona en rango y ángulo.

5.21 Consulte ahora la Figura 7. una fotografía de una identificación de ejemplo inadvertida de objetos metálicos ocultos en el escenario del cuerpo de una persona, y en la Figura 8, una fotografía de ejemplo de una pantalla de interfaz de usuario para la identificación inadvertida de objetos metálicos ocultos en el ejemplo de implementación del cuerpo de una persona. Una implementación de la interfaz de usuario 208 para la realización de HLS es una pantalla de amenaza de tipo teléfono inteligente superpuesta al video de la escena, y con el símbolo de objeto identificado de HLS y marcadores, presentando los datos de objeto identificados de HLS tales como la ubicación sobre la persona sospechosa, rango, ángulo con respecto a la orientación de la pantalla y alarma sonora.

6. Un segundo ejemplo de implementación

6.1 En un segundo ejemplo de implementación, se describe la formación de imágenes médicas electromagnéticas de tumores potenciales dentro del colon de una persona. La imagen de tumores potenciales dentro del colon de una persona es un tema mundialmente conocido. La colonoscopia y la imagen de cápsula óptica se describen en la literatura médica y en las patentes existentes. Sin embargo, una imagen electromagnética de tumores potenciales dentro del colon de una persona es un desafío importante que aún no se ha superado. La implementación de la presente realización de formación de imágenes de colon electromagnéticas para tumores potenciales, especialmente adecuada para niños y personas con bajo peso se presenta en la presente memoria, y se hace referencia en esta descripción como "La Implementación Médica". Esta sección se basa en el procedimiento general de operación descrito anteriormente, y en las figuras, e incluye opciones y alternativas generales y específicas para implementaciones de sistemas y procedimientos basados en la descripción actual.

6.2 Consulte la Figura 10, un bosquejo de una EF de ejemplo para la Implementación Médica. La Implementación Médica incluye dos configuraciones de EF (6.2a y 6.2b), incluida una cooperación sinérgica entre las dos configuraciones:

6.2.A) Configuración de EF física establecida por:

- 1) Cuatro ESF lineales colocadas externamente en el abdomen de una persona (803, 804, 805 y 806).
- 2) Una fuente de baliza cooperativa (2.15) dentro de una cápsula (802), tragada en el colon de la persona (801)
- 3) Se detecta la fuente de baliza cooperativa (2.15) y los cuatro ESF detectan con precisión la ubicación (803, 804, 805, 806).

6.2.B) Configuración de EF sintética establecida por:

- 1) Transmisión de señal desde AEF (2.20) impulsada por las cuatro ESF (803, 804, 805 y 806).
- 2) El centro de AEF está determinado por la ubicación de la fuente de baliza cooperativa (2.15) medida por la ESF (6.2.A.1).
- 3) Una EF sintética (2.4) establecida por un movimiento del receptor a través del colon. El receptor está instalado en la cápsula 802.
- 4) La salida del receptor se transmite para procesamiento externo como un breve mensaje de comunicación periódico dentro del tiempo de trama de transmisión de la baliza (de 6.2.A.2)
- 5) El procesamiento externo realiza imágenes de colon desde 6.2.B.4 para la detección e identificación del reflector objetivo no cooperativo (2.17) de tumores potenciales en el colon

6.3 La implementación médica enfatiza las siguientes señales electromagnéticas con respecto a los retornos de señal a los receptores desde otros reflectores en la vecindad de objeto (2.23):

A. La señal regresa de la fuente de baliza cooperativa (2.15) (6.2.A.2) hacia los receptores físicos de las EFs 6.2.A. 1.

B. La señal regresa del reflector objetivo no cooperativo (6.2.B.5) hacia los receptores de EF sintéticas

6.2.B.3.

6.3a) Las EFs en la Implementación Médica de 6.2.A y 6.2.B se definen en la sección 2.2.

5 6.3b) Cada transmisor de la EF en la Implementación Médica en ambas configuraciones 6.2A y 6.2.B transmite a la zona (2.8). La implementación de un solo transmisor es similar a la descripción en la sección 4.2 y se describe con más detalle en la sección 6.4

6.3c) Los receptores:

10 A. El grupo de receptores de la EF de 6.2.A, en la implementación médica, recibe las señales devueltas desde la zona (2.8). El funcionamiento de los receptores se describe anteriormente. El número de receptores que participan en el objeto de baliza enfatizando 6.2.A se puede determinar de acuerdo con el procedimiento de adaptación descrito en la sección 3.10 como se detalla más detalladamente en la sección 6.19.

15 B. El receptor único de la EF sintética de configuración 6.2.B, en la implementación médica, recibe las señales devueltas desde la zona (2.8). El contenido del receptor se detalla en la Figura 4.25. El número de muestreo del receptor que participa en el objeto reflector objetivo no cooperativo con énfasis en 6.2.B puede determinarse de acuerdo con el procedimiento de adaptación descrito en la
20 sección 3.10 como se detalla en la sección 6.19.

6.3e) El procesador de señal:

25 A. En 6.2.A el procesador de señal resta la fase de corrección ϕ_{Rij} de la fase de la señal recibida por el receptor (j) de la EF física de 6.2.A. 1 del objeto de baliza 6.2.A..2. La corrección de amplitud se realiza como se describe en 3.12. Luego, el procesador de señal realiza la suma de las señales de fase y amplitud corregidas de todos los receptores participantes. Estas correcciones de fase, corrección de amplitud y sumas se describen en las secciones 6.8.3.12 y 6.9 respectivamente.

30 B. En 6.2.B el procesador de señal resta la fase de corrección ϕ_{Rij} de la fase de la señal recibida por la muestra j del receptor en la cápsula de la EF sintética de 6.2.B. La señal es la devolución recibida del objeto reflector objetivo no cooperativo de 6.2.B. Luego, el procesador de señal realiza la suma de las señales de fase y amplitud corregidas de todo el muestreo del receptor que participa en la formación sintética. Estas correcciones de fase y sumas se describen en las secciones 6.8, 3.12 y 6.9
35 respectivamente.

6.4 Un transmisor único de ejemplo del grupo de transmisores en ambas configuraciones (6.2.A y 6.2.B) en la Implementación Médica se conoce en la literatura profesional y se describe anteriormente en la sección
40 4.2.

6.4b) La frecuencia de transmisión afecta la resolución del sistema. En ambas configuraciones (6.2.A y 6.2.B) de la Implementación Médica, la frecuencia de transmisión está, por ejemplo, en el rango de 15-25 GHz, preferiblemente en banda Ku a aproximadamente 18 GHz, sin excluir que el ejemplo se implemente en diferentes frecuencias (más bajas o más altas).
45

6.6b) La forma de onda: la generación de la señal de referencia en la Implementación médica (605) incorpora la generación de una forma de onda LFM (modulada de frecuencia lineal). Esta forma de onda proporciona una buena capacidad de resolución de rango determinada por el ancho de banda de frecuencia de la forma de onda LFM. La implementación de la onda LFM en la implementación médica es realizada mediante DDS (sintetizador digital directo) conocido en la literatura profesional.
50

6.7 Las operaciones realizadas por el procesador de señal 206 en la implementación médica incluyen:

a1) Resta de la fase de corrección ϕ_{Rij} (2.9d) de la fase de la señal compleja que resultó de:

55 A. La transmisión y recepción del objeto de baliza por cada uno de los receptores (j) de la configuración 6.2.A de la EF física, para cada célula de resolución (2.22) de la zona (2.8)

60 B. La transmisión y recepción por cada uno del par (i, j) del transmisor (i) de la EF física de 6.2.B y el receptor sintético (j) de la configuración 6.2.B de la EF sintética, para cada célula de resolución (2.22) de la zona (2.8)

a2) Corrección de amplitud como en 3.12

65 b) Suma de fase y amplitud de señales corregidas de todos los receptores de los pares en 6.7a.

c) Cálculo del umbral de recepción con base en el retorno de la señal desde la vecindad de objeto (2.23) mediante una técnica CFAR conocida en la literatura profesional.

5 d) Comparación del resultado del objeto enfatizado en ambas configuraciones (6.2.A y 6.2.B) con el umbral de recepción de 6.7c para la detección de objetos para la Implementación Médica y su separación de sus reflectores adyacentes.

10 e) Entrega de los resultados de salida del procesador de señal (207) a la interfaz de usuario de Implementación Médica (208).

6.8 Cálculos del procesador de señal: El procesador de señal calcula en la implementación médica la corrección de fase ϕ_{Rif} de 6.7a y la corrección de amplitud para cada una de las células de resolución de zona (2.8) (2.22) de la siguiente manera:

15 6.8 a) Cálculo de la diferencia de rango ΔR_{ij} (2.9c) entre dos rangos (Rango 1 y Rango 2) de la siguiente manera:

A. En la configuración 6.2.A:

20 El rango 1 es dos veces el rango de la célula de resolución desde el receptor físico j (2.9a)
El rango 2 es el doble del rango desde la célula de resolución hasta el centro de EF física (2.5) de la Implementación Médica

B. En la configuración 6.2.B:

25 El rango 1 es la suma de los rangos de la célula de resolución del transmisor físico i y del receptor sintético j (2.9a)
El rango 2 es el doble del rango desde la célula de resolución hasta el centro de EF sintética (2.5) de la Implementación Médica.

30 6.8b) Cálculo para ambas configuraciones del resto de la multiplicación ($2\pi \cdot \Delta R_{ij}/\lambda$) a partir de multiplicaciones enteras de 2π

35 6.11 El escaneo de transmisión y recepción de la zona (2.8) y las correcciones de fase, en la implementación médica de ejemplo actual, son similares a las descritas en la sección 3.2 (como se describe en los párrafos 6.7 y 6.8)

6.14 La configuración de la EF de la Implementación Médica es:

40 A. Cuatro ESFs físicas lineales de receptores en 6.2.A.

B. Una EF curva en la ESF sintética de 6.2.B, y cuatro ESFs físicas lineales de transmisores.

6.15 La configuración de la distribución de elementos dentro de la EF en la Implementación Médica es:

45 A. En la configuración 6.2.A, una distribución de elementos homogénea (uniforme) en los cuatro ESFs físicas lineales de receptores.

50 B. En la configuración 6.2.B, distribución aleatoria de elementos sintéticos en las ESF sintéticas curvas de receptores. Esta distribución está determinada por la velocidad temporal de la cápsula y la velocidad constante de muestreo de la salida del receptor sintético. Además, hay una distribución de elementos homogénea (uniforme) en las cuatro ESFs físicas lineales de transmisores.

55 6.16 Las configuraciones de los elementos Tipos dentro de la EF en la Implementación médica son elementos transmisores y receptores en los cuatro ESF físicos lineales. Los receptores son para configuración de 6.2.A y los transmisores son para configuración de 6.2.B. Además, hay un único receptor en la cápsula para la configuración de la ESF sintética de 6.2.B.

60 6.17 La configuración del objeto en la Implementación Médica es una fuente de baliza cooperativa (2.15) en 6.2. Una configuración y un reflector objetivo no cooperativo (2.17) de tumores potenciales dentro del colon, en la configuración de 6.2.A.

6.18 La configuración de fisicalidad de la EF en la Implementación Médica es:

65 A. Cuatro ESFs físicas de receptores en la configuración 6.2.A.

B. Una ESF sintética de receptor además de cuatro ESFs físicas de receptor en la configuración 6.2.B.

6.19 La AEF se realiza en la Implementación Médica como se define en 2.20, y como se detalla en la sección 3.10 con una longitud de onda de aproximadamente 1,7 cm en el ejemplo actual.

6.23 Una implementación de ejemplo de la interfaz de usuario 208 para la Implementación Médica es la visualización de objetos superpuestos en el video de la escena, y con el símbolo y los marcadores del objeto identificado médico, presentando los datos del objeto identificado médico, como la ubicación con respecto al colon, rango y ángulo.

Con referencia ahora la Figura 9, un diagrama de flujo de implementación, se muestra una implementación de ejemplo de la operación general. Los transmisores se conmutan secuencialmente para transmitir una señal hacia la zona 900. Los receptores pueden recibir una señal recibida devuelta de objetos en la zona y realizar procesamientos tales como escalado (ponderación), filtrado y conversión de analógico a digital (ADC) 902. La señal recibida se demodula 904 y, opcionalmente, se realiza el procesamiento de apertura adaptativa y de procesamiento de ángulos de aspecto 906. Los coeficientes para una etapa de búsqueda se pueden proporcionar 910 a la etapa de búsqueda de escaneo digital 908. La zona, o parte de la zona se mapea y se puede realizar una operación de umbral 912. El resultado del objeto enfatizado puede enviarse para su clasificación y determinación 914 de que un objeto es potencialmente una amenaza 916. Este proceso puede repetirse como se muestra en la flecha 915. Si no se detecta una amenaza, el procedimiento vuelve a la etapa de búsqueda de escaneo digital 908. Si se detecta una amenaza, el procedimiento continúa en el bloque 918 para determinar una designación de subzona de amenaza (parte de la zona donde se detectó la amenaza) 918. Esta determinación de una subzona puede usarse para proporcionar coeficientes de investigación (posiblemente a través de cálculos en línea) 922 para el escaneo digital de investigación 920. El mapeo y umbralización de subzona de investigación 924 dan como resultado la detección de amenazas potenciales y la formación de imágenes 926. La clasificación de amenazas se puede realizar 928 (en el resultado del objeto enfatizado de la etapa de investigación). Con base en el tipo de clasificación de amenazas 930, si la amenaza se clasifica como un objeto inocente, la gestión de archivos de objetos inocentes 940 se puede utilizar para actualizar los archivos de objetos inocentes 942 y retroalimentar la clasificación de amenazas 928. Si la amenaza se clasifica como una amenaza real, la fusión de amenazas y video y superposición 932 se pueden realizar y utilizar para la demostración de amenazas y los soportes de usuario 934. Alternativamente y/o además, una amenaza real puede ser manejada por la administración de archivos de amenazas 936 para actualizar los archivos de amenazas 938 y retroalimentar la clasificación de amenazas 938.

Consulte ahora la Figura 11, un diagrama del estándar de HERP. El estándar de HERP (Peligro de Radiación Electromagnética para el Personal) es impuesto por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación sin Ionización (ICNIRP, International Commission on non-Ionizing Radiation Protection) en 1998. Exposición ocupacional. El rango de densidad de potencia requerido para las realizaciones para aplicaciones públicas en general está muy por debajo del estándar de HERP, por ejemplo, en el primer ejemplo de implementación en el párrafo 6, típicamente entre 2 y 3 órdenes de magnitud por debajo del estándar de HERP, es decir, entre (1/100) a (1/1000) veces por debajo del estándar de HERP. Para realizaciones que no son aplicaciones públicas, el nivel de potencia de la realización puede ser mucho mayor que los estándares de HERP.

El rango de potencia de radiación eficaz de ejemplo de la transmisión en diversas realizaciones puede ser, pero no estar limitado, desde -20 dBm a +80dBm (desde 0,01mW a 100kW). Este rango de nivel de potencia es amplio ya que la realización es genérica y puede usarse en una amplia variedad de aplicaciones: por ejemplo, el bajo nivel de potencia puede ser para la identificación de objetos mediante pequeñas formaciones ubicadas a pocos centímetros de distancia en un entorno de propagación limpio. El alto nivel de potencia puede ser, por ejemplo, con la identificación de objetos espaciales por una formación de elementos en la Tierra posicionada hacia el cielo.

Las bandas de frecuencia de ejemplo de la realización pueden ser de HP a Terahercios (concretamente, de 30 MHz a 3THz). Este rango de frecuencia es amplio ya que la realización es genérica y puede usarse en una amplia variedad de aplicaciones: comenzando, por ejemplo, desde un objeto por una pequeña formación posicionada a pocos centímetros de distancia, y terminando, por ejemplo, con la identificación de objetos en el espacio por una formación de elementos en la Tierra posicionada hacia el cielo.

Para aumentar la claridad de las reivindicaciones, las reivindicaciones se refieren a "receptores" y "transmisores". Sin embargo, este lenguaje no debe considerarse limitante, y un experto en la técnica se dará cuenta de que se pueden implementar subformaciones de al menos una parte de los receptores y transmisores.

Por ejemplo, dependiendo de los requisitos específicos de la aplicación, se puede desplegar un mayor número de transmisores y/o receptores que los estrictamente necesarios para lograr una abertura requerida para una aplicación. Una parte de los elementos desplegados se puede usar operativamente, mientras que otra parte de los elementos se puede apagar y reservar para su uso en caso de que la unidad operativa no funcione

correctamente. Alternativamente, una parte de los elementos se puede apagar para reducir el consumo de energía de la EF, operar el sistema con una apertura más pequeña u operar a una resolución reducida para una etapa de búsqueda inicial.

- 5 En un caso en el que se está operando un número menor de elementos que los que se han desplegado (disponible para la operación), el cálculo de las correcciones de fase y las correcciones de amplitud para las unidades fuera de línea (de reserva, no operacionales) se puede calcular al mismo tiempo ya que las correcciones de fase y las correcciones de amplitud se calculan para las unidades operativas. Por ejemplo, las correcciones de fase y las correcciones de amplitud para algunos (una porción) o todos los elementos pueden generarse fuera de línea, calcularse previamente antes del despliegue del sistema durante la configuración del sistema o durante una etapa de calibración.

15 En general, un procedimiento de detección comienza con generar, para cada una de una multitud de células de resolución, una pluralidad de correcciones de fase y correcciones de amplitud. Cada una de las correcciones de fase: (i) corresponde a uno de una pluralidad de pares de transmisor y receptor, y (ii) se basa en un residuo de una diferencia de fase entre:

- 20 (A) una suma de distancias desde un transmisor dado a la célula de resolución y desde un receptor dado a la célula de resolución, en el que el transmisor dado y el receptor dado forman un arco desde el par de transmisor y receptor correspondiente; y
 (B) una distancia de ida y vuelta desde un centro de formación de elemento a la célula de resolución, en donde el centro de formación de elemento es un punto de referencia correspondiente a las ubicaciones de los transmisores y receptores.

25 Como se describió anteriormente, las correcciones de fase (y las correcciones de amplitud) pueden generarse antes de la operación/ejecución, fuera de línea, durante la instalación/implementación, o durante una etapa de calibración. La generación de correcciones de fase para un área de investigación (parte de la zona determinada por una etapa de búsqueda de interés para una búsqueda más detallada) se puede realizar antes de comenzar la operación (antes de la búsqueda) o como parte de la operación (después de realizar una búsqueda y determinación de qué porción [subconjunto] de células de resolución son de interés, pero antes de comenzar la etapa de investigación). El concepto de cálculo del coeficiente fuera de línea acelera las correcciones de fase y amplitud en tiempo real de las señales recibidas en tiempo real. Esto reduce el procesamiento en tiempo real requerido, que puede ser muy importante para mitigar los requisitos de procesamiento en la implementación del sistema.

35 En general, una primera ejecución (operación del sistema) puede considerarse una ejecución inicial del procedimiento, una realización, por ejemplo, una etapa de búsqueda. La ejecución inicial puede usar RCs predeterminados, correcciones pregeneradas (fase o fase y amplitud) y coeficientes de cálculo. Estos valores utilizados durante la ejecución inicial también se pueden utilizar para operaciones posteriores (ejecuciones). Además, o alternativamente, durante o después de la ejecución inicial, se pueden generar valores nuevos o adicionales. Por ejemplo, en función de lo intermedio (durante la ejecución) o final (después de finalizar la ejecución) de la ejecución inicial, se pueden determinar nuevos valores para RCs, correcciones de fase, correcciones de amplitud y coeficientes de cálculo.

45 Cada transmisor se opera en secuencia para transmitir una señal a una frecuencia predeterminada. En paralelo con cada transmisión de un transmisor, una señal recibida es recibida en paralelo por receptores activos (operativos) en la EF o la ESF. Como será obvio para un experto en la técnica, la señal recibida puede ser significativa si hay una señal de reflexión/retorno de un objeto en la parte de la zona que se busca o investiga. La señal recibida puede ser insignificante (insignificante, nula) si no se recibe una señal de retorno suficiente en el receptor (nivel insuficiente de la señal recibida), o la señal recibida detectada puede ser el resultado del ruido ambiental o del receptor.

50 Cualquiera que sea la señal recibida, significativa o insignificante, el procedimiento continúa con el cálculo de una señal corregida de cada corrección de fase y corrección de amplitud basada en la señal recibida para un par de transmisor y receptor correspondiente y la célula de resolución. La señal corregida también puede considerarse como una corrección de señal.

Las señales corregidas para cada célula de resolución se suman para generar un resultado de objeto enfatizado.

60 El resultado del objeto enfatizado puede enviarse para su procesamiento, por ejemplo, para procesamiento de imagen u objeto, para su clasificación. Las técnicas de procesamiento de imágenes y objetos son conocidas en la técnica, y no se discutirán en la presente memoria. El resultado del objeto enfatizado resultante y/o los resultados de la clasificación se pueden proporcionar a un usuario, por ejemplo, objetos identificados 207 a la interfaz de usuario 208 como se muestra en la Figura 3 y la Figura 8.

65

Con base en el ejemplo no limitativo anterior que usa conmutación de transmisor secuencial, un experto en la técnica podrá implementar procedimientos y sistemas que usan conmutación de receptor secuencial e implementar la conmutación de par de transmisor y receptor. La conmutación secuencial del receptor incluye la transmisión desde todos los transmisores en al menos una ESF de transmisor en paralelo con la recepción en un
 5 único elemento receptor, y luego continúa con la transmisión paralela desde una pluralidad de transmisores a un solo receptor. La conmutación del par de transmisor y receptor incluye la transmisión desde un solo transmisor en paralelo con la recepción en un solo receptor, luego continúa con otro par de transmisor y receptor.

Un experto en la técnica se dará cuenta de que las referencias a la transmisión y recepción "paralelas" son bien conocidas en la lengua vernácula como transmisión y recepción "al mismo tiempo". En otras palabras, al menos una parte de la duración del tiempo de la transmisión se superpone con una parte de la duración del tiempo de recepción.
 10

La Figura 12 es un diagrama de bloques parciales de alto nivel de un sistema de ejemplo 1200 configurado para implementar la detección de la presente invención. El sistema (sistema de procesamiento) **1200** incluye un procesador **1202** (uno o más) y cuatro dispositivos de memoria de ejemplo: una RAM **1204**, una ROM de arranque **1206**, un dispositivo de almacenamiento masivo (disco duro) **1208** y una memoria flash **1210**, todos comunicando a través de un bus común **1212**. Como se sabe en la técnica, el procesamiento y la memoria pueden incluir cualquier software y/o firmware de almacenamiento legible por ordenador y/o cualquier elemento(s) de hardware, incluidos, entre otros, elementos de arreglos lógicos programables en campo (FPLA), elemento(s) lógico(s) con cable, elemento(s) de arreglos de compuertas programables en campo (FPGA) y elemento(s) de circuito integrado de aplicación específica (ASIC). Se puede usar cualquier arquitectura de conjunto de instrucciones en el procesador **1202**, incluidas, entre otras, la arquitectura de equipo de conjunto reducido de instrucciones (RISC) y/o la arquitectura de equipo de conjunto complejo de instrucciones (CISC). Se muestra un módulo (módulo de procesamiento) **1214** en el almacenamiento masivo **1208**, pero como será obvio para un experto en la técnica, podría ubicarse en cualquiera de los dispositivos de memoria.
 15
 20
 25

El dispositivo de almacenamiento masivo **1208** es un ejemplo no limitativo de un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que lleva un código legible por ordenador para implementar la metodología de detección descrita en la presente memoria. Otros ejemplos de tales medios de almacenamiento legibles por ordenador incluyen memorias de solo lectura, como CDs que llevan dicho código.
 30

El sistema **1200** puede tener un sistema operativo almacenado en los dispositivos de memoria, la ROM puede incluir un código de arranque para el sistema y el procesador puede estar configurado para ejecutar el código de arranque para cargar el sistema operativo en la RAM **1204**, ejecutar el sistema operativo para que copie código legible por ordenador a la RAM **1204** y ejecutar el código.
 35

La conexión de red **1220** proporciona comunicaciones hacia y desde el sistema **1200**. Normalmente, una única conexión de red proporciona uno o más enlaces, incluidas conexiones virtuales, a otros dispositivos en redes locales y/o remotas. Alternativamente, el sistema **1200** puede incluir más de una conexión de red (no mostrada), cada conexión de red proporciona uno o más enlaces a otros dispositivos y/o redes.
 40

El sistema **1200** se puede implementar como un servidor o cliente conectado respectivamente a través de una red a un cliente o servidor.
 45

El sistema de procesamiento **1200** que incluye uno o más procesadores **1202**, puede configurarse para implementar un controlador que incluye funciones del soporte de señal 204 y el procesador de señal 206. Alternativamente, un controlador puede incluir hardware independiente para el soporte de señal 204 y el procesador de señal 206 que sirve como un sistema de procesamiento para realizaciones de la presente invención.
 50

Tenga en cuenta que es posible una variedad de implementaciones para módulos y procesamiento, dependiendo de la aplicación. Los módulos se implementan preferiblemente en software, pero también se pueden implementar en hardware y firmware, en un único procesador o procesadores distribuidos, en una o más ubicaciones. Las funciones del módulo descritas anteriormente pueden combinarse e implementarse en menos módulos o separarse en subfunciones e implementarse con un mayor número de módulos. Con base en la descripción anterior, un experto en la técnica podrá diseñar una implementación para una aplicación específica.
 55

Tenga en cuenta que los ejemplos descritos anteriormente, los números utilizados y los cálculos de ejemplo son de ayuda en la descripción de esta realización. Los errores tipográficos involuntarios, los errores matemáticos y/o el uso de cálculos simplificados no restan valor a la utilidad y las ventajas básicas de la invención.
 60

Se apreciará que las descripciones anteriores están destinadas únicamente a servir como ejemplos, y que muchas otras realizaciones son posibles dentro del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.
 65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de detección, que comprende las etapas de:

- (a) transmitir secuencialmente una señal de cada uno de una pluralidad de transmisores (TE);
- (b) recibir, mediante una pluralidad de receptores (RE), una señal recibida en paralelo con dicha transmisión;

caracterizado porque:

(c) generar, para cada una de una multitud de células de resolución (RC), una pluralidad de correcciones de fase, en la que cada una de dichas correcciones de fase:

- (i) corresponde a uno de una pluralidad de dichos pares de transmisor (TE) y receptor (RE), y
- (ii) se basa en un residuo de una fase resultante de una diferencia entre:

- (A) una suma de distancias desde un transmisor (TE) dado a dicha célula de resolución (RC) y desde un receptor (RE) a dicha célula de resolución (RC), en la que dicho transmisor (TE) y dicho receptor (RE) son de dicho par correspondiente de transmisor (TE) y receptor (RE); y
- (B) una distancia de ida y vuelta desde un centro de formación de elemento (2.5) a dicha célula de resolución (RC), en la que dicho centro de formación de elemento (2.5) es un punto de referencia correspondiente a las ubicaciones de dichos transmisores (TE) y receptores (RE);

(d) calcular una señal de fase corregida de cada corrección de fase con base en dicha señal recibida para un par de transmisor (TE) y receptor (RE) correspondiente;

(e) generar, para cada una de dicha multitud de células de resolución (RC), una pluralidad de correcciones de amplitud, en la que cada una de dichas correcciones de amplitud:

- (i) corresponde a uno de dicha pluralidad de pares de transmisor (TE) y receptor (RE), y
- (ii) se basa en una relación entre:

- (A) una multiplicación de distancias desde dicho transmisor dado (TE) a dicha célula de resolución (RC) y desde dicho receptor dado (RE) a dicha célula de resolución (RC), en la que dicho transmisor (TE) dado y dicho receptor dado (RE) son de dicho par correspondiente de transmisor (TE) y receptor (RE); y
- (B) un cuadrado de una distancia desde dicho centro de formación de elemento (2.5) a dicha célula de resolución (RC);

(f) calcular una señal de amplitud corregida de cada una de dichas correcciones de amplitud con base en dicha señal recibida para un par de transmisor (TE) y receptor (RE) correspondiente; y

(g) sumar dicha señal de fase corregida y dicha señal de amplitud corregida para cada célula de resolución (RC) para generar un resultado de objeto enfatizado.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada una de dichas células de resolución (RC) está en una ubicación predeterminada y tiene un volumen dado.

3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que después de una ejecución inicial de las etapas según la reivindicación 1 con dicha multitud de células de resolución (RC) que tienen dicho volumen dado, posteriormente ejecuta las etapas según la reivindicación 1 con un subconjunto de dicha multitud de células de resolución (RC), cada una tiene un segundo volumen más pequeño que dicho volumen dado y ubicaciones basadas en dicha ejecución inicial.

4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que dicha ejecución inicial usa una primera frecuencia y dicha ejecución posterior usa una segunda frecuencia, dicha segunda frecuencia es más alta que dicha primera frecuencia.

5. El método según la reivindicación 3, en el que dicha ejecución inicial usa un primer conjunto de coeficientes para dicho cálculo, dicho primer conjunto de coeficientes generados fuera de línea para cada transmisor (TE) y cada receptor (RE), y generados en línea para cada uno de dicho par de transmisor (TE) y receptor (RE), y dicha ejecución posterior utiliza un segundo conjunto de coeficientes, dicho segundo conjunto de coeficientes es generado después de comenzar dicha ejecución inicial.

6. El procedimiento según la reivindicación 1, que además incluye una etapa de: ponderar dicha señal recibida antes de dicho cálculo.
- 5 7. El procedimiento según la reivindicación 1, que además incluye una etapa de: calcular un umbral para una vecindad de objeto de cada célula de resolución (RC).
8. El procedimiento según la reivindicación 7, que además incluye una etapa de: proporcionar detección de objetos con base en la comparación de cada resultado de dicho objeto enfatizado con cada dicho umbral.
- 10 9. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que después de una ejecución inicial de las etapas según la reivindicación 1 con dicha señal siendo una señal de baja frecuencia, luego, con base en dicho resultado de objeto enfatizado ejecutando posteriormente las etapas según la reivindicación 1 con dicha señal siendo una señal de alta frecuencia, dicha señal de alta frecuencia tiene una frecuencia mayor que dicha señal de baja frecuencia.
- 15 10. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que una primera cantidad de dichos receptores (RE) son operativos para que dicha recepción proporcione una primera resolución de rango cruzado a una primera distancia y una segunda cantidad de dichos receptores (RE) son operativos para que dicha recepción proporcione dicha primera resolución de rango cruzado a segundas distancias, en el que dichas primera y segunda distancias son desde dichos receptores (RE), dichas segundas distancias son menores que dicha primera distancia; y dicha segunda cantidad de receptores (RE) es menor que dicha primera cantidad de receptores (RE).
- 20 11. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dichos transmisores (TE) y dichos receptores (RE) están configurados en una configuración seleccionada del grupo que consiste en:
- 25 (a) lineal;
 (b) curvado;
 (c) plano;
 30 (d) tridimensional (3D);
 (e) una combinación de configuraciones; y
 (f) al menos una porción de dichas ubicaciones de dichos transmisores (TE) y receptores (RE) se establecen sintéticamente.
- 35 12. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que se generan dichas correcciones de fase y amplitud para algunos o todos los elementos:
- 40 • fuera de línea, o
 • precalculadas antes del despliegue del sistema, o
 • precalculadas durante la configuración del sistema, o
 • precalculadas durante una etapa de calibración.
13. Un sistema de detección, que comprende:
- 45 (a) una pluralidad de pares de transmisor (TE) y receptor (RE); y
 (b) un sistema de procesamiento (1200) que contiene uno o más procesadores (1202), dicho sistema de procesamiento (1200) está configurado para: implementar el procedimiento de cualquier reivindicación precedente.
- 50 14. El sistema según la reivindicación 13, que además incluye elementos seleccionados del grupo que consiste en:
- 55 (a) repetidores activos cooperativos (2.14);
 (b) fuentes de baliza cooperativa (2.15);
 (c) repetidores cooperativos pasivos modulados y no modulados (2.16); y
 (d) reflectores objetivo no cooperativos (2.17).
- 60
- 65

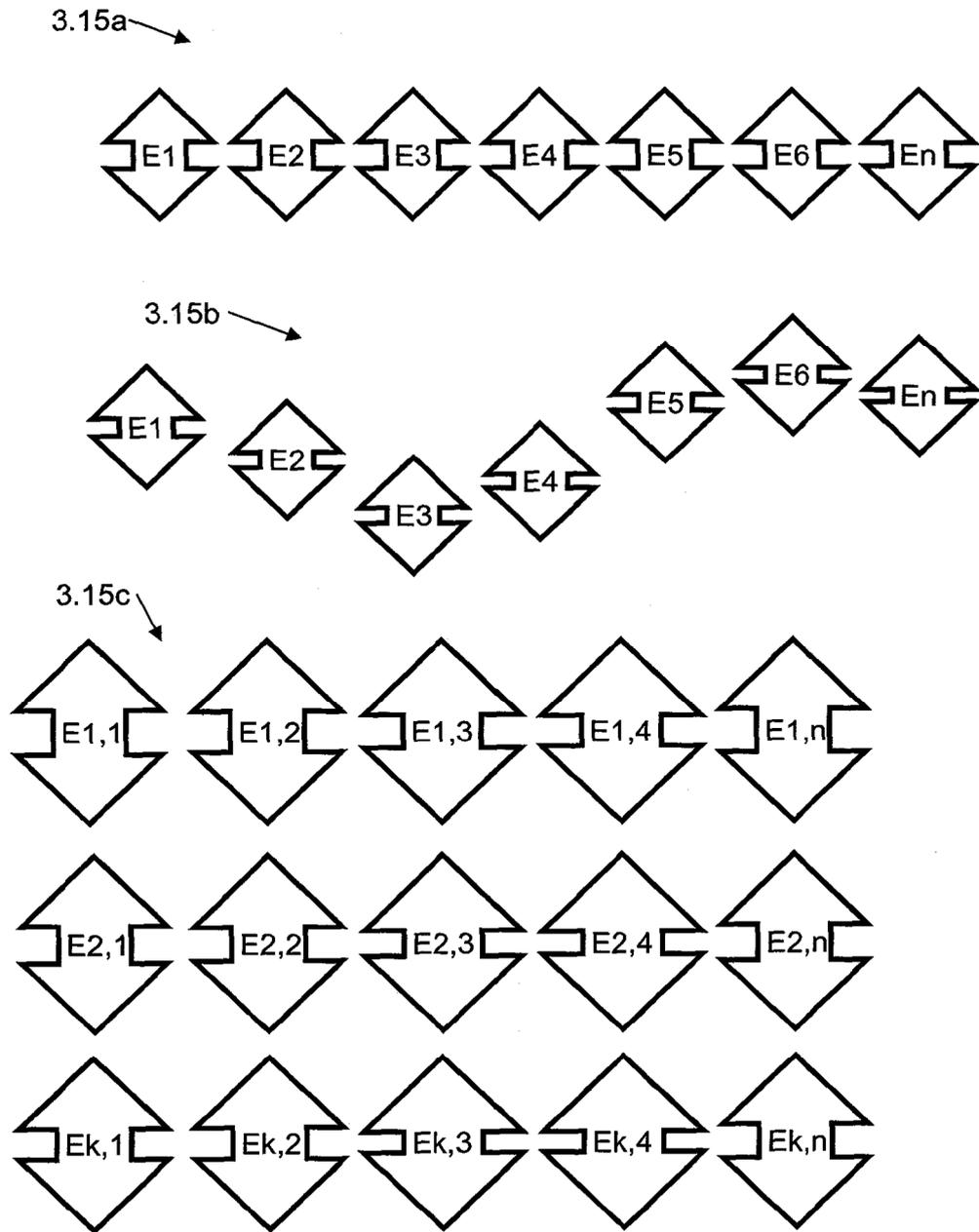


FIGURA 2

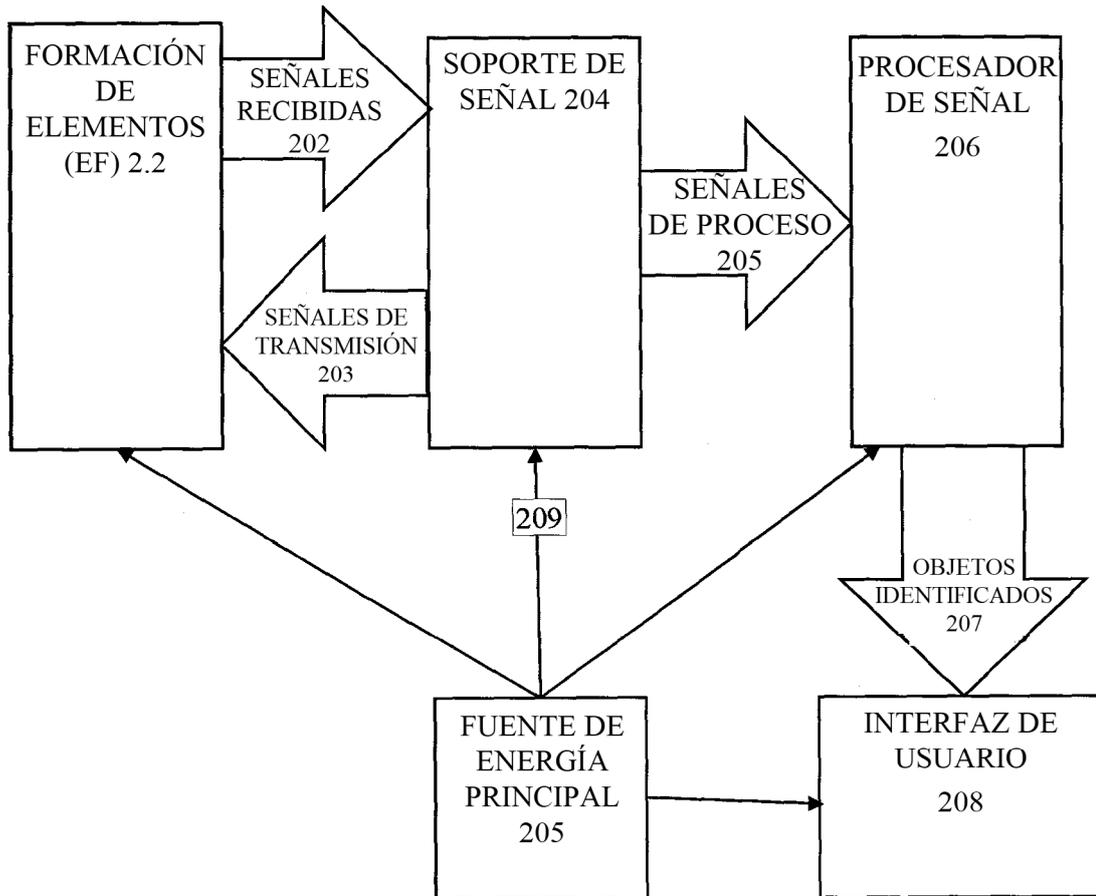


FIGURA 3

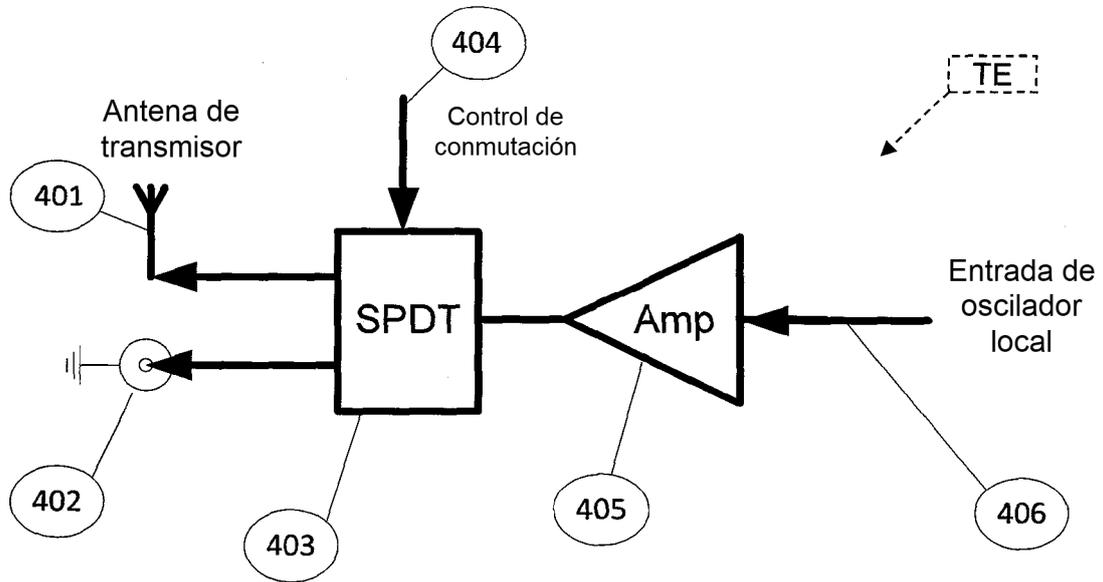


FIGURA 4

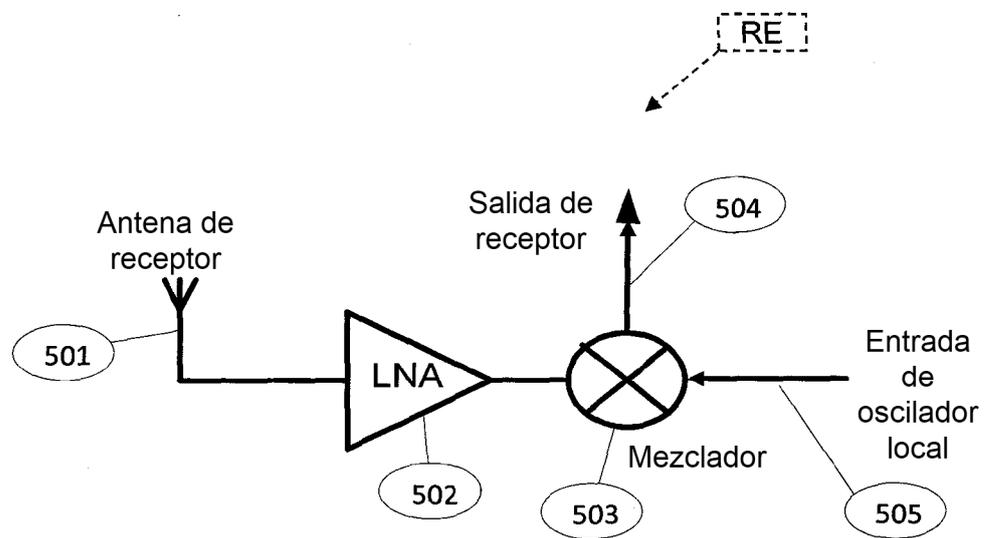


FIGURA 5

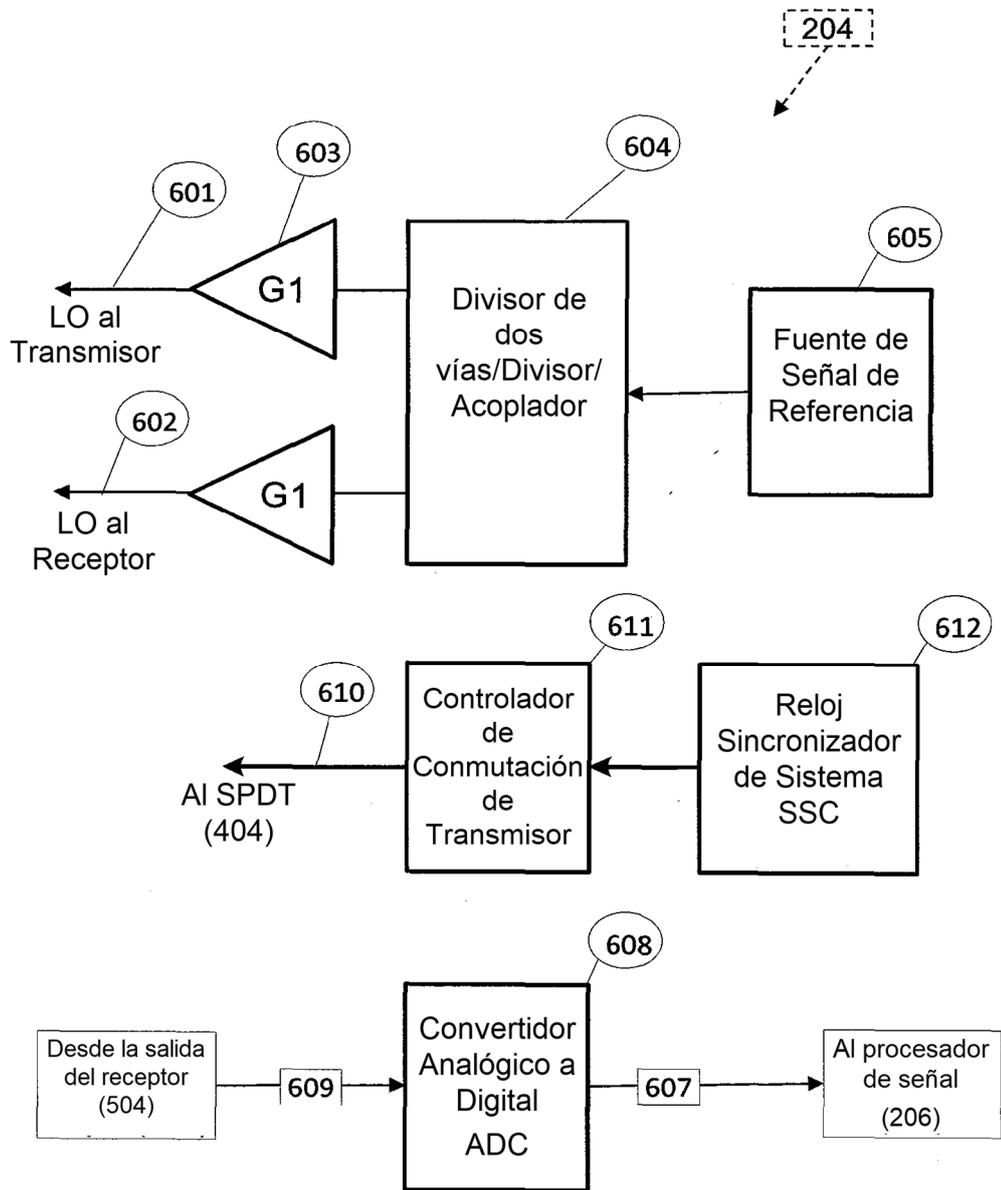


FIGURA 6



FIGURA 7



FIGURA 8

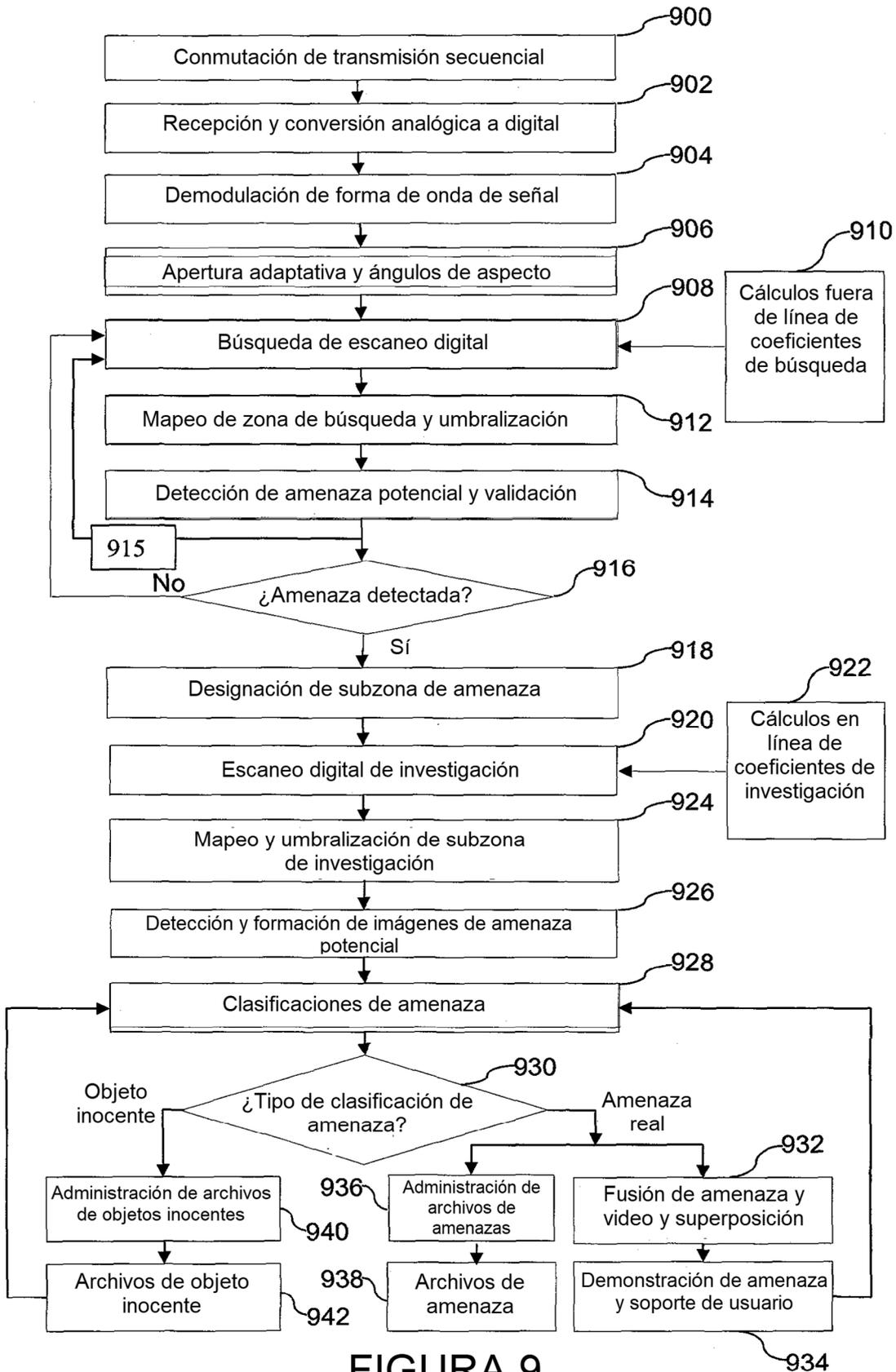


FIGURA 9

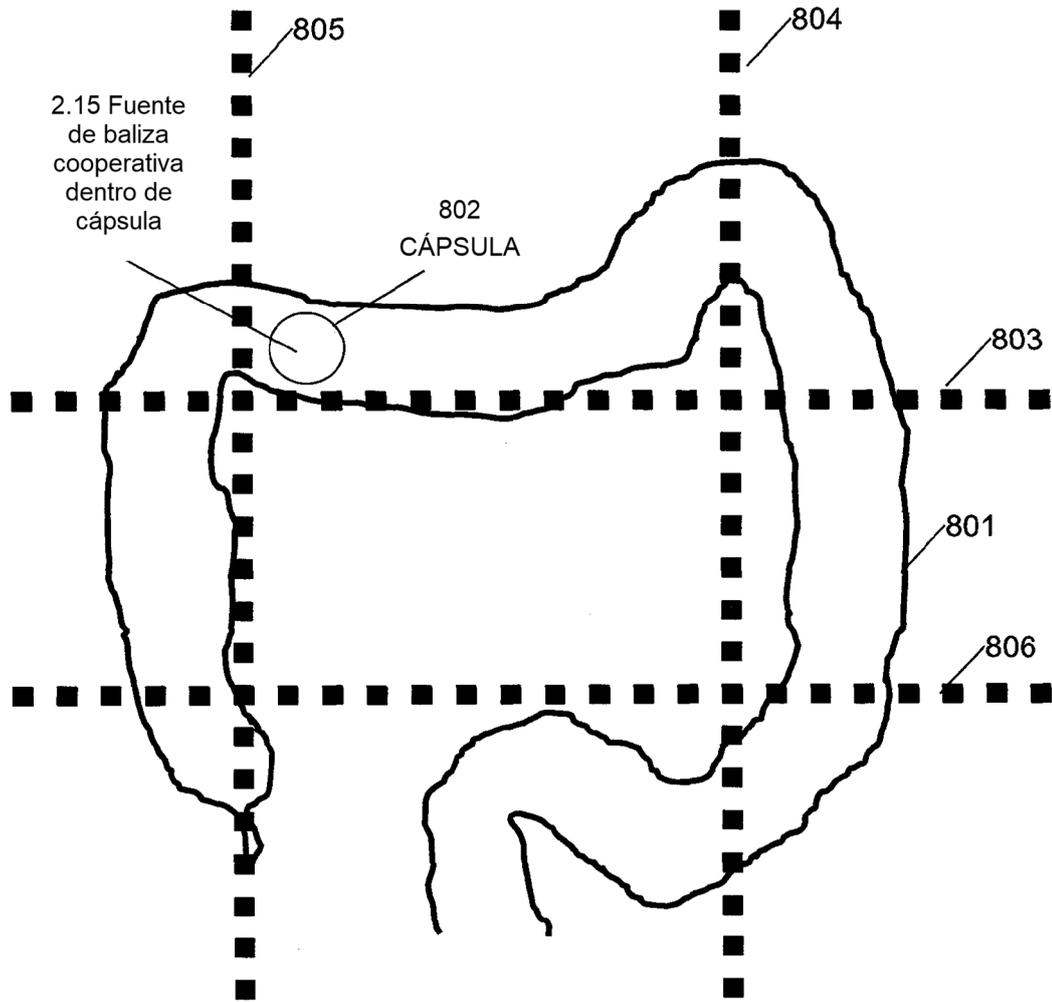


FIGURA 10

NIVEL DE EXPOSICIÓN ELECTROMAGNÉTICA (V/M)

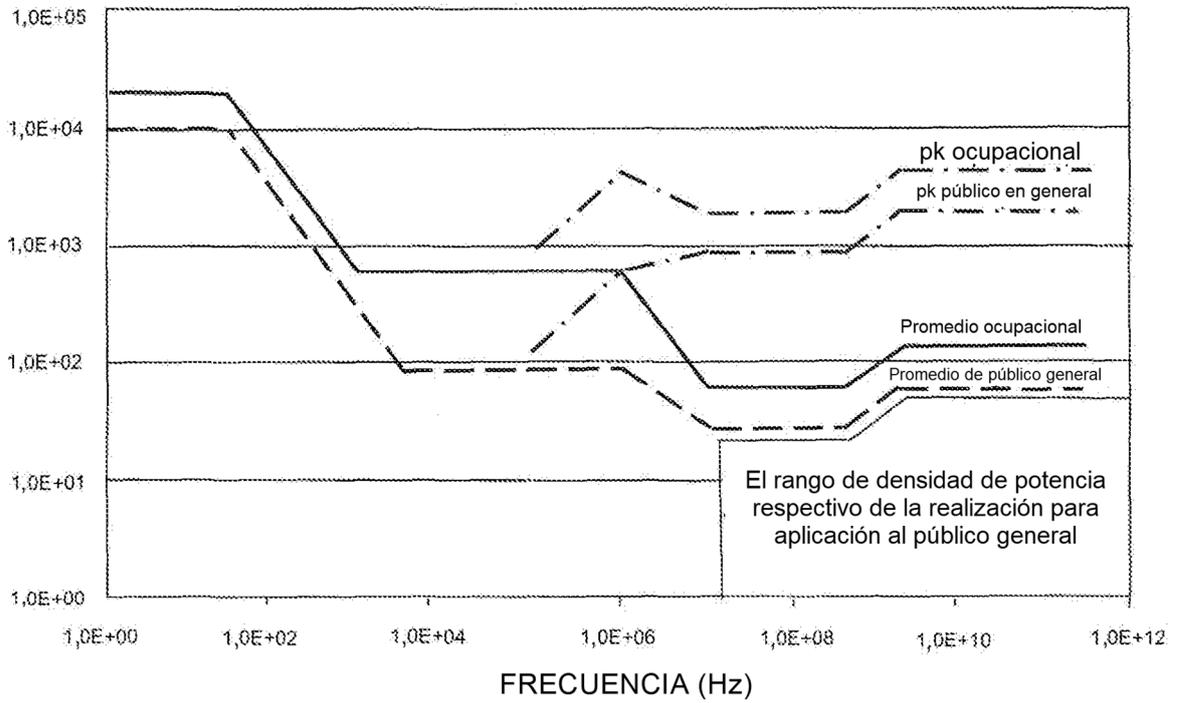


FIGURA 11

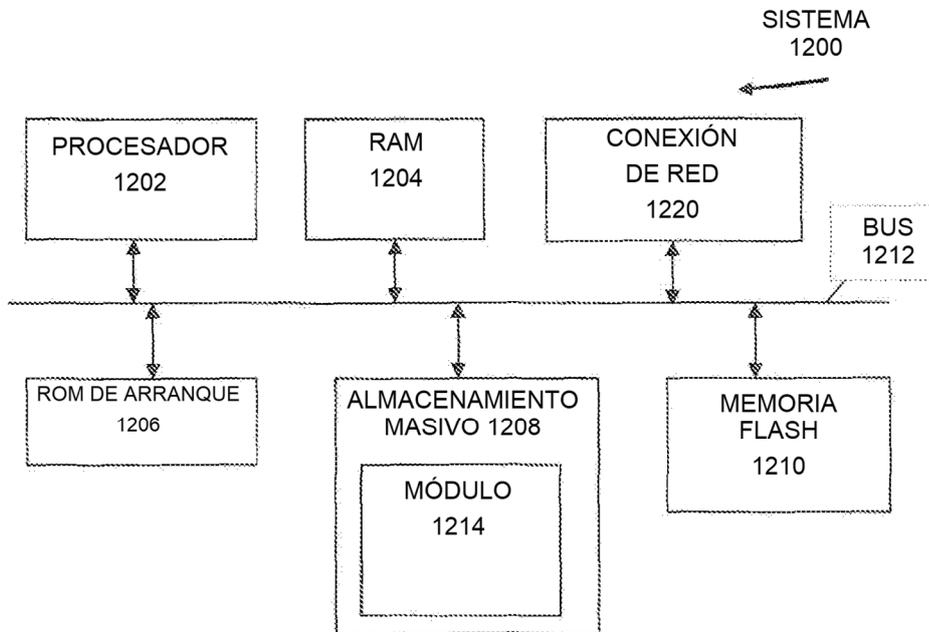


FIGURA 12

RC(x,y,z)

$\Phi_{R\ 3,1}$	$\Phi_{R\ 32}$	$\Phi_{R\ i,3}$	$\Phi_{R\ (I,J)}$
$\Phi_{R\ 2,1}$	$\Phi_{R\ 2,2}$	$\Phi_{R\ i,j}$	$\Phi_{R\ 2,4}$
$\Phi_{R\ (1,1)}$	$\Phi_{R\ 12}$	$\Phi_{R\ li}$	$\Phi_{R\ 1,J}$

FIGURA 13