

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 809 506**

51 Int. Cl.:

H04W 24/02	(2009.01)
H04W 24/10	(2009.01)
H04B 17/318	(2015.01)
H04L 12/26	(2006.01)
H04M 15/00	(2006.01)
H04B 17/23	(2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2014 PCT/CA2014/000826**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16061656**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2014 E 14904548 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3210322**

54 Título: **Presentación de información de uso de espectro inalámbrico**

30 Prioridad:

22.10.2014 US 201414521173

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2021

73 Titular/es:

**COGNITIVE SYSTEMS CORP. (100.0%)
560 Westmount Road North
Waterloo, Ontario N2L 0A9, CA**

72 Inventor/es:

**MANKU, TAJINDER;
KRAVETS, OLEKSIY y
HIND, HUGH ROBERT FAULKNER**

74 Agente/Representante:

PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén

ES 2 809 506 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

Presentación de información de uso de espectro inalámbrico

ANTECEDENTES

Esta memoria descriptiva se refiere a la presentación de información de uso de espectro inalámbrico.

- 5 El espectro de radiofrecuencia (RF) es un recurso limitado y valioso. Las agencias gubernamentales y las autoridades reguladoras típicamente controlan la asignación y el uso del espectro, y los derechos de uso de partes del espectro se venden o licencian a proveedores de servicios inalámbricos y otros tipos de entidades públicas y privadas. Los proveedores de servicios inalámbricos usan el espectro que se les asigna para proporcionar servicios inalámbricos a los usuarios finales, por ejemplo, en las bandas de frecuencia para estándares de comunicación inalámbrica.
- 10 El documento US2014/063055 A1 divulga la técnica anterior.
El documento US2010/203837 A1 divulga la técnica anterior.
El documento US2014/274109 A1 divulga la técnica anterior.
El documento US2012/238218 A1 divulga la técnica anterior.

SUMARIO

- 15 El alcance de la presente invención se expone en las reivindicaciones independientes adjuntas. Las reivindicaciones dependientes constituyen los modos de realización de la invención. Se considera que cualquier otro modo de realización de la descripción, que no está cubierto por las reivindicaciones adjuntas, no forma parte de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 20 La FIG. 1 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de análisis de espectro inalámbrico ejemplar.
La FIG. 2 es un diagrama de bloques que muestra la arquitectura de un sistema de análisis de espectro inalámbrico ejemplar.
La FIG. 3 es un diagrama de bloques que muestra una distribución ejemplar de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico.
- 25 La FIG. 4 es un diagrama de bloques que muestra información de inspección de espectro (SI) ejemplar asociada con dispositivos de análisis de espectro inalámbrico.
La FIG. 5 es otro diagrama de bloques que muestra información de SI ejemplar asociada con dispositivos de análisis de espectro inalámbrico.
La FIG. 6 es un diagrama de bloques que muestra un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar.
- 30 La FIG. 7 es un diagrama de bloques que muestra una ruta de señal de SI de un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico.
La FIG. 8 es un diagrama de bloques que muestra otra ruta de señal de SI ejemplar de un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico.
La FIG. 9 es una vista superior de un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar.
- 35 La FIG. 10 es una vista superior de perfiles de antena ejemplar de las antenas 910a-d del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 900 de la FIG. 9.
La FIG. 11 es una vista superior de otro dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar.
La FIG. 12 es un diagrama que muestra un gráfico de superficie ejemplar de una medida del uso de espectro inalámbrico para una región geográfica.
- 40 La FIG. 13 es un diagrama que muestra otro gráfico de superficie ejemplar de una medida del uso de espectro inalámbrico para una región geográfica.
La FIG. 14 es un diagrama que muestra un gráfico de superficie ejemplar de otra medida del uso de espectro inalámbrico para la región geográfica 1310 de la FIG. 13.
- 45 La FIG. 15 es un diagrama que muestra una interfaz de usuario (UI) ejemplar que muestra un gráfico de superficie de una medida del uso de espectro inalámbrico para la región geográfica.

La FIG. 16A es un diagrama que muestra una lista ejemplar de parámetros seleccionables para el icono ejemplar "Variables" 1558 de la FIG. 15; la FIG. 16B es un diagrama 1620 que muestra una lista ejemplar de parámetros seleccionables para el icono ejemplar "Subconjunto" 1556 de la FIG. 15; y las FIGS. 16C y 16D son diagramas que muestran cuadros de texto ejemplares asociados con el icono ejemplar "Hora de inicio" 1562 y el icono "Hora de detención" 1564 de la FIG. 15, respectivamente.

La FIG. 17 es un diagrama que muestra un dispositivo portátil ejemplar configurado para mostrar información de uso de espectro inalámbrico para una región geográfica.

La FIG. 18 es un diagrama que muestra un dispositivo montado en la cabeza ejemplar configurado para mostrar información de uso de espectro inalámbrico para una región geográfica.

10 Símbolos de referencia similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En algunos aspectos de lo que se describe aquí, el uso del espectro inalámbrico se monitorea y analiza a través del espacio y el tiempo. Por ejemplo, los parámetros de uso espectral se pueden agregar a partir de varios dispositivos de análisis de espectro inalámbrico que funcionan simultáneamente en diversas ubicaciones en una región geográfica.

15 La región geográfica puede ser relativamente pequeña o grande (por ejemplo, tener un radio que varía de decenas o cientos de metros a varios kilómetros) y, en general, puede representar cualquier área de interés (por ejemplo, un edificio, manzana, jurisdicción, demografía, industria, etc.). En algunos casos, los datos agregados pueden facilitar un análisis realista y completo del uso espectral y proporcionar una comprensión de la utilización y la calidad del espectro inalámbrico y otros recursos en la región geográfica.

20 En algunas implementaciones, el uso del espectro inalámbrico para diversos estándares de comunicación inalámbrica se monitorea y analiza. Por ejemplo, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico pueden monitorear y analizar estándares 2G como el Sistema global para dispositivos móviles (GSM) y velocidades de transferencia de datos mejoradas para evolución de GSM (EDGE) o EG-PRS, estándares 3G tal como Acceso múltiple por división de código (CDMA), Sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) y Acceso múltiple por división de código síncrono y por división de tiempo (TD-SCDMA), estándares 4G tal como la Evolución a largo plazo (LTE) y la LTE-Avanzada (LTE-A), red de área local inalámbrica (WLAN) o estándares wifi tal como IEEE802.11, Bluetooth, comunicaciones de campo cercano (NFC), comunicaciones milimétricas o varios de estos u otros tipos de estándares de comunicación inalámbrica. En algunas implementaciones, el uso del espectro inalámbrico para otros tipos de comunicación inalámbrica (por ejemplo, señales no estandarizadas y protocolos de comunicación) se monitorea y analiza.

30 En algunos casos, los datos de uso del espectro inalámbrico y la información relacionada pueden ser recopilados por o proporcionados a (por ejemplo, vendidos, abonados, compartidos o proporcionados a) diversas entidades. Por ejemplo, los datos de uso del espectro inalámbrico pueden ser usados por agencias gubernamentales o autoridades reguladoras (por ejemplo, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), etc.), organizaciones de desarrollo de estándares (por ejemplo, Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), etc.), propietarios y licenciatarios de derechos de espectro, proveedores de servicios inalámbricos, fabricantes y proveedores de dispositivos inalámbricos y chips, usuarios finales de los servicios inalámbricos u otras entidades.

40 Los datos de uso del espectro inalámbrico y la información relacionada se pueden usar para una variedad de propósitos. Por ejemplo, las agencias gubernamentales o las autoridades reguladoras pueden usar la información para regular, controlar y hacer cumplir mejor los derechos de uso del espectro asignados o no asignados, las organizaciones de desarrollo de estándares pueden usar la información para elegir frecuencias operativas y desarrollar estándares para equilibrar la carga del espectro (por ejemplo, explotar bandas de frecuencia con poca carga y descargar bandas de frecuencia congestionadas), o los proveedores de servicios pueden usar la información para optimizar o mejorar el hardware, el software, los servicios o la infraestructura del sistema.

45 Con datos de uso del espectro más exactos y completos, se pueden diseñar esquemas específicos para mejorar la utilización del espectro inalámbrico y otros recursos. En algunos casos, en base a la utilización y la calidad de las bandas de frecuencia que poseen u operan, los titulares y licenciatarios de derechos de espectro o los proveedores de servicios inalámbricos pueden diseñar, modificar o administrar su propio uso de espectro. Por ejemplo, dado el conocimiento de que determinadas ubicaciones geográficas experimentan un tráfico de datos pesado, los proveedores de servicios inalámbricos pueden agregar estaciones base o modificar una configuración de celda (por ejemplo, ajustar un esquema de reutilización de frecuencia) para adaptar el tráfico de datos pesado a las ubicaciones geográficas. Como otro ejemplo, dado el conocimiento de que determinados momentos del día experimentan un mayor tráfico de datos que otros, los proveedores de servicios inalámbricos pueden diseñar promociones o políticas para alentar el uso durante un horario diferente al de las horas pico.

55 En algunos ejemplos, un sistema de análisis de espectro inalámbrico incluye una serie de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico (por ejemplo, cuadros de inspección de espectro (SI)) y un sistema de agregación de datos. Los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico se pueden distribuir en diversas ubicaciones en una región geográfica. Los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico pueden monitorear y analizar el espectro de RF en las ubicaciones

respectivas y transmitir parámetros de uso espectral al sistema de agregación de datos. El sistema de agregación de datos puede servir como un sistema de fondo central que agrega, compila y analiza la información transmitida desde los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico.

5 En algunas implementaciones, el sistema de análisis de espectro inalámbrico y los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico individuales pueden realizar diversos tipos de análisis en el dominio de la frecuencia, el dominio del tiempo o ambos. Por ejemplo, analizar el uso del espectro inalámbrico puede incluir analizar el espectro inalámbrico en un dominio de frecuencia, analizar señales inalámbricas en el dominio del tiempo o una combinación de estos y otros tipos de análisis. En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico están configurados para determinar el ancho de banda, la densidad espectral de potencia u otros atributos de frecuencia en base a las señales detectadas. En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico están configurados para realizar demodulación y otras operaciones para extraer contenido de las señales inalámbricas en el dominio del tiempo, tal como, por ejemplo, la información de señalización incluyendo las señales inalámbricas (por ejemplo, preámbulos, información de sincronización, indicador de estado de canal o dirección SSID/MAC de una red wifi).

15 En algunos ejemplos, un sistema de análisis de espectro inalámbrico proporciona un informe de uso espectral basado en datos de uso espectral de los dispositivos. En algunos ejemplos, el informe de uso espectral puede incluir información de dominio de frecuencia, información de dominio de tiempo, información de dominio espacial, o una combinación de estos y otros conocimientos obtenidos al analizar las señales inalámbricas detectadas por los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico. El informe de uso espectral puede incluir información global y conocimiento de alto nivel basado en los datos de todos los múltiples dispositivos de análisis de espectro inalámbrico en ubicaciones dispares. Por ejemplo, el informe de uso espectral puede incluir tendencias, estadísticas, patrones, cobertura, rendimiento de red u otra información a lo largo del tiempo o el espacio. En algunas implementaciones, el informe de uso espectral se puede adaptar o personalizar en base al negocio, las preferencias u otros atributos de un usuario o entidad en particular. En algunos casos, un informe de uso espectral puede incluir texto, datos, tablas, diagramas, gráficos u otras representaciones del uso del espectro inalámbrico.

25 En algunos ejemplos, el informe de uso espectral se puede proporcionar a los usuarios (por ejemplo, en una interfaz de usuario), almacenar en una base de datos (por ejemplo, para propósitos de análisis o archivo), transmitir a abonados u otras entidades (por ejemplo, agencias gubernamentales o autoridades reguladoras, organizaciones de desarrollo de estándares, propietarios y licenciarios de derechos de espectro, proveedores de servicios inalámbricos, etc.), o emitir de otra manera. Por ejemplo, los datos de uso espectral se pueden presentar a un usuario a través de un dispositivo de visualización. El dispositivo de visualización puede ser un componente integral o acoplado a un dispositivo montado en la cabeza (por ejemplo, un Google Glass), un dispositivo portátil (por ejemplo, un teléfono inteligente, tableta, teléfono y ordenador portátil) u otros dispositivos (por ejemplo, ordenador de escritorio, televisor, etc.). El dispositivo de visualización puede representar, por ejemplo, un gráfico de superficie de una medida o métrica de uso de espectro inalámbrico para una región geográfica.

35 En algunos casos, el gráfico de superficie se puede superponer a una vista de la región geográfica. El gráfico de superficie puede incluir, por ejemplo, un gráfico de estilo de contorno o un gráfico de estilo de temperatura (por ejemplo, un mapa de calor) que indica visualmente diferentes valores de la medida del uso del espectro inalámbrico en diferentes ubicaciones de la región geográfica. El gráfico de superficie se puede superponer, por ejemplo, al representar el gráfico de superficie como una capa adicional en un mapa o imagen de la región geográfica. La capa agregada puede ser una malla, una forma translúcida u otro tipo de elemento gráfico que sea visible en la vista de la región geográfica. La capa agregada se puede alinear (por ejemplo, en base a puntos de referencia) con el mapa, la imagen o la visualización a simple vista, de modo que el tamaño y la orientación del gráfico de superficie coincidan con el tamaño y la orientación de la vista de la región geográfica. La alineación visual entre el gráfico de superficie y la vista de la región geográfica puede proporcionar una indicación visual de los valores de uso del espectro inalámbrico para la región geográfica.

45 En algunos ejemplos, se puede usar una gran cantidad de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico en ubicaciones distintas sobre una región geográfica para monitorear simultáneamente el uso de espectro inalámbrico en cada ubicación distinta. En consecuencia, las señales de RF en diversas ubicaciones pueden inspeccionarse al mismo tiempo o durante períodos de tiempo superpuestos, lo que puede hacer una inspección más exacta y completa del uso del espectro en la región geográfica. En algunos casos, un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico monitorea el uso del espectro inalámbrico en su ubicación respectiva "escuchando" u "observando" las señales de RF en un amplio intervalo de frecuencias y procesando las señales de RF que detecta. Puede haber ocasiones en que no se detecten señales de RF, y un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico puede procesar señales de RF (por ejemplo, de vez en cuando o de forma continua) a medida que se detectan en el entorno local del dispositivo.

55 En muchos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico pueden detectar señales inalámbricas que han sido transmitidas por o entre otras entidades o sistemas, por ejemplo, en una frecuencia particular o un conjunto de frecuencias, o por fenómenos naturales. El origen, el destino, el contexto y la naturaleza de las señales inalámbricas pueden variar. En consecuencia, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico pueden monitorear el uso del espectro inalámbrico por una variedad de sistemas, entidades o fenómenos, y los sistemas descritos aquí no se limitan a monitorear ningún tipo o clase particular de sistemas o protocolos.

En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico se pueden implementar como dispositivos relativamente de bajo coste, compactos y livianos. El tamaño pequeño y la portabilidad pueden, en algunos casos, ampliar la aplicabilidad y mejorar la flexibilidad del sistema de análisis de espectro inalámbrico. En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico se pueden colocar en una caja de pico/femtoceldas de un sistema celular, un punto de acceso wifi o estación base, un vehículo, un enrutador, un dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente, una tableta, etc.), un ordenador, un módulo de Internet de las cosas (por ejemplo, máquina a máquina (M2M)), una caja de módem de cable, una caja electrónica de equipo doméstico (por ejemplo, televisión, módem, DVD, estaciones de videojuegos, ordenadores portátiles, equipo de cocina, impresoras, iluminación, teléfonos, relojes, termostatos, unidades de detección de incendios, unidades de detección de CO₂, etc.) u otros lugares.

En algunas implementaciones, un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico puede realizar cálculos y análisis de los datos sin procesar (por ejemplo, las señales de RF detectadas) en el punto, para extraer un resumen de información relevante (por ejemplo, parámetros de uso espectral). En algunas implementaciones, en lugar de transmitir los datos sin procesar al sistema de agregación de datos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico transmiten el resumen extraído de los datos sin procesar, lo que puede reducir el tráfico de datos, reducir el consumo de energía (lo que puede extender la vida útil de la batería, cuando corresponda) y proporcionan otras ventajas. En algunos casos, los datos sin procesar pueden transmitirse al sistema de agregación de datos, por ejemplo, previa solicitud o en otros casos.

En algunas implementaciones, la comunicación entre dispositivos de análisis de espectro inalámbrico y un sistema de agregación de datos se puede basar, por ejemplo, en el transporte de protocolo de Internet (IP) u otro protocolo de transporte de datos estándar, que puede proporcionar una transmisión de datos más eficiente. En general, los mensajes pueden transmitirse desde los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico al sistema de agregación de datos en cualquier momento. Por ejemplo, la transmisión se puede activar por el uso detectado del espectro de RF, iniciar por una solicitud del sistema de agregación de datos, enviar de acuerdo con una programación predeterminada o intervalos periódicos, o de otro modo. En algunos casos, el sistema de agregación puede solicitar datos de un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico en particular.

En algunos ejemplos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico se pueden implementar y controlar desde un sistema de fondo. Por ejemplo, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico pueden funcionar sin necesidad de un técnico en el sitio para operar el dispositivo. En algunas implementaciones, un sistema de agregación de datos u otro tipo de sistema de control central puede ejecutar operaciones de control, por ejemplo, para configurar o actualizar los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico. En algunos casos, el sistema de control puede solicitar información de configuración o ejecutar pruebas internas en cualquier dispositivo de análisis de espectro inalámbrico en particular.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 100. El sistema de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 100 mostrado en la FIG. 1 incluye una red de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 (denotados como cuadros de SI) y un sistema de agregación de datos 115. Como se muestra en la FIG. 1, se puede distribuir un número (por ejemplo, decenas, cientos o miles) de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 sobre un área geográfica que abarca múltiples celdas 105 de una o más redes celulares, con múltiples dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 en cada celda 105. En algunas implementaciones, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 se pueden distribuir sobre otra región geográfica, por ejemplo, un área que no incluye una red celular. Los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 pueden ser idénticos o similares entre sí; o el sistema de análisis de espectro inalámbrico 100 puede incluir una variedad de diferentes dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110.

Como se muestra en la FIG. 1, cada celda 105 incluye una o más estaciones base 120, que interactúan con el equipo de usuario (por ejemplo, teléfonos celulares, etc.) en una red celular (por ejemplo, una red de voz celular, red de datos celulares, etc.). Cada celda 105 típicamente incluye una única estación base 120. Típicamente, la densidad de las estaciones base en una región geográfica se determina en base a una cobertura celular deseada y se calcula durante una etapa de planificación celular y, por tanto, permanece relativamente fija una vez que se ha desplegado la infraestructura.

Una estación base 120 típicamente proporciona servicio inalámbrico para dispositivos móviles en una región amplia, por ejemplo, a través de una celda completa 105. Como tal, las estaciones base 120 necesitan suficiente potencia para transmitir señales sobre una región relativamente grande, por ejemplo, para proporcionar una cobertura celular satisfactoria. Las estaciones base típicamente usan un conjunto de procesadores de alta potencia o componentes de alta potencia con un consumo de energía del orden de 10 a 100 vatios o más, y pueden requerir sistemas de enfriamiento para mantener una temperatura de funcionamiento de la estación base. Por estas y otras razones, las estaciones base a menudo son sistemas grandes y caros. Por ejemplo, una estación base celular a menudo se compone de varias antenas montadas en una torre y un edificio con electrónica cerca de la base de la torre, y una estación base celular puede costar entre 100.000 \$ y 1.000.000 \$ o más, en algunos casos.

En el ejemplo mostrado, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 proporcionan información de uso espectral al sistema de agregación de datos 115. Por ejemplo, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico

110 pueden enviar mensajes (por ejemplo, paquetes de IP, tramas de Ethernet, etc.) al sistema de agregación de datos 115 a través de una red de nube de IP, una Ethernet u otro sistema de comunicación. Por ejemplo, el sistema de análisis de espectro inalámbrico 100 puede aprovechar la infraestructura de comunicación y energía existente (por ejemplo, redes públicas, redes privadas, redes de área amplia, etc.), que no sea (o incluya) las redes celulares admitidas por las estaciones base 120.

Los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico ejemplares 110 pueden ser dispositivos modulares o independientes que supervisan y analizan señales inalámbricas en un área local. En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 están dedicados a proporcionar datos de uso espectral, sin proporcionar servicio celular (por ejemplo, al equipo de usuario), admitir el funcionamiento de las estaciones base 120, o funcionar de otro modo como un componente de la red celular. Por ejemplo, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 pueden incluir hardware especializado (por ejemplo, circuitos personalizados, conjuntos de chips personalizados, etc.) y software especializado (por ejemplo, algoritmos de procesamiento y análisis de señales) para detectar y analizar señales inalámbricas.

En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 funcionan con bajo consumo de energía (por ejemplo, alrededor de 0,1 a 0,2 vatios o menos como promedio), y pueden ser relativamente pequeños y económicos. En algunos ejemplos, un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico individual puede ser más pequeño que un ordenador personal u ordenador portátil típicos, y puede funcionar en una variedad de entornos. En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico son dispositivos modulares, portátiles y compactos que se pueden instalar en espacios de oficina, en infraestructura urbana, en áreas residenciales, en vehículos u otras ubicaciones. En algunos casos, se puede fabricar un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico por menos de 100 \$, aunque el coste real variará.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 están distribuidos geográficamente más densamente que las estaciones base 120. Como tal, en algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 pueden inspeccionar el espectro inalámbrico con mayor resolución y exactitud de ubicación. Como ejemplo particular, se pueden colocar mil dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 en diversas ubicaciones dentro de una ciudad, con aproximadamente cincuenta dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 dentro del área de cada celda 105, aunque el número real variará para aplicaciones individuales. Cada dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 110 reside en una ubicación distinta (es decir, una ubicación que es físicamente distinguible de las ubicaciones de los otros dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110).

La densidad de los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 en un área geográfica se puede determinar, por ejemplo, en base al área, población, ubicación u otros factores del área geográfica. Por ejemplo, la densidad de los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 en un área urbana puede ser mayor que en un área rural, en algunos casos. En algunos casos, debido a su coste relativamente bajo y tamaño pequeño, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico ejemplares 110 se pueden distribuir a través de una celda 105 u otra región de interés para proporcionar una solución más económica para monitorear y analizar el uso del espectro inalámbrico en toda la región.

El sistema de análisis de espectro inalámbrico 100 se puede implementar, en algunos casos, con un alto nivel de flexibilidad en la configuración y gestión del sistema. Por ejemplo, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 pueden ser dispositivos portátiles de enchufar y usar que se pueden reubicar con relativa facilidad y pueden funcionar en una variedad de ubicaciones. En algunos ejemplos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 tienen interfaces de comunicación estándar (por ejemplo, Ethernet, wifi, USB, etc.) y aceptan alimentación estándar o funcionan con batería. En consecuencia, la configuración del sistema de análisis de espectro inalámbrico 100 (por ejemplo, el número total, la densidad y las ubicaciones relativas de los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110) se puede adaptar a una variedad de entornos y se puede modificar o ajustar, por ejemplo, de vez en cuando.

El sistema de agregación de datos ejemplar 115 puede recibir información de uso espectral (incluyendo mediciones, un resumen de información relevante, etc.) enviada desde los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110, almacenar la información de uso espectral (por ejemplo, en una base de datos) y ejecutar algoritmos que procesan los datos agregados de la base de datos para extraer información de nivel superior del uso espectral. La información de nivel superior puede incluir, por ejemplo, tendencias, estadísticas, cobertura, uso de la red o cualquier otra información local o global asociada con los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110. El sistema de agregación de datos 115 también puede controlar el funcionamiento de los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110 e interactuar con ellos individualmente, por ejemplo, para proporcionar actualizaciones de software, solicitar datos particulares o realizar otras operaciones de control.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que muestra la arquitectura de un sistema de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 200. El sistema de análisis de espectro inalámbrico 200 puede representar el sistema de análisis de espectro inalámbrico 100 de la FIG. 1 u otro sistema de análisis de espectro inalámbrico. El sistema de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 200 incluye varios dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110, una red de IP 220 y un controlador principal 230. El sistema de análisis de espectro inalámbrico 200 puede incluir componentes adicionales o diferentes. En algunas implementaciones, se puede disponer un sistema de análisis de espectro inalámbrico como se muestra en la FIG. 2 o de otra manera adecuada.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 2, cada dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 110 se implementa como un cuadro de inspección de espectro (SI) en una ubicación física respectiva que tiene coordenadas espaciales (x_i , y_i , z_i), donde i varía de 1 a L (L es el número de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 110). En algunas implementaciones, cada cuadro de SI puede incluir un sistema de posicionamiento global (GPS) u otro sistema de identificación de ubicación que identifique las coordenadas de ubicación del cuadro de SI, o las coordenadas de ubicación se pueden identificar de otra manera. En algunas implementaciones, cada cuadro de SI tiene un identificador único, y el identificador se puede asociar con un identificador de ubicación o coordenadas de ubicación.

Los cuadros de SI ejemplares pueden monitorear y analizar el espectro inalámbrico en ambos dominios de frecuencia y tiempo y realizar análisis en profundidad de los servicios de comunicación inalámbrica disponibles en la ubicación geográfica asociada. Por ejemplo, el cuadro de SI puede detectar una señal de RF en un entorno inalámbrico local sobre la ubicación del cuadro de SI en cualquier momento dado. En algunos casos, el cuadro de SI puede identificar paquetes de datos y tramas, extraer información de sincronización, identificadores de celdas y servicios y mediciones de calidad de canales de RF (por ejemplo, indicador de calidad de canal (CQI)), y el cuadro de SI puede derivar parámetros de uso espectral en base a esta y otra información de control y datos de tráfico de la señal de RF detectada por el cuadro de SI. La información de control y los datos de tráfico de la señal de RF pueden incluir información de capas de acceso físico y medio (MAC) correspondiente a un estándar de comunicación inalámbrica tal como 2G GSM/EDGE, 3G/CDMA/UMTS/TD-SCDMA, 4G/LTE/LTE-A, wifi, Bluetooth, etc. Los parámetros de uso espectral (por ejemplo, para frecuencias particulares o anchos de banda particulares, etc.) pueden incluir la potencia de las señales de RF detectadas, la relación de señal a ruido (SNR) de las señales de RF detectadas, la frecuencia con la que las señales de RF detectadas tienen la potencia máxima u otros parámetros. En algunas implementaciones, el cuadro de SI puede identificar bloqueadores e interferencias de RF u otros tipos de información.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 2, los datos de los cuadros de SI (por ejemplo, los parámetros de uso espectral u otra información) se agregan mediante una agregación de datos o un sistema de control central (por ejemplo, el controlador principal 230). En algunas implementaciones, los datos de los cuadros de SI se agregan por el controlador principal 230 al recibir los mensajes transmitidos desde los cuadros de SI, por ejemplo, a través de la red de IP (por ejemplo, la red de IP 220). En algunas implementaciones, los cuadros de SI están conectados a la red de IP 220 por medio de una red local (por ejemplo, una internet local 202 o 204). Los cuadros de SI se pueden conectar a la red local mediante una red local por cable 214 o una red inalámbrica 212. La red por cable 214 puede incluir, por ejemplo, Ethernet, xDSL (línea de abonado digital x), red óptica u otros tipos de redes de comunicación por cable. La red inalámbrica 212 puede incluir, por ejemplo, wifi, Bluetooth, NFC u otros tipos de redes inalámbricas locales. En algunas implementaciones, algunos de los cuadros de SI están conectados directamente a la red de IP 220 usando una o más redes de área amplia 206. Las redes de área amplia 206 pueden incluir, por ejemplo, red celular, red por satélite u otros tipos de redes de área amplia.

El controlador principal ejemplar 230 se puede incluir en el sistema de agregación de datos 115 de la FIG. 1 u otro sistema de fondo. El controlador principal 230 puede ser un sistema informático que incluye uno o más dispositivos o sistemas informáticos. El controlador principal 230 o cualquiera de sus componentes se puede localizar en un centro de procesamiento de datos, una instalación informática u otra ubicación. En el ejemplo mostrado, el controlador principal 230 puede controlar de forma remota el funcionamiento de los cuadros de SI. Las funciones ejemplares del controlador principal 230 pueden incluir agregar la información de algunos o todos los cuadros de SI, actualizar el software del cuadro de SI, monitorear los estados de los cuadros de SI, etc. Por ejemplo, el controlador principal 230 puede enviar actualizaciones de software a algunos o todos los cuadros de SI.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 2, el controlador principal 230 puede poner los cuadros de SI en uno o más modos de calibración o prueba, restablecer diversos elementos dentro de los cuadros de SI o configurar cualquier cuadro de SI individual según sea necesario, por ejemplo, en base a la ubicación o el estado del cuadro de SI, sus cuadros de SI vecinos u otros factores. En algunos ejemplos, los estados de un cuadro de SI pueden incluir: (i) la temperatura del cuadro de SI, (ii) el consumo de energía actual del cuadro de SI, (iii) la velocidad de datos que fluye desde el cuadro de SI de regreso al controlador principal 230, (iv) la intensidad de la señal, SSID o direcciones MAC de las señales wifi locales alrededor del cuadro de SI, (v) la ubicación del cuadro de SI (por ejemplo, se detecta una unidad GPS interna en el cuadro de SI), (vi) una señal (por ejemplo, paquetes IP, señalización de control transmitida por la red) que proporciona información sobre el estado del cuadro de SI o sus cuadros de SI circundantes. El controlador principal 230 puede monitorear estados adicionales o diferentes de los cuadros de SI.

En algunas implementaciones, el controlador principal 230 puede incluir o estar acoplado a un sistema de comunicación que recibe información de inspección de espectro (por ejemplo, parámetros de uso espectral, coordenadas espaciales y temporales para cada uno de los parámetros de uso espectral, estados de los cuadros de SI, etc.) transmitidos desde los cuadros de SI. El controlador principal 230 puede incluir o estar acoplado a un sistema de análisis de datos 236 que puede agregar (por ejemplo, ensamblar, compilar o gestionar de otro modo) la información de inspección de espectro de los múltiples cuadros de SI y generar un informe de uso espectral para la región geográfica en base a los parámetros de uso espectral de los cuadros de SI.

En algunos casos, el informe de uso espectral se puede presentar en una interfaz de datos 238 para presentar a los usuarios el uso, la calidad u otra información del espectro inalámbrico en las diversas ubicaciones de los cuadros de SI. Por ejemplo, el informe de uso espectral puede indicar niveles de tráfico inalámbrico detectados en cada uno de

los múltiples anchos de banda en un espectro de RF, niveles de tráfico inalámbrico detectados para múltiples estándares de comunicación inalámbrica, distribuciones espaciales y temporales del uso de espectro inalámbrico en la región geográfica u otra información. Los niveles de tráfico pueden incluir, por ejemplo, rendimiento, velocidad de transferencia de datos, valores de pico y valle u otras estadísticas (por ejemplo, promedio y varianza) de la información de uso espectral. El informe de uso espectral puede incluir, por ejemplo, tablas, cuadros y gráficos que muestran los niveles de tráfico inalámbrico detectados en comparación con el espacio y el tiempo. Por ejemplo, el informe de uso espectral puede incluir un gráfico o mapa (por ejemplo, como se muestra en las FIGS. 3-5) que muestra la distribución espacial del uso del espectro inalámbrico en la región geográfica. El informe de uso espectral puede incluir un gráfico de barras o una tabla que muestre la distribución temporal o las tendencias del uso del espectro inalámbrico (por ejemplo, que muestre el pico, el promedio y la cantidad de tráfico de valle durante un día, un mes o un año).

En algunas implementaciones, el sistema de análisis de datos 236 puede analizar datos en tiempo real, datos históricos o una combinación de ambos, y determinar parámetros de uso espectral para una región geográfica. Por ejemplo, el sistema de análisis de datos 236 puede determinar una ubicación de origen para las señales inalámbricas recibidas por los cuadros de SI; y el informe de uso espectral generado puede incluir una indicación de la ubicación de origen.

Las FIGS. 3 y 4 muestran aspectos de distribuciones espaciales y temporales ejemplares del uso del espectro inalámbrico en una región geográfica; la FIG. 5 muestra aspectos de técnicas ejemplares para determinar la ubicación de origen. En algunos casos, se puede incluir información similar o relacionada en un informe de uso espectral generado por el controlador principal 230 y mostrado a los usuarios. En algunas implementaciones, el informe de uso espectral puede incluir representaciones adicionales o diferentes de la información de uso espectral.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques 300 que muestra una distribución espacial ejemplar de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico (por ejemplo, los cuadros de SI). Como se muestra en la FIG. 3, cada cuadro de SI tiene una ubicación geográfica (x_i, y_i, z_i) y puede monitorear y analizar el espectro inalámbrico en su respectiva ubicación geográfica (x_i, y_i, z_i) . Cada cuadro de SI puede transmitir información de inspección de espectro (SI) a un sistema de agregación de datos (por ejemplo, el controlador principal 230 en la FIG. 2). La información de SI puede incluir, por ejemplo, datos de espectro (por ejemplo, parámetros de uso espectral), información de ubicación y hora para cada parámetro de uso espectral, información de estado del cuadro de SI u otra información. Por ejemplo, la información de ubicación y hora puede incluir coordenadas espaciales del cuadro de SI (por ejemplo, (x_i, y_i, z_i)) o en otras coordenadas y coordenadas temporales (por ejemplo, una hora del día) en las que se obtiene cada uno de los parámetros de uso espectral. El diagrama de bloques ejemplar 300 muestra las coordenadas espaciales de los cuadros de SI y sirve como un mapa de la distribución espacial ejemplar de los cuadros de SI en una región geográfica. En algunas implementaciones, la información de SI de cada cuadro de SI puede superponerse en el diagrama 300 y mostrarse, por ejemplo, a un usuario.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques 400 que muestra información de SI ejemplar 410 asociada con los cuadros de SI mostrados en la FIG. 3. En el ejemplo mostrado en la FIG. 4, la información de SI ejemplar 410 se puede mostrar adyacente o encima de las coordenadas espaciales respectivas de los cuadros de SI. La información de SI 410 mostrada puede incluir algunos o todos los tipos de información de SI descritos anteriormente. Por ejemplo, se pueden mostrar uno o más de los parámetros de uso espectral. En algunas implementaciones, también se pueden mostrar coordenadas temporales para cada uno de los parámetros de uso espectral. La información puede ser la misma, similar o diferente para cada cuadro de SI distinto. Debido a que la información de SI 410 se puede agregar en una ubicación central (por ejemplo, el controlador principal 230), la información de SI 410 de múltiples cuadros de SI se puede correlacionar, comparar, interpolar o manipular de otro modo para obtener más información. Por ejemplo, la posición relativa de una señal de origen se puede determinar en base a la información de SI de los cuadros de SI que pueden detectar la señal de origen. Se puede derivar información adicional o diferente.

La FIG. 5 es otro diagrama de bloques 500 que muestra información de SI ejemplar asociada con los cuadros de SI mostrados en la FIG. 3. En este ejemplo, una potencia de señal detectada en una o más frecuencias se muestra como la información de SI ejemplar para cada cuadro de SI en su ubicación respectiva. La potencia medida de la señal a la frecuencia f en ubicaciones (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) , y (x_4, y_4, z_4) se denotan como $P_{\text{señal},1}$ 510, $P_{\text{señal},3}$ 520, $P_{\text{señal},2}$ 530, and $P_{\text{señal},4}$ 540, respectivamente. En base a los niveles de potencia medidos de los múltiples cuadros de SI, la ubicación de origen de la señal 505 a la frecuencia f puede estimarse, por ejemplo, automáticamente mediante un sistema de análisis de datos (por ejemplo, del controlador central). Por ejemplo, la ubicación de origen de la señal 505 se puede determinar en base a la intersección de múltiples arcos centrados en las ubicaciones de los cuadros de SI, por ejemplo, (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) , y (x_4, y_4, z_4) . El radio de cada arco se puede determinar en base a la $P_{\text{señal},1}$ 510, $P_{\text{señal},3}$ 520, $P_{\text{señal},2}$ 530, y $P_{\text{señal},4}$ 540, las pérdidas de trayectoria respectivas, los efectos de sombreado u otras condiciones de propagación en el entorno inalámbrico local sobre cada uno de los múltiples cuadros de SI. En consecuencia, la ubicación de origen de las señales de RF se puede identificar e ilustrar en el mapa ejemplar para su visualización.

La FIG. 6 es un diagrama de bloques que muestra un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 600. En algunos casos, los cuadros de SI de las FIGS. 1-5 se pueden implementar como el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 600 mostrado en la FIG. 6 o como otro tipo de dispositivo de análisis de espectro inalámbrico. El dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 600 incluye una carcasa 610, una interfaz de

5 RF 612, un subsistema de gestión de energía 620, un subsistema de análisis de señal (por ejemplo, el subsistema de SI 630, etc.), una CPU 640, una memoria 650, interfaces de comunicación, una interfaz de entrada/salida 642 (por ejemplo, una conexión USB), una interfaz GPS 648 y uno o más sensores (por ejemplo, sensores de orientación 3D 644, tal como una brújula o giroscopio, sensores de temperatura, etc.). El dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 puede incluir componentes y rasgos característicos adicionales o diferentes, y los rasgos característicos del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico se pueden disponer como se muestra en la FIG. 6 o en otra configuración adecuada.

10 En algunas implementaciones, la carcasa 610 puede ser una carcasa portátil que aloja la interfaz de RF 612, el subsistema de gestión de energía 620, el subsistema de análisis de señal, las interfaces de comunicación y otros componentes del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600. La carcasa puede estar hecha de plástico, metal, materiales compuestos o una combinación de estos y otros materiales. La carcasa puede incluir componentes que se fabrican por moldeo, mecanizado, extrusión u otros tipos de procesos. En algunas implementaciones, el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 se puede acoplar o integrar con otro dispositivo (por ejemplo, una caja de pico/femtoceldas de un sistema celular, un punto de acceso wifi o estación base, un vehículo, un enrutador, un dispositivo móvil, un termostato, etc.). Por ejemplo, la carcasa 610 del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 puede estar unida, incorporada o de otro modo acoplada al otro dispositivo. De forma alternativa, la carcasa 610 puede ser una carcasa dedicada que aloja solo los componentes del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600.

20 En algunas implementaciones, el diseño y la disposición de la carcasa 610 y los componentes dentro de la carcasa 610 se pueden optimizar o configurar de otro modo para supervisar y analizar el uso del espectro inalámbrico. Por ejemplo, los tamaños, orientaciones y ubicaciones relativos de los componentes se pueden optimizar para detectar y analizar señales de RF, y el dispositivo puede ser compacto y adaptarse a todos los componentes necesarios. En algunos casos, la carcasa 610 puede ser del orden de, por ejemplo, $10 \times 10 \times 4 \text{ cm}^3$; o se puede usar una carcasa de otro tamaño.

25 En algunas implementaciones, la interfaz de RF 612 está configurada para detectar señales de RF en múltiples anchos de banda de un espectro de RF en un entorno inalámbrico local sobre el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600. La interfaz de RF 612 puede incluir un sistema de antena y múltiples rutas de radio que están configuradas para procesar señales de RF en los respectivos anchos de banda. En el ejemplo mostrado en la FIG. 6, la interfaz de RF 612 incluye una antena 622a, elementos pasivos de RF 624, elementos activos de RF 626 y elementos pasivos 628. Los elementos pasivos de RF 624 pueden incluir, por ejemplo, elementos coincidentes, conmutadores de RF y filtros. Los elementos activos de RF 626 pueden incluir, por ejemplo, amplificadores de RF. Los elementos pasivos 628 después de los elementos activos de RF 626 pueden incluir, por ejemplo, filtros, elementos coincidentes, conmutadores y balun.

35 En algunos ejemplos, el subsistema de análisis de señal se puede configurar para identificar los parámetros de uso espectral basados en las señales de RF. Un subsistema de análisis de señal puede incluir radio(s), procesador de señal digital (DSP), memoria y otros componentes para extraer parámetros espectrales y analizar el espectro de RF. En algunas implementaciones, la combinación de la interfaz de RF 612 y el subsistema de análisis de señal puede denominarse como una ruta de señal de inspección de espectro (SI), que se describe con mayor detalle con respecto a la FIG. 7.

40 Las interfaces de comunicación del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 se pueden configurar para transmitir los parámetros de uso espectral u otra información de SI a un sistema remoto (por ejemplo, el controlador principal 230 de la FIG. 2). Las interfaces de comunicación pueden incluir una o más interfaces inalámbricas 632 (por ejemplo, una conexión wifi, conexión celular, etc.), una interfaz por cable 646 a una red local (por ejemplo, una conexión Ethernet, conexión xDSL, etc.) u otros tipos de enlaces o canales de comunicación. Las interfaces de comunicación pueden compartir y reutilizar las antenas comunes (por ejemplo, usando un conjunto de antenas) o cada una puede tener antenas distintas y dedicadas.

50 La interfaz inalámbrica 632 y la interfaz por cable 646 pueden incluir un módem para comunicarse con la red de área local o amplia. Por ejemplo, la interfaz inalámbrica 632 y la interfaz por cable 646 pueden enviar información de SI a un sistema de agregación de datos (por ejemplo, el controlador principal 230 de la FIG. 2) y recibir información de control (por ejemplo, actualizaciones de software) desde el sistema de agregación de datos, por medio de la red de área local o amplia. En algunas implementaciones, un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico se puede equipar con una o ambas interfaces de comunicación. La interfaz por cable 646 puede permitir que el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 600 explote la infraestructura de comunicación por cable existente (por ejemplo, en un edificio) y una gran capacidad de transmisión de comunicaciones por cable (por ejemplo, gran ancho de banda proporcionado por la red óptica, tecnologías avanzadas de línea digital de abonado, etc.). La interfaz inalámbrica 632 puede mejorar la movilidad y la flexibilidad del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 600 de modo que puede suministrar información de SI en una variedad de ubicaciones y horarios, usando tecnologías de comunicación Bluetooth, wifi, celular, por satélite u otras tecnologías de comunicación inalámbrica.

60 En algunas implementaciones, la interfaz inalámbrica 632 y la interfaz de RF 612 pueden compartir componentes de hardware o software (o ambos). En algunas implementaciones, la interfaz inalámbrica 632 y la interfaz de RF 612 se

pueden implementar por separado. En algunas implementaciones, la interfaz de RF 612 es principalmente responsable de la recepción de la señal en lugar de la transmisión, y la interfaz de RF 612 se puede implementar con circuitería especializada de menor potencia y, por tanto, reducir el consumo de energía general del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600.

5 El subsistema de gestión de energía 620 puede incluir circuitos y software para proporcionar y gestionar energía al dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600. En algunas implementaciones, el subsistema de gestión de energía 620 puede incluir una interfaz de batería y una o más baterías (por ejemplo, baterías recargables, una batería inteligente con un microprocesador incorporado o un tipo diferente de fuente de energía interna). La interfaz de batería puede estar acoplada a un regulador, que puede ayudar a la batería a proporcionar energía eléctrica de corriente
10 continua al dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600. Como tal, el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 puede incluir una fuente de alimentación autónoma y se puede usar en ubicaciones arbitrarias sin necesidad de otras fuentes de energía externas. Adicional o de forma alternativa, el subsistema de gestión de energía 620 puede incluir una interfaz de energía externa que recibe energía de una fuente externa (por ejemplo, una fuente de energía de corriente alterna, un adaptador, un convertidor, etc.). Como tal, el dispositivo de análisis de espectro
15 inalámbrico 600 se puede conectar a una fuente de energía externa.

En algunas implementaciones, el subsistema de gestión de energía 620 puede supervisar y gestionar el consumo de energía del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600. Por ejemplo, el subsistema de gestión de energía 620 puede monitorear el consumo de energía de la interfaz de RF 612, las interfaces de comunicación, la CPU 640 y otros componentes del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600, e informar el estado de consumo de energía del
20 dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600, por ejemplo, a un controlador central. En algunas implementaciones, el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 se puede diseñar para tener un bajo consumo de energía y el subsistema de gestión de energía 620 se puede configurar para enviar una alerta al controlador central o intervenir con las operaciones del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 si el consumo de energía supera un umbral. El subsistema de gestión de energía 620 puede incluir rasgos característicos adicionales o
25 diferentes.

La CPU 640 puede incluir uno o más procesadores u otro tipo de aparato de procesamiento de datos que puede ejecutar instrucciones, por ejemplo, para gestionar las operaciones del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600. La CPU 640 puede realizar o gestionar una o más de las operaciones de un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico descrito con respecto a las FIGS. 1-5. En algunas implementaciones, la CPU 640 puede ser parte del
30 subsistema de SI 630. Por ejemplo, la CPU 640 puede procesar, calcular y analizar de otro modo los datos medidos del espectro inalámbrico (por ejemplo, desde la interfaz de RF 612). En algunos casos, la CPU 640 puede ejecutar o interpretar software, secuencias de comando, programas, funciones, ejecutables u otros módulos contenidos en la memoria 650.

La interfaz de entrada/salida 642 se puede acoplar a dispositivos de entrada/salida (por ejemplo, una unidad flash USB, una pantalla, un teclado u otros dispositivos de entrada/salida). La interfaz de entrada/salida 642 puede ayudar a la transferencia de datos entre el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 y el dispositivo externo de almacenamiento o visualización, por ejemplo, a través de enlaces de comunicación tales como un enlace en serie, un
35 enlace paralelo, un enlace inalámbrico (por ejemplo, infrarrojo, radiofrecuencia u otros) u otro tipo de enlace.

La memoria 650 puede incluir, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM), un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, una memoria de solo lectura grabable (ROM) u otros), un disco duro u otro tipo de medio de almacenamiento. La memoria 650 puede almacenar instrucciones (por ejemplo, código informático) asociadas con las operaciones del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600, un controlador principal y otros componentes en un sistema de análisis de espectro inalámbrico. La memoria 650 también puede almacenar datos de aplicaciones y objetos de datos que pueden ser interpretados por una o más aplicaciones o máquinas virtuales que se ejecutan en el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600. La memoria 650 puede almacenar, por ejemplo,
40 datos de ubicación, datos de entorno y datos de estado del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600, datos de espectro inalámbrico y otros datos.

En algunas implementaciones, el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 se puede programar o actualizar (por ejemplo, reprogramar) cargando un programa desde otra fuente (por ejemplo, desde un controlador central a través de una red de datos, un CD-ROM u otro dispositivo informático de otra manera). En algunos casos, el controlador central envía actualizaciones de software al dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 a medida que las actualizaciones están disponibles, de acuerdo con un programa predeterminado, o de otra manera.
50

La FIG. 7 es un diagrama de bloques que muestra una ruta de señal de inspección de espectro (SI) ejemplar 700. La ruta de señal de SI 700 incluye una interfaz de RF 710 (por ejemplo, indicada como ruta de radio A) y un subsistema de análisis de espectro 705. La interfaz de RF 612 del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 de la FIG. 6 se puede implementar como la interfaz de RF ejemplar 710 en la FIG. 7 o de otra manera. El subsistema de SI 630 del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 600 de la FIG. 6 se puede implementar como el subsistema de análisis de espectro ejemplar 705 en la FIG. 7 o de otra manera. En algunos casos, la ruta de señal de SI 700 puede realizar todas las operaciones necesarias para monitorear y analizar el uso del espectro inalámbrico. Por ejemplo, la
55 ruta de señal de SI 700 puede realizar funciones de un receptor inalámbrico típico tal como demodulación,

ecualización, decodificación de canal, etc. La ruta de señal de SI 700 puede admitir la recepción de señal de diversos estándares de comunicación inalámbrica y acceder al subsistema de análisis de espectro 705 para analizar el uso del espectro inalámbrico.

5 En el ejemplo que se muestra, la interfaz de RF 710 puede ser un conjunto de chips de extremo frontal de banda ancha o banda estrecha para detectar y procesar señales de RF. Por ejemplo, la interfaz de RF 710 se puede configurar para detectar señales de RF en un amplio espectro de una o más bandas de frecuencia, o un espectro estrecho dentro de una banda de frecuencia específica de un estándar de comunicación inalámbrica. En algunas implementaciones, una ruta de señal de SI 700 puede incluir una o más interfaces de RF 710 para cubrir el espectro de interés. Se describen implementaciones ejemplares de dicha ruta de señal de SI con respecto a la FIG. 8.

10 En el ejemplo mostrado en la FIG. 7, la interfaz de RF 710 incluye una o más antenas 722, un multiplexor de RF 720 o un combinador de potencia (por ejemplo, un interruptor de RF) y una o más rutas de procesamiento de señal (por ejemplo, "ruta 1" 730, ..., "ruta M" 740). La antena 722 podría ser una antena de múltiples puertos o una antena de un solo puerto. La antena 722 puede incluir una antena omnidireccional, una antena direccional o una combinación de una o más de cada una. La antena 722 está conectada a un multiplexor de RF 720. En algunas implementaciones, la interfaz de RF 710 se puede configurar para usar las una o más antenas 722 para detectar las señales de RF basadas en tecnologías de una sola entrada, una sola salida (SISO), una sola entrada y múltiples salidas (SIMO), múltiples entradas y una sola salida (MISO) o de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO).

15 En algunas implementaciones, la antena 722 puede recoger una señal de RF en el entorno local de un cuadro de SI e introducirla en el multiplexor de RF 720. Dependiendo de la frecuencia de la señal de RF que necesita ser analizada, la señal 702 que sale del multiplexor de RF 720 se puede enrutar hacia una de las rutas de procesamiento (es decir, "ruta 1" 730, ..., "ruta M" 740). Aquí *M* es un número entero. Cada ruta puede incluir una banda de frecuencia distinta. Por ejemplo, la "ruta 1" 730 se puede usar para señales de RF entre 1 GHz y 1,5 GHz, mientras que la "ruta M" se puede usar para señales de RF entre 5 GHz y 6 GHz. Las múltiples rutas de procesamiento pueden tener una frecuencia central y un ancho de banda respectivos. Los anchos de banda de las múltiples rutas de procesamiento pueden ser iguales o diferentes. Las bandas de frecuencia de dos rutas de procesamiento adyacentes se pueden solapar o disociar. En algunas implementaciones, las bandas de frecuencia de las rutas de procesamiento se pueden asignar o configurar de otra manera en base a las bandas de frecuencia asignadas de diferentes estándares de comunicación inalámbrica (por ejemplo, GSM, LTE, wifi, etc.). Por ejemplo, se puede configurar de modo que cada ruta de procesamiento sea responsable de detectar señales de RF de un estándar de comunicación inalámbrica particular. Como ejemplo, la "ruta 1" 730 se puede usar para detectar señales de LTE mientras que la "ruta M" 740 se puede usar para detectar señales wifi.

20 Cada ruta de procesamiento (por ejemplo, "ruta de procesamiento 1" 730, "ruta de procesamiento M" 740) puede incluir uno o más elementos pasivos de RF y activos de RF. Por ejemplo, la ruta de procesamiento puede incluir un multiplexor de RF, uno o más filtros, un desmultiplexor de RF, un amplificador de RF y otros componentes. En algunas implementaciones, la señal 702 que sale del multiplexor de RF 720 se puede aplicar a un multiplexor en una ruta de procesamiento (por ejemplo, "multiplexor de RF 1" 732, ..., "multiplexor de RF M" 742). Por ejemplo, si se selecciona la "ruta de procesamiento 1" 730 como la ruta de procesamiento para la señal 702, la señal 702 puede alimentarse al "multiplexor de RF 1" 732. El multiplexor de RF puede elegir entre la señal 702 que proviene del primer multiplexor de RF 720 o el tono de calibración de RF (cal) 738 proporcionado por el subsistema de análisis de espectro 705. La señal de salida 704 del "multiplexor de RF 1" 732 puede ir a uno de los filtros, Filtro (1,1) 734a, ..., Filtro (1, N) 734n, donde N es un número entero. Los filtros dividen además la banda de frecuencia de la ruta de procesamiento en una banda de interés más estrecha. Por ejemplo, el "Filtro (1,1)" 734a puede aplicarse a la señal 704 para producir una señal filtrada 706, y la señal filtrada 706 puede aplicarse al "desmultiplexor de RF 1" 736. En algunos casos, la señal 706 se puede amplificar en el desmultiplexor de RF. La señal amplificada 708 se puede ingresar a continuación en el subsistema de análisis de espectro 705.

25 El subsistema de análisis de espectro 705 se puede configurar para convertir las señales de RF detectadas en señales digitales y realizar un procesamiento de señal digital para identificar parámetros de uso espectral para el espectro de RF en base a las señales de RF detectadas. El subsistema de análisis de espectro 705 puede incluir una o más rutas de recepción de radio de SI (RX) (por ejemplo, "ruta de RX de radio de SI 1" 750a, "ruta de RX de radio de SI M" 750m), un motor de análisis de espectro de DSP 760, un generador de tonos de calibración de RF (cal) 770, un módulo de control de extremo frontal 780 y una E/S 790. El subsistema de análisis de espectro 705 puede incluir componentes y rasgos característicos adicionales o diferentes.

30 En el ejemplo que se muestra, la señal amplificada 708 se introduce en la "ruta de RX de radio de SI 1" 750a, que convierte de forma descendente la señal 708 en una señal de banda base y aplica ganancia. La señal convertida de forma descendente se puede digitalizar a continuación por medio de un convertidor analógico a digital. La señal digitalizada se puede introducir en el motor de análisis de espectro de DSP 760. El motor de análisis de espectro de DSP 760 puede, por ejemplo, identificar paquetes y tramas incluidos en la señal digital, leer preámbulos, cabeceras u otra información de control incorporada en la señal digital (por ejemplo, en base a las especificaciones de un estándar de comunicación inalámbrica), determinar la potencia de señal y SNR de la señal en una o más frecuencias o sobre un ancho de banda, calidad y capacidad del canal, niveles de tráfico (por ejemplo, velocidad de transferencia de datos, velocidad de retransmisión, latencia, velocidad de caída de paquetes, etc.) u otros parámetros de uso espectral. La

salida (por ejemplo, los parámetros de uso espectral) del motor de análisis de espectro de DSP 760 se puede aplicar y formatear a la E/S 790, por ejemplo, para la transmisión de los parámetros de uso espectral al sistema de agregación de datos por medio de una o más interfaces de comunicación del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico.

5 El generador de tonos de calibración de RF (cal) 770 puede generar tonos de calibración de RF (cal) para diagnosticar y calibrar las rutas de RX de radio (por ejemplo, "ruta de RX de radio 1" 750a, ... "ruta de RX de radio M" 750m). Las rutas de RX de radio se pueden calibrar, por ejemplo, para linealidad y ancho de banda.

10 La FIG. 8 es un diagrama de bloques que muestra otra implementación ejemplar de una ruta de señal de SI 800 de un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico. En algunos casos, la ruta de señal de SI puede incluir más de una interfaz de RF (rutas de radio) que están conectadas a múltiples antenas diferentes. En el ejemplo mostrado en la FIG. 8, la ruta de señal de SI 800 incluye una ruta de radio A 810 y una ruta de radio B 820, cada una acoplada a un subsistema de análisis de espectro 830. La ruta de radio A 810 y la ruta de radio B 820 se pueden configurar de forma similar a la interfaz de RF o la ruta de radio A 710 de la FIG. 7, o se pueden configurar de otra manera. La ruta de radio A 810 y la ruta de radio B 820 pueden tener la misma o diferente configuración, por ejemplo, cubriendo las mismas o diferentes bandas de frecuencia para el monitoreo y análisis del espectro inalámbrico.

15 La FIG. 9 es una vista superior de un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 900. En algunos casos, los cuadros de SI de las FIGS. 1-5 se pueden implementar como el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 900 mostrado en la FIG. 9 o como otro tipo de dispositivo de análisis de espectro inalámbrico. El dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 900 en la FIG. 9 puede incluir algunos o todos los rasgos característicos mostradas en las FIGS. 6-7 o el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 900 en la FIG. 9 puede incluir menos rasgos característicos adicionales o diferentes. El dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 900 puede incluir una o más antenas, por ejemplo, conectadas a una o más interfaces de RF dentro de una carcasa del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 900. Por ejemplo, las antenas del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 900 pueden ser las antenas 622a-c de la FIG. 6 o la antena 722 de la FIG. 7.

20 Las antenas se pueden disponer estratégicamente en el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 900 para la recepción de señales de RF. El dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 900 mostrado en la FIG. 9 incluye cuatro antenas 910a-d colocadas a noventa grados entre sí en relación con el centro del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 900. En algunos casos, las antenas se pueden disponer con un grado diferente de separación, orientación o posición, por ejemplo, en base al número total de antenas, los perfiles de antena, la ubicación y orientación del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 900 u otros factores.

30 La FIG. 10 es una vista superior 1000 de perfiles de antena ejemplar de las antenas 910a-d del dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 900 de la FIG. 9. En el ejemplo mostrado en la FIG. 10, las antenas 910a-d tienen respectivos perfiles de antena o patrones 920a-d, respectivamente. Los perfiles de antena 920a-d pueden ser iguales o diferentes. Los perfiles de antena 920a-d pueden seleccionarse o configurarse de otro modo, por ejemplo, en base a la frecuencia o banda de frecuencia de interés, la ganancia de antena deseada u otros factores.

35 La FIG. 11 es una vista superior de otro dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 1100. En algunos casos, los cuadros de SI de las FIGS. 1-5 se pueden implementar como el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 1100 mostrado en la FIG. 11 o como otro tipo de dispositivo de análisis de espectro inalámbrico. El dispositivo de análisis de espectro inalámbrico ejemplar 1100 en la FIG. 11 puede incluir algunos o todos los rasgos característicos mostradas en las FIGS. 6-10 o el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 1100 en la FIG. 11 puede incluir menos rasgos característicos adicionales o diferentes.

40 El dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 1100 incluye cuatro antenas 1110a-d y un indicador de dirección de referencia 1105 en el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico 1100. En algunos casos, las antenas 1110a-d están orientadas o configuradas con respecto a direcciones cardinales u otro sistema de coordenadas de acuerdo con el indicador de dirección de referencia 1105. En el ejemplo mostrado en la FIG. 11, el indicador de dirección de referencia 1105 está orientado a lo largo de la dirección de la brújula norte. Se puede usar otra señal de referencia. Las orientaciones y desplazamientos de las antenas 1110a-d pueden identificarse y, en algunos casos, ajustarse con respecto al indicador de dirección de referencia 1105.

45 En algunas implementaciones, un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico puede ser un dispositivo portátil y modular. Por ejemplo, algunos dispositivos de análisis de espectro inalámbrico pueden ser móviles o reconfigurables para su uso en múltiples ubicaciones (por ejemplo, en serie), sin tener que desmontar o desensamblar sustancialmente el dispositivo. En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico son intercambiables entre sí, de modo que la red de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico puede actualizarse, expandirse, adaptarse o modificarse de manera conveniente.

50 En algunos casos, uno o más operadores pueden instalar un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico, por ejemplo, colocando el dispositivo y conectándolo a alimentación y enlaces de datos estándar. En algunos casos, un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico se puede asegurar en su lugar mediante sujetadores (por ejemplo, tornillos, pernos, pestillos, adhesivo, etc.), o un dispositivo de análisis de espectro inalámbrico puede descansar en una posición libre (por ejemplo, sin sujetadores). En algunos casos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico

pueden funcionar en una variedad de ubicaciones y entornos. Como ejemplo, algunos dispositivos de análisis de espectro inalámbrico se pueden instalar en un vehículo (por ejemplo, un automóvil, un autobús, un tren, un barco, etc.) donde el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico puede monitorear y analizar el espectro mientras está en movimiento. En otros ejemplos, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico se pueden instalar en infraestructura de tráfico, infraestructura de comunicación, infraestructura de energía, bienes inmuebles dedicados, sistemas industriales, edificios urbanos o comerciales, áreas residenciales y otros tipos de ubicaciones.

En algunas implementaciones, se pueden distribuir varios dispositivos de análisis de espectro inalámbrico en una región geográfica. Cada uno de los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico puede determinar medidas relacionadas con el uso del espectro inalámbrico en la ubicación respectiva. Las medidas ejemplares del uso del espectro inalámbrico pueden incluir la cantidad de potencia a la frecuencia f sobre un ancho de banda de BW en un momento dado t , la cantidad de potencia por Hz a una frecuencia f en un momento dado t , la proporción de señal con respecto a ruido a la frecuencia f y un momento dado t , la cantidad de energía sobre una banda de frecuencia de dispositivos móviles usada por una portadora celular particular, la cantidad de energía sobre una banda de frecuencia de una estación base usada por una portadora celular particular u otros parámetros.

En algunas implementaciones, las medidas del uso del espectro inalámbrico se pueden determinar en base al análisis de datos en una o más de las capas más bajas de una red de comunicación. Típicamente, una red de comunicación se puede dividir en siete capas lógicas de acuerdo con el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI). Las siete capas lógicas incluyen una capa física, una capa de enlace de datos, una capa de red, una capa de transporte, una capa de sesión, una capa de presentación y una capa de aplicación. Entre ellas, las capas inferiores pueden incluir la capa física y la capa de enlace de datos.

Las señales de capa física pueden incluir formas de onda sin procesar, formas de onda procesadas y datos analógicos o digitales que son recibidos, procesados o generados por la capa física. Típicamente, la capa física (la capa más baja, también conocida como "capa 1") proporciona especificaciones técnicas de enlaces físicos entre nodos de red conectados directamente a través de un medio de transmisión física (por ejemplo, un cable de cobre, cable de fibra óptica, espectro inalámbrico, etc.). La capa física incluye tecnologías para convertir flujos de bits en señales físicas, y viceversa, y define interfaces entre un nodo de red y el medio de transmisión para la transmisión y recepción de señales.

Las señales de capa de enlace de datos pueden incluir formas de onda sin procesar, formas de onda procesadas, datos analógicos y datos digitales que son recibidos, procesados o generados por la capa de enlace de datos. Típicamente, la capa de enlace de datos (la segunda capa más baja, también conocida como "capa 2") incluye protocolos para la transferencia de datos (por ejemplo, en tramas) a través de los enlaces físicos e incluye funcionalidad para la detección y corrección de errores. La capa de enlace de datos se puede dividir en dos subcapas: una capa de control de acceso a medios (MAC) para controlar cómo los nodos de la red obtienen acceso al medio de transmisión y la capa de control de enlace lógico (LLC) para controlar la verificación de errores y la sincronización de paquetes.

Típicamente, las capas superiores (es decir, la capa de red (también denominada "capa 3") y otras capas por encima de las capas físicas y de enlace de datos) son agnósticas con respecto al medio de transmisión física, la capa física y la interfaz de capa de enlace de datos con el medio de transmisión física, tal como el espectro inalámbrico. En consecuencia, las medidas distintivas del uso del espectro inalámbrico se pueden determinar en base al análisis de las señales de capa física y las señales de capa de enlace de datos. La señal de capa física y la capa de enlace de datos se pueden analizar usando, por ejemplo, filtrado, conversión A/D o D/C, estimación, ecualización y otras técnicas de procesamiento de señal. Por ejemplo, el motor de análisis de espectro de DSP 760 puede determinar las medidas del uso del espectro inalámbrico, tal como, por ejemplo, el nivel de potencia o la SNR en una determinada frecuencia o banda de frecuencia, en base al procesamiento de la capa física y la capa de enlace de datos y al análisis de las señales de RF que pasan a través de la interfaz de RF o la ruta de radio A 710 de la FIG. 7.

En algunas implementaciones, la información de uso del espectro inalámbrico medida por los múltiples dispositivos de análisis de espectro inalámbrico se puede mostrar, por ejemplo, como un gráfico de superficie, para indicar visualmente el uso del espectro inalámbrico en la región geográfica. En algunos casos, un gráfico de superficie puede incluir un gráfico tridimensional (o de mayor dimensión) que muestra un componente de coordenadas de un punto (por ejemplo, la coordenada z) en función de al menos otros dos componentes de coordenadas (por ejemplo, las coordenadas x e y). Por ejemplo, para un tipo de medida dado, se puede generar un gráfico de superficie para mostrar los valores de la medida frente a las ubicaciones donde se obtienen los valores de la medida. El gráfico de superficie puede mostrar, por ejemplo, cobertura, distribución, densidad, tendencia u otros atributos de la medida que reflejen el uso del espectro inalámbrico en la región geográfica. En algunas implementaciones, un gráfico de superficie puede incluir un gráfico de estilo de contorno bidimensional que incluye uno o más contornos, donde cada contorno denota ubicaciones en el plano xy que comparten un valor z común. En algunos casos, un gráfico de superficie puede incluir representaciones adicionales o diferentes de una superficie tridimensional o de mayor dimensión.

La FIG. 12 es un diagrama que muestra un gráfico de superficie ejemplar 1200 de una medida del uso de espectro inalámbrico para una región geográfica 1210. El gráfico de superficie ejemplar 1200 incluye una superficie 1220 con un eje x 1212 y un eje y 1214, que representa la región geográfica 1210. Varios dispositivos de análisis de espectro

inalámbrico se distribuyen sobre la región geográfica 1210 en ubicaciones respectivas (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , ... (x_n, y_n) . El gráfico de superficie ejemplar 1200 también incluye un eje z 1216 que representa la medida del uso del espectro inalámbrico. Como se muestra en la FIG. 12, los valores de la medida detectada por los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico están representados por las alturas de las barras M_1 , M_2 , ..., M_n , respectivamente. En algunas implementaciones, los diferentes valores se pueden representar mediante diferentes formas, tamaños, colores, intensidades de color, sombreado u otros atributos o patrones mostrados.

La FIG. 13 es un diagrama que muestra un gráfico de superficie ejemplar 1300 de una medida del uso de espectro inalámbrico para una región geográfica 1310. El gráfico de superficie ejemplar 1300 incluye una superficie 1320 que representa la región geográfica 1310. El gráfico de superficie ejemplar 1300 incluye un eje z 1316 que representa la medida del uso del espectro inalámbrico, y un eje x 1312 y un eje y 1314 que representan ubicaciones en la región geográfica 1310. El gráfico de superficie ejemplar 1300 incluye un origen de RF 1305 que funciona a la frecuencia f_1 y un origen de RF 1315 que funciona a la frecuencia f_2 . La medida ejemplar del uso del espectro inalámbrico que se muestra en la FIG. 13 puede ser una potencia de señal a la frecuencia f_1 detectada por los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 1331, 1332, ..., 1339 en ubicaciones respectivas (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , ... (x_n, y_n) . La potencia de señal detectada por los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 1331, 1332, ..., 1339 está representada por las barras 1341, 1342, ..., 1349, respectivamente. Como se muestra en la FIG. 13, los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico (por ejemplo, 1335, 1336 y 1338) cerca del origen de RF 1305 detectan valores más altos de la potencia de señal a la frecuencia f_1 que los dispositivos de análisis de espectro (por ejemplo, 1335, 1336 y 1338) que se localizan lejos del origen de RF 1305.

La FIG. 14 es un diagrama que muestra un gráfico de superficie ejemplar 1400 de otra medida del uso de espectro inalámbrico para la región geográfica 1310 de la FIG. 13. La medida del uso del espectro inalámbrico que se muestra en la FIG. 14 puede ser, por ejemplo, una potencia de señal a la frecuencia f_2 detectada por los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico 1331, 1332, ..., 1339 en ubicaciones respectivas (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , ... (x_n, y_n) . El gráfico de superficie ejemplar 1400 muestra que los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico (por ejemplo, 1331, 1332 y 1333) cerca del origen de RF 1315 detectan valores más altos de la potencia de señal a la frecuencia f_2 que los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico (por ejemplo, 1337, 1338, y 1339) localizados lejos del origen de RF 1315.

Los gráficos de superficie 1300 y 1400 pueden representar las medidas del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1310 en un momento particular t o los cambios de las medidas a lo largo del tiempo. En algunas implementaciones, los gráficos de superficie 1300 y 1400 se pueden animar para mostrar las medidas del uso del espectro inalámbrico en tiempo real (o sustancialmente en tiempo real), por ejemplo, para mostrar el cambio o la actualización de la información del uso del espectro inalámbrico medida por los múltiples dispositivos de análisis de espectro inalámbrico. Los gráficos de superficie 1300 y 1400 se pueden mostrar en tiempo real, por ejemplo, renderizando o generando los gráficos en respuesta a la recepción de la información de uso del espectro inalámbrico (por ejemplo, de un sistema de agregación de datos o uno o más dispositivos de análisis de espectro inalámbrico) sin retardo sustancial. En algunos casos, mostrar un gráfico de superficie en tiempo real puede incluir, por ejemplo, monitorear y recibir continuamente la información de uso del espectro inalámbrico, calcular dinámicamente medidas u otros atributos del uso del espectro inalámbrico en base a la información de uso del espectro inalámbrico monitoreado, cambiar o adaptar dinámicamente la representación de los gráficos de superficie, generar una notificación u otros tipos de salida dentro de una trama temporal, por ejemplo, para permitir que un usuario responda a la salida u otras operaciones. Como tal, los gráficos de superficie 1300 y 1400 pueden reflejar el último uso de espectro inalámbrico para la región geográfica 1310. En algunas implementaciones, los gráficos de superficie 1300 y 1400 se pueden animar para mostrar medidas históricas del uso del espectro inalámbrico, por ejemplo, entre un tiempo de inicio y un tiempo de finalización especificado por un usuario. Se pueden mostrar estadísticas o propiedades adicionales o diferentes de las medidas de uso del espectro inalámbrico.

En algunas implementaciones, los gráficos de superficie 1300 y 1400 pueden superponerse a una vista de la región geográfica 1310. La superficie 1320 puede ser, por ejemplo, un mapa, una topología u otras representaciones visuales de la región geográfica 1310. La superficie 1320 puede ser de dos, tres o mayores dimensiones. En algunos casos, la vista de la región geográfica 1310 puede ser, por ejemplo, una vista de realidad aumentada, una vista a través de la lente, una vista de cámara en vivo, una visualización a simple vista u otros tipos de vista de la región geográfica 1310.

En algunas implementaciones, además de o como una alternativa a los gráficos de superficie tridimensionales (por ejemplo, los gráficos de superficie 1300 y 1400), se pueden generar gráficos de superficie bidimensionales (por ejemplo, estilo de contorno, estilo de temperatura, etc.) y superponer a una vista de la región geográfica. En algunas implementaciones, los gráficos de superficie de estilo de temperatura (por ejemplo, mapas de calor) se pueden usar para mostrar una medida del uso del espectro inalámbrico para una región geográfica. Se pueden usar tipos de gráficos adicionales o diferentes.

En algunas implementaciones, el gráfico de superficie se puede incluir en una interfaz de usuario (UI) que se va a mostrar en un dispositivo de visualización. La interfaz de usuario puede incluir rasgos característicos adicionales para proporcionar una experiencia de usuario mejorada para visualizar el uso del espectro inalámbrico para la región geográfica. Por ejemplo, la interfaz de usuario puede permitir a un usuario acercar, alejar, rotar, filtrar o modificar de

otro modo el gráfico de superficie. En algunas implementaciones, la interfaz de usuario puede permitir al usuario especificar la forma, el tamaño, el color u otros parámetros del gráfico de superficie. Se pueden agregar rasgos característicos adicionales o diferentes al gráfico de superficie para mostrar el uso del espectro inalámbrico para la región geográfica.

5 La FIG. 15 es un diagrama que muestra una interfaz de usuario (UI) ejemplar 1500 que muestra una medida del uso de espectro inalámbrico para la región geográfica. La UI ejemplar 1500 incluye un gráfico de superficie 1530 superpuesto en una vista 1520 de una región geográfica 1510. La vista 1520 de la región geográfica 1510 incluye un mapa de la región geográfica 1510. El gráfico de superficie 1530 incluye un gráfico de estilo de contorno con múltiples líneas de contorno 1535. Cada línea de contorno puede representar un valor de la medida del uso del espectro inalámbrico, lo que indica que las ubicaciones en o alrededor de la línea de contorno tienen el mismo valor de la medida del uso del espectro inalámbrico. En algunas implementaciones, el gráfico de estilo de contorno también se puede ilustrar como un mapa de calor, por ejemplo, usando diferentes colores para mostrar diferentes valores de la medida.

15 La UI 1500 incluye múltiples iconos ejemplares que proporcionan diversas opciones de presentación y visualización. Por ejemplo, la UI 1500 incluye un menú detallado 1542 que puede proporcionar información detallada sobre la medida del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1510. Por ejemplo, la información detallada puede incluir el nombre y los valores (por ejemplo, en una lista, tabla u otro formato) de la medida mostrada del uso del espectro inalámbrico, información detallada (por ejemplo, ciudad, código postal, latitud, longitud, elevación, etc.) de la región geográfica visualizada 1510, una sinopsis de un informe de uso espectral de la región geográfica visualizada 1510, estadísticas (por ejemplo, máximo, mínimo, promedio, varianza, etc.) de los valores de la medida visualizada del uso del espectro inalámbrico u otra información.

25 La UI 1500 puede incluir un icono de alejamiento 1544, un icono de acercamiento 1546 y un icono de panorámica/inclinación 1552 para proporcionar el control de la vista panorámica-inclinada-ampliada-reducida (PTZ) del gráfico de superficie 1530 y la vista correspondiente 1520 de la región geográfica 1510. Por ejemplo, el icono de alejamiento 1544 y el icono de acercamiento 1546 permiten alejar y acercar el gráfico de superficie 1530 y la vista correspondiente 1520 de la región geográfica 1510, respectivamente. El icono de panorámica/inclinación 1552 permite el control direccional de la vista 1520 de la región geográfica 1510, por ejemplo, al permitir que un usuario gire la vista 1520 de la región geográfica 1510 vertical u horizontalmente. En algunas implementaciones, el gráfico de superficie 1530 y la vista correspondiente 1520 se pueden actualizar de acuerdo con las operaciones de alejamiento, acercamiento o desplazamiento horizontal/vertical, por ejemplo, al mostrar menos líneas de contorno 1535 adicionales o diferentes sobre una vista ampliada, reducida o panorámica/inclinada de la región geográfica 1510.

La UI 1500 puede incluir iconos de impresión o guardado 1548 que permiten al usuario emitir la medida visualizada del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1510. Se pueden usar procedimientos de salida adicionales o diferentes.

35 La UI 1500 puede incluir un icono "Mi ubicación" 1554 que puede proporcionar información geográfica de una ubicación de interés de forma textual o gráfica. La ubicación de interés puede incluir, por ejemplo, una ubicación actual del dispositivo de visualización, la ubicación de la casa o el trabajo de un usuario u otras ubicaciones. En algunas implementaciones, al activar el icono "Mi ubicación" 1554, la ubicación de interés puede mostrarse en la vista 1520 de la región geográfica 1510, en un cuadro de texto emergente, o presentarse en una combinación de estas y otras técnicas.

45 La UI 1500 puede incluir iconos para generar, modificar, actualizar o de otro modo gestionar el gráfico de superficie 1530 de la medida del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1510. La UI ejemplar 1500 mostrada en la FIG. 15 incluye un icono de "Subconjunto" 1556, un icono de "Variable" 1558, un icono de "Hora de inicio" 1562, un icono de "Hora de detención" 1564 e iconos de tiempo de reproducción 1566. Se pueden incluir iconos adicionales o diferentes. Estos iconos se pueden activar (por ejemplo, hacer clic o seleccionarse con un ratón o comando de control de voz) para permitir que un usuario seleccione o ingrese parámetros para generar, personalizar o gestionar de otro modo el gráfico de superficie 1530 de la medida del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1510. Por ejemplo, al activar un icono, se puede mostrar una lista o tabla de parámetros seleccionables, un cuadro de texto u otras indicaciones para solicitar la entrada del usuario. En algunas implementaciones, el gráfico de superficie 1530 se puede modificar o se puede generar un nuevo gráfico de superficie basado en la entrada del usuario.

55 La FIG. 16A es un diagrama 1610 que muestra una lista ejemplar 1612 de parámetros seleccionables para el icono ejemplar "Variables" 1558 de la FIG. 15. El icono ejemplar "Variables" 1558 puede incluir variables (por ejemplo, una o más medidas de uso del espectro inalámbrico) para representar gráficamente o mostrar de otro modo en el gráfico de superficie 1530. Las variables pueden ser las variables subyacentes representadas por el eje z 1316 del gráfico de superficie ejemplar 1300, por las líneas de contorno 1535 del gráfico de superficie ejemplar 1530 u otras variables que se pueden mostrar en un gráfico de superficie. La lista 1612 del icono "Variables" 1558 puede incluir, por ejemplo, diferentes tipos de medidas, diferentes valores de uno o más tipos de medidas u otras variables. En algunas implementaciones, se puede seleccionar un tipo de medida y el gráfico de superficie 1530 se puede actualizar para mostrar los valores de la medida seleccionada del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1510. En algunas implementaciones, se pueden seleccionar uno o más tipos de medidas e ingresarlas en una calculadora 1648

para calcular una medida que se mostrará en el gráfico de superficie 1530. La calculadora 1648 puede realizar, por ejemplo, filtrado, normalización, correlación, regulación u otros análisis estadísticos y manipulaciones sobre los valores de las medidas seleccionadas.

5 La FIG. 16B es un diagrama 1620 que muestra una lista ejemplar 1622 de parámetros seleccionables para el icono ejemplar "Subconjunto" 1556 de la FIG. 15. El icono "Subconjunto" 1556 puede proporcionar uno o más atributos o filtros para refinar o modificar de otro modo la información mostrada en el gráfico de superficie 1530. Por ejemplo, la lista 1622 puede incluir un nombre de operador 1616 (por ejemplo, AT&T, Verizon, Sprint, etc.), una o más frecuencias particulares 1626 (por ejemplo, 1,9 GHz), un ancho de banda 1656 (por ejemplo, 3,84 MHz), orígenes de RF (por ejemplo, "Dispositivos móviles" 1636 puede indicar señales de RF que provienen únicamente de dispositivos móviles, "Estación base" 1646 puede indicar señales de RF que provienen únicamente de estaciones base, etc.) u otros atributos. En algunas implementaciones, una vez que se seleccionan uno o más filtros, solo se puede mostrar un subconjunto de los valores de las medidas que satisfacen los criterios del filtro. Como tal, un usuario puede clasificar, comparar, contrastar o de otro modo profundizar la información de uso del espectro inalámbrico medida y realizar un análisis dirigido del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1510.

15 Las FIGS. 16C y 16D son diagramas 1630 y 1640 que muestran cuadros de texto ejemplares 1632 y 1642 asociados con el icono ejemplar "Hora de inicio" 1562 y el icono "Hora de detención" 1564 de la FIG. 15, respectivamente. En algunas implementaciones, los cuadros de texto 1632 y 1642 pueden incluir una hora de inicio predeterminada y una hora de detención predeterminada, respectivamente. En algunas implementaciones, un usuario puede ingresar una hora de inicio particular y la hora de detención usando los cuadros de texto 1632 y 1642, respectivamente. La UI 1500 puede mostrar a continuación un gráfico de superficie 1530 que muestra una serie temporal de valores para la medida del uso del espectro inalámbrico detectado durante el período de tiempo especificado por la hora de inicio y la hora de detención. La serie temporal se puede presentar, por ejemplo, como una secuencia de imágenes en un dispositivo de visualización (por ejemplo, un vídeo). El gráfico de superficie 1530 se puede animar para mostrar líneas de contorno variables 1535 basadas en la evolución temporal subyacente de los valores de la medida. En algunas implementaciones, los iconos de tiempo de reproducción 1566 pueden reproducir, pausar, detener, avanzar rápido, retroceder rápido, avanzar lentamente, retroceder lentamente o reproducir de otro modo el gráfico de superficie 1530 que se superpone a la vista 1520 de la región geográfica 1510.

30 En algunas implementaciones, la UI ejemplar 1500 de la FIG. 15 se puede presentar como una página web, una ventana de programa independiente, una aplicación u otra forma mediante un dispositivo de visualización (por ejemplo, una pantalla, una pantalla táctil, un monitor, etc.) de un dispositivo informático. El dispositivo informático puede incluir un dispositivo portátil (por ejemplo, un teléfono inteligente, una tableta, un teléfono, etc.), un ordenador personal, un dispositivo portátil (por ejemplo, un reloj inteligente, un dispositivo montado en la cabeza, etc.), u otros tipos de dispositivos. La UI 1500 se puede navegar con un teclado, un ratón, una pantalla táctil, un lápiz óptico u otros dispositivos de entrada/salida. En algunas implementaciones, la UI 1500 se puede controlar mediante voz, gestos, movimientos del globo ocular u otras interacciones del usuario.

40 La FIG. 17 es un diagrama 1700 que muestra un dispositivo portátil ejemplar 1705 configurado para mostrar información de uso de espectro inalámbrico para una región geográfica. El dispositivo portátil ejemplar 1705 puede ser un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo informático portátil. El dispositivo portátil ejemplar 1705 incluye un dispositivo de visualización 1715 (por ejemplo, una pantalla táctil) y una cámara (no mostrada). En algunas implementaciones, la cámara del dispositivo portátil 1705 puede proporcionar una vista de cámara en vivo 1720 de una región geográfica 1725. La vista de cámara en vivo 1720 puede incluir, por ejemplo, una imagen en tiempo real o con retardo temporal de la región geográfica 1725.

45 En algunas implementaciones, el dispositivo de visualización 1715 del dispositivo portátil 1705 puede presentar una IU 1710 que indica visualmente el uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1725. La UI 1710 puede ser similar a o diferente de la UI ejemplar 1500 de la FIG. 15. Por ejemplo, la UI 1710 puede incluir un gráfico de superficie 1730 de una medida del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica 1725. La UI 1710 puede incluir diversos iconos de control fáciles de usar 1740 y 1750 para generar y modificar el gráfico de superficie 1730. El gráfico de superficie 1730 puede incluir, por ejemplo, múltiples líneas de contorno 1735 que representan ubicaciones que comparten los mismos valores de la medida. La FIG. 17 muestra el gráfico de superficie 1730 superpuesto a la vista de cámara en vivo 1720 de la región geográfica 1725. En algunas implementaciones, el dispositivo portátil 1705 determina una posición y orientación del dispositivo 1705 basado en tecnologías de GPS y giroscopio. El dispositivo portátil 1705 puede recuperar a continuación información del mapa sobre la ubicación y puede superponer el gráfico de superficie 1730 en un mapa u otra vista de la región geográfica 1725.

55 La FIG. 18 es un diagrama que muestra un dispositivo montado en la cabeza ejemplar 1800 configurado para mostrar información de uso de espectro inalámbrico para una región geográfica. El dispositivo montado en la cabeza ejemplar 1800 puede incluir gafas inteligentes (por ejemplo, Google Glass), un sistema de realidad virtual (por ejemplo, Oculus Rift), un dispositivo de creación de imágenes personales u otros tipos de dispositivos informáticos montados en la cabeza. Como se muestra en la FIG. 18, el dispositivo montado en la cabeza ejemplar 1800 incluye un sistema informático a bordo 1805, un panel táctil 1815, una cámara 1835 y una pantalla 1845. Aunque la FIG. 18 muestra que el dispositivo montado en la cabeza ejemplar 1800 incluye dos lentes 1802 y 1804, en otras implementaciones, el dispositivo montado en la cabeza incluye una o ninguna lente. El dispositivo montado en la cabeza ejemplar 1800

puede incluir componentes adicionales o diferentes. En algunas implementaciones, un dispositivo montado en la cabeza se puede configurar como se muestra en la FIG. 18 o de otra manera adecuada.

En algunos casos, la pantalla 1845 puede incluir una pantalla óptica montada en la cabeza (OHMD). La pantalla 1845 se puede configurar para mostrar información del uso del espectro inalámbrico para una región geográfica. Por ejemplo, la pantalla 1845 puede representar una UI que incluye un gráfico de superficie de una medida del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica. La IU puede ser la IU ejemplar 1500 o 1710 u otras IU. En algunas implementaciones, la pantalla 1845 se puede configurar para superponer el gráfico de superficie en una vista de la región geográfica para formar una vista de realidad aumentada. En algunos casos, una vista de realidad aumentada puede incluir una vista de un entorno del mundo real aumentada o complementada por información generada por ordenador (por ejemplo, imágenes generadas por ordenador), por ejemplo, para mejorar la percepción del espectador de la realidad y mejorar las interacciones del usuario. En algunos casos, una vista de realidad aumentada puede incluir una vista de un entorno de realidad virtual, donde toda la vista comprende información generada por ordenador (por ejemplo, imágenes generadas por ordenador).

En algunas implementaciones, un usuario que usa un dispositivo montado en la cabeza (por ejemplo, un dispositivo montado en la cabeza con una pantalla opaca) puede tener una vista de realidad virtual de una región geográfica, y la pantalla 1845 puede superponer un gráfico de superficie en la vista de realidad virtual de la región geográfica. Por ejemplo, la cámara 1835 del dispositivo montado en la cabeza 1800 puede formar una vista de imagen en vivo de la región geográfica, y la pantalla 1845 puede superponer el gráfico de superficie en la vista de imagen en vivo proporcionada por la cámara 1835. En algunas implementaciones, un usuario que usa el dispositivo montado en la cabeza ejemplar 1800 puede tener una vista a través de la lente de la región geográfica, por ejemplo, mirando a través de la lente 1802 del dispositivo montado en la cabeza 1800, y la pantalla 1845 puede superponer el gráfico de superficie en la vista a través de la lente de la región geográfica. En algunas implementaciones, un usuario que usa un dispositivo montado en la cabeza (por ejemplo, un dispositivo montado en la cabeza sin lente) puede tener una visualización a simple vista de una región geográfica, y la pantalla 1845 puede superponer un gráfico de superficie a la visualización a simple vista de la región geográfica.

El gráfico de superficie de la medida del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica se puede generar, por ejemplo, mediante el sistema informático a bordo 1805. El sistema informático a bordo 1805 puede incluir, por ejemplo, uno o más procesadores, memoria, un sistema GPS u otros componentes. En algunas implementaciones, el sistema informático a bordo 1805 puede determinar una ubicación del usuario que lleva el dispositivo montado en la cabeza 1800, por ejemplo, mediante el sistema GPS, la imagen capturada por la cámara 1835 u otras técnicas de determinación de ubicación (por ejemplo, triangulación basada en señales celulares). En algunas implementaciones, el sistema informático a bordo 1805 puede servir como un sistema de agregación de datos que recibe y agrega datos de uso espectral identificados por los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico ubicados en o cerca de la región geográfica. En algunas implementaciones, el sistema informático a bordo 1805 puede recibir datos agregados de uso espectral transmitidos desde un sistema de agregación de datos. Basado en los datos agregados de uso espectral, el sistema informático a bordo 1805 puede generar el gráfico de superficie de una medida del uso de espectro inalámbrico para la región geográfica.

El usuario puede usar la almohadilla táctil 1815 del dispositivo montado en la cabeza 1800 para crear, modificar, actualizar o controlar la visualización de la información de uso del espectro inalámbrico para la región geográfica.

Algunos modos de realización de la materia objeto y las operaciones descritas en esta memoria descriptiva se pueden implementar en circuitería electrónica digital, o en software, firmware o hardware informático, incluyendo las estructuras divulgadas en esta memoria descriptiva y sus equivalentes estructurales, o en combinaciones de uno o más de ellos. Algunos modos de realización de la materia objeto descritos en esta memoria descriptiva se pueden implementar como uno o más programas informáticos, es decir, uno o más módulos de instrucciones de programas informáticos, codificados en un medio de almacenamiento informático para su ejecución mediante, o para controlar el funcionamiento de, un aparato de procesamiento de datos. Un medio de almacenamiento informático puede ser, o se puede incluir en, un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador, un sustrato de almacenamiento legible por ordenador, una matriz o dispositivo de memoria de acceso aleatorio o en serie, o una combinación de uno o más de ellos. Además, si bien un medio de almacenamiento informático no es una señal propagada, un medio de almacenamiento informático puede ser un origen o destino de instrucciones de programa informático codificadas en una señal propagada generada artificialmente. El medio de almacenamiento informático también puede ser, o estar incluido en, uno o más componentes o medios físicos separados (por ejemplo, múltiples CD, discos u otros dispositivos de almacenamiento).

El término "aparato de procesamiento de datos" abarca todo tipo de aparatos, dispositivos y máquinas para procesar datos, incluyendo a modo de ejemplo un procesador programable, un ordenador, un sistema en un chip, o múltiples chips, o combinaciones de los anteriores. El aparato puede incluir circuitería lógica de propósito especial, por ejemplo, una FPGA (matriz de compuerta programable en campo) o un ASIC (circuito integrado específico de la aplicación). El aparato también puede incluir, además del hardware, código que crea un entorno de ejecución para el programa informático en cuestión, por ejemplo, código que constituye el firmware del procesador, una pila de protocolos, un sistema de gestión de bases de datos, un sistema operativo, un entorno de tiempo de ejecución de plataforma cruzada, una máquina virtual o una combinación de uno o más de ellos. El aparato y el entorno de ejecución pueden realizar

diversas infraestructuras de modelos informáticos diferentes, tales como servicios web, informática distribuida e infraestructuras informáticas en malla.

5 Un programa informático (también conocido como programa, software, aplicación de software, secuencia de comandos o código) se puede escribir en cualquier forma de lenguaje de programación, incluyendo los lenguajes compilados o interpretados, los lenguajes declarativos o de procedimiento. Un programa informático puede, pero no necesariamente, corresponder a un archivo en un sistema de archivos. Un programa se puede almacenar en una parte de un archivo que contiene otros programas o datos (por ejemplo, una o más secuencias de comandos almacenadas en un documento de lenguaje de marcado), en un único archivo dedicado al programa en cuestión o en múltiples archivos coordinados (por ejemplo, archivos que almacenan uno o más módulos, subprogramas o partes de código). Un programa informático se puede desplegar para ejecutarse en un ordenador o en múltiples ordenadores que se localizan en un sitio o se distribuyen en múltiples sitios y están interconectados por una red de comunicación.

10 Algunos de los procesos y flujos lógicos descritos en esta memoria descriptiva pueden ser realizados por uno o más procesadores programables que ejecutan uno o más programas informáticos para realizar acciones operando en datos de entrada y generando salida. Los procesos y flujos lógicos también se pueden realizar por, y el aparato también se puede implementar como, circuitería lógica de propósito especial, por ejemplo, una FPGA (matriz de compuerta programable en campo) o un ASIC (circuito integrado específico de la aplicación).

15 Los procesadores adecuados para la ejecución de un programa informático incluyen, a modo de ejemplo, microprocesadores de propósito general y especial y procesadores de cualquier tipo de ordenador digital. En general, un procesador recibirá instrucciones y datos de una memoria de solo lectura o una memoria de acceso aleatorio o de ambas. Un ordenador incluye un procesador para realizar acciones de acuerdo con las instrucciones y uno o más dispositivos de memoria para almacenar instrucciones y datos. Un ordenador también puede incluir, o estar acoplado operativamente para recibir datos de o transferir datos a, o ambos, uno o más dispositivos de almacenamiento masivo para almacenar datos, por ejemplo, discos magnéticos, magnetoópticos o discos ópticos. Sin embargo, un ordenador no necesita tener dichos dispositivos. Los dispositivos adecuados para almacenar instrucciones y datos de programas informáticos incluyen todas las formas de memoria no volátil, medios y dispositivos de memoria, incluyendo, a modo de ejemplo, dispositivos de memoria semiconductores (por ejemplo, EPROM, EEPROM, dispositivos de memoria flash y otros), discos magnéticos (por ejemplo, discos duros internos, discos extraíbles y otros), discos magnetoópticos y discos CD ROM y DVD-ROM. El procesador y la memoria pueden complementarse mediante o incorporarse en, circuitería lógica de propósito especial.

20 Para proporcionar interacción con un usuario, las operaciones se pueden implementar en un ordenador que tiene un dispositivo de visualización (por ejemplo, un monitor u otro tipo de dispositivo de visualización) para mostrar información al usuario y un teclado y un dispositivo de señalización (por ejemplo, un ratón, una bola de seguimiento, una tableta, una pantalla táctil u otro tipo de dispositivo de señalización) mediante el cual el usuario puede proporcionar información al ordenador. También pueden usarse otros tipos de dispositivos para proporcionar interacción con un usuario; por ejemplo, la retroalimentación proporcionada al usuario puede ser cualquier forma de retroalimentación sensorial, por ejemplo, retroalimentación visual, retroalimentación auditiva o retroalimentación táctil; y la entrada del usuario puede recibirse de cualquier forma, incluyendo entrada acústica, de voz o táctil. Además, un ordenador puede interactuar con un usuario enviando y recibiendo documentos de un dispositivo que usa el usuario; por ejemplo, enviando páginas web a un navegador web en el dispositivo cliente de un usuario en respuesta a las solicitudes recibidas del navegador web.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para mostrar información de uso del espectro inalámbrico, comprendiendo el procedimiento:
 - 5 monitorear el uso del espectro inalámbrico simultáneamente en ubicaciones de monitoreo del espectro inalámbrico perturbadas en una región geográfica (1210, 1310) mediante el funcionamiento de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico distribuidos en la región geográfica (1210, 1310);
 - transmitir, desde cada dispositivo de análisis de espectro inalámbrico, datos de uso espectral identificados por el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico analizando señales de capa física detectadas en su ubicación de monitoreo de espectro inalámbrico;
 - agregar los datos de uso espectral transmitidos desde los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico;
 - 10 generar, mediante el funcionamiento del aparato de procesamiento de datos, un gráfico de superficie (1200, 1300) de una medida del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica (1210, 1310), el gráfico de superficie basado en los datos de uso espectral agregados; y
 - superponer, mediante el funcionamiento de un dispositivo de visualización, el gráfico de superficie en una vista de la región geográfica, indicando visualmente el gráfico de superficie superpuesta valores para la medida del uso del espectro inalámbrico en la región geográfica.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además animar el gráfico de superficie superpuesta para indicar visualmente una serie temporal de valores para la medida del uso del espectro inalámbrico en la región geográfica.
3. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la medida del uso del espectro inalámbrico comprende al menos uno de:
 - 20 una potencia de señales detectadas en un ancho de banda;
 - una potencia de señales detectadas en una o más frecuencias; o
 - una proporción de señal con respecto a ruido de las señales detectadas en una o más frecuencias.
4. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que un dispositivo montado en la cabeza (1800) comprende el dispositivo de visualización (1845), y el gráfico de superficie se superpone en la vista de la región geográfica para formar una vista de realidad aumentada.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el gráfico de superficie se superpone en:
 - una visualización a simple vista de la región geográfica;
 - 30 una vista a través de la lente de la región geográfica, y la vista a través de la lente es proporcionada por una lente del dispositivo montado en la cabeza; o
 - una vista de cámara en vivo de la región geográfica, y la vista de cámara en vivo es proporcionada por una cámara del dispositivo montado en la cabeza.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que un dispositivo portátil (1705) comprende el dispositivo de visualización (1715), y el gráfico de superficie se superpone en la vista de la región geográfica para formar una vista de realidad aumentada.
7. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la vista comprende un mapa de la región geográfica (1210, 1310).
8. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el gráfico de superficie (1200, 1300) comprende al menos uno de un gráfico de estilo de contorno o un gráfico de estilo de temperatura.
9. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el diagrama de superficie (1200, 1300) se basa en el análisis de datos asociados con una o más de las capas más bajas de una red de comunicación.
10. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el gráfico de superficie (1200, 1300) se basa en el análisis de señales de capa física y señales de capa de enlace de datos detectadas en ubicaciones de monitoreo de espectro inalámbrico distribuidas en la región geográfica (1210, 1310).
- 45 11. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, que comprende además visualizar, mediante el funcionamiento del dispositivo de visualización, el gráfico de superficie (1200, 1300) en tiempo real.
12. Un sistema de análisis de espectro inalámbrico (100) que comprende:

- un sistema de comunicación configurado para recibir datos de uso espectral de dispositivos de análisis de espectro inalámbrico (110) en ubicaciones de monitoreo de espectro inalámbrico distribuidas en una región geográfica (1210, 1310), los datos de uso espectral basados en el análisis de señales de capa física detectadas en las ubicaciones de monitoreo de espectro inalámbrico;
- 5 un aparato de procesamiento de datos configurado para generar un gráfico de superficie (1200, 1300) de una medida del uso del espectro inalámbrico para la región geográfica (1210, 1310);
- un dispositivo de visualización configurado para superponer el gráfico de superficie en una vista de la región geográfica, indicando visualmente el gráfico superpuesto valores para la medida del uso del espectro inalámbrico en la región geográfica; y
- 10 dispositivos de análisis de espectro inalámbrico (110) distribuidos en ubicaciones distintas sobre la región geográfica (1210, 1310), los dispositivos de análisis de espectro inalámbrico (110) configurados para monitorear simultáneamente el uso de espectro inalámbrico en cada ubicación distinta;
- 15 cada dispositivo de análisis de espectro inalámbrico (110) configurado para transmitir, desde el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico (110), parámetros de uso espectral identificados por el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico basados en señales inalámbricas detectadas por el dispositivo de análisis de espectro inalámbrico en su ubicación distinta;
- en el que el aparato está configurado para realizar el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

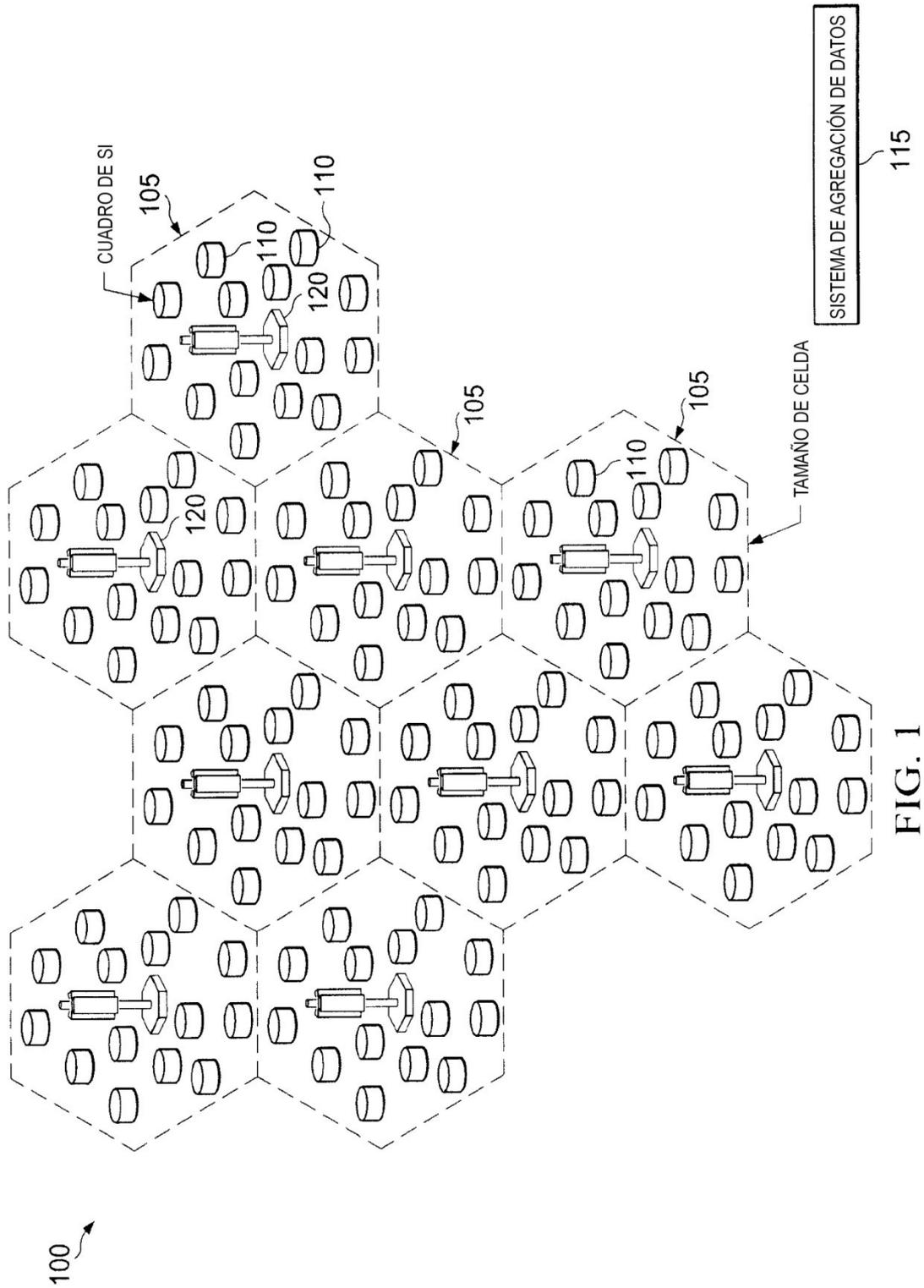


FIG. 1

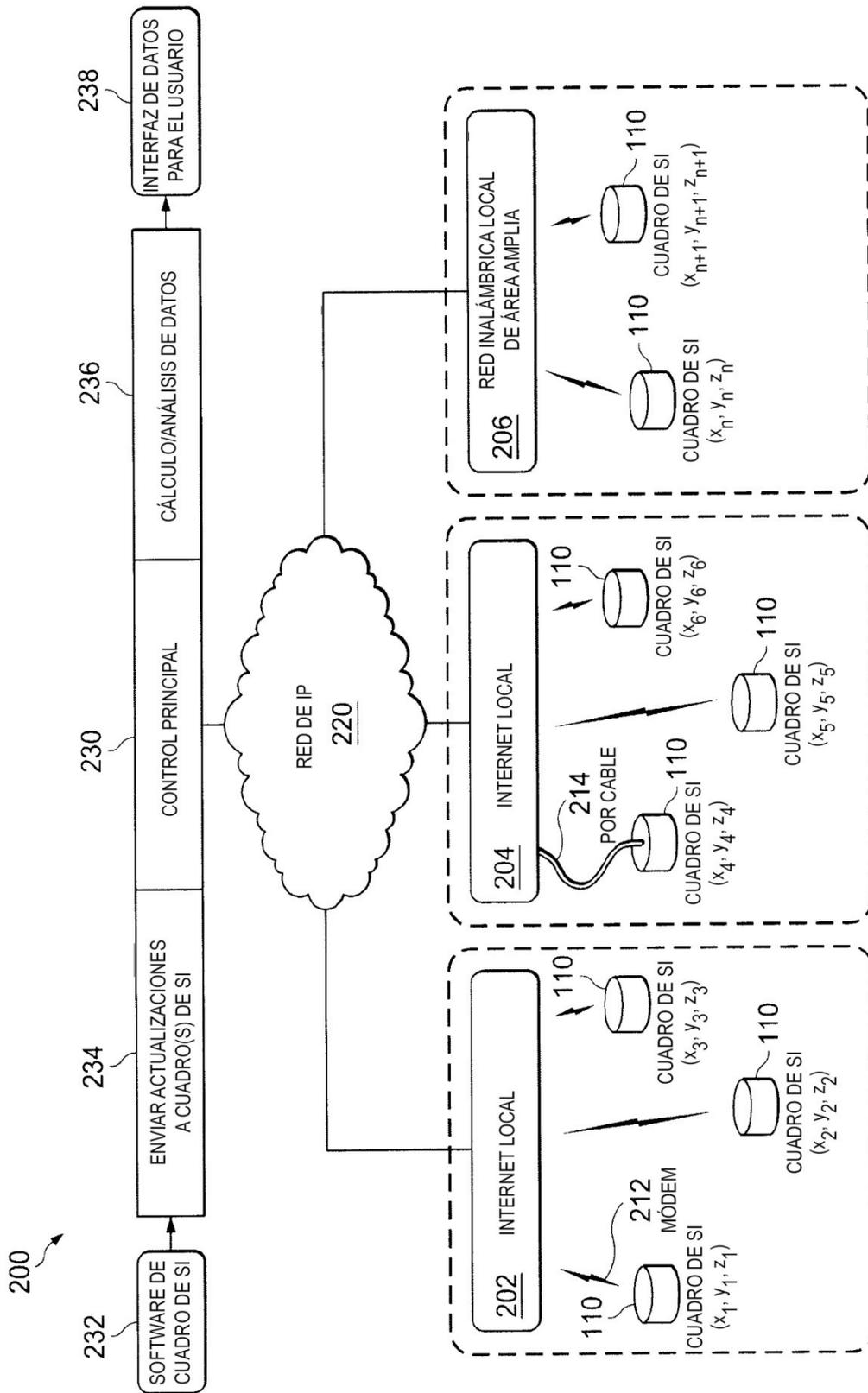


FIG. 2

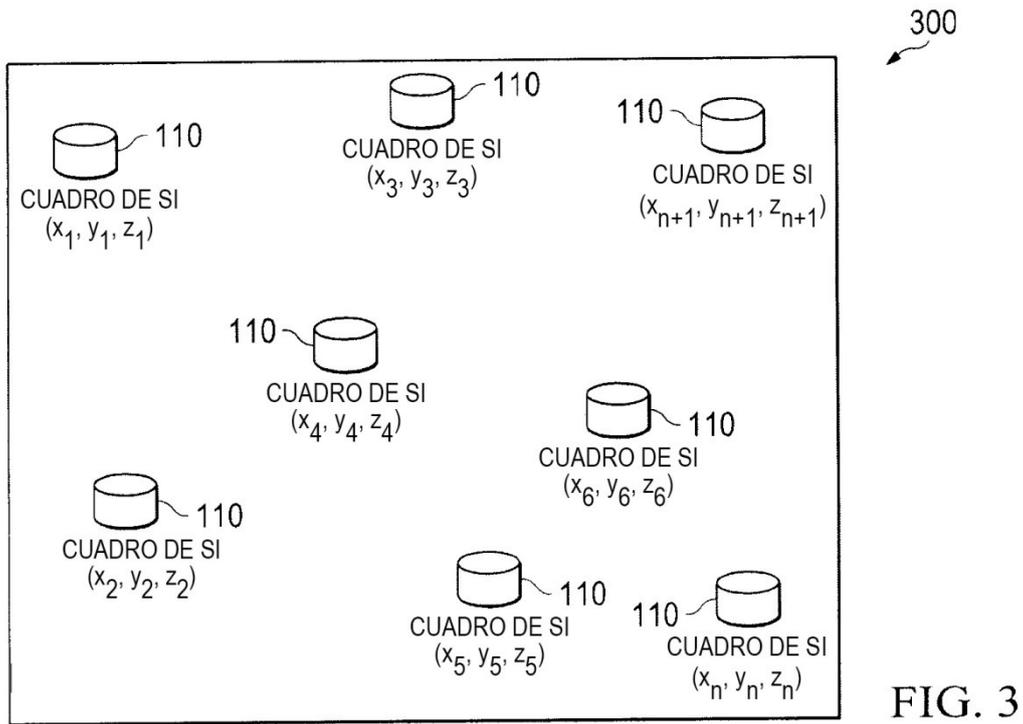


FIG. 3

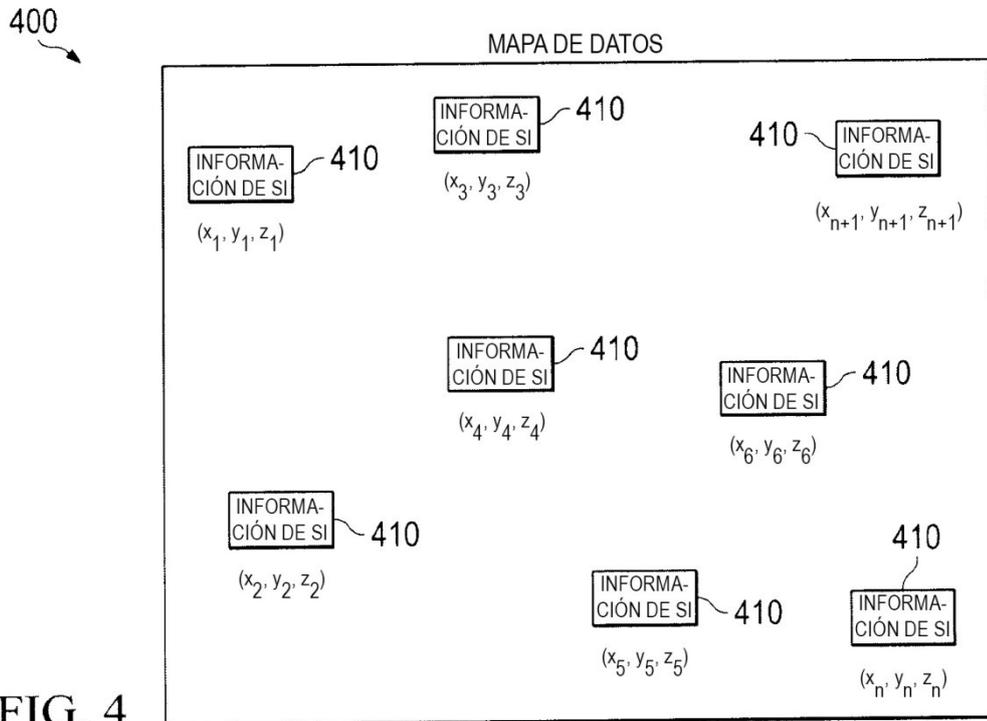


FIG. 4

500

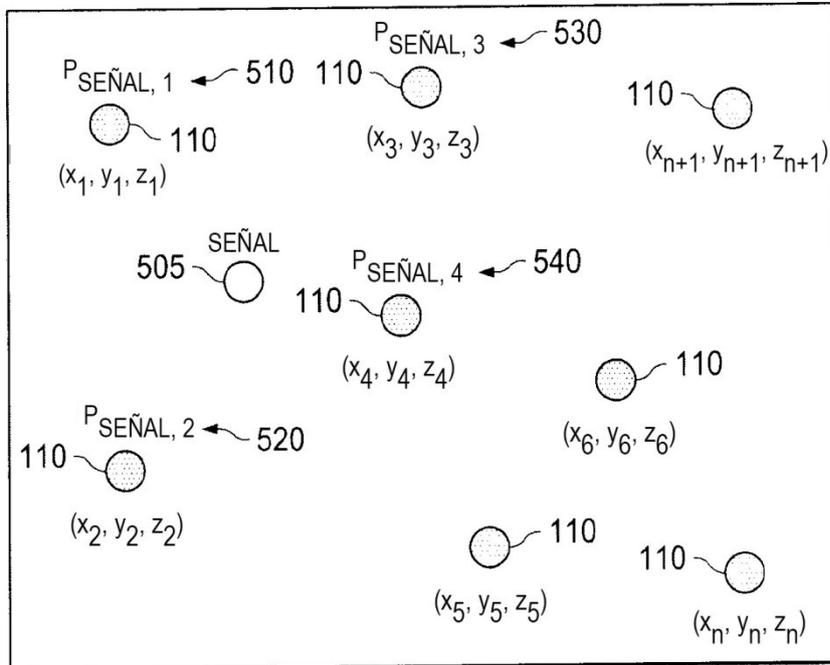


FIG. 5

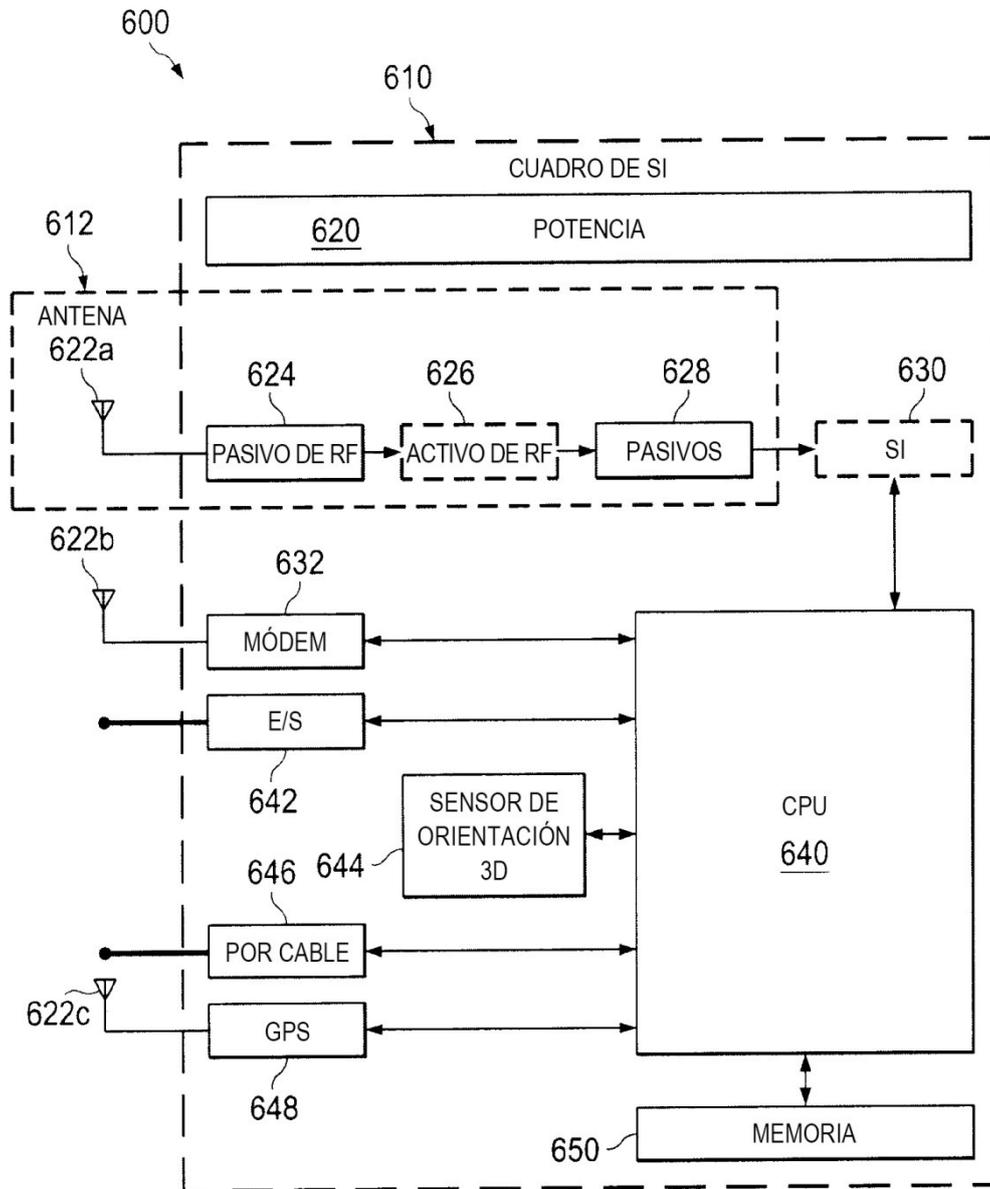


FIG. 6

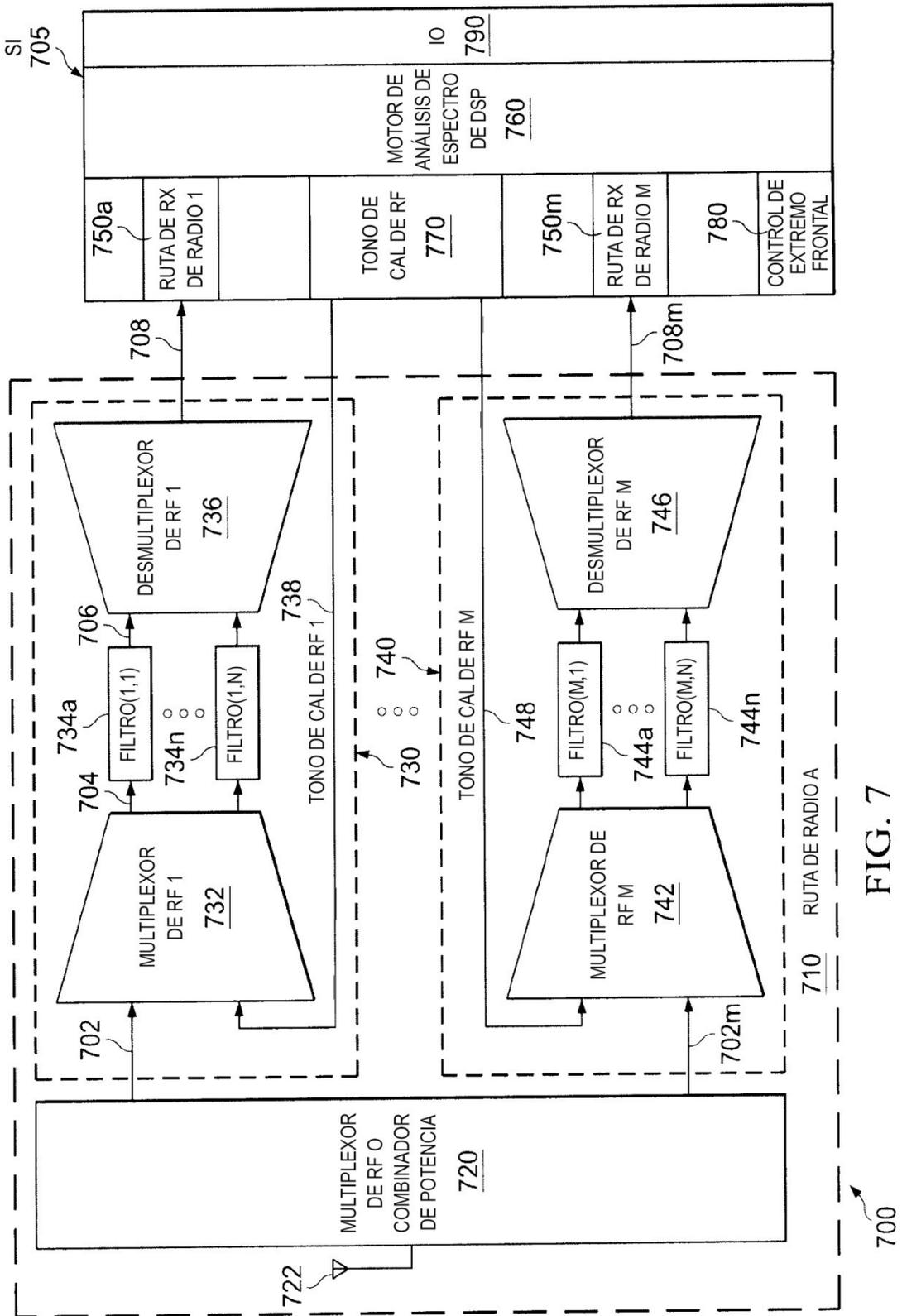


FIG. 7

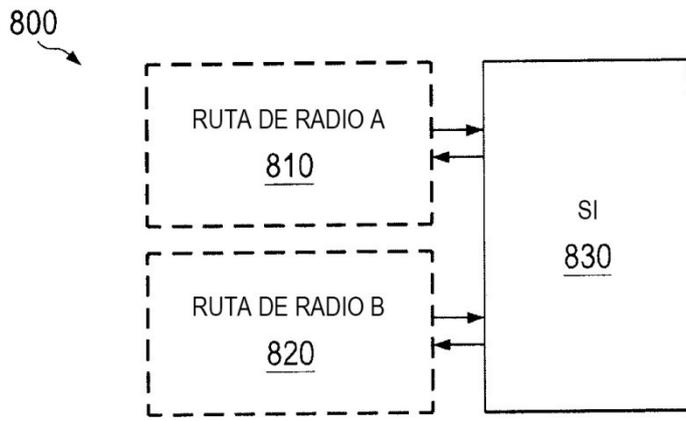


FIG. 8

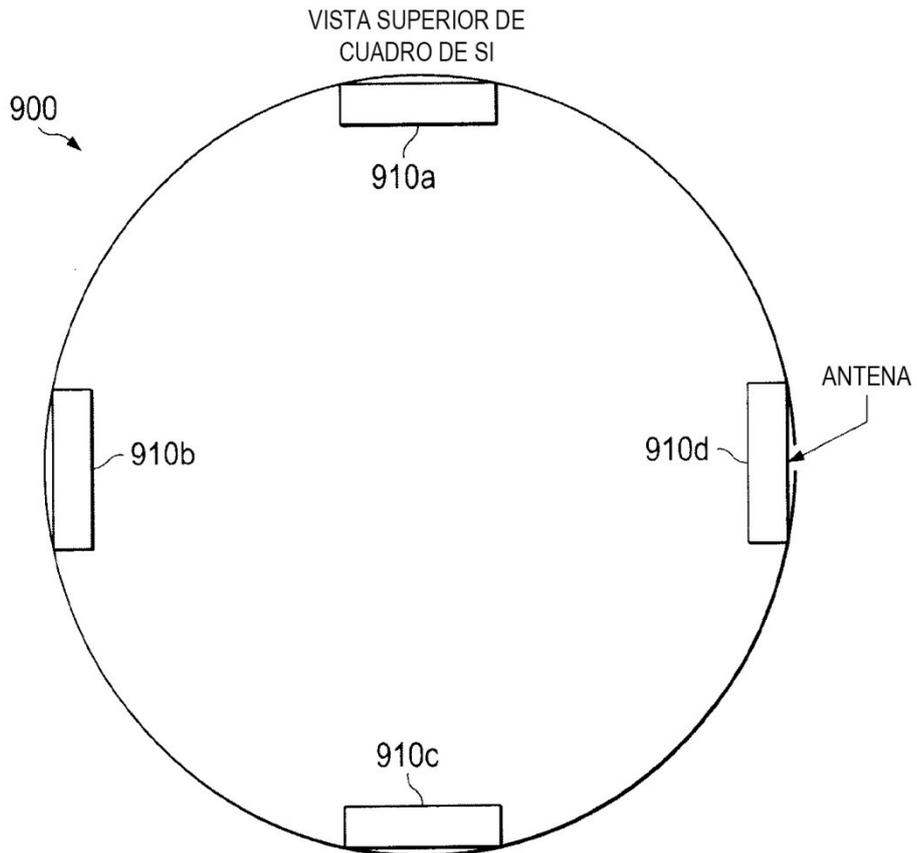


FIG. 9

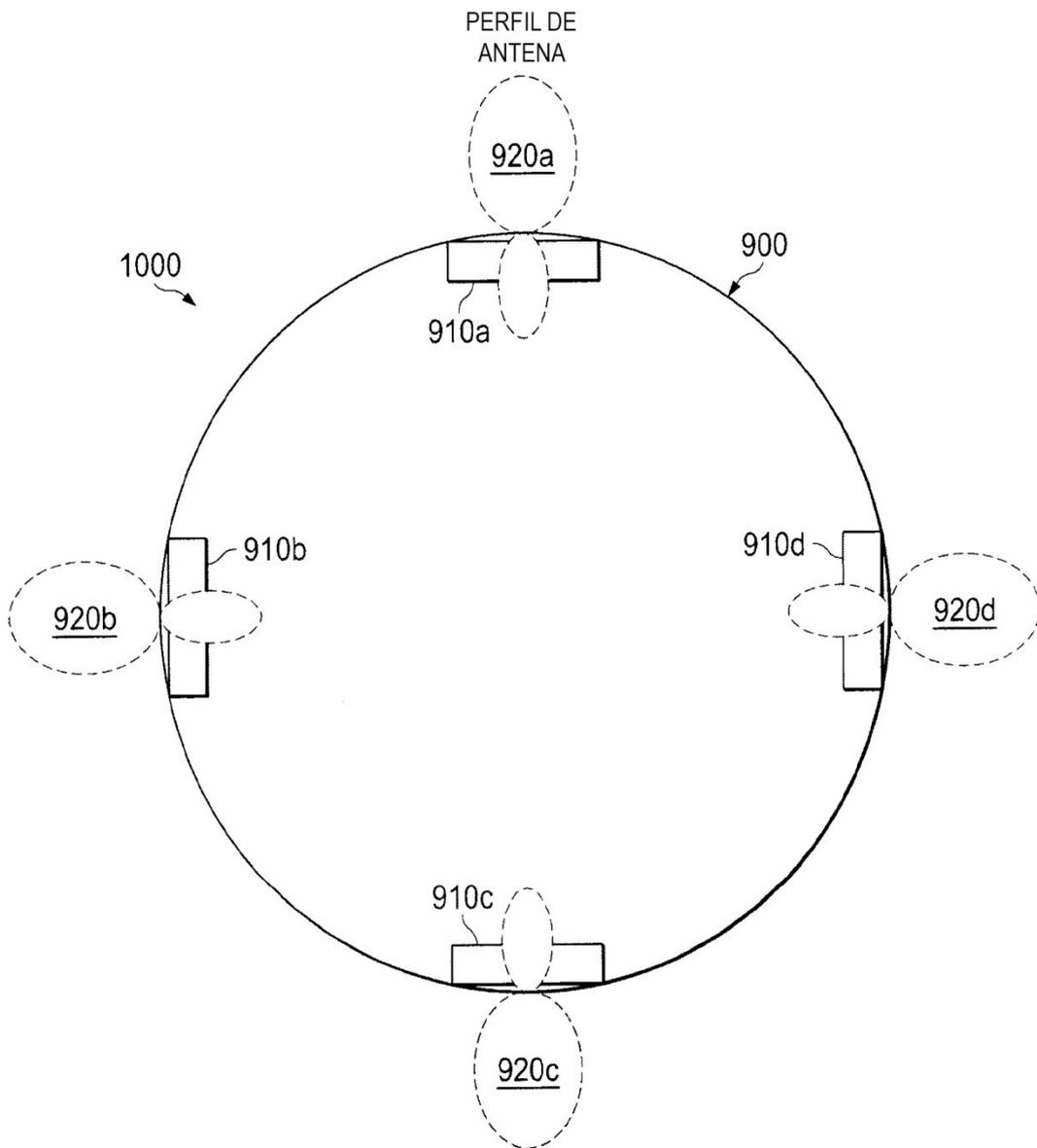


FIG. 10

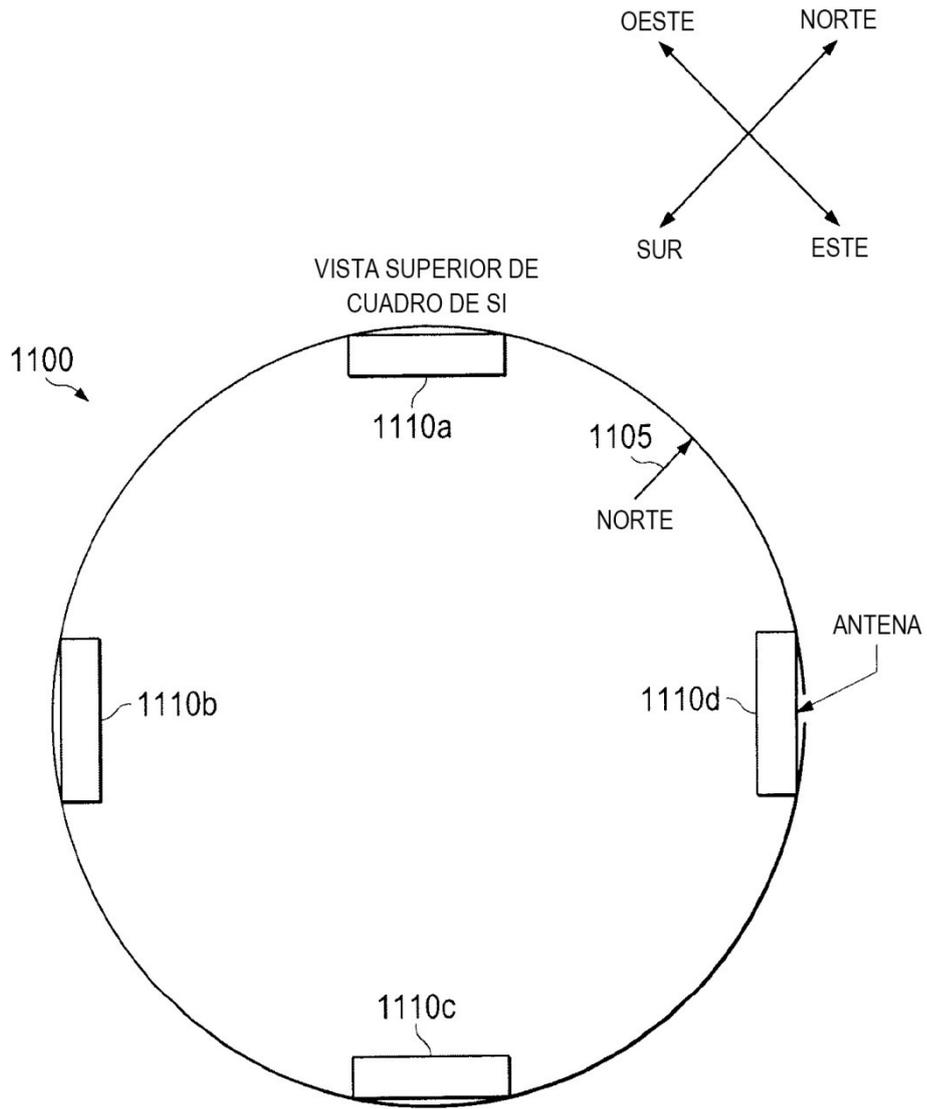
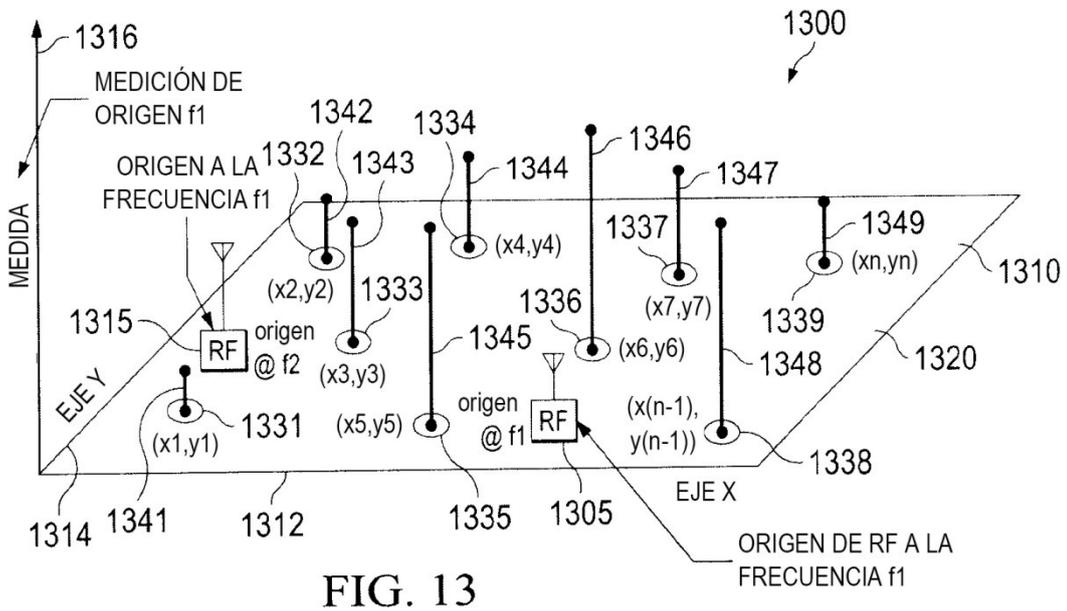
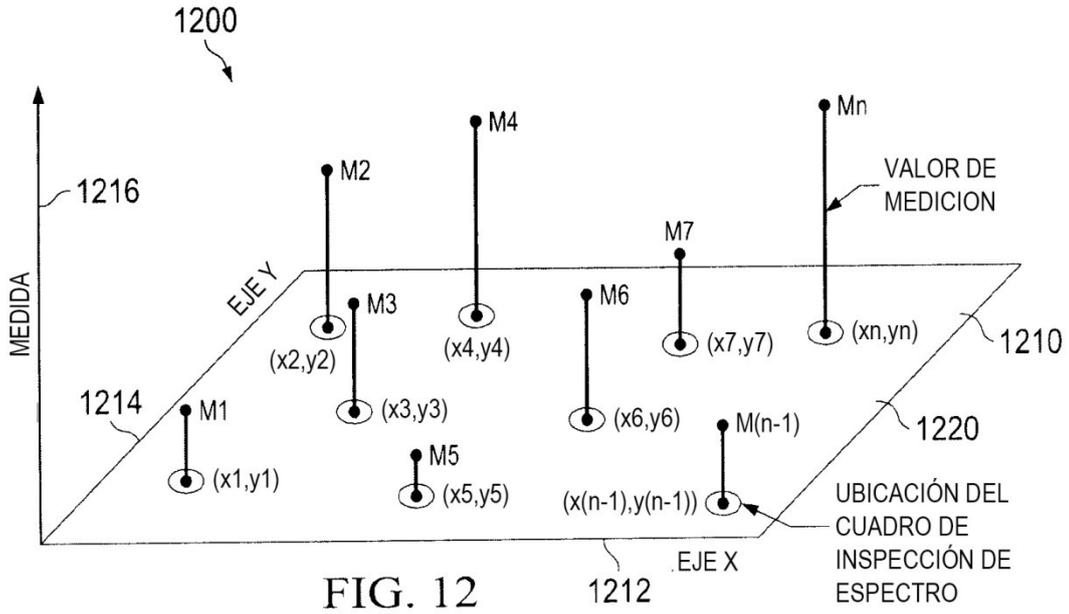


FIG. 11



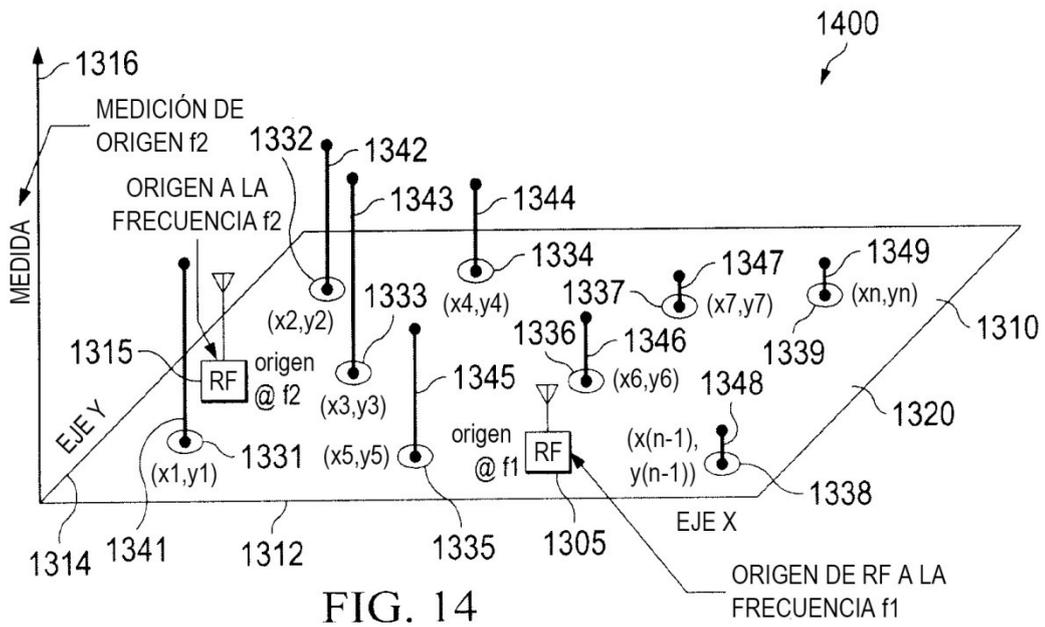


FIG. 14

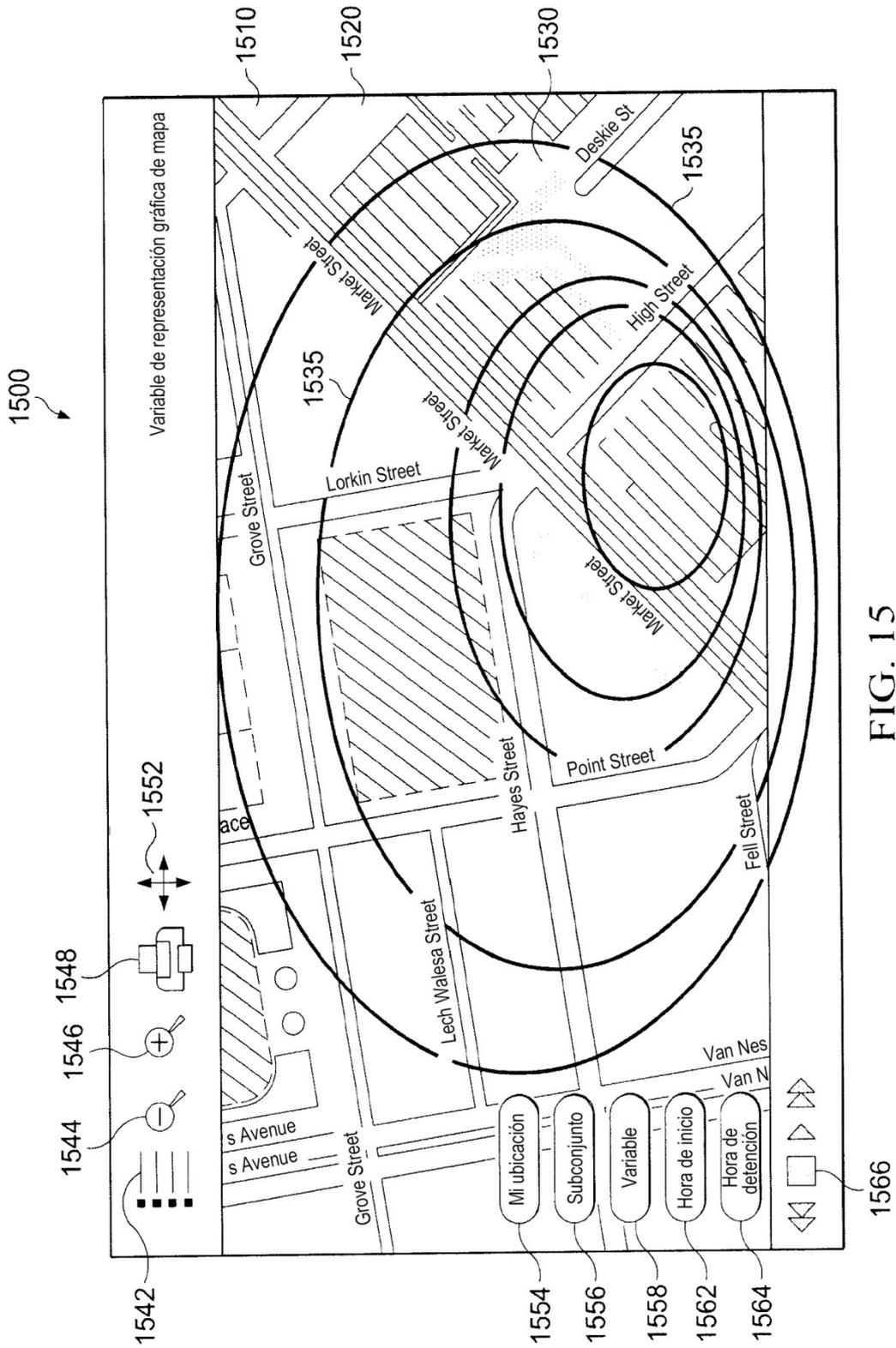


FIG. 15

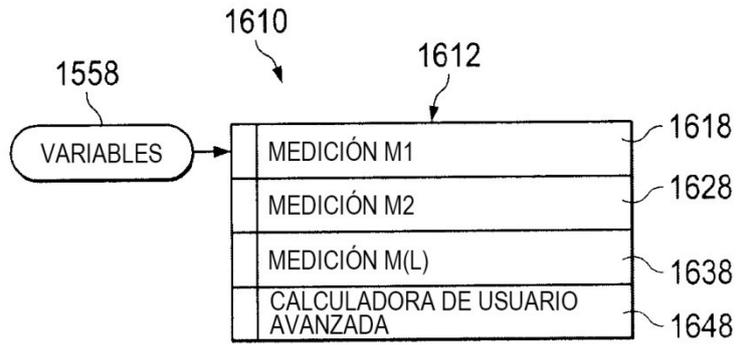


FIG. 16A

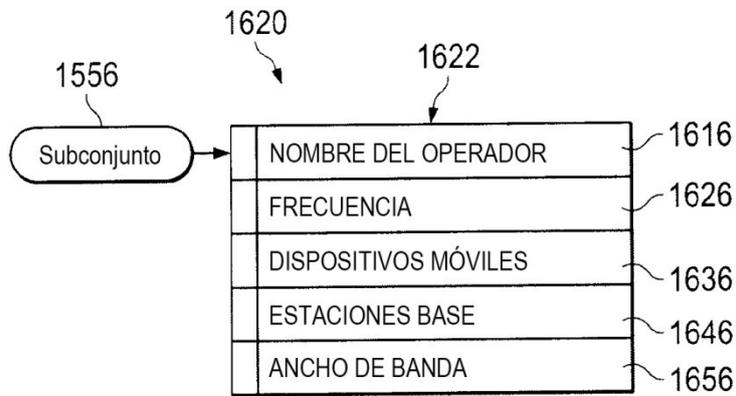


FIG. 16B



FIG. 16C

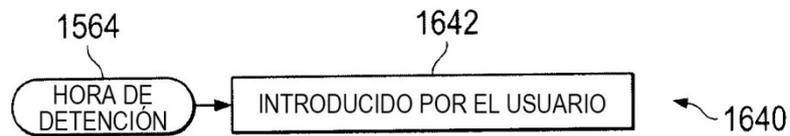


FIG. 16D

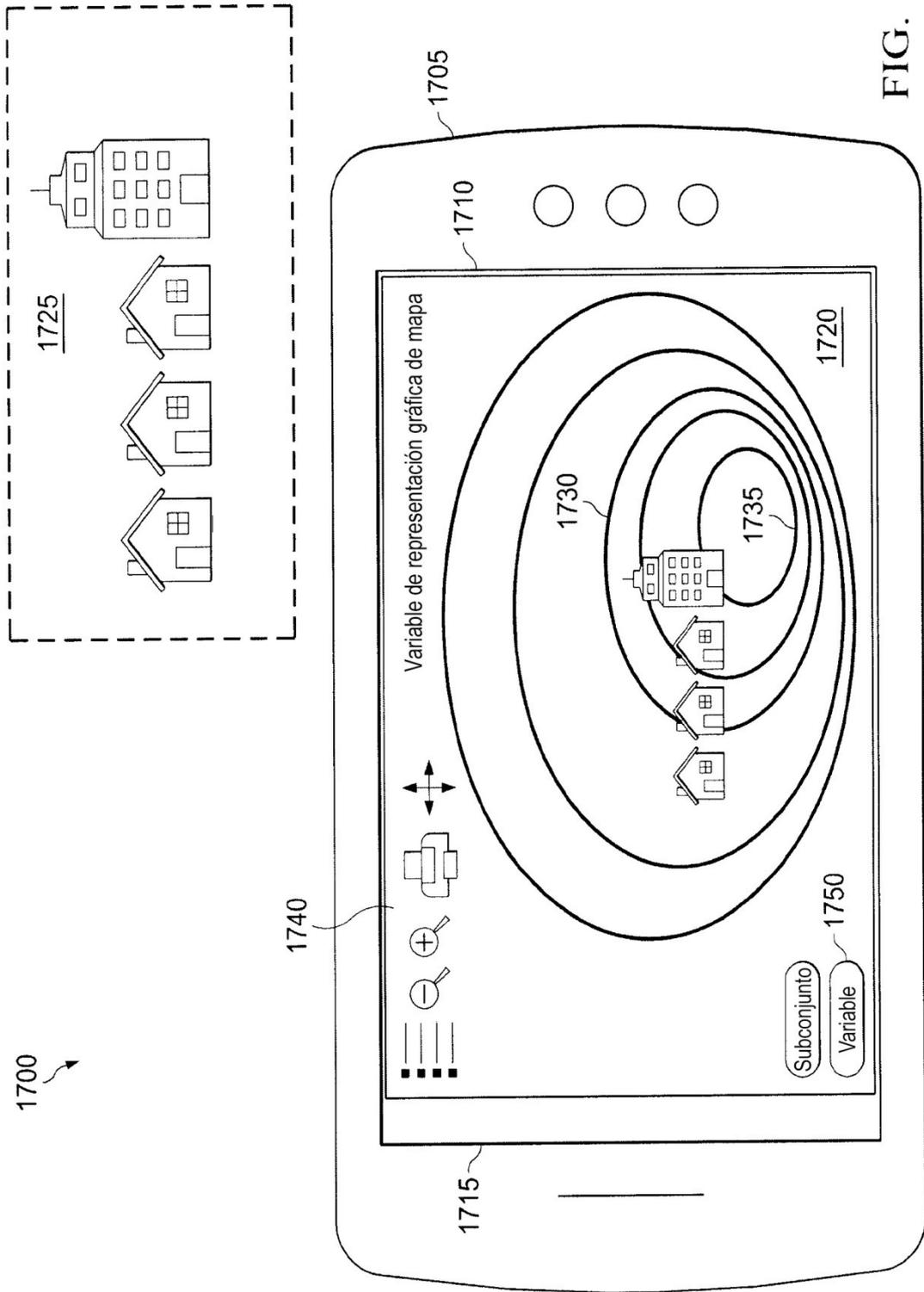


FIG. 17

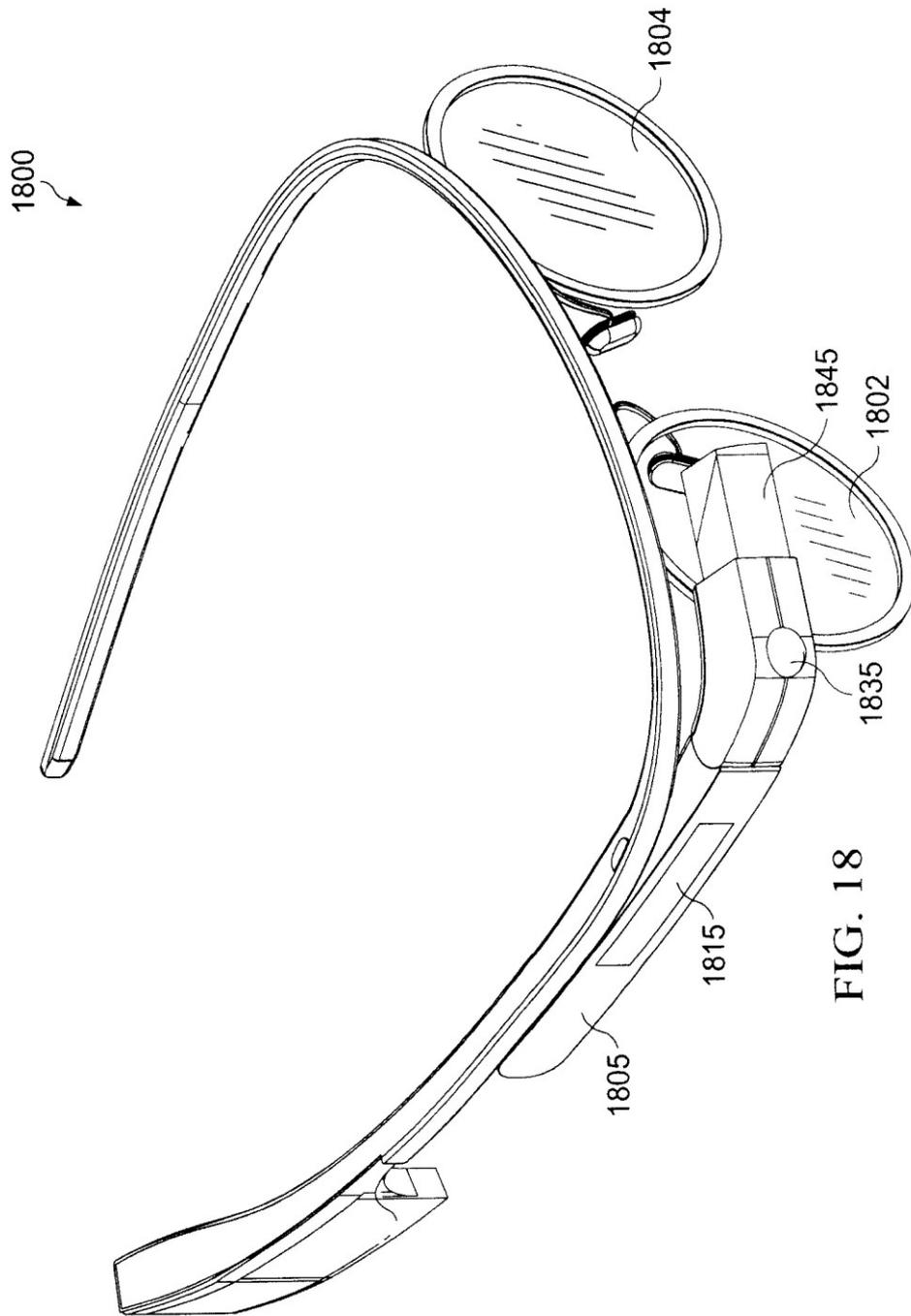


FIG. 18