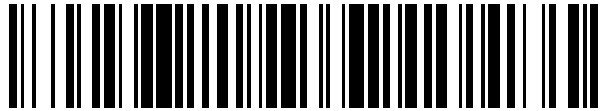


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 899 403**

51 Int. Cl.:

G01D 5/48	(2006.01)
G01D 21/00	(2006.01)
H04B 17/30	(2015.01)
H04W 4/38	(2008.01)
H04W 4/029	(2008.01)
H04W 4/33	(2008.01)
H04W 84/00	(2009.01)
G08B 13/24	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2017 PCT/CA2017/050116**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.08.2017 WO17132765**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2017 E 17746675 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.08.2021 EP 3411670**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para detectar un entorno con señales de comunicación inalámbricas**

30 Prioridad:

04.02.2016 US 201662291238 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2022

73 Titular/es:

**AERIAL TECHNOLOGIES INC. (100.0%)
360 Saint-Jacques, Suite S-118
Montreal, QC H2Y 1P5, CA**

72 Inventor/es:

**ALLEGUE MARTINEZ, MICHEL y
CHEN, XI**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 899 403 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistemas y procedimientos para detectar un entorno con señales de comunicación inalámbricas

5 **REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS****CAMPO TÉCNICO**

10 Lo siguiente se refiere a sistemas y procedimientos para detectar un entorno con señales de comunicación inalámbricas y, más particularmente, para evaluar el estado de una pluralidad de áreas que experimentan la percepción, detección, extracción y/o compresión utilizando perfiles estáticos como base para el reconocimiento de actividad a través de tales señales inalámbricas.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

15 Muchos de los sistemas de comunicación inalámbrica utilizados actualmente, como LTE, LTE-Advance, IEEE 802.11 n y IEEE 802.11ac, detectan continuamente el estado del canal inalámbrico a través de señales conocidas o señales piloto, para comprender el entorno y ser capaces de, por ejemplo, optimizar dinámicamente la tasa de rendimiento o mejorar la robustez del sistema. Se considera que esos mecanismos de detección mejoran
20 continuamente y permiten sistemas de calibración autoaccionados y técnicas de precompensación y poscompensación de señales inalámbricas, minimizando las diferencias entre las señales transmitidas y recibidas.

También se han utilizado variables medibles de señales inalámbricas con fines de localización. Uno de los tipos de información más utilizados para este propósito es la intensidad de la señal inalámbrica. Por ejemplo, se ha
25 desarrollado y descrito un procedimiento de posicionamiento para dispositivos móviles en la Patente EE. UU. N.º 7.042.391; donde se recopilan datos de intensidad de la señal recibida (RSS) de varios dispositivos de referencia. Sobre la base de una función de pérdida de trayectoria, los datos RSS se utilizan para estimar las distancias entre la diana y los dispositivos de referencia. Otro procedimiento de posicionamiento para dispositivos móviles se ha
30 propuesto en la Patente EE. UU. N.º 7.042.391; que crea un mapeo entre los datos RSS y la ubicación del dispositivo, y almacena este mapeo como los datos de calibración. A continuación, el procedimiento compara los nuevos datos RSS con los datos de calibración para estimar la ubicación del dispositivo diana. Se ha desarrollado una herramienta de prueba de campo denominada "OmniTester" y se describe en la Patente EE. UU. N.º 7.577.238; que integra pruebas de intensidad de señal y tasa de error para redes inalámbricas.

35 Se dispone de información más detallada en los sistemas de comunicación modernos y se han propuesto varias estrategias para mejorar esos sistemas. Por ejemplo, se ha desarrollado un procedimiento que proporciona datos de información de estado del canal (CSI) periódica y se describe en la publicación de solicitud de patente EE.UU. n.º 2011/0242982. Se proporciona una pluralidad de informes en forma agregada, que incluye CSI en una pluralidad de
40 vehículos componentes. Se ha propuesto un procedimiento para la detección de fallas y la recuperación en un enlace de radio y se describe en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. No. 2010/0034092, donde se utilizan datos de CSI para estimar la tasa de error del bloque de transmisión. Se ha diseñado un procedimiento para transmitir datos en un sistema de comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) y se describe en la Patente EE. UU, No. 7.729.442, donde la información de calidad del canal (CQI) se retroalimenta desde los
45 receptores a los transmisores. A continuación, se adopta esta CSI para determinar todas las velocidades de transmisión de datos de los subflujos. Sin embargo, estas mediciones detalladas pueden ser valiosas, no solo para fines de comunicación, sino para otros fines.

50 El documento de la técnica anterior D1 (XP055620909 WuYang y col. "Enhancing the Performance of Indoor Device-Free Passive Localization" INTERNATIONAL JOURNAL OF DISTRIBUTED SENSOR NETWORKS, vol. 11, no. 11 2015, pág. 256162) describe una técnica para la información del estado del canal (CSI) basada en la localización pasiva sin dispositivos (DFPL) que detecta la apariencia de una persona y localiza sus ubicaciones en tiempo real.

55 El documento de la técnica anterior D2 (XP032529362 Xiao Jiang y col. "Pilot: Passive Device-Free Indoor Localization Using Channel State Information" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEMS, 20130708 IEEE Computer Society, US) presenta Pilot, un sistema de localización en interiores DfP basado en Información del estado del canal (CSI) en WLAN.

60 El documento de la técnica anterior D3 (US2014247179) se refiere a un dispositivo detector de movimiento que comprende un receptor dispuesto para la recepción de al menos una señal electromagnética constituida por una señal electromagnética correspondiente transmitida que es transmitida por una fuente correspondiente e influenciada por un canal correspondiente. El dispositivo detector de movimiento comprende información predeterminada con respecto a cada señal electromagnética transmitida. El dispositivo detector de movimiento
65 comprende además medios de análisis dispuestos para analizar todos los componentes de la señal recibida para determinar cómo determinados parámetros de cada señal electromagnética transmitida son influenciados por cada canal correspondiente por medio de la información predeterminada. Los medios de análisis también están dispuestos para analizar la variación temporal de dichos parámetros determinados durante un tiempo determinado.

Se determina si dicha variación temporal supera un umbral predeterminado.

El documento de la técnica anterior D4 (CN103023589) describe un procedimiento y dispositivo de detección de movimiento pasivo en interiores. El procedimiento de detección de movimiento pasivo en interiores incluye: obtener información del estado del canal de cada sub-vehículo después de la demodulación de la señal; extraer el valor característico correspondiente a cualquier canal individual según la información de estado del canal; clasificar los valores característicos y obtener el resultado de detección correspondiente al comportamiento del movimiento; y realizar la corrección de errores de cálculo y la comprobación de detección de fugas para obtener el resultado de la detección para obtener el resultado de la monitorización.

El documento de la técnica anterior D5 (XP032613609 Han Chunmei y col. "WiFall: Device-free fall detection by wireless networks" IEEE INFOCOM 2014) busca las correlaciones entre las diferentes variaciones y actividades de la señal de radio analizando el modelo de propagación de radio. Basado en nuestra observación, se propone WiFall, sistema de detección de caídas. WiFall emplea información de estado del canal (CSI) de la capa física como indicador de actividades. Los autores implementan WiFall en equipos de escritorio equipados con NIC 802.11n básico y evalúan el rendimiento en tres escenarios interiores típicos con varios diseños de enlace transmisor-receptor (Tx-Rx).

El documento de la técnica anterior D6 (XP055420689 Wei Zi y col. "Electronic frog eye: Counting crowd using WiFi" IEEE INFOCOM 2014) divulga una estrategia de conteo de multitudes sin dispositivos basada en la información del estado del canal (CSI). El diseño está motivado por la observación de que la CSI es muy sensible a la variación del entorno, como un ojo de rana. El artículo analiza la relación entre el número de personas en movimiento y la variación del estado del canal inalámbrico.

El documento de la técnica anterior D7 (WO2010144973) describe un procedimiento y un sistema para estimar un entorno que rodea a un sistema de comunicación inalámbrica, incluyendo el entorno al menos un inflector que inflexiona las señales transmitidas. Un generador de observación recibe una señal de entrada transmitida desde un transmisor a un receptor a través de un canal de comunicación inalámbrica y también recibe información del estado del sistema perteneciente a al menos uno del receptor, el transmisor y el inflector. Un procesador de observación usa observaciones del generador de observación para estimar al menos una propiedad del inflector en base a la señal de entrada recibida y la información del estado del sistema.

El documento de la técnica anterior D8 (XP055620915 N. Prasad y col. "Device-free Localization Technique for Indoor Detection and tracking of Human Body: A Survey". Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 129, 15 May 2014, Págs. 422-429) presenta un estudio de varias técnicas del sistema de localización sin dispositivos.

RESUMEN

Se ha descubierto que las estrategias descritas anteriormente podrían adaptarse para el uso de la información detallada ya disponible en los sistemas de comunicación actuales para comprender ciertos estados del entorno, lo que se denomina en esta invención como "perfiles estáticos", por ejemplo para revelar la presencia de objetos en movimiento o las actividades realizadas en un entorno por humanos y/o animales, etc.

En un aspecto, se proporciona un procedimiento para obtener uno o más perfiles estáticos según la reivindicación 1.

En otros aspectos, se proporciona un sistema según la reivindicación 14, y un medio legible por ordenador no transitorio según la reivindicación 15, ambos configurados para realizar dicho procedimiento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las realizaciones se describirán ahora a modo de ejemplo solo con referencia a los dibujos adjuntos donde:

La FIG. 1(a) ilustra una configuración para un sistema capaz de detectar un área de detección particular analizando las señales de salida del sistema;

La FIG. 1(a) ilustra una configuración para un sistema capaz de detectar un área de detección particular analizando las señales de salida del sistema;

La FIG. 1 (c) ilustra una configuración para un sistema capaz de detectar un área de detección particular mediante el empleo de transeptores que simultáneamente, si se desea, proporcionan resultados de detección en ambos dispositivos;

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que ilustra instrucciones ejecutables por ordenador que muestran funcionalidades globales para extraer perfil o perfiles estáticos;

La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento para identificar, extraer y/o comprimir perfil o

perfiles estáticos;

La FIG. 4 ilustra varios ejemplos de variables que se pueden medir por flujo mientras se utilizan señales inalámbricas, así como parámetros relacionados con una interfaz inalámbrica;

La FIG. 5 es un diagrama de bloques que ilustra un pre-procesamiento de mediciones obtenidas;

La FIG. 6 es un diagrama de bloques que ilustra un módulo de cálculo de aprendizaje automático que proporciona diferentes conjuntos de características para al menos un flujo;

La FIG. 7 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento para identificar segmentos de medición desde donde se podría extraer potencialmente un perfil estático;

La FIG. 8 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento para evaluar si un perfil extraído cumple o no con los requisitos del sistema;

Las FIG. 9(a) a 9(c) ilustran una extracción de un perfil estático para un flujo y las mediciones de la información del estado del canal desde donde se identificó y se extrajo este perfil estático; y

Las FIG. 10(a) a 10(c) ilustran una extracción de un perfil estático para un flujo y las mediciones de la información del estado del canal desde donde se identificó y se extrajo este perfil estático.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se ha reconocido que las señales inalámbricas en un entorno pueden analizarse para determinar los efectos sobre las señales a medida que se propagan por el entorno. De esta forma, se pueden determinar las características del entorno. Las características se pueden determinar mediante perfiles estáticos.

Un perfil estático se define en esta invención como un comportamiento estable observado en mediciones obtenidas de la detección de un área particular; mientras se emplean señales inalámbricas que no reflejan variación o variaciones insignificantes de la medición a la medición de la intensidad de la señal inalámbrica, la respuesta de frecuencia del canal, la respuesta al impulso o cualquier otra variable medible de las señales inalámbricas que sean sensibles a los cambios en un entorno. El perfil estático se puede resumir con al menos una figura bidimensional que capture el comportamiento de la variable o parámetro que se ha medido.

Estas mediciones pueden tomarse de los mecanismos de detección implementados en los sistemas de comunicación inalámbrica actuales, por ejemplo, cuando se utilizan señales de sondeo, que son conocidas tanto por el transmisor como por el receptor. Estas señales de sondeo pueden proporcionar información valiosa al sistema con respecto al estado actual del canal inalámbrico, ya que el receptor conoce la señal que envía el transmisor y puede calcular, por ejemplo, la respuesta de frecuencia del canal, y puede proporcionar esta retroalimentación al transmisor o a cualquier dispositivo en el sistema.

Por ejemplo, el perfil estático de una casa vacía podría detectarse y extraerse para usarse como base para el reconocimiento de actividad. Los perfiles estáticos también podrían detectarse y extraerse incluso si los sujetos (por ejemplo, seres humanos o mascotas) se encuentran dentro del área de detección. Sin embargo, estos perfiles seguirían existiendo por la ausencia de movimiento o por actividades menores de los sujetos que se consideran perfiles estáticos así como según las especificaciones del sistema. Como otro ejemplo, un perfil estático podría identificarse y extraerse en un período corto de tiempo (por ejemplo, unos pocos milisegundos) mientras se realiza una actividad, si la tasa de muestreo es lo suficientemente alta, por ejemplo, mientras camina en una dirección, se detiene para dar la vuelta y empieza a caminar en sentido contrario. A continuación se describen ejemplos de dichos perfiles estáticos y el uso de los mismos.

Como se ilustra en la FIG. 1(a), se genera un área de detección 100 a través de al menos dos dispositivos, un transmisor 106 y un receptor 108. El transmisor 106 debería crear las señales de entrada de banda base 102 que modularán una señal portadora y una antena o un conjunto de antenas, representada por el "sistema de radiación" 104, irradia una señal de paso de banda con un ancho de banda definido que satisface los requisitos de detección. Las ondas radiadas 114 viajan a través del área de detección mientras sufren típicamente múltiples efectos de propagación e interactúan con los múltiples objetos en el entorno que están dispuestos de una manera particular. Un aparato receptor 108 está configurado para transformar ondas de radio no guiadas en ondas de radio guiadas a través de una antena receptora o un conjunto de antenas receptoras, en esta invención el "sistema de radiación" 110. Dado que la señal recibida es la superposición de las señales recibidas que viajaron a través de la trayectoria directa, y las señales generalmente viajan a través de muchas otras trayectorias diferentes (efecto de trayectorias múltiples), la señal recibida debe contener información valiosa que caracteriza el entorno. Esta valiosa información puede ser capturada por las señales de salida 112. En un área interior, los mecanismos de propagación por trayectorias múltiples normalmente se refuerzan, generando lo que se denomina en esta invención como el área de detección 100.

Pueden usarse múltiples flujos de ondas radiadas 114 para generar el área de detección 100 si se usa al menos más de una antena, ya sea en el receptor 108 o en el transmisor 106. Se forma un solo flujo entre cada par de antenas transmisora y receptora. Todos los flujos posibles están representados por el número de referencia 114 en la FIG. 1(a), e individualmente denominado flujo 1, flujo 2 y hasta flujo N en la descripción posterior.

Los límites del área de detección 100 podrían estar bien definidos, pero no necesariamente. En la mayoría de los casos, se desconoce la forma específica del área de detección 100 ya que dependerá del entorno, el sistema de comunicación específico que genera el área de detección 100, los niveles de energía empleados por el transmisor 106, la frecuencia portadora y el ancho de banda de la señal, entre otras cosas.

Señales de entrada de ejemplo 102 se ilustran en la FIG. 1(b). Sin pérdida de generalidad, las señales inalámbricas se representan en esta invención por sus señales complejas de banda base equivalentes. La señal de entrada se representa en dominios de tiempo y frecuencia y se utiliza la magnitud de la representación del complejo de banda base original. A efectos de comparación, se aplican las mismas consideraciones a la señal de salida 112 utilizada como ejemplo en la FIG. 1(b). La señal de entrada 102 incluye señales periódicas o no periódicas con un ancho de banda correspondiente dependiendo de la naturaleza de las señales empleadas para la detección. La señal de salida 112 es una versión distorsionada de la señal de entrada 102 como se muestra en la FIG. 1(b) donde el ancho de banda de la señal es diferente del utilizado en el transmisor 106. También puede existir un desplazamiento de frecuencia central, y también se representa la distorsión tanto dentro como fuera de banda. La transformación 116 describe la transformación de la señal de entrada 102 en la señal de salida 112 y en esta invención se utiliza como un agente descriptor del entorno dentro del área de detección 100. La transformación 116 afecta tanto a la amplitud como a la fase de las señales de entrada 102 dando como resultado las señales de salida 112. Se puede apreciar que la transformación 116 es provocada por efectos naturales, ya que la señal transmitida 102 interactúa con el entorno y la señal recibida sería una versión modificada (tanto en amplitud como en fase) de lo que se transmitió. La forma específica en que el entorno modifica la señal de entrada 102 proporciona información sobre el entorno. Lo contrario sería que, si la señal de entrada no se modifica, la transformación = 1, donde la señal de entrada = la señal de salida, no se proporcionaría información sobre el entorno.

Todas las señales en esta invención, p. ej. 102 y 112, se generan en el dominio digital o analógico y se adquieren en el lado del receptor y se analizan también en el dominio digital o analógico.

En una implementación, se supone un canal de banda estrecha y desvanecimiento plano, la relación

$$H_k^{(l)}[n] = \frac{Y_k^{(l)}[n]}{X_k^{(l)}[n]}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \text{ y } l = 1, 2, \dots, L,$$

se adopta para describir la respuesta del canal en el dominio de frecuencia para cada uno de los flujos 114 usados para generar el área de detección 100. $H_k^{(l)}[n]$ indica la respuesta del canal y/o la transformación de la subportadora k en el flujo l en el tiempo n . $X_k^{(l)}[n]$ es la señal piloto transmitida en la subportadora k en el dominio de frecuencia en el flujo l en el tiempo n , y $Y_k^{(l)}[n]$ es la señal recibida en la subportadora k en el dominio de frecuencia y en el flujo l en el tiempo n .

El número total de subportadoras disponibles en cada flujo está representado por K y L es el número total de flujos

En la FIG. 1(a), el receptor 108 puede tener conocimiento o no de la señal de entrada 102 específica utilizada por el transmisor 106. En cualquier caso, el receptor 108 es el aparato capaz de generar un resultado de detección basado en el análisis y procesamiento de la señal de salida 112. Por otro lado, el sistema ilustrado en la FIG. 1(c) proporciona funcionalidades de detección en ambas direcciones mediante el uso de transceptores en lugar de un solo transmisor y un solo receptor en comparación con el sistema presentado en la FIG. 1(a).

En la FIG. 1 (c), el transceptor 120 es capaz de transmitir y recibir señales inalámbricas utilizando el sistema de radiación 104. Lo mismo se aplica al transceptor 122 utilizando el sistema de radiación 110. Ya sea que exista un sistema de multiplexación a tiempo para compartir el mismo segmento de espectro de frecuencia, o se empleen diferentes bandas de frecuencia, se establece un enlace de comunicación duplex completo entre los dos transceptores. Cuando las señales de entrada 102 se generan desde el transceptor 120, y las señales de salida 112 se analizan en el transceptor 122, se establece un enlace de comunicación (A), lo que significa que el transceptor 120 actúa como transmisor y el transceptor 122 actúa como receptor en el enlace de comunicación (A). Lo mismo se aplica cuando el transceptor 122 genera las señales de entrada 102, y la señal de salida 112 correspondiente al enlace de comunicación B está ahora disponible en el transceptor 120, proporcionando al sistema de la FIG. 1 (c) capacidad de detección tanto en el aparato 120 como en el 122. La FIG. 1 (c) no está diseñada para proporcionar una topología de red específica para el sistema propuesto en esta invención, aunque describe la interacción entre el número mínimo de conjuntos requeridos para generar un área de detección 100 y proporcionar capacidades de detección en ambos transceptores.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo de alto nivel de un procedimiento para detectar, extraer y/o comprimir perfiles estáticos que se utilizarán como base para el reconocimiento de actividad a través de señales inalámbricas. En primer lugar, las mediciones del canal inalámbrico que caracterizan el área de detección 100 se proporcionan en 200, a una aplicación de análisis que se ejecuta localmente en una solución integrada o en una aplicación remota, para procesar las mediciones extraídas de los dispositivos en el sistema de comunicación. . Las técnicas de procesamiento de señales se aplican en 202 para filtrar la señal recibida y/o normalizar las mediciones disponibles y/o aplicar cualquier otra técnica de acondicionamiento de señales y/o analizar los datos que se transferirán a las operaciones posteriores. Se aplica un procedimiento en 204 para evaluar continuamente el estado del área de detección activa 100, y si se detecta un perfil estático, el procedimiento en 206 se activa para extraer una versión preliminar del perfil estático para cada uno de los flujos disponibles dependiendo del sistema. El perfil o perfiles estáticos se evalúan a continuación en 208 para cumplir con los requisitos de perfil estático definidos para la aplicación. La extracción del perfil o de los perfiles estáticos se realiza en 210 según las especificaciones proporcionadas, y si se requiere una versión comprimida de los perfiles estáticos, se aplica un procedimiento de compresión en 216 para representar el perfil o los perfiles estáticos con el menor número posible de coeficientes en la salida a 218. En escenarios donde no se necesita un procedimiento de compresión, el sistema puede proporcionar la salida en 214 como un perfil estático sin comprimir. A continuación se proporciona una descripción más detallada de la identificación y extracción de los perfiles estáticos, haciendo referencia a las FIG. 3- 8.

La FIG. 3 ilustra esquemáticamente un procedimiento para extraer uno o más perfiles estáticos. El procedimiento comienza recibiendo mediciones que caracterizan el área de detección 100 para todos los flujos que están disponibles, según el sistema inalámbrico que se emplea para generar el área de detección 100. Se forman diferentes flujos debido al enlace establecido entre cada antena transmisora y cada antena receptora. Las mediciones 300 incluyen la respuesta de frecuencia del canal o la respuesta de impulso del canal por cada flujo, la intensidad de la señal inalámbrica recibida por antena recibida y cualquier otra variable medible en las señales inalámbricas sensibles a los cambios en el entorno.

El flujo de procedimiento mostrado en la FIG. 3 requiere las mediciones del canal 300 para al menos un flujo correspondiente a una antena transmisora en el sistema de radiación 104 y una antena receptora en el sistema de radiación 110. Un bloque de preprocesamiento de señales se opera en 302 para filtrar las mediciones disponibles a través de las mediciones 300. El bloque 302 de preprocesamiento de señales proporciona series de tiempo limpias de las mediciones del canal al bloque de cálculo de características 304. Puede apreciarse que se podría añadir una funcionalidad opcional al bloque de preprocesamiento de señales 302 para normalizar las muestras obtenidas en las mediciones. El cálculo del perfil estático en 304 se logra mediante la combinación de un cálculo de características 320, una identificación de segmentos estáticos 322, un procedimiento de codificación de índices 324, un conjunto de la etapa de malla estática 326, correspondiente al perfil estático, una evaluación de la malla del perfil estático actual en 328, y una extracción final del perfil estático 330.

Opcionalmente, como se muestra usando líneas discontinuas en la FIG. 3, se puede aplicar una operación de compresión a los perfiles estáticos en 306. Como resultado o salida, el perfil estático en 308 incluye al menos un perfil estático extraído de las mediciones obtenidas de una antena receptora mientras se emplea una antena transmisora en, por ejemplo, uno de los dispositivos transmisores o transceptores de la FIG. 1 o de la FIG. 3. Si hay múltiples flujos disponibles en el sistema, la agrupación de todos los perfiles estáticos componen el perfil estático final que caracteriza el área de detección 100.

La FIG. 4 proporciona ejemplos con respecto a las mediciones que se pueden recopilar en cualquiera de los transmisores, receptores y/o transceptores ilustrados en esta invención. El bloque de mediciones del canal inalámbrico 300 puede monitorear continuamente las comunicaciones entre el transmisor y el receptor, a fin de recopilar información oportuna que infiere actividades humanas dentro del área de detección 100. Las métricas de información incluyen, por ejemplo, mediciones de las respuestas de frecuencia del canal de todos los flujos (por ejemplo, información del estado del canal en IEEE 802.11 n, IEE 802.11ac) y sus transformaciones en el dominio del tiempo, la intensidad de la señal recibida de todos los flujos, el número de antenas transmisoras, el número de antenas receptoras, el valor del control automático de ganancia (AGC) y/o el nivel de ruido. Ya sea para paquetes particulares, o para cada paquete que se reciba en los dispositivos, los parámetros mencionados anteriormente se pueden medir y registrar. La combinación de estas métricas de un paquete inalámbrico se denomina en esta invención como una "muestra de medición". El módulo de medición de canales en tiempo real indexa todas las muestras consecutivamente según sus marcas de tiempo de medición. Las muestras, así como sus índices, se envían al siguiente módulo, es decir, el módulo de preprocesamiento de señales.

En la FIG. 5, se proporcionan detalles adicionales con respecto al preprocesamiento de señales. El bloque de preprocesamiento de señales 302 es responsable de filtrar las muestras de medición dañadas, para garantizar, o al menos esforzarse por asegurar que la información utilizada para generar el perfil sea coherente. El bloque de preprocesamiento de señales 302 contiene un filtro de preprocesamiento 500 y un controlador de filtro 502. El controlador 502 toma el número de antenas transmisoras y receptoras, el valor del AGC y el nivel de ruido como entradas, determina los índices de muestras que deben filtrarse y alimenta estos índices al filtro de preprocesamiento 500. Las muestras de mediciones que cumplen con uno de los siguientes criterios se consideran corruptas y son descartadas:

A) Los números de antenas transmisoras y receptoras no cumplen con los valores predefinidos, que se determinan según los requisitos de la aplicación;

5 B) El valor del AGC está fuera de un intervalo de AGC predefinido, que está determinado por los requisitos de la aplicación; y

C) El nivel de ruido está fuera de un intervalo de ruido predefinido, que está determinado por los requisitos de la aplicación.

10 Después de recibir los índices de filtrado, el filtro de preprocesamiento 500 descarta las muestras de mediciones dañadas. Las muestras restantes pueden denominarse muestras preprocesadas y se alimentarán al siguiente bloque 304.

15 La FIG. 6 ilustra más detalles sobre el cálculo de características útiles. El bloque de cálculo de características 320 extrae características útiles de las muestras preprocesadas. El ON/OFF de 320 es controlado por la señal de evaluación e , cuyo valor predeterminado es "Falso". Si la señal de evaluación e es "Falsa", a continuación el bloque 320 se pone en ON. De lo contrario, el bloque 320 se pone en OFF. Se alimenta un conjunto de índices al bloque 320 para identificar las muestras que se utilizarán. Solo las muestras cuyos índices están en el conjunto se utilizan en el análisis de datos y, posteriormente, en el cálculo de características. Tras la ejecución, el bloque 320 analiza los datos de muestra en un formato de fácil cálculo con el bloque de análisis de datos 600. Basándose en los datos analizados, la calculadora de características 602 calcula diferentes características. Características útiles pueden incluir, por ejemplo, la varianza móvil de la magnitud de la CSI y la varianza móvil de la secuencia diferenciada de la magnitud de la CSI. La salida de la calculadora de características 602 es N_f conjuntos de características. Cada uno de estos conjuntos contiene un tipo de característica para todas las subportadoras.

20 La FIG. 7 demuestra cómo identificar los segmentos estáticos. El bloque de identificación de segmentos estáticos 322 toma los conjuntos de características del bloque de cálculo de características 320 como entradas, identifica los segmentos estáticos en los resultados de la medición y genera los índices correspondientes. Las entradas, es decir, los conjuntos de características, son mejoradas primero por el integrador de características 700. Cada conjunto de características mejoradas es el conjunto de características original que se asigna a un espacio de mayor dimensión, un espacio de la misma dimensión o un espacio de menor dimensión. Ejemplos de mejoras incluyen, por ejemplo, calcular los valores medios y de varianza de un conjunto de características, encontrar el mínimo y el máximo de un conjunto de características y calcular los histogramas de un conjunto de características.

30 A continuación, los conjuntos mejorados se integran en un conjunto de características integradas. Ejemplos de integraciones incluyen, por ejemplo, analizar los componentes principales, realizar la descomposición de valores singulares y calcular las correlaciones entre dos conjuntos de características. Estas características integradas se utilizan como entradas para el filtro de índices 702, que distingue los segmentos estáticos de los no estáticos en los resultados de la medición y genera los índices de resultados dentro de los segmentos estáticos. El filtro de índices 702 incluye múltiples filtros, cada uno de los cuales genera un conjunto de índices candidatos en base a su criterio único. Ejemplos de criterios de filtrado incluyen, por ejemplo, establecer un umbral con la varianza móvil de la magnitud CSI y/o la varianza móvil de la secuencia diferenciada de la magnitud CSI. De esta manera, 702 calcula y genera múltiples conjuntos de índices candidatos. El integrador de índices 704 recopila estos conjuntos de índices candidatos y calcula un conjunto integrado de índices como índices estáticos. Ejemplos de procedimientos de integración de índices incluyen, por ejemplo, la unión de todos los conjuntos de candidatos, la intersección de todos los conjuntos de candidatos y una estrategia de votación.

35 La FIG. 8 proporciona más detalles con respecto al bloque de evaluación de perfil estático 328, que toma las muestras de mediciones reunidas, así como los índices reunidos, como entradas. La evaluación del perfil estático 328 evalúa si las muestras reunidas son válidas para construir un perfil estático y emite el resultado de la evaluación como la señal de evaluación e . Las muestras reunidas pasan nuevamente por el cálculo de características 320 y la identificación de segmentos estáticos 322. De esta manera, se calcula un nuevo conjunto de índices estáticos en función de los resultados de medición reunidos. Estos nuevos índices estáticos son evaluados por el evaluador de persistencia 800 para verificar si las muestras reunidas son lo suficientemente persistentes para construir un perfil estático. Ejemplos de métricas utilizadas para el evaluador de persistencia 800 incluyen la diferencia de tamaño entre los conjuntos de índices estáticos antiguos y nuevos y la distancia de quien se mueve en tierra entre estos dos conjuntos. Si las muestras pasan la evaluación, la señal de evaluación e se establece como "Verdadera". De lo contrario, la señal de evaluación e se establece como "Falsa".

40 Las FIG. 9 (a) a 9 (c) ilustran un ejemplo de extracción de un perfil estático de señales inalámbricas. La FIG. 9(a) proporciona un ejemplo de las muestras de medición de la magnitud de respuesta del canal, que se miden y registran en el bloque 300. Puede verse en la FIG. 9 (a) que las muestras de medición contienen aspectos que son inconsistentes con el comportamiento general y/o contienen mucho ruido. Estas muestras deben descartarse antes de construir un perfil estático. Con este fin, las muestras de medición se alimentan al bloque 302 para su preprocesamiento y a continuación al bloque 304 para el cálculo del perfil estático. La FIG. 9(b) ilustra un ejemplo de

las muestras estáticas que han pasado la evaluación del perfil estático. Estas muestras estáticas contienen solo muestras de medición que se alinean con el comportamiento general y son lo suficientemente estables para construir un perfil. Puede apreciarse en la FIG. 9 (b) que las muestras inconsistentes y con ruido se han filtrado y las restantes son consistentes entre sí. Estas muestras están listas para crear un perfil estático. La FIG. 9(c) traza un ejemplo del perfil estático construido a partir de las muestras estáticas que se muestran en la FIG. 9 (b). En este ejemplo, el perfil se construye o resume utilizando los valores promedio de tiempo para todas las subportadoras. La curva que se muestra en la FIG. 9 (c), es decir, el perfil estático, define cómo deben ser las mediciones en promedio.

Las FIG. 10(a) a 10(c) proporcionan otro ejemplo de extracción de un perfil estático. A diferencia del ejemplo mostrado en las FIG. 9 (a) a 9 (c), las muestras de medición mostradas en la FIG. 10 (a) contienen pocos aspectos con ruido o inconsistentes. Sin embargo, hay una tendencia que aumenta lentamente, lo que puede introducir un ruido no deseado en el perfil estático. Para eliminar el impacto de tales tendencias, el bloque 324 realiza una codificación en las muestras antes de introducirlas en el bloque de evaluación del perfil estático 328. De esta manera, las muestras codificadas no experimentan la tendencia de cambio lento, como se muestra en la FIG. 10 (b). Sobre la base de estas muestras codificadas, se puede extraer un perfil estático con alta confianza, como se muestra en la FIG. 10 (c).

Haciendo referencia nuevamente a la FIG. 3, la compresión de los perfiles estáticos en 306 permite la representación de estos perfiles independientemente del número de componentes de frecuencia, o cualquier otra secuencia de muestras, o series de tiempo que componen el perfil o los perfiles estáticos. Un procedimiento de compresión podría incluir un modelo de comportamiento que ajuste la señal de entrada 102 a las señales de salida 112 y que, en lugar de usar el perfil estático sin comprimir, use un perfil estático comprimido que consiste en los coeficientes de dicho modelo de comportamiento se comparte como perfil o perfiles estáticos. Este modelo podría ser un modelo basado en polinomios que garantice un buen ajuste de la señal o cualquier otro modelo que represente con precisión la señal de salida 112 cuando se conoce la señal de entrada 102. Si se desconoce la señal de entrada 102, la señal de salida 112 se puede usar directamente como descriptor del entorno, y a continuación se usa una señal de referencia para extraer los coeficientes del modelo de comportamiento. En tal escenario, la señal de referencia debe ser conocida por la aplicación que decodifica los perfiles estáticos comprimidos.

Los perfiles estáticos son el resultado de trayectorias de propagación específicas, siguiendo diferentes retrasos, diferentes atenuaciones, reflejos y efectos de dispersión que caracterizan el entorno o el área de detección en la que las señales inalámbricas viajan desde el transmisor a las estaciones receptoras. Por tanto, el perfil estático está caracterizando la forma en que se configura el espacio.

Un ejemplo ilustrativo de un perfil estático es cuando el área de detección 100 está dentro de un espacio donde no hay objetos que se muevan dentro del área de detección 100. Una casa, un apartamento y/o una instalación comercial, entre otros, pueden poseer perfiles estáticos transparentes cuando no hay sujetos en movimiento dentro del área de detección 100. En otro escenario, cuando las personas están viendo un televisor (u otra pantalla), se podrían detectar una variedad de perfiles estáticos dependiendo de la cantidad de personas que permanecen estáticas o semiestáticas frente al televisor y la posición que ocupa cada uno de ellos en el escenario. Por ejemplo, los perfiles estáticos actuales de un área de detección 100 se pueden comparar con un registro anterior de los perfiles estáticos de la misma área de detección 100 y la comparación es indicativa, por ejemplo, de la necesidad de ejecutar la calibración o mecanismos de autocalibración mientras se realiza el reconocimiento de actividad a través de señales inalámbricas.

Por simplicidad y claridad de la ilustración, cuando se considere apropiado, los números de referencia pueden repetirse entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos. Además, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de los ejemplos descritos en esta invención. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que los ejemplos descritos en esta invención se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En otros aspectos, no se han descrito en detalle procedimientos, operaciones y componentes bien conocidos para no oscurecer los ejemplos descritos en esta invención.

Se apreciará que los ejemplos y los diagramas correspondientes usados en esta invención son solo para fines ilustrativos. Se pueden utilizar diferentes configuraciones y terminología sin apartarse de los principios expresados en esta invención. Por ejemplo, los componentes y módulos se pueden agregar, eliminar, modificar u organizar con diferentes conexiones sin apartarse de estos principios.

También se apreciará que cualquier módulo o componente ejemplificado en esta invención que ejecute instrucciones puede incluir o tener acceso a medios legibles por ordenador, como medios de almacenamiento, medios de almacenamiento por ordenador o dispositivos de almacenamiento de datos (extraíbles y/o no extraíbles) como, por ejemplo, discos magnéticos, discos ópticos o cinta. Los medios de almacenamiento por ordenador pueden incluir medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles implementados en cualquier procedimiento o tecnología para el almacenamiento de información, como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Ejemplos de medios de almacenamiento por ordenador incluyen RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento

- 5 óptico, cassetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda utilizar para almacenar la información deseada y al que se pueda acceder mediante una aplicación, módulo o ambos. Cualquiera de dichos medios de almacenamiento por ordenador puede ser parte de los componentes en el área de detección 100, cualquier componente de o relacionado con el área de detección 100, etc., o accesible o conectable a la misma. Cualquier aplicación o módulo en esta invención descrito puede implementarse usando instrucciones legibles/ejecutables por ordenador que pueden ser almacenadas o retenidas de otra manera por dichos medios legibles por ordenador.
- 10 Las etapas u operaciones en los diagramas de flujo y diagramas descritos en esta invención son solo a modo de ejemplo. Puede haber muchas variaciones en estas etapas u operaciones sin apartarse de los principios discutidos anteriormente. Por ejemplo, las etapas se pueden realizar en un orden diferente, o se pueden agregar, eliminar o modificar etapas.
- 15 Aunque los principios anteriores se han descrito con referencia a ciertos ejemplos específicos, las diversas modificaciones de los mismos resultarán evidentes para los expertos en la técnica, por lo que el alcance de la invención se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para detectar un entorno (100), comprendiendo el procedimiento analizar al menos una señal de comunicación inalámbrica (114) en el entorno (100) para determinar los efectos sobre la señal de comunicación inalámbrica (114) moviendo objetos en el entorno (100) durante la propagación de la misma, siendo los efectos indicativos de una o ambas de: al menos una característica del entorno, y una forma en que se configura el entorno; determinar los efectos sobre la señal de comunicación inalámbrica (114) mediante el uso de perfiles estáticos (308) que modelan un comportamiento estable en el entorno,
- 5
10 **caracterizado porque** los perfiles estáticos (308) se determinan de la siguiente forma:
- obteniendo (300) una o más mediciones de canal inalámbrico; preprocesando (302) una o más mediciones de canal inalámbrico y realizando (320) una operación de cálculo de características para identificar (322) uno o más segmentos estáticos; realizando una evaluación de perfil estático (328) usando uno o más segmentos estáticos; realizando una extracción de perfil estático (330) en base a la evaluación; y emitiendo (308) uno o más perfiles estáticos.
- 15
20 2. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el análisis comprende determinar una transformación de una señal de entrada en una señal de salida, siendo la señal de salida una señal de comunicación inalámbrica recibida.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además aplicar una codificación de índice (324) a los segmentos estáticos y preparar (328) un conjunto de una malla estática antes de realizar la evaluación del perfil estático (328).
- 25
4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además comprimir (306) el uno o más perfiles estáticos.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además el uso de perfiles estáticos para al menos uno de:
- 30 una base para el reconocimiento de actividad; y:
- una comparación de perfiles estáticos en diferentes momentos.
- 35 6. El procedimiento de la reivindicación 5, donde los perfiles estáticos se utilizan para determinar si se requiere una calibración.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, donde la al menos una señal de comunicación inalámbrica es una señal piloto.
- 40 8. El procedimiento de la reivindicación 1, donde en el análisis se utilizan mediciones de información del estado del canal desde un protocolo inalámbrico estandarizado.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además generar al menos una señal de comunicación inalámbrica.
- 45
10. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además reusar al menos una señal de comunicación inalámbrica.
- 50 11. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además analizar los perfiles estáticos.
12. El procedimiento de la reivindicación 11, donde el análisis comprende aplicar una evaluación de movimiento.
13. El procedimiento de la reivindicación 1, donde se analizan una pluralidad de flujos de señales de comunicación inalámbrica.
- 55
14. Un medio legible por ordenador no transitorio que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador detecte un entorno (100), que comprende instrucciones para analizar al menos una señal de comunicación inalámbrica (114) en el entorno para determinar los efectos sobre la señal de comunicación inalámbrica moviendo objetos en el entorno durante su propagación, siendo los efectos indicativos de una o ambas de: al menos una característica del entorno, y una forma en que se configura el entorno;
- 60 instrucciones para determinar los efectos sobre la señal de comunicación inalámbrica usando perfiles estáticos que modelan un comportamiento estable en el entorno
- 65 **caracterizada porque** el medio comprende además instrucciones para determinar los perfiles estáticos mediante:

- 5 la obtención (300) de una o más mediciones del canal inalámbrico; preprocesar (302) una o más mediciones del canal inalámbrico y realizar (320) una operación de cálculo de características para identificar (322) uno o más segmentos estáticos; realizar una evaluación del perfil estático (328) usando uno o más segmentos estáticos; realizar una extracción del perfil estático (330) en base a la evaluación; y emitir (308) uno o más perfiles estáticos.
- 10 15. Un sistema que comprende un procesador y una memoria, la memoria almacena instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el procesador detecte un entorno (100), que comprende instrucciones para analizar al menos una señal de comunicación inalámbrica (114) en el entorno para determinar efectos sobre la señal inalámbrica por objetos en movimiento en el entorno durante su propagación, siendo los efectos indicativos de una o ambas de: al menos una característica del entorno, y una forma en que se configura el entorno; instrucciones para determinar los efectos sobre la señal de comunicación inalámbrica mediante el uso de perfiles estáticos que modelen un comportamiento estable en el entorno,
- 15 **caracterizado porque** la memoria almacena instrucciones adicionales para determinar los perfiles estáticos mediante:
- 20 la obtención (300) de una o más mediciones de canal inalámbrico; preprocesar (302) una o más mediciones del canal inalámbrico y realizar (320) una operación de cálculo de características para identificar (322) uno o más segmentos estáticos; realizar una evaluación del perfil estático (328) usando uno o más segmentos estáticos; realizar una extracción del perfil estático (330) en base a la evaluación; y emitir (308) uno o más perfiles estáticos.
- 25 16. El sistema de la reivindicación 15, donde las instrucciones para el análisis comprende instrucciones para determinar una transformación de una señal de entrada en una señal de salida, siendo la señal de salida una señal de comunicación inalámbrica recibida.
- 30 17. El sistema de la reivindicación 15, que comprende además instrucciones para aplicar una codificación de índice (324) a los segmentos estáticos y preparar un conjunto de una malla estática (326) antes de realizar la evaluación del perfil estático (328).
- 35 18. El procedimiento de la reivindicación 15, que comprende además instrucciones para comprimir (306) el uno o más perfiles estáticos.
- 40 19. El sistema de la reivindicación 15, que comprende además instrucciones para el uso de perfiles estáticos para al menos uno de:
- una base para el reconocimiento de actividad; y:
- una comparación de perfiles estáticos en diferentes momentos.
20. El sistema de la reivindicación 15, que comprende además instrucciones para usar mediciones de información de estado del canal de un protocolo inalámbrico estandarizado en el análisis.

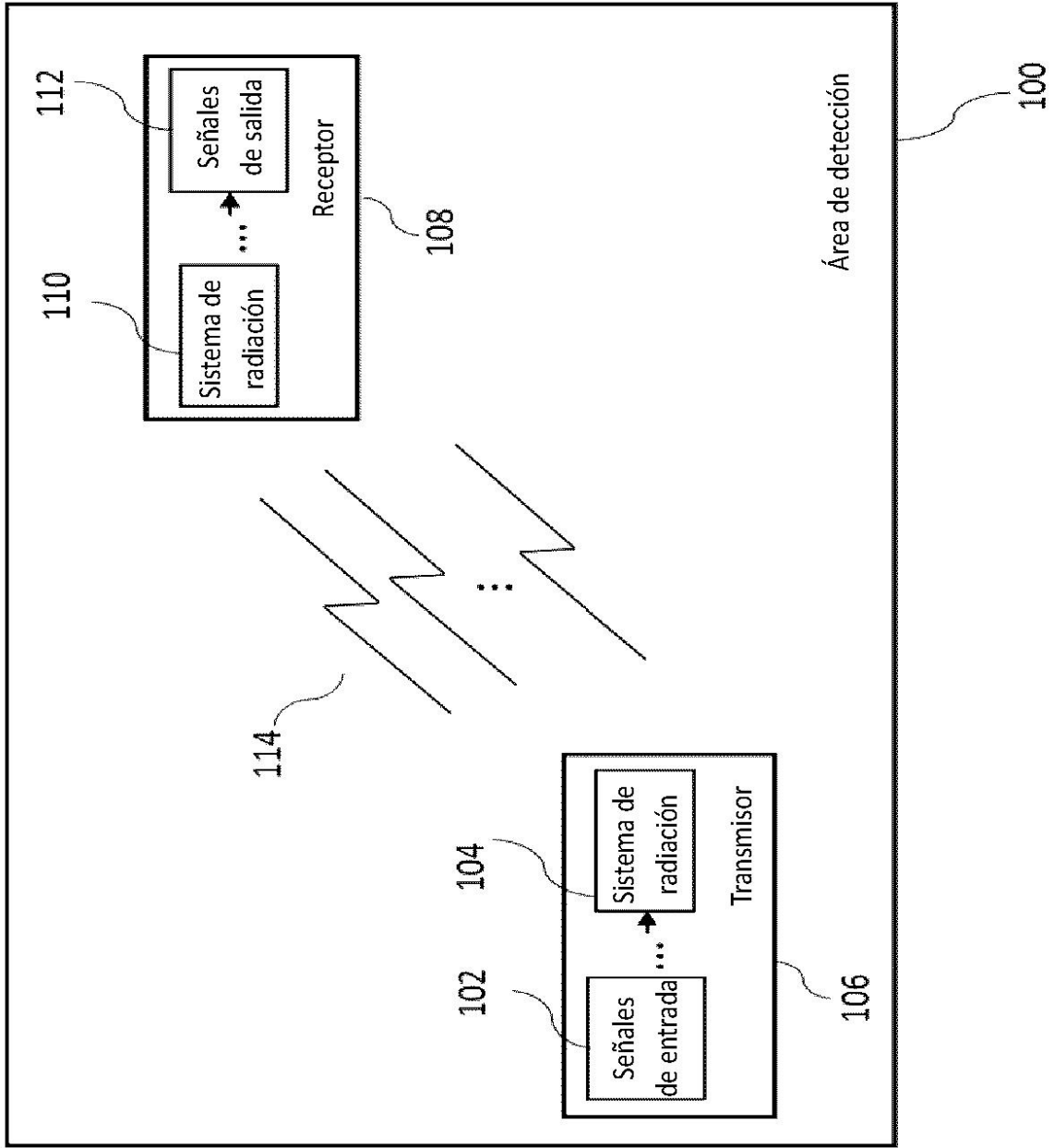


FIG. 1(a)

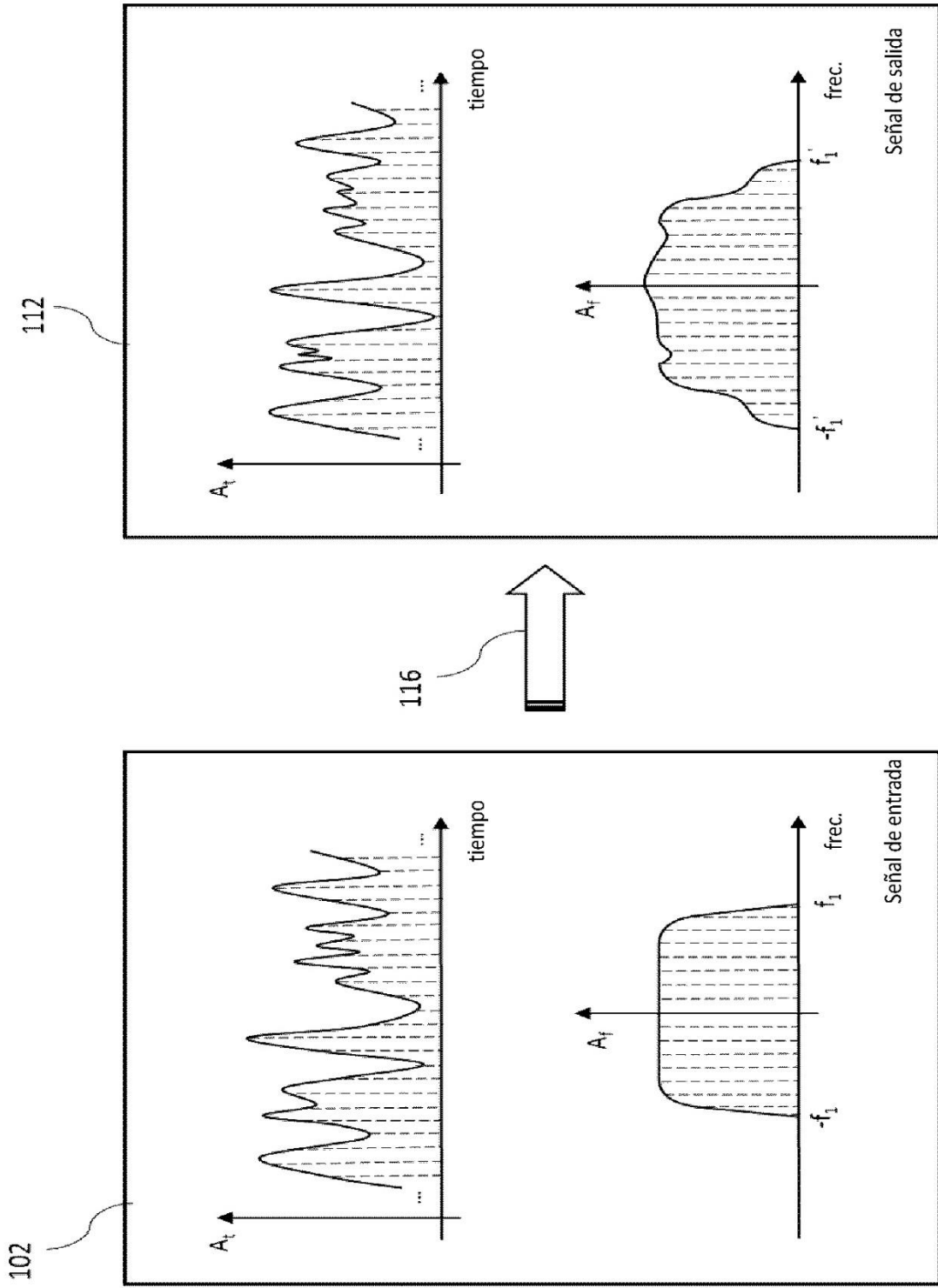


FIG. 1(b)

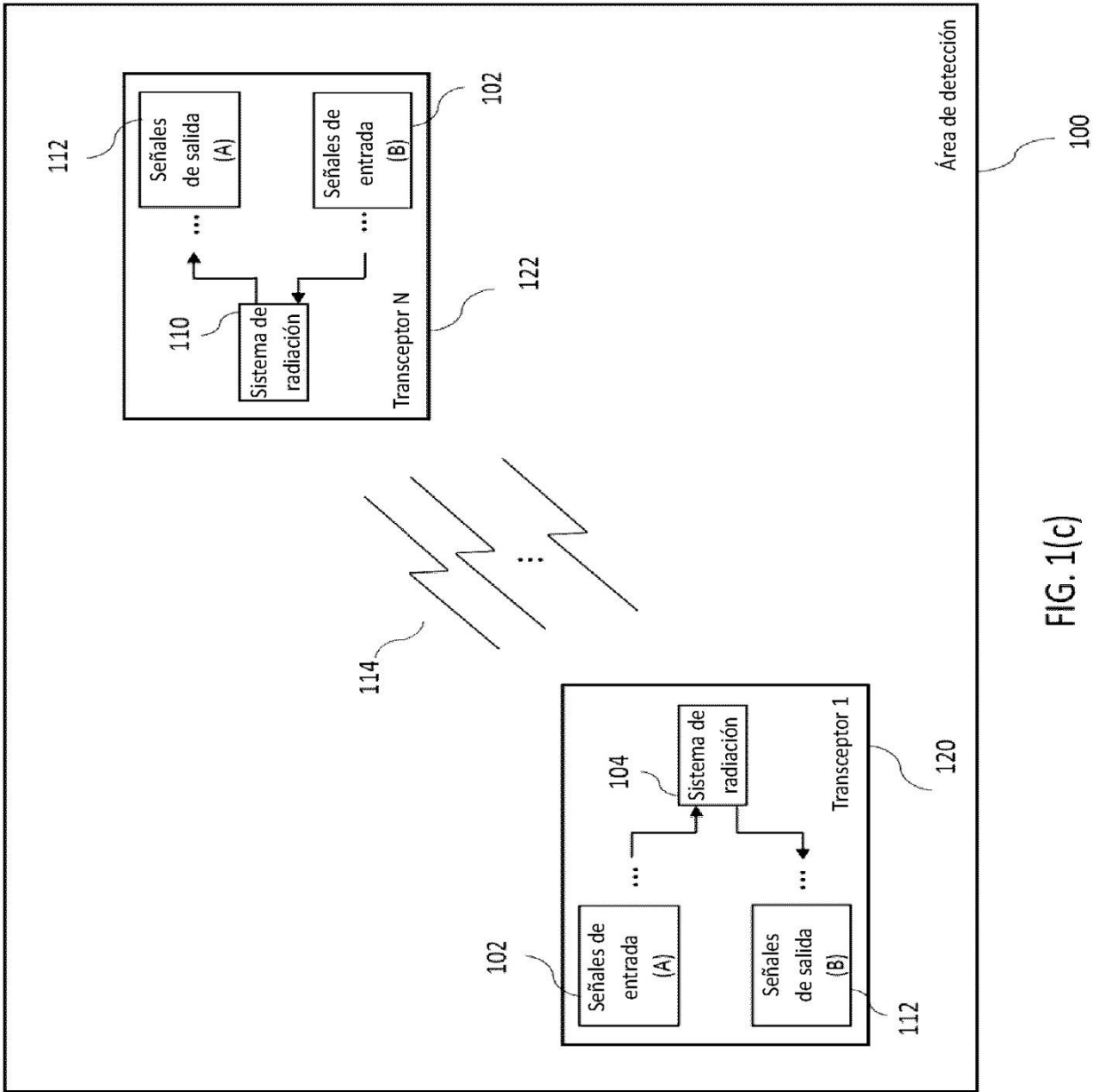


FIG. 1(c)

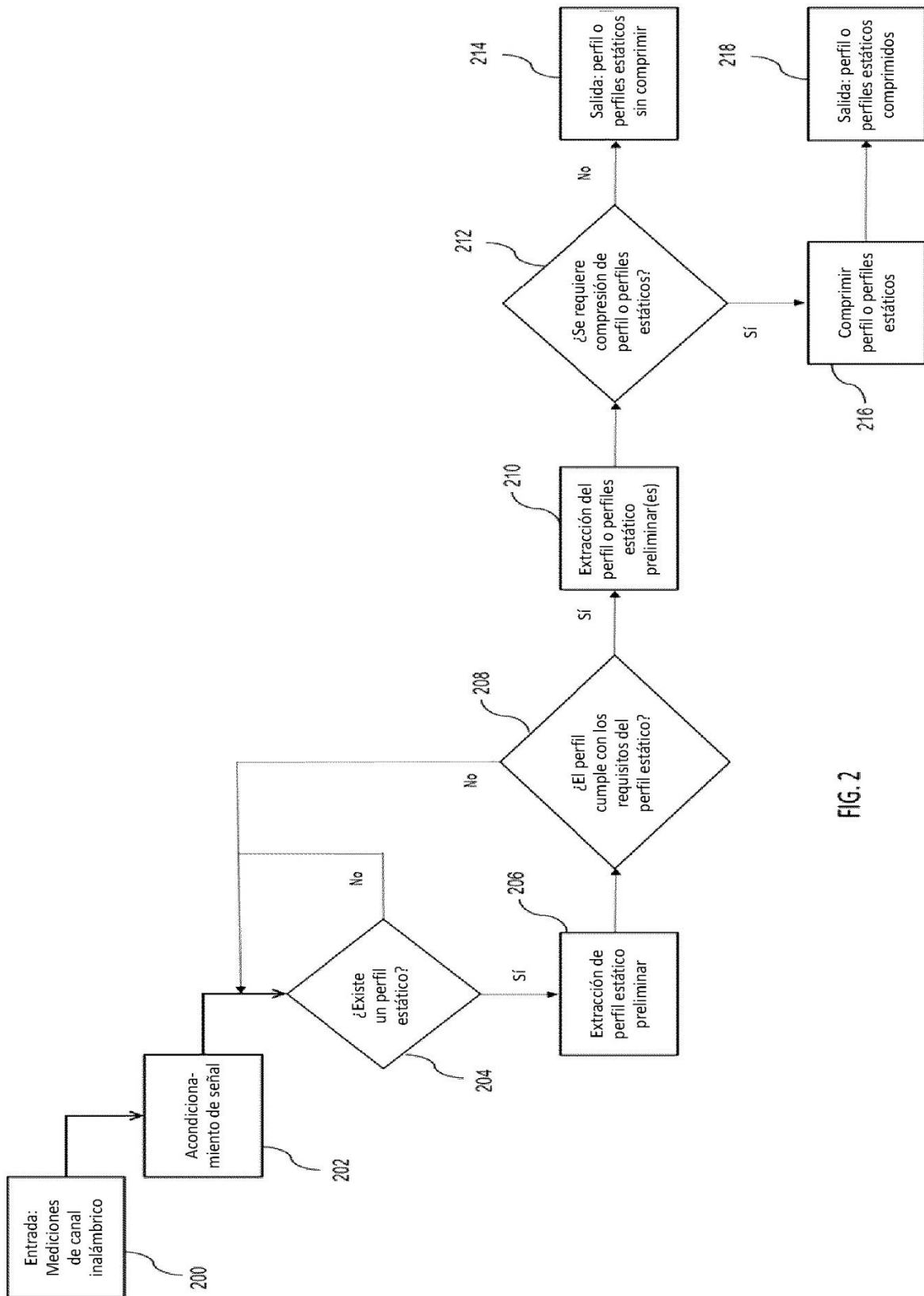


FIG. 2

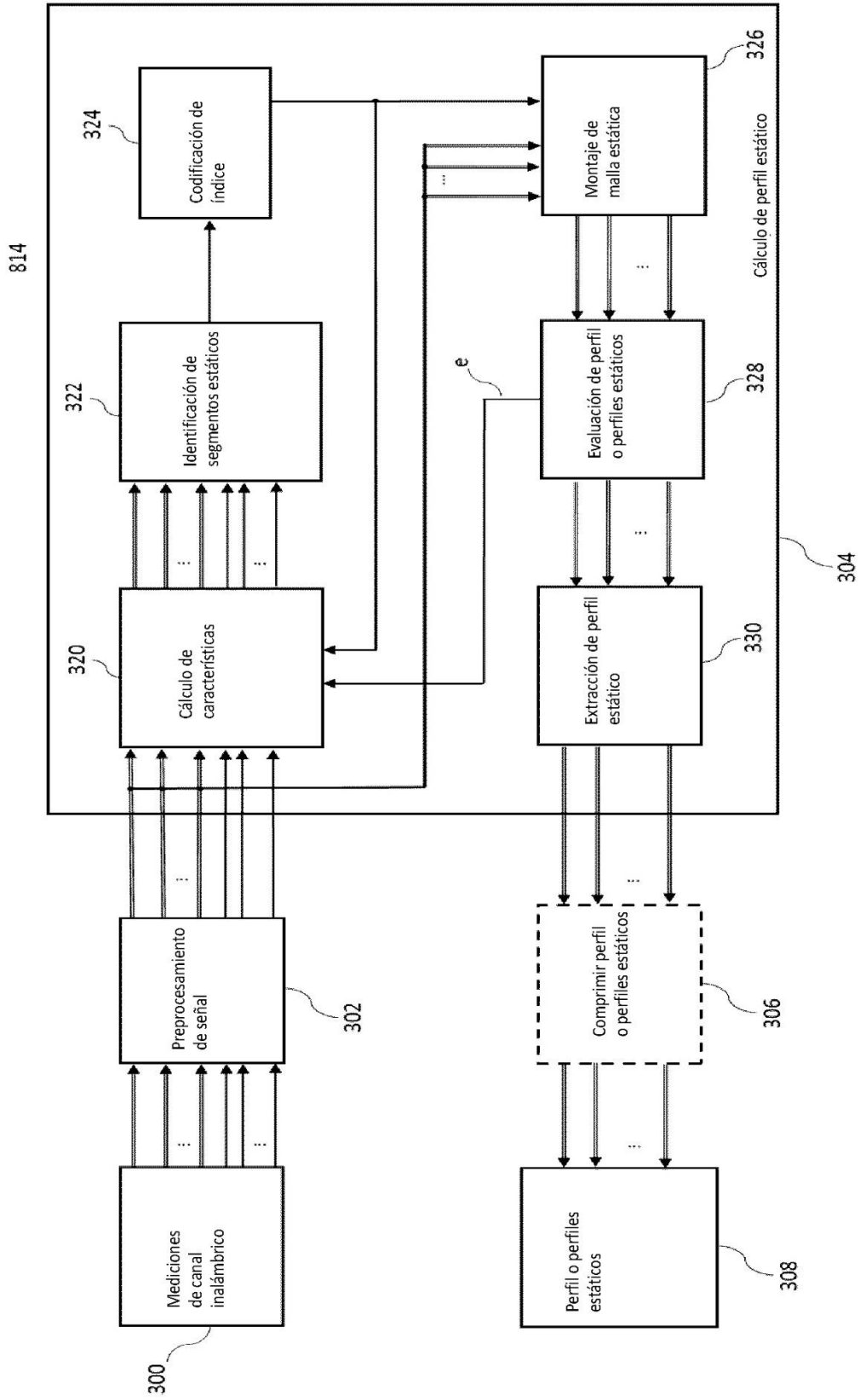


FIG. 3

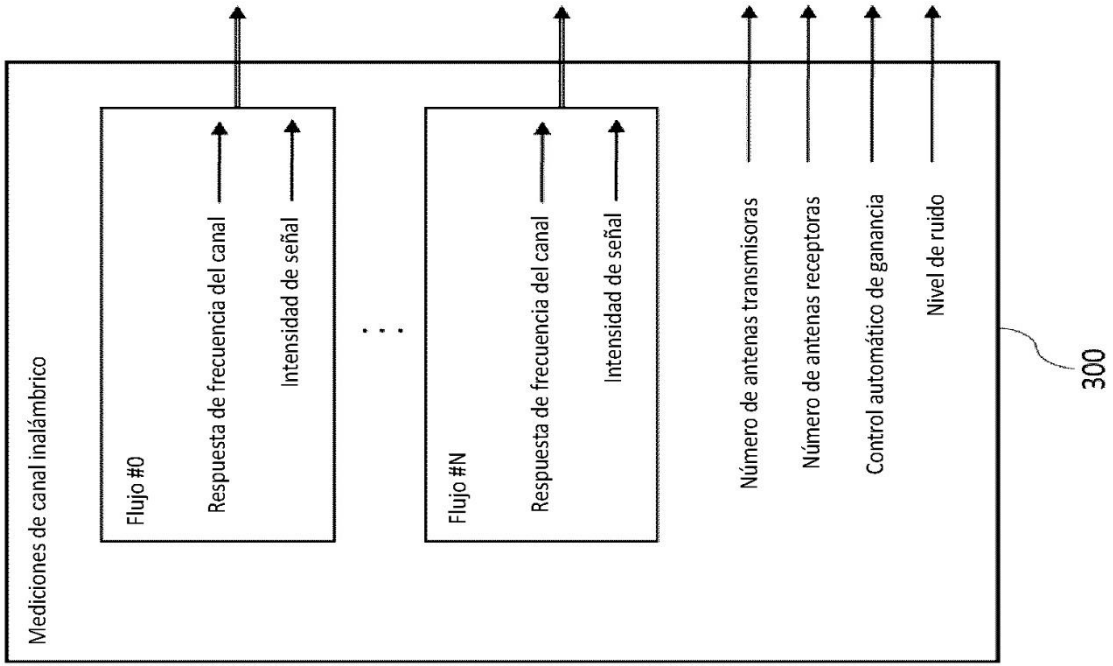


FIG. 4

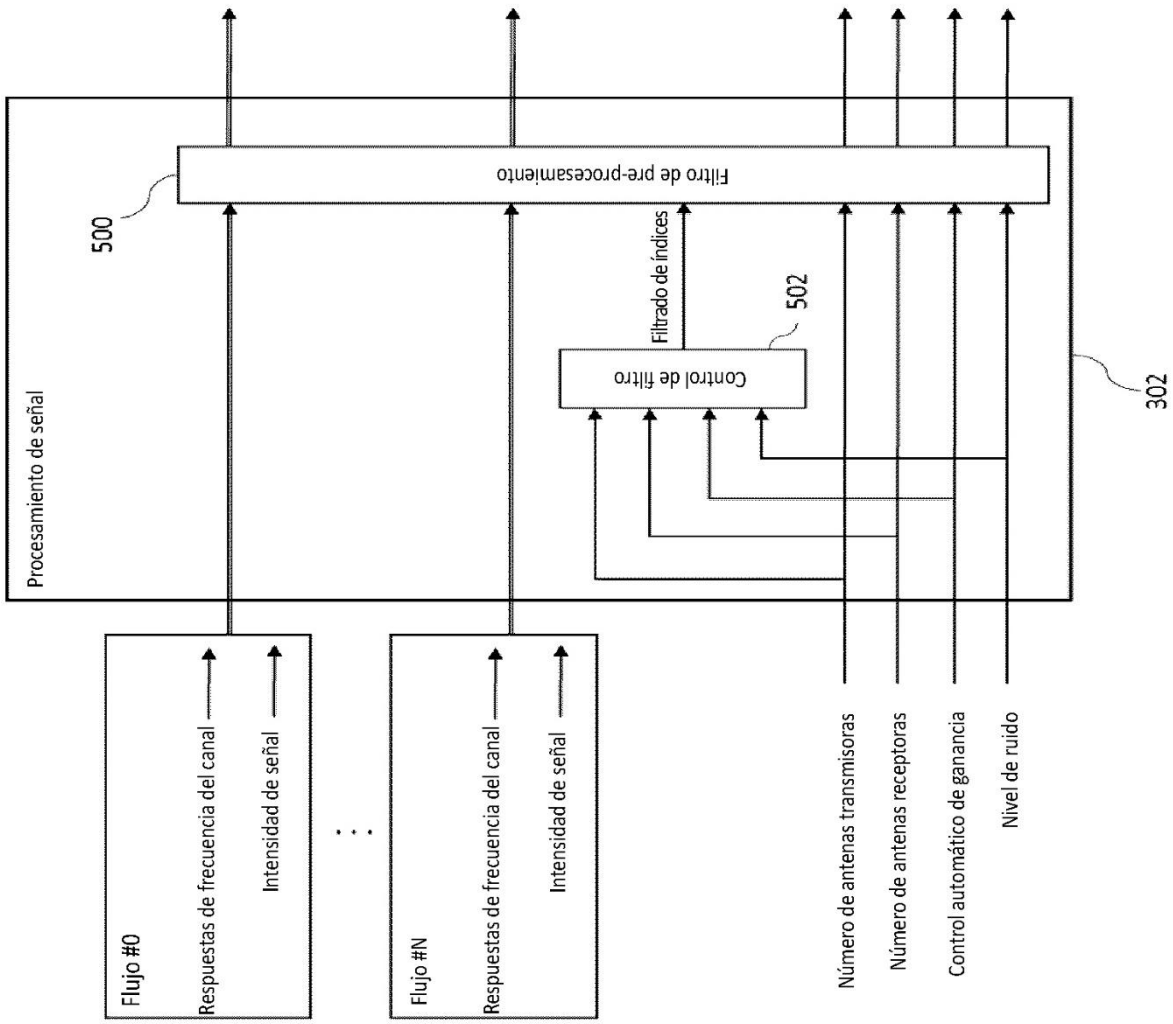


FIG. 5

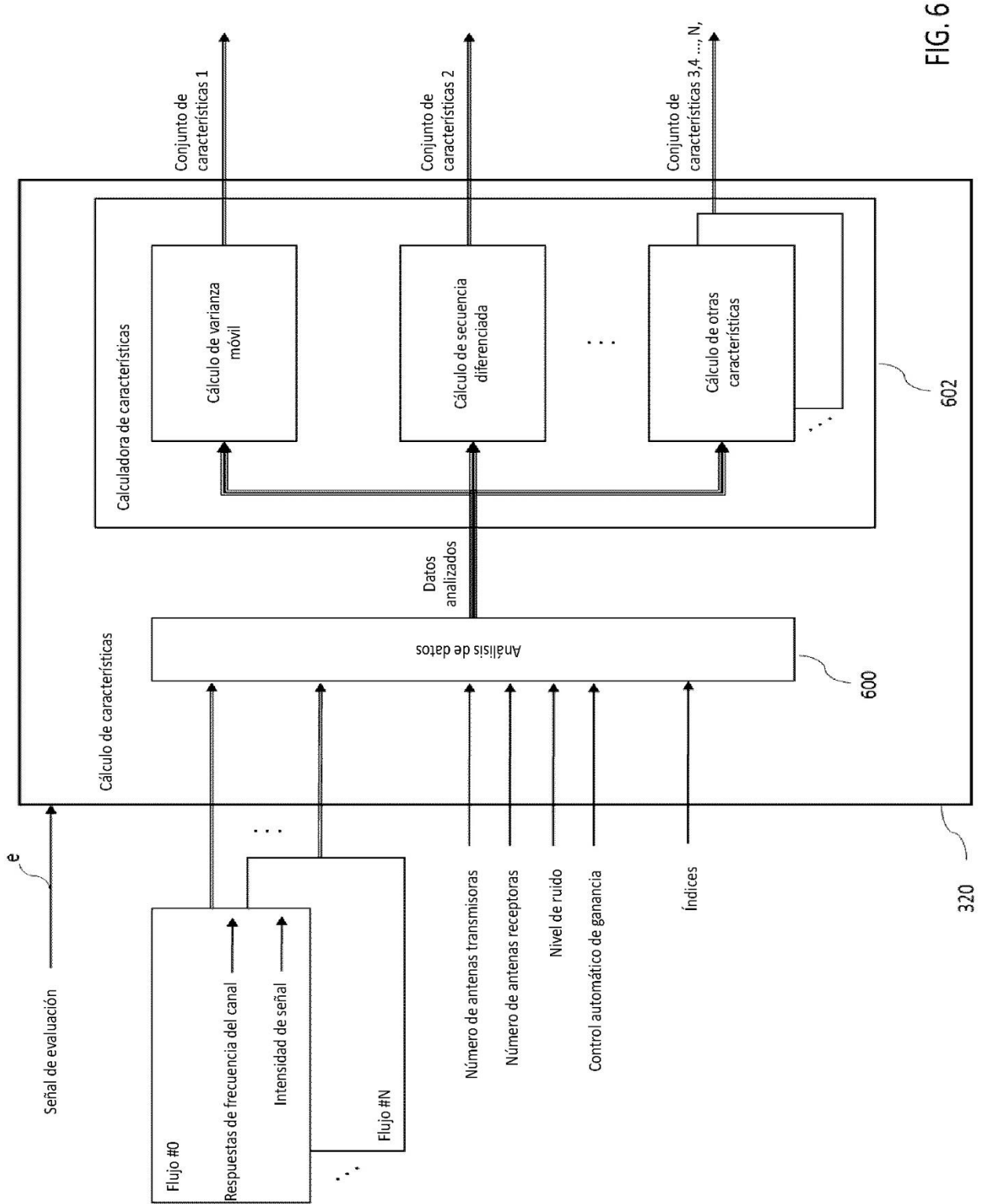


FIG. 6

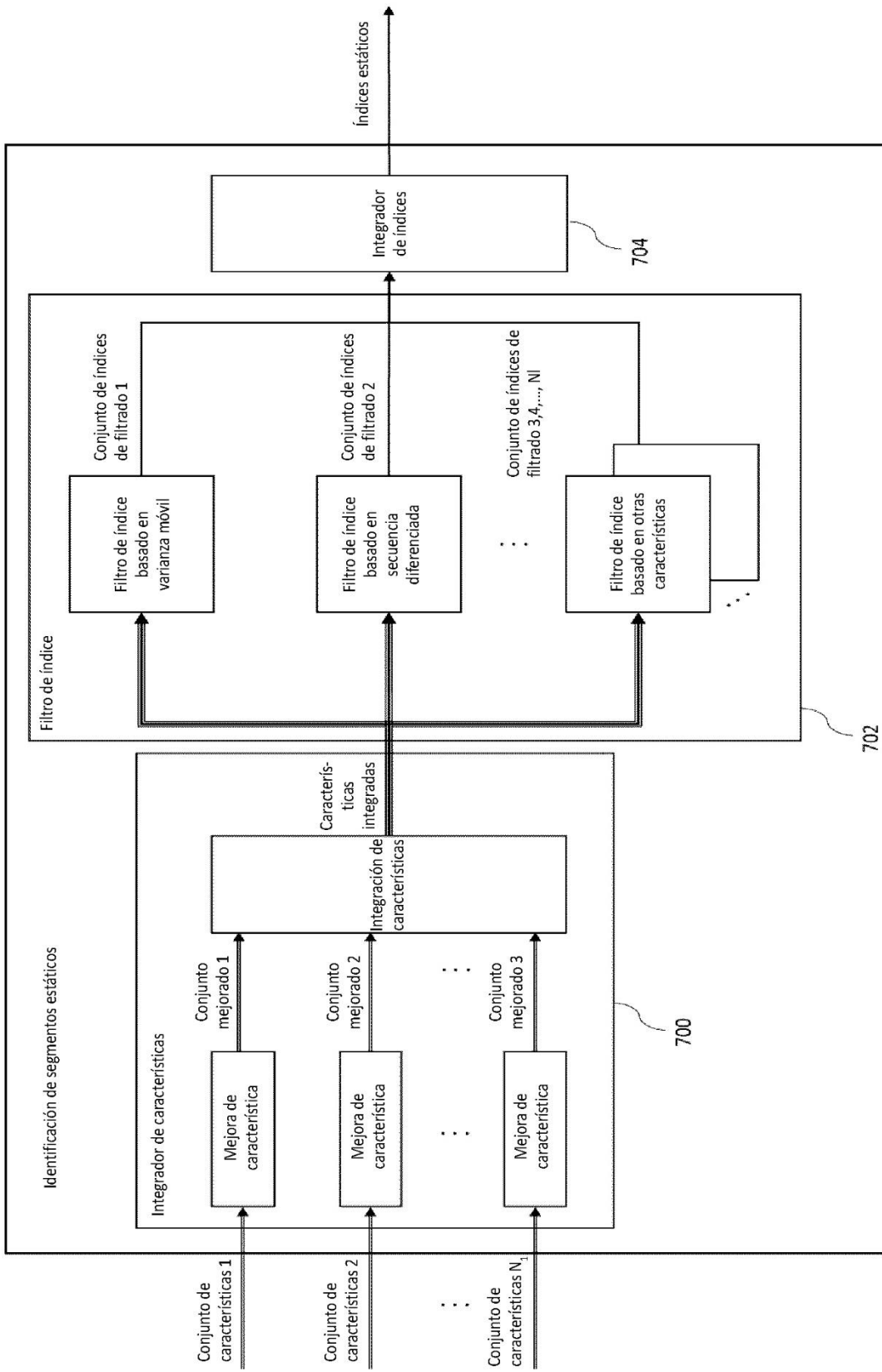


FIG. 7

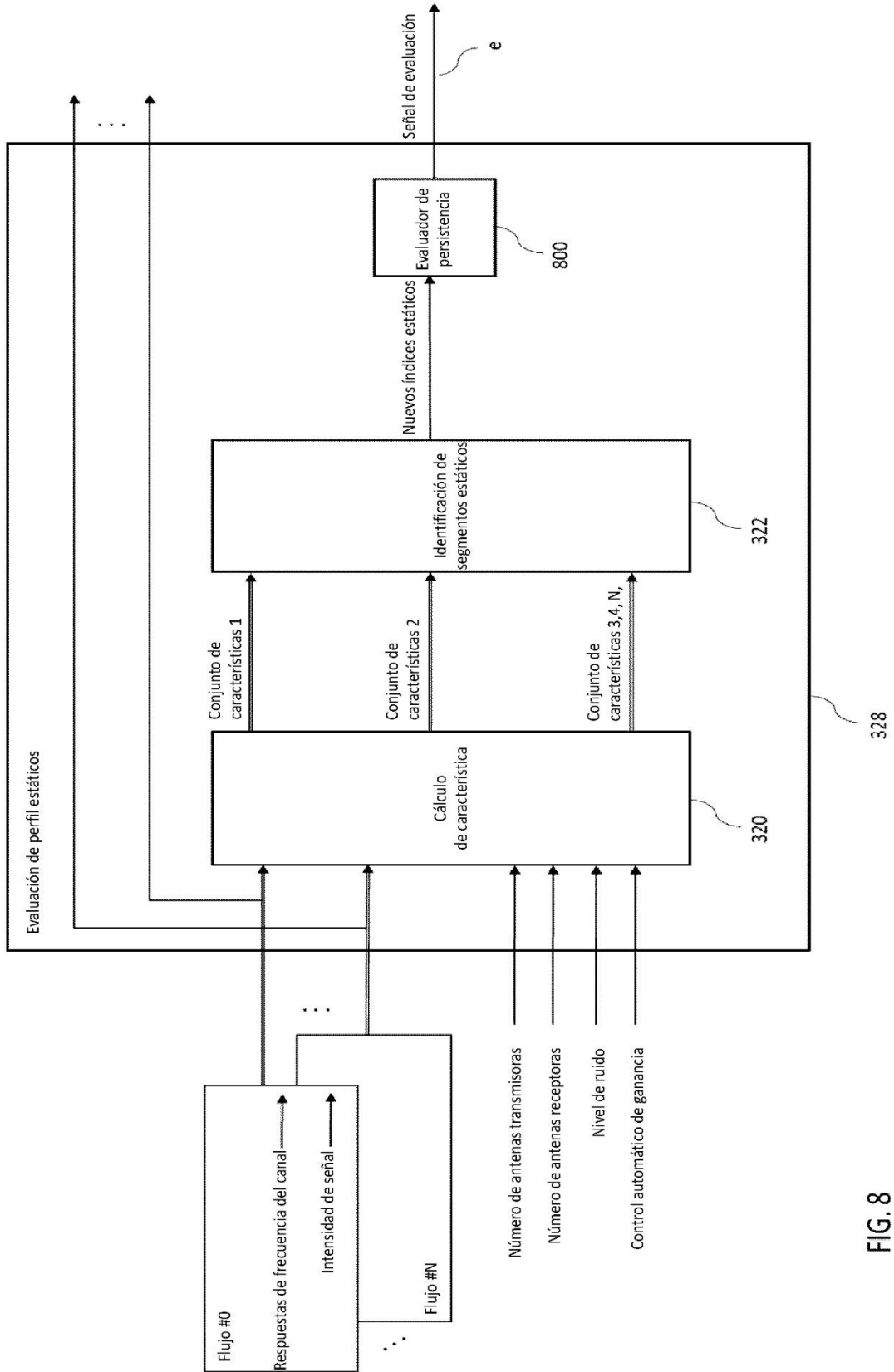


FIG. 8

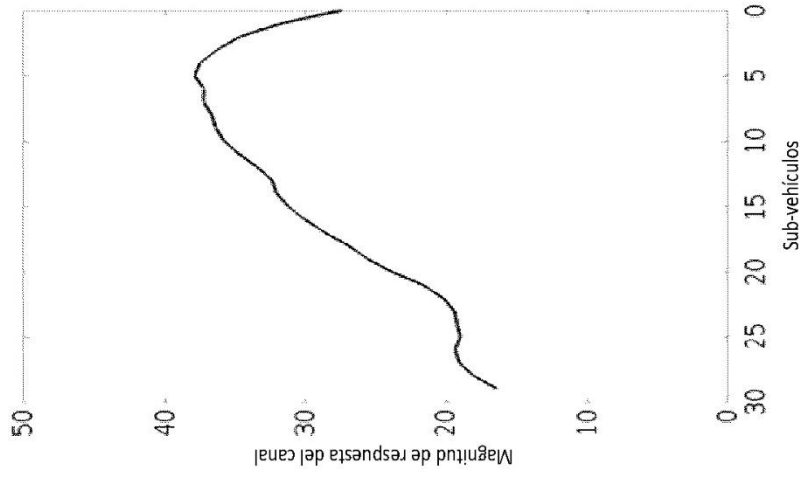


FIG. 9 (c)

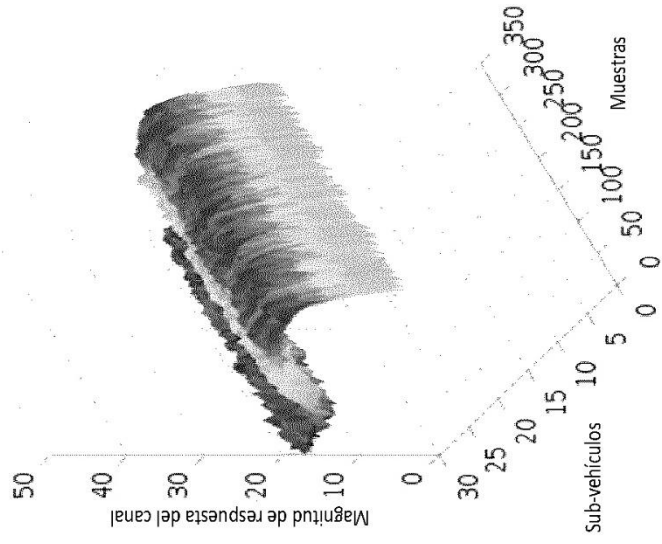


FIG. 9 (b)

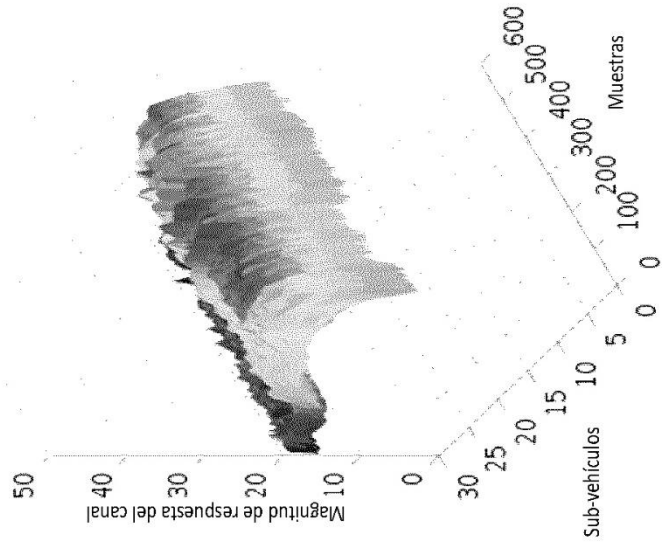


FIG. 9 (a)

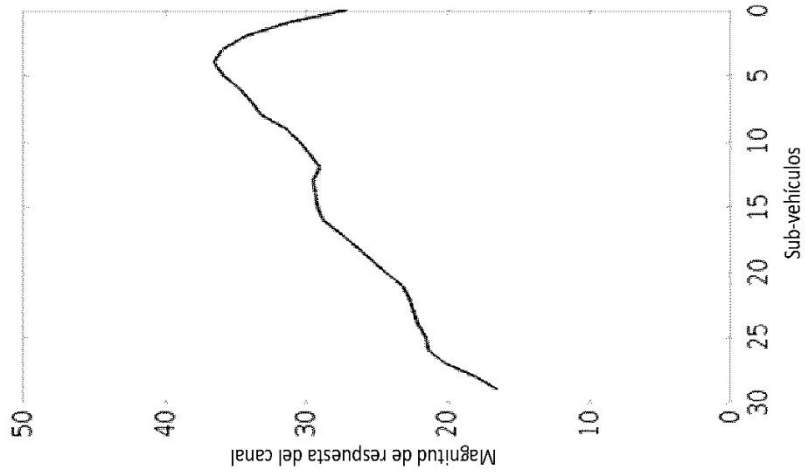


FIG. 10(c)

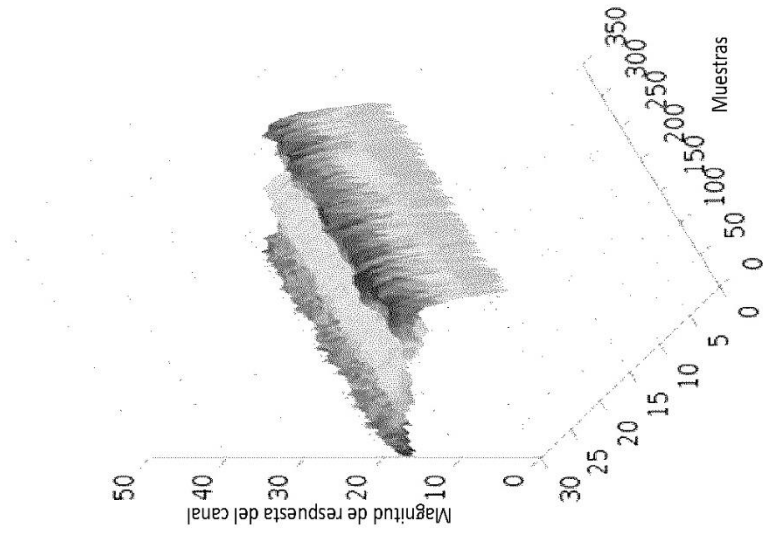


FIG. 10(b)

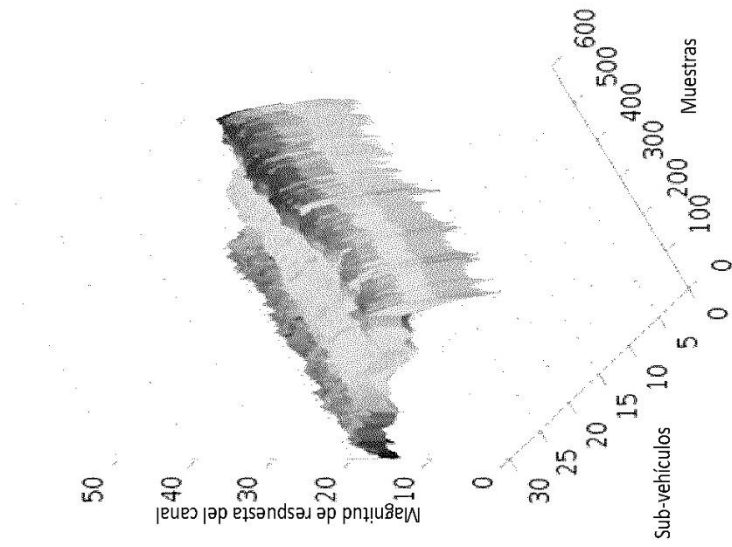


FIG. 10(a)