

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 327**

51 Int. Cl.:

H04W 52/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2011 E 11722966 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 2572538**

54 Título: **Reducción del consumo de energía en modo inactivo para vigilar estaciones bases vecinas**

30 Prioridad:

16.05.2011 US 201113108864
17.05.2010 US 345555 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2014

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration 5775 Morehouse
Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

MOHSENI, JAFAR;
CHILDREN, PHILIP J.;
ROBINSON, NIGEL PHILLIP;
TEBBIT, NICHOLAS J.;
SMITH, CHRISTOPHER J. y
O'SHEA, HELENA DEIRDRE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 446 327 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

Reducción del consumo de energía en modo inactivo para vigilar estaciones bases vecinas

Campo técnico

5 Realizaciones de la presente invención se refieren en general a sistemas de comunicaciones, y más especialmente a la reducción del consumo de energía en modo inactivo, o de disponibilidad, para vigilar estaciones bases vecinas o para otros fines de vigilancia.

Antecedentes

10 Dispositivos electrónicos (teléfonos celulares, módems inalámbricos, ordenadores, reproductores digitales de música, unidades de sistemas de posicionamiento global, agendas digitales, dispositivos de juego, etc.) se han convertido en una parte de la vida diaria. Pequeños dispositivos informáticos son ahora colocados en todas partes desde los automóviles a las cerraduras de cilindro. La complejidad de los dispositivos electrónicos ha aumentado de manera drástica en los últimos años. Por ejemplo, muchos dispositivos electrónicos tienen uno o más procesadores que ayudan a control el dispositivo, así como una serie de circuitos digitales para soportar el procesador y otras partes del dispositivo.

15 Los sistemas de comunicaciones inalámbricos se encuentran ampliamente desplegados para proporcionar diversos tipos de contenidos de comunicación tales como voz, vídeo, datos etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de de acceso múltiple capaces de soportar la comunicación simultánea de múltiples dispositivos de comunicación inalámbricos con una o más estaciones bases.

20 Los dispositivos móviles pueden tener múltiples modos de funcionamiento. Por ejemplo, un dispositivo móvil puede transmitir de manera activa voz o datos sobre un enlace inalámbrico. De manera alternativa, un dispositivo móvil puede estar en modo inactivo, en el que tiene funcionalidad limitada. Como otros dispositivos electrónicos portátiles, los dispositivos móviles pueden tener una vida útil de batería limitada. Por lo tanto, se pueden conseguir ventajas reduciendo el consumo de energía en modo inactivo para vigilar estaciones bases vecinas. El documento GB2358550 divulga un dispositivo celular portátil que mide un parámetro de calidad tal como una intensidad de señal o interferencia para señales asociadas con células cercanas. Las señales de célula están dispuestas en al menos dos grupos de señales de calidad relativamente alta y baja. Las señales de calidad alta son vigiladas a una velocidad de muestreo relativamente alta, las señales de menor calidad son improbablemente candidatas de selección para transferencia de manera que pueden ser vigiladas a una velocidad inferior. La velocidad de muestreo para células vecinas también puede reducirse si las señales recibidas no varían sustancialmente con el tiempo.

30 El documento EP1 161 107A1 divulga que un intervalo de tiempo para medición de intensidad de campo respecto de estaciones bases es controlado, tomando en consideración una tendencia de aumento o reducción de intensidad de campo respecto de las estaciones bases adyacentes a una estación huésped.

El documento WO99/62285 divulga un sistema de gestión de energía para una unidad móvil en el que la frecuencia de exploración de una célula vecina puede ser controlada.

35 Sumario

Las realizaciones de la presente invención como se describe en el presente documento con referencia a las reivindicaciones adjuntas, incluyen en general dispositivos, procedimientos, y sistemas configurados para reducir niveles de consumo de energía en modo inactivo. Típicamente los dispositivos inalámbricos entran en un modo inactivo cuando no comunican de manera activa. Asimismo durante el modo inactivo, el dispositivo inalámbrico puede estar vigilando señales inalámbricas. Esta vigilancia puede causar un uso de energía excesivo o no deseado, y las realizaciones de la presente invención pueden reducir el consumo de energía basándose en una intensidad de señal del dispositivo inalámbrico vecino. Si la intensidad de señal del dispositivo inalámbrico vecino está por encima o por debajo de un umbral, la realización de dispositivo inalámbrico puede modificar (por ejemplo, aumentar o reducir) la frecuencia que usa para vigilar la intensidad de señal del dispositivo inalámbrico vecino. El dispositivo inalámbrico también puede asignar estados o identificadores de estado de frecuencia al dispositivo inalámbrico vecino para hacer un seguimiento de su intensidad de señal. El dispositivo inalámbrico también puede ser configurado para vigilar múltiples vecinos. Además, realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención se resumen a continuación.

50 Se divulga un procedimiento para reducir el consumo de energía en modo inactivo. Se entra en un modo inactivo. Se selecciona una estación base vecina. Si a una estación base vecina seleccionada se asigna un modo de vigilancia de alta frecuencia, se mide una intensidad de señal de la estación base vecina se mide. Se asigna un modo de vigilancia de baja frecuencia a la estación base vecina seleccionada si la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada se ha situado por debajo de un umbral de potencia durante más tiempo que un umbral de tiempo.

55 Si, sin embargo, a la estación base vecina seleccionada se asignada al modo de vigilancia de baja frecuencia, se

puede medir la intensidad de señal de la estación base vecina si es hora de vigilar la intensidad de señal. El modo de vigilancia de alta frecuencia puede ser asignado a la estación base vecina seleccionada si la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada es superior al umbral de potencia.

5 Un número mínimo de vigilancias de potencia puede ser realizado por ciclo de radiomensajería solo si todas las estaciones bases vecinas están en modo de vigilancia de baja frecuencia. Por el contrario, se pueden realizar más del número mínimo de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería si al menos a una estación base vecina se asigna el modo de vigilancia de alta frecuencia.

10 Un temporizador de modo inactivo se puede mantener para cada estación base vecina. La asignación del modo de vigilancia de baja frecuencia puede incluir comparar el temporizador de modo inactivo para la estación base seleccionada con el umbral de tiempo. La asignación del modo de vigilancia de alta frecuencia puede incluir restablecer el temporizador de modo inactivo para la estación base vecina seleccionada si la estación base vecina seleccionada es inferior al umbral de potencia. El umbral de potencia y el umbral de tiempo pueden ser seleccionados para conseguir una reducción de energía en modo inactivo y mantener indicadores de rendimiento durante el funcionamiento. El procedimiento puede ser llevado a cabo en un Sistema Global para un sistema de 15 Comunicaciones Móviles (GSM).

20 Asimismo, se divulga un dispositivo de comunicaciones inalámbrico para reducir el consumo en modo inactivo. El dispositivo de comunicaciones inalámbrico incluye un procesador y una memoria en comunicación electrónica con el procesador. Las instrucciones ejecutables se almacenan en la memoria. Las instrucciones se pueden ejecutar también para entrar en un modo inactivo. Las instrucciones también se pueden ejecutar para seleccionar una estación base vecina. Las instrucciones se puede ejecutar también para, si a la estación base vecina seleccionada se asigna un modo de vigilancia de alta frecuencia, medir una intensidad de señal de la estación base vecina. Las instrucciones también se pueden ejecutar para, si a la estación base vecina seleccionada se asigna un modo de 25 vigilancia de baja frecuencia, asignar un modo de vigilancia de baja frecuencia a la estación base vecina seleccionada si la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada se ha situado por debajo de un umbral de potencia durante más tiempo que un umbral de tiempo.

30 Asimismo, se divulga un dispositivo de comunicación inalámbrico para reducir el consumo en modo inactivo. El dispositivo de comunicación inalámbrico incluye medios para entrar en un modo inactivo. El dispositivo de comunicación inalámbrico incluye también medios para seleccionar una estación base vecina. El dispositivo de comunicación inalámbrico incluye también medios para medir, si a la estación base vecina seleccionada se asigna un modo de vigilancia de alta frecuencia, una intensidad de señal de la estación base vecina. El dispositivo de comunicación inalámbrico también incluye medios para asignar, si a la estación base vecina seleccionada se asigna un modo de vigilancia de alta frecuencia, un modo de vigilancia de baja frecuencia a la estación base vecina seleccionada si la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada se ha situado por debajo de un 35 umbral de potencia durante más tiempo de un umbral de tiempo.

40 Se divulga también un producto de programa informático para reducir el consumo de energía en modo inactivo. El producto de programa informático comprende un medio legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones en el mismo. Las instrucciones incluyen código para hacer que un dispositivo de comunicación inalámbrico entre en un modo inactivo. Las instrucciones también incluyen código para hacer que el dispositivo de comunicación inalámbrico seleccione una estación base vecina. Las instrucciones también incluyen código para hacer que el dispositivo de comunicación inalámbrico mida, si a la estación base vecina seleccionada se asigna un modo de 45 vigilancia de alta frecuencia, una intensidad de señal de la estación base vecina. Las instrucciones también incluyen código para hacer que el dispositivo de comunicación inalámbrico asigne, si a la estación base vecina seleccionada se asigna un modo de vigilancia de alta frecuencia, un modo de vigilancia de baja frecuencia si al intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada se ha situado por debajo de un umbral de potencia durante más tiempo que un umbral de tiempo.

50 Otros aspectos y características de realizaciones de la presente invención se pondrán de manifiesto para el experto en la técnica, al revisar la siguiente descripción de realizaciones específicas a modo de ejemplo de la presente invención conjuntamente con las diversas figuras. Mientras que las características de la presente invención se pueden explicar respecto de ciertas realizaciones y figuras, todas las realizaciones de la presente invención pueden incluir una o más de las características explicadas. Mientras que una o más realizaciones pueden ser explicadas como que tienen ciertas características ventajosas, una o más de tales características también se pueden usar con las otras varias realizaciones explicadas. De manera similar, mientras que realizaciones a modo de ejemplo pueden explicarse a continuación como realizaciones de sistema o procedimiento, se ha de entender que tales realizaciones a modo de ejemplo pueden aplicarse en varios dispositivos, sistemas y procedimientos. De este modo la explicación 55 de una característica con una realización no limita que otras realizaciones posean o incluyan la misma característica.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrico en el que se pueden utilizar los procedimientos y aparatos divulgados en el presente documento.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un transmisor y un receptor en un sistema de

comunicación inalámbrica.

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un diseño de una unidad de recepción y un demodulador en un receptor.

5 La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra formatos de trama y ráfaga de Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) en Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM).

La figura 5 ilustra un espectro de ejemplo en un sistema GSM.

La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema para reducir el consumo de energía en modo inactivo.

10 La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento para reducir el consumo de energía en modo inactivo.

La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de comunicación inalámbrico.

La figura 9A es un diagrama de bloques que ilustra vigilancias de potencia durante ciclos de radiomensajería consecutivos en una configuración con estaciones bases vecinas de baja energía.

15 La figura 9b es un diagrama de bloques que ilustra vigilancias de potencia durante ciclos de radiomensajería consecutivos en una configuración con estaciones bases vecinas de alta energía; y

La figura 10 ilustra ciertos componentes que pueden incluirse dentro de un dispositivo de comunicación inalámbrico.

Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo

20 Cada vez más personas utilizan dispositivos móviles de comunicación, tales como, por ejemplo, teléfonos móviles, no solo para voz, sino también para comunicaciones de datos. En el sistema Global para comunicaciones móviles (GSM)/velocidades de Datos mejoras para Evolución de GSM (EDGE) especificación de Red de acceso radioeléctrico (GERAN), Servicio general de radio por paquetes (GPRS), y GPRS mejorado (EGPRS) proporcionan servicios de datos. Los estándares para GERAN son mantenidos por el 3GPP (Proyecto de asociación de tercera generación). GERAN es una parte de GSM. Más en concreto, GERAN es la parte de radio de GSM/EDGE junto con

25 la red que une las estaciones bases (Las interfaces Ater y Abis) y los controladores de estación base (Interfaces A, etc). GERAN representa el núcleo de una red GSM. Encamina llamadas telefónicas y datos por paquete desde y a la red telefónica conmutada pública (PSTN) e internet a y desde terminales remotos. GERAN es también una parte de redes UMTS/GSM combinadas.

30 Cuando se encuentran en modo inactivo, los dispositivos de comunicación inalámbricos que usan tecnología telefónica inalámbrica de segunda generación (2G) Por ejemplo GSM), pueden vigilar de manera regular la energía de las células vecinas, es decir, la intensidad de señal de estaciones bases vecinas transmisoras. Esto se hace de manera típica cuando el dispositivo de comunicación inalámbrico "se despierta" para descodificar el canal de radiomensajería. La vigilancia de energía puede extraer energía adicional de la batería porque implica un tiempo de funcionamiento adicional para componentes de radiofrecuencia (RF) y componentes de procesamiento de banda

35 base. La vigilancia de energía puede también conducir a alargar el "tiempo despierto" cuando la cantidad del bloque de vigilancia por canal de radiomensajería (PCH) es alta. El consumo de corriente en modo inactivo que afecta al tiempo de espera del dispositivo de comunicación inalámbrico es una medida clave en el diseño y la fabricación.

La figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrico 100 en el que se utilizan los procedimientos y aparato divulgados en el presente documento. El sistema de comunicación inalámbrico 100 incluye múltiples estaciones

40 bases (BS) 102a-c y múltiples dispositivos de comunicación inalámbricos 104a-c. Cada estación base 102a-c proporciona cobertura de comunicación para una zona geográfica particular 106a-c. El término "célula" puede referirse a una estación base 102a-c y/o su zona de cobertura 106a-c, dependiendo del contexto en el que se usa el término.

45 Los componentes de comunicación inalámbricos explicados en el presente documento pueden referirse al uso de la siguiente terminología. Por ejemplo, el término "dispositivo de comunicación inalámbrico" 104a-c se refiere a un dispositivo electrónico que se puede usar para comunicaciones de voz y/o de datos en un sistema de comunicación inalámbrico 100. Ejemplos de dispositivos de comunicación inalámbricos 104a-n incluyen teléfonos celulares agendas digitales (PDA), dispositivos portátiles, módems inalámbricos, ordenadores portátiles, ordenadores personales, etc. Un dispositivo de comunicación inalámbrico 104a-n puede denominarse de manera alternativa

50 terminal de acceso, terminal móvil, estación móvil, estación remota, terminal de usuario, terminal, unidad de abonado, estación de abonado, dispositivo móvil, dispositivo inalámbrico, equipo de usuario (UE) o alguna otra terminología similar. El término "estación base" 102a-c se refiere a una estación de comunicación inalámbrica que está instalada en una ubicación fija y se usa para comunicar con dispositivos de comunicación inalámbricos 104a-n. Una estación base 102a-c puede de manera alternativa denominarse punto de acceso, Nodo B, Nodo B

55 evolucionado o alguna otra terminología similar.

Para mejorar la capacidad del sistema, se puede dividir una zona de cobertura 106a-c de estación base 102a-c en múltiples zonas menores, por ejemplo, tres zonas menores 108a, 108b y 108c. Cada zona menor 108a, 108b, 108c puede ser atendida por una estación transceptora base (BTS). El término "sector" puede referirse a una BTS y/o su zona de cobertura 108a-c dependiendo del contexto en el que se usa el término. Para una célula sectorizada, las

60 BTS para todos los sectores de esa célula están típicamente colocadas dentro de la estación base 102 para la célula.

Los dispositivos de comunicación inalámbrico 104a-n están típicamente dispersas a través de todo el sistema 100. Un dispositivo de comunicación inalámbrico 104a-n comunica con cero, uno o múltiples estaciones bases 102a-c en el enlace descendente y/o enlace ascendente en cualquier momento dado.

5 Para una arquitectura centralizada, un controlador de sistema 110 puede acoplarse a las estaciones bases 102a-c y proporcionan coordinación y control para las estaciones bases 102a-c. El controlador de sistema 110 puede ser una única entidad de red o una colección de entidades de red. Para una arquitectura distribuida, la estaciones bases 102a-c pueden comunicar entre sí según sea necesario.

10 La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un transmisor 218 y un receptor 250 en un sistema de comunicación inalámbrico. Para el enlace descendente, el transmisor 218 puede ser parte de una estación base 102a-c, y el receptor 250 puede ser parte de un dispositivo de comunicación inalámbrico 104a-n. Para el enlace ascendente, el transmisor 218 puede ser parte de un dispositivo de comunicación inalámbrico 104a-n, y el receptor 250 puede ser parte de una estación base 102a-c.

15 En el transmisor 218, un procesador de datos de transmisión (TX) 220 recibe y procesa (por ejemplo, formatea, codifica e entrelaza) datos 274 y proporciona datos codificados. Un modulador 230 lleva a cabo la modulación en los datos codificados y proporciona una señal modulada. El modulador 230 puede llevar a cabo modulación por desplazamiento mínimo gaussiano (GMSK) para GSM, modulación de desplazamiento de fase 8-aria (8-PSK) para velocidades de Datos Mejorados para Evolución global (EDGE), etc., GMSK es un protocolo de modulación de fase continua, mientras que 8-PSK es un protocolo de modulación digital. Una unidad de transmisión (TMTR) 232 condiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y convierte en sentido ascendente) la señal modulada y genera una señal RF modulada, que se transmite por una antena 234.

20 En el receptor 250, una antena 252 recibe señales RF moduladas del transmisor 218 y otros transmisores. La antena 252 puede proporcionar una señal RF recibida a una unidad de recepción (RCVR) 254. La unidad de recepción 254 condiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y convierte en sentido descendente) la señal RF recibida, digitaliza la señal condicionada, y proporciona muestras. Un demodulador 260 procesa las muestras como se describe más adelante y proporciona datos desmodulados. Un procesador de datos de recepción (RX) 270 procesa (por ejemplo, desentrelaza y descodifica) los datos desmodulados y proporciona datos descodificados 272. En general, el procesamiento por demodulador 260 y el procesador de datos RX 270 son complementarios del procesamiento por modulador 230 y el procesador de datos TX 220, respectivamente, en el transmisor 218.

30 Los controladores 240 y 280 dirigen la operación en el transmisor 218 y el receptor 250, respectivamente. La memoria 242 y 282 pueden almacenar códigos de programa en forma de software de ordenador y datos usados por el transmisor 218 y el receptor 250, respectivamente.

35 La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un diseño de una unidad de recepción 354 y un demodulador 360 en un receptor 350. Dentro de la unidad de recepción 354, una cadena de recepción 340 procesa la señal RF recibida y proporciona I señales de banda base (I_{bb}) 339 y Q señales de banda base (Q_{bb}) 343. La cadena de recepción 340 puede llevar a cabo amplificación de ruido bajo, filtrado analógico, conversión descendente en cuadratura, etc. Un convertidor analógico a digital (ADC) 342 digitaliza I_{bb} 339 y Q_{bb} 343 a una velocidad de muestreo de f_{adc} usando un reloj de muestreo 341 y proporciona muestras de entrada, que se indica como I_{adc} 345 y Q_{adc} 347. En general, la velocidad de muestreo ADC f_{adc} puede estar relacionada con la velocidad de símbolo f_{sym} por cualquier factor de número entero o factor de número no entero.

40 Dentro del demodulador 360, un preprocesador 320 lleva a cabo el preprocesamiento en I_{adc} 345 y Q_{adc} 347 de ADC 342. Por ejemplo, un preprocesador 320 puede eliminar la desviación de corriente continua (CC), eliminar la desviación de frecuencia, etc. Un filtro de entrada 322 puede filtrar las muestras des preprocesador 320 y proporciona I y Q muestras de entrada, que se indican como I_{in} 349 y Q_{in} 351. El filtro de entrada 322 puede filtrar I_{in} 349 y Q_{in} 351 para suprimir imágenes que resultan del muestreo por el ADC 342 así como dispositivos de interferencia de frecuencia. El filtro de entrada 322 puede también llevar a cabo conversión de velocidad de muestras, por ejemplo de sobremuestreo de 24X a sobremuestreo de 2X. Un filtro de datos 324 puede filtrar I_{in} 349 y Q_{in} 351 del filtro de entrada 322 basándose en otra respuesta de frecuencia y proporciona muestras I y Q de salida, que se indican como I_{out} 353 y Q_{out} 355. Los filtros 322 y 324 se pueden aplicar con filtros de respuesta infinita al impulso (FIR), filtro de respuesta infinita al impulso (IIR) o filtros de otro tipo. Las respuestas de frecuencia de los filtros 322 y 324 pueden ser seleccionadas para conseguir un buen rendimiento. En un diseño, la respuesta de frecuencia de los filtros 322 es fija, y la respuesta de frecuencia del filtro 324 es configurable.

50 Un detector de interferencia de canal adyacente (ACI) 330 puede recibir las muestras I y Q de entrada del filtro de entrada 322, detecta ACI en la señal RF recibida y proporciona un indicador ACI 328 al filtro 324. El indicador ACI 328 puede indicar si o no ACI está presente y, si está presente, si ACI es debido al mayor canal RF centrado en +200 KHz y /o el menor canal RF centrado en -200 KHz. El filtro de respuesta de frecuencia 324 puede ajustarse basándose en el indicador ACI 328, como se describe más adelante, para conseguir un buen rendimiento.

Un ecualizador/detector 326 recibe I_{out} y Q_{out} 355 del filtro 324 y lleva a cabo igualación, filtración emparejada, detección y/u otro procesamiento en estas muestras. Por ejemplo, el igualador/detector 326 puede aplicar un

estimador de secuencia de máxima verosimilitud (MLSE) que determina una secuencia de símbolos que lo más probable es que haya sido transmitida debido a una secuencia de I_{out} 353 y Q_{out} 355 y una estimación de canal.

El sistema global para comunicaciones móviles (GSM) es un estándar generalizado en comunicación celular, inalámbrica. GSM emplea una combinación de Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) con el fin de compartir el recurso de espectro. Las redes GSM operan típicamente en un número de bandas de frecuencia. Por ejemplo, para comunicación de enlace ascendente GSM-900 usa comúnmente un espectro de radio en las bandas de 890-915 MHz (estación móvil a estación transceptora base). Para comunicación de enlace descendente, GSM 900 usa bandas de 935-960 MHz (estación base de estación móvil). Además, cada banda de frecuencia está dividida en 200 kHz frecuencias portadoras que proporcionan 124 canales RF espaciado a 200 kHz. GSM-1900 usa las bandas de 1.850-1.910 MHz para el enlace ascendente y bandas de 1.930-1.990 MHz para el enlace descendente. Como para GSM 900, FDMA divide el espectro tanto para enlace ascendente como para el enlace descendente en frecuencias portadoras anchas de 200 kHz. Asimismo, GSM-850 usa las bandas de 824-849 para el enlace ascendente y bandas de 869-894 MHz para el enlace descendente, mientras que GSM-1.900 usa las bandas 1.710-1.785 MHz para el enlace ascendente y las bandas 1.805-1.880 MHz para el enlace descendente.

Un ejemplo de un sistema GSM existente se identifica en el documento de especificaciones técnicas -GPP TS 45.002 V4.8.0 (2003-06) titulado "Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Multiplexing and multiple Access on the radio path (Release 4)," publicado por la organización de establecimiento de estándares del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP).

Cada canal en GSM es identificado por un canal específico de radiofrecuencia absoluto (ARFCN). Por ejemplo, ARFCN 1 – 124 están asignados a los canales de GSM 900, mientras que ARFCN 512-810 están asignados a los canales de GSM 1900. Asimismo, ARFCN 128-251 están asignados a los canales de GSM 850, mientras que ARFCN 512-885 están asignados a los canales de GSM 1.800. Asimismo, a cada estación base 102 está asignado una o más frecuencias portadoras. Cada frecuencia portadora está dividida en ocho ranuras de tiempo (que están etiquetadas como ranuras de tiempo 0 a 7) que usan TDMA, de manera que ocho ranuras de tiempo consecutivas forman una trama TDMA con una duración de 4.615 ms. Un canal físico ocupa una ranura de tiempo dentro de una trama TDMA. A cada dispositivo/usuario inalámbrico activo se asigna uno o más índices de ranura de tiempo para la duración de una llamada. Los datos específicos de usuario para cada dispositivo inalámbrico son enviados en la(s) ranura(s) de tiempo asignada(s) a ese dispositivo inalámbrico y en las tramas TDMA usadas para los canales de tráfico.

Cada ranura de tiempo dentro de una trama se denomina también como "ráfaga" en GSM. Cada ráfaga incluye dos campos de cola, dos campos de datos, un campo de secuencia de entrenamiento (midámbulo) y un tiempo de guardia (GP). El número de símbolos en cada campo se muestra en el interior de los paréntesis. Una ráfaga incluye 148 símbolos para los campos de cola, datos y midámbulo. No se envía ningún símbolo en el tiempo de guardia. Las tramas TDMA de una frecuencia portadora particular están numeradas y formadas por grupos de 26 o 51 tramas TDMA denominadas multitramas.

La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra la trama y 430 y la ráfaga 434 de Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) en el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). La línea de tiempo para transmisión GSM puede dividirse en multitramas 432. En una configuración, cada multitrama 432 puede incluir 26 tramas TDMA 430, que están etiquetadas como tramas TDMA 0 a 25. De las 26 tramas TDMA 430m 24 pueden ser tramas TDMA para canales de tráfico 436 (es decir, tramas TDMA 0 a 11 y 13 a 24 de cada multitrama). Además, una trama TDMA 438 puede ser para canales de control (es decir, trama TDMA 12). La trama TDMA 25 puede ser una trama TDMA inactiva 439, que es usada por los dispositivos inalámbricos para realizar mediciones para estaciones base vecinas 102. Cada trama TDMA 430 puede incluir 8 ráfagas TDMA 434. Cada ráfaga TDMA 434 puede llenar una de ocho ranuras de tiempo 435 en una trama TDMA 430 y puede incluir bits de cola, bits de datos, bits de midámbulo y bits de tiempo de guardia (GP).

La figura 5 ilustra un espectro de ejemplo en un sistema GSM. En este ejemplo, cinco señales RF moduladas se transmiten sobre cinco canales RF 540a-e que están separadas por 200 KHz. El canal RF de interés 540c se muestra con una frecuencia central de 0 Hz. Los dos canales RF adyacentes 540b, 540d tienen frecuencias centrales que son +200 KHz y -200 KHz a partir de la frecuencia central del canal RF deseado 540c. Los dos siguientes canales RF más cercanos 540a, 540e (que se denominan bloqueadores o canales RF no adyacentes) tienen frecuencias centrales que son +400 KHz y -400 KHz a partir de la frecuencia central del canal RF deseado 540c. Puede haber otros canales RF en el espectro, que no se muestran en la figura 5 por razones de simplicidad. Los canales no deseados 540a-b, 540d-e pueden llevar interferencia de canales adyacentes (ACI) respecto del canal deseado 540c. En GSM, se genera una señal RF modulada con una velocidad de símbolo de $f_{sym} = 13.000 / 40 = 270,8$ kilosímbolos/segundo (Ksps) y tiene un ancho de banda de -3 db de hasta +/- 135 KHz. Las señales RF moduladas en canales RF adyacentes 540 puede de este modo solaparse entre sí en los bordes, como se muestra en la figura 5.

Se pueden usar uno o más esquemas de modulación en GSM para comunicar información tal como voz, datos y/o

información de control. Ejemplo de los esquemas de modulación pueden incluir GMSK (modulación por desplazamiento mínimo gaussiano) M-aria QAM (modulación de amplitud en cuadratura) o M-aria PSK (modulación por desplazamiento de fase), donde $M=2^n$, siendo n el número de bits codificados dentro de un periodo de símbolos para un esquema de modulación especificado. GMSK es un esquema de modulación binaria de envoltura constante que permite la transmisión en bruto a una velocidad máxima de 270,83 kilobits por segundo (Kbps).

GSM es eficiente para servicios de voz estándares. Sin embargo, los servicios de datos y audios de alta fidelidad desean mayores velocidades de transmisión de datos debido a la mayor demanda de capacidad para transferir tanto servicios de voz como servicios de datos. Para aumentar la capacidad, los estándares de Servicio general de radio por paquetes (GPRS), EDGE (Velocidades de datos mejoradas para evolución de GSM) y UMTS (Sistema universal de telecomunicaciones móviles) han sido adoptados en sistemas GSM.

El Servicio general de radio por paquetes (GPRS) es un servicio no vocal. Este permite que la información sea enviada y recibida a través de una red telefónica móvil. Complementa los Datos conmutados de circuito (CSD) y el Servicio de mensajes cortos (SMS). GPRS emplea los mismos esquemas de modulación que GSM. GPRS permite que una trama completa (las ocho ranuras de tiempo) sea utilizada por una única estación móvil al mismo tiempo. De este modo, se pueden conseguir mayores velocidades de transmisión de datos.

EDGE utiliza tanto la modulación GMSK como la modulación 8-PSK. El tipo de modulación puede cambiarse de ráfaga a ráfaga. La modulación 8-PSK en EDGE es una modulación de fase de 8 niveles lineal con rotación $3\pi/8$, mientras que GMSK es una modulación de frecuencia en forma de pulso gaussiano no lineal. Sin embargo, la modulación GMSK específica usada en GSM se puede aproximar con una modulación lineal (es decir modulación de fase de dos niveles con una rotación $\pi/2$). El pulso de símbolo de GSMK aproximado y el pulso de símbolo de 8-PSK son idénticos.

En GSM/EDGE, ráfagas de frecuencia (FB) son enviadas de manera regular por la estación base (BS) 102 para permitir que las estaciones móviles (MS) sincronicen su oscilador local (LO) a la estación base 102 LO, usando corrección y estimación de desviación de frecuencia. Estas ráfagas comprenden un único tono que corresponde a la secuencia de entrenamiento y toda la carga útil "0". Toda la carga útil cero de la ráfaga de frecuencia es una señal de frecuencia constante, o una ráfaga de tono único. Cuando se encuentra en modo de energía, el terminal remoto busca de manera continua una ráfaga de frecuencia de una lista de portadoras. Al detectar una ráfaga de frecuencia, la MS estimará la desviación de frecuencia respecto de su frecuencia nominal, que es de 67,7 KHz desde la portadora. El LO de MS se corregirá usando esta desviación de frecuencia estimada.

La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema 600 para reducir el consumo de energía en modo inactivo. El sistema 600 puede incluir un dispositivo de comunicación inalámbrica 602 que comunica con una estación base de servicio y uno o más de los componentes explicados anteriormente. La estación base de servicio 604 puede comunicar con un controlador de estación base (BSC) 607 (también denominado controlador de red de radio o función de control de paquetes). El controlador de estación base 607 puede comunicar con un controlador de estación base (MSC) 608, un nodo de servicio de datos en paquetes (PDSN) 610 o función de interconexión de redes (IWF), una red telefónica conmutada pública (PSTN) 614 (típicamente una compañía telefónica) y una red de Protocolo de Internet (IP) 612 (típicamente Internet). El centro de conmutación móvil (MSC) 608 puede ser responsable de gestionar la comunicación entre el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 y la red telefónica conmutada pública 614. El nodo de servicio de datos en paquetes 610 puede ser responsable de encaminar paquetes entre el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 y la red IP 612.

El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede también vigilar la energía (por ejemplo, intensidad de señal) de una o más estaciones bases vecinas 606a-b. Esto puede incluir el uso de un módulo de vigilancia de estaciones bases vecinas 611. Una intensidad de señal de estación base vecina 606a-b puede determinarse vigilando un canal de baliza, por ejemplo, Canal de control de difusión (BCCH). El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede incluir un módulo de vigilancia de estaciones bases vecinas 611. El módulo de vigilancia de estaciones bases vecinas 611 puede reducir la frecuencia de vigilancia de potencia para estaciones bases vecinas 606a-b basándose en las intensidades de señal de estaciones bases vecinas 606a-b. Por ejemplo, cuando las intensidades de señal de estaciones bases vecinas 606a-b son débiles (por ejemplo, en comparación con un umbral de potencia), el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede reducir la frecuencia a la que vigila estas intensidades de señal de estaciones bases vecinas 606a-b. La reducción de frecuencia 606a-b puede reducir el consumo de energía en el dispositivo de comunicación inalámbrico 602.

Los umbrales de potencia utilizados pueden tener aspectos variables. Por ejemplos, un umbral de potencia utilizado puede ser un valor por debajo del cual una estación base vecina 606a-b deja de ser una candidata a la reelección, es decir una estación base vecina 606a-b con una intensidad de señal inferior al umbral de potencia no es probable que se convierta en la estación base de servicio 604. En algunas realizaciones, los umbrales utilizados pueden ser un umbral estático y establecido a un nivel estático de, por ejemplo, aproximadamente -107 dBm. Asimismo se pueden usar otros niveles de umbral. Los niveles de umbral pueden también ser dinámicos en algunos casos. Por ejemplo, un umbral puede ser dinámico basándose en las oportunidades de adquirir uno o más vecinos de baja potencia. En zonas donde hay una fuerte interferencia, puede ser deseable aumentar un umbral utilizado de manera dinámica. Además, en algunas realizaciones el uso de umbrales estáticos y dinámicos alternos puede utilizarse

según se desee.

El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede mantener un temporizador en todas las estaciones bases vecinas 606a-b cuando entra en modo inactivo. Si una intensidad de señal de estación base vecina 606a-b está consistentemente por debajo del umbral de potencia durante un cierto periodo, a la estación base vecina 606a-b se puede asignar un modo de vigilancia de baja frecuencia. Si una estación base vecina 606a-b asignada a un modo de vigilancia de baja frecuencia exhibe una potencia superior al umbral en cualquier momento, puede reasignarse al modo de vigilancia de alta frecuencia normal. En tal momento, la estación base vecina 606a-b puede convertirse de nuevo en una candidata para el modo de vigilancia de baja frecuencia. La frecuencia de vigilancia en el modo de vigilancia de baja frecuencia y el modo de vigilancia de alta frecuencia puede cumplir las especificaciones del Proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) y puede determinarse basándose en la consecución de un equilibrio deseable entre reducir el consumo de energía y mantener los indicadores claves de rendimiento en el campo.

En una configuración, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede tener un número mínimo de vigilancias de potencia por ciclo de radio búsqueda y un número máximo de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería, por ejemplo basándose en especificaciones 3GPP. Basándose en los modos (modo de vigilancia de alta frecuencia o modo de vigilancia de baja frecuencia) de las estaciones bases vecinas 606a-b, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede llevar a cabo un número de vigilancias que se encuentra entre el mínimo y el máximo. Por ejemplo, el número mínimo de vigilancias por ciclo de radiomensajería puede ser 1,5, es decir una vigilancia de potencia durante un primer ciclo de radiomensajería, dos vigilancias de potencia durante un segundo ciclo de radiomensajería, uno durante un tercer ciclo de radiomensajería, dos vigilancias de potencias durante un cuarto de ciclo de radiomensajería, etc. Un número máximo de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería puede ser de siete. Si todas las estaciones bases vecinas 606a-b estuviesen en modo de alta frecuencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede llevar a cabo siete vigilancia de potencia por ciclo de radiomensajería. De manera alternativa, si todos las estaciones bases vecinas 606a-b estuviesen en modo de baja frecuencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede llevar a cabo 1,5 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería. De manera alternativa, si algunas de las estaciones bases vecinas 606a-b estuviesen en modo de baja frecuencia mientras algunas de las estaciones bases vecinas 606a-b estuviesen en modo de alta frecuencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede llevar a cabo entre 1,5 y 7 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 700 para reducir consumo de energía en modo inactivo. El procedimiento 700 puede ser llevado a cabo por el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 ilustrado en la figura 6. El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede entrar702 en modo inactivo. En modo inactivo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede vigilar la intensidad de señal de estaciones bases vecinas 606a-b. Esta vigilancia puede consumir recursos de potencia de la batería. El procedimiento 700 puede reducir el consumo de energía en modo inactivo reduciendo de manera selectiva la frecuencia a la que se vigilan algunas estaciones bases vecinas 606a-b.

Al entrar en modo inactivo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede iniciar 704 un temporizador de modo inactivo para cada estación base vecina. Los temporizadores de modo inactivo pueden controlar cuanto tiempo una intensidad de señal de estación base vecina particular se encuentra por debajo de un umbral de potencia. El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede seleccionar 706 una estación base vecina 606a-b y determinar 708 si a la estación base vecina seleccionada se asigna vigilancia de alta frecuencia o de baja frecuencia. Si a la estación base vecina seleccionada 606a-b se asigna un modo de vigilancia de alta frecuencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede medir 710 la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada 606a-b. El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede determinar también 712 si la intensidad de señal de la estación base vecina 606a-b es inferior a un umbral de potencia. El umbral de potencia puede ser cualquier calor apropiado, por ejemplo 119 dB. Si la intensidad de señal de la estación base vecina 606a-b no es inferior a un umbral de potencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede asignar 714 un modo de vigilancia de alta frecuencia a la estación base vecina seleccionada 606a-b y restablecer el temporizador de modo inactivo de la estación base vecina. Por otra parte, si la intensidad de señal de la estación base vecina 606a-b es inferior al umbral de potencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede determinar 716 si el temporizador de tiempo inactivo de la estación base vecina seleccionada es superior a un umbral de tiempo. En caso negativo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede seleccionar 706 una nueva estación base vecina 606a-b. En caso afirmativo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede asignar 718 un modo de vigilancia de baja frecuencia a la estación base vecina 606a-b. El umbral de tiempo puede ser cualquier valor apropiado, por ejemplo, 30 segundos. Una vez que el modo de vigilancia ha sido asignado, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede determinar 720 si hay más estaciones bases vecinas 606a-b, y seleccionar 706 una nueva estación base vecina 606a-b, si procede.

Si a una estación base vecina seleccionada 606a-b se asigna un modo de vigilancia de baja frecuencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede determinar 722 si es tiempo de vigilar la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada 606a-b. En caso negativo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede seleccionar 706 una nueva estación base vecina 606a-b. En caso afirmativo, el dispositivo de comunicación

inalámbrico 602 puede medir 724 la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada 606a-b. De manera alternativa, la determinación de si es tiempo de vigilar no puede llevarse a cabo. El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede también determinar 726 si la intensidad de señal de la estación base vecina 606a-b es superior al umbral de potencia. En caso negativo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede asignar 714 el modo de vigilancia de baja frecuencia a la estación base vecina 606a-b. Si, sin embargo, la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada 606a-b es superior al umbral de potencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede asignar el modo de vigilancia de alta frecuencia a la estación base vecina seleccionada 606a-b y restablecer el temporizador de modo inactivo de la estación base vecina. El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede también determinar 720 si hay más estaciones bases vecinas 606a-b.

El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede mantener un temporizador y asignar un modo de vigilancia para cada estación base vecina individual 606a-b. Cuando la intensidad de señal para una estación base vecina particular 606a-b cae por debajo del umbral de potencia durante más tiempo que el umbral de tiempo, se asigna a un modo de vigilancia de baja frecuencia. La estación base vecina 606a-b puede entonces ser reasignada al modo de vigilancia de alta frecuencia cuando la intensidad de señal sobrepasa de nuevo el umbral de potencia. Por lo tanto, en una configuración, la frecuencia de vigilancia es gestionada sobre una base de estación base vecina individual 606a-b. Por ejemplo la frecuencia a la que un dispositivo de comunicación inalámbrico 602 vigila una primera estación base vecina 606a-b no está afectada por una segunda estación base vecina 606a-b que entra en un modo de vigilancia de baja frecuencia, es decir el modo de vigilancia para una estación base individual, es decir, el modo de vigilancia para una estación base vecina individual 606a-b es independiente de los modos de vigilancia para otras.

De manera alternativa, las intensidades de señal de todas las estaciones bases vecinas 606a-b pueden usarse juntas para determinar el número de vigilancias de potencia llevados a cabo por ciclo de radiomensajería. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede reducir el número de vigilancias de potencia llevados a cabo por ciclo de radiomensajería solamente si la intensidad de señal de todas las estaciones bases vecinas 606a-b se encuentra por debajo de una potencia de umbral. Para el tiempo de umbral. El dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede entonces aumentar el número de vigilancias de potencia llevados a cabo durante cada ciclo de radiomensajería cuando la intensidad de señal de cualquier estación base vecina individual 606a-b supera el umbral de potencia. En esta configuración, la intensidad de señal de una primera estación base vecina puede afectar a la frecuencia a la que es vigilada una segunda estación base vigilada 606a-b.

Por ejemplo, en una configuración, un ciclo de radiomensajería puede tener una duración de 2 segundos como se determina mediante la estación base de servicio 604. En esta configuración, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede tener 15 vecinos. Si, basándose en el número de estaciones base vecinas de modo de vigilancia de alta frecuencia y modo de vigilancia de baja frecuencia, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 lleva a cabo 1,5 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería, puede tomar 10 ciclos de radio búsqueda (20 segundos) para todas las estaciones bases vecinas a vigilar. Dicho de otro modo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede alternar entre realizar una vigilancia de potencia de un ciclo de radiomensajería y 2 vigilancias de potencia en un ciclo de radio búsqueda. Esto puede ser una configuración con señales de estación base vecina relativamente débiles. Por otra parte, si las estaciones bases vecinas tienen intensidades de señal relativamente fuertes, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede llevar a cabo 7 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería.

La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de comunicación inalámbrico 802. El dispositivo de comunicación inalámbrico 802 puede incluir datos de estación base vecina 830 y un módulo de vigilancia de estación base vecina 811. Estos datos 830 pueden incluir un identificador 832, un temporizador de modo inactivo 834a, una intensidad de señal baliza 836a, y una asignación de modo 838a para cada estación base vecina 606a-b. El identificador 832 puede ser un código que identifica únicamente cada estación base vecina 606a-b en el sistema de comunicación inalámbrico. En una configuración, un Código de identidad de estación base (BSIC) enviado sobre un canal de baliza, tal como el Canal de control de difusión (BCCH), puede usarse como el identificador 832. El dispositivo de comunicación inalámbrico 802 puede determinar una intensidad de señal baliza 836a a partir del canal de baliza y asociarla a una estación base vecina particular 606a-b usando el identificador 832. El temporizador de tiempo inactivo 834a puede ser un temporizador incremental mantenido por el dispositivo de comunicación inalámbrico 802 para cada estación base vecina 606a-b. La asignación de modo 838a puede ser una determinación de que una estación base vecina particular 606a-b debería estar en un modo de vigilancia de alta frecuencia o un modo de vigilancia de baja frecuencia.

El módulo de vigilancia de estación base vecina 811 puede determinar las asignaciones de modo 838a-b y el número de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería (Y) 852 basándose en datos de estaciones bases vecinas 830. En concreto, un calculador de intensidad de señal 842 puede determinar intensidades de señal baliza 836b para estaciones bases vecinas 606a-b a partir de las estaciones balizas 840, por ejemplo, las señales transmitidas sobre un canal de baliza tal como el Canal de control de difusión (BCCH). Junto con los temporizadores de modo inactivo 834b para cada estación base vecina 606a-b, un umbral de potencia 844 y un umbral de temporizador 846, un módulo de asignación de modo 848 pueden usar la intensidad de señal baliza 836b para determinar la asignación de modo para cada estación base vecina seleccionada 606a-b. En concreto, el módulo de

asignación de modo 848 puede asignar todas las estaciones bases vecinas 606a-b con una intensidad de señal baliza suficiente 836b a un modo de vigilancia de alta frecuencia, es decir todas las estaciones bases vecinas 606a-b con una intensidad de señal baliza 836b superior al umbral de potencia 844 o inferior al umbral de potencia 844 durante menos tiempo que el umbral de temporizador 846. El módulo de asignación de tiempo 848 puede asignar

5 todas las estaciones bases vecinas 606a-b con intensidad de señal baliza consistentemente baja 836b a un modo de vigilancia de baja frecuencia, es decir, todas las estaciones bases vecinas 606a-b con intensidades de señal baliza 836b que han sido inferiores al umbral de potencia 844 durante más tiempo que el umbral de temporizador 846. El umbral de potencia 844 y el umbral de temporizador 846 pueden seleccionarse para conseguir una reducción de potencia en modo inactivo y mantener indicadores de rendimiento durante el funcionamiento. Un módulo de

10 frecuencia de vigilancia de potencia 850 puede determinar el número de vigilancias de potencia que se realizan por ciclo de radiomensajería (Y) 852(por ejemplo, entre 1,5 y 7) basándose en la asignación de modo 838b.

La figura 9A es un diagrama de bloques que ilustra vigilancias de potencia durante ciclos consecutivos de radiomensajería 954a-h en una configuración con estaciones bases vecinas de baja potencia 606a-b. Más en concreto, la figura 9A ilustra vigilancias de potencia llevadas a cabo durante ciclos consecutivos de radiomensajería

15 por un dispositivo de comunicación inalámbrica 602 con todas las estaciones bases vecinas 606a-b en modo de vigilancia de baja frecuencia. Por ejemplo, esto puede ocurrir cuando las intensidades de señal baliza 836a-b de todas las estaciones bases vecinas 606a-b están por debajo de un umbral de potencia 844 durante más tiempo que un umbral de temporizador 846, por ejemplo en un garaje de estacionamiento subterráneo. En la figura 9A, "N1" indica una vigilancia de potencia realizada para la primera estación base vecina 606a-b, "N2" indica una vigilancia de potencia realizada para la segunda estación base vecina 606a-b. Por lo tanto, la figura 9A se ilustra para un

20 dispositivo de comunicación inalámbrica 602 que tiene 10 estaciones bases vecinas 606a-b, aunque los actuales sistemas y procedimientos pueden usarse para cualquier número de estaciones bases vecinas 606a-b.

En esta configuración, el dispositivo de comunicación inalámbrica 602 puede llevar a cabo el número mínimo de vigilancias de potencia permitidas por cada ciclo de radiomensajería 954a-h, mostradas como 1,5 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería. Dicho de otro modo, el número de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería (Y) 853 iguala al número mínimo de vigilancias de potencia permitidas, por ejemplo, como se define

25 en la especificación 3GPP. El dispositivo de comunicación inalámbrica 802 puede llevar a cabo una vigilancia de potencia para la primera estación base vecina 606a-b (N1) durante un primer ciclo de radiomensajería 954a, una vigilancia de potencia para la segunda estación base vecina 606a-b (N2) y la tercera estación base vecina (606a-b (N3) durante un segundo ciclo de radiomensajería 954b, etc. Por lo tanto, en esta configuración con estaciones bases vecinas de baja potencia 606a-b, todas las estaciones bases vecinas 606a-b pueden ser vigiladas al menos cada siete ciclos de radiomensajería 954a-h. En un ejemplo, un ciclo de radiomensajería GSM 954a-h puede variar entre aproximadamente 470 milisegundos (2multitramas x 51 tramas por multitrama x 4,6 milisegundos por trama) y

30 2,1 segundos (9 multitramas x 51 tramas por multitrama x 4,6 milisegundos por trama). Por lo tanto, en una configuración de diez vecinos que lleva a cabo 1,5 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería 954a-h, cada estación base vecina 606a-b puede ser vigilada aproximadamente cada 3,2 segundos (470 milisegundos por ciclo de radiomensajería x 6,75 ciclos de radiomensajería, de media, para vigilar las diez vecinos), dependiendo de la duración de los ciclos de radiomensajería 954a-h. Esta reducción en las vigilancias de potencia realizadas puede dar como resultado un consumo de corriente reducido en un dispositivo de comunicación inalámbrica 602. Asimismo

35 reduce el tiempo "despierto" en un dispositivo de comunicación inalámbrica 602, permitiendo de este modo que los componentes seleccionados permanezcan en un modo de suspensión y ahorren incluso más energía.

La figura 9B es un diagrama de bloques que ilustra vigilancias de potencia durante ciclos consecutivos de radiomensajería 956a-b en una configuración con todas las estaciones bases vecinas de alta potencia 606a-b. Más en concreto, la figura 9B ilustra vigilancias de potencia llevadas a cabo durante ciclos consecutivos de radiomensajería

45 por un dispositivo de comunicación inalámbrica 602 con todas las estaciones bases vecinas 606a-b en modo de vigilancia de alta frecuencia. Por ejemplo, esto puede ocurrir cuando las intensidades de señal baliza 836a-b de todas las estaciones bases vecinas 606a-b están por encima de un umbral de potencia 844 o por debajo del umbral de potencia 844 durante menos tiempo que un umbral de temporizador 846. Como en la figura 9A, "N1" indica una vigilancia de potencia llevada a cabo para la primera estación base vecina 606a-b, "N2" indica una potencia de potencia llevada a cabo para la segunda estación base vecina 606a-b, etc. Específicamente, la figura 9B ilustra vigilancias de potencia realizadas durante ciclos consecutivos de radiomensajería por un dispositivo de comunicación inalámbrica 602 con diez estaciones bases vecinas 606a-b, estando las diez en modo de vigilancia de

50 alta frecuencia.

En esta configuración, el dispositivo de comunicación inalámbrica 602 puede llevar a cabo el número máximo de vigilancias de potencia permitidas por cada ciclo de radiomensajería 956a-h, mostradas como 75 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería 956a-b. Dicho de otro modo, el número de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería (Y) 852 iguala al número máximo de vigilancias de potencia permitidas, por ejemplo, como se define

55 en la sección 6.6.1. en 3GPP TS 45.008. Como se usa en el presente documento, el número "máximo" de vigilancias permitidas se refiere al número máximo de vigilancias de potencia requeridas por la especificación relevante para un ciclo de radiomensajería, es decir, para satisfacer una configuración de peor caso. No puede haber una restricción de límite superior para el número de vigilancias de potencia permitidas por ciclo de radiomensajería (es decir, si el consumo de energía no es preocupante, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede sobrepasar el

60

número “máximo”), pero el número “máximo” usado en el presente documento se refiere a la mayoría de las vigilancias de potencia que siempre pueden ser requeridas del dispositivo de comunicación inalámbrico 602. Dicho de otro modo, si un dispositivo de comunicación inalámbrico 602 lleva a cabo el número máximo de vigilancias (ilustradas como 7 vigilancias por ciclo de radiomensajería 956a-b en la figura 9B), el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 satisfará incluso los requisitos más rigurosos en la especificación, es decir, el número máximo de vigilancias satisfará el escenario de peor caso (definido en la especificación relevante) para el número de vecino y la longitud del ciclo de radiomensajería 956a-b.

En la configuración de diez vecinos ilustrado en la figura 9B, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede llevar a cabo una vigilancia de potencia para la primera a la séptima estación base vecina 606a-b (N1-N7) durante un primer ciclo de radiomensajería 956a y una vigilancia de potencia para la octava a décima estación base vecina 606-a b (N8-N10) antes de empezar de nuevo, es decir las vigilancias de potencia para la primera a cuarta estación base vecina 606a-b (N1-N4) pueden realizarse en el segundo ciclo de radiomensajería 956b siguiendo a las vigilancias de potencia para la octava a décima estaciones bases vecinas 606a-b (N8-N10). Por lo tanto, en esta configuración con estaciones bases vecinas de alta potencia 606a-b todas la estaciones bases vecinas 606a-b pueden ser vigiladas al menos cada dos ciclos de radiomensajería 956a-b. En un ejemplo, un ciclo de radiomensajería de GSM 956a-b puede variar entre aproximadamente 470 milímetros a 2,1 segundos, como se ha explicado anteriormente. Por lo tanto, en una configuración de diez vecinos que realiza 7 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería 956a-b, cada estación base vecina 606a-b puede ser vigilada aproximadamente cada 670 milisegundos (470 milisegundos por ciclo de radiomensajería x 1,43 ciclos de radiomensajería para vigilar los 10 vecinos) a 3 segundos (2,1 segundos por ciclo de radiomensajería x 1,43 ciclos de radiomensajería para vigilar los diez vecinos), dependiendo de la duración de los ciclos de radiomensajería 956a-b.

Mientras la figura 9A ilustra un modo de vigilancia mínimo y la figura 9B ilustra un modo de vigilancia máximo, los actuales sistemas y procedimientos pueden funcionar entre el mínimo y el máximo. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 602 puede llevar a cabo 5 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería. En una configuración de diez vecinos que realiza 5 vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería cada estación base vecina 606a-b puede ser vigilada aproximadamente cada 940 milisegundos (470 milisegundos por ciclos de radiomensajería x 2 ciclos de radio búsqueda para vigilar los diez vecinos) a 4,2 segundos (2,1 segundos por ciclo de radiomensajería x 2 ciclos de radiomensajería para vigilar los diez vecinos), dependiendo de la duración de los ciclos de radiomensajería.

La figura 10 ilustra ciertos componentes que pueden ser incluidos en un dispositivo de comunicación inalámbrico 1004. El dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 puede ser un terminal de acceso, una estación móvil, un equipo de usuario (UE), etc. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 puede ser el dispositivo de comunicación inalámbrico 802 ilustrado en la figura 8. El dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 incluye un procesador 1003. El procesador 1003 puede ser un microprocesador universal de uno o múltiples chips (por ejemplo, un ARM), un microprocesador especial (por ejemplo, un procesador de señales digitales (DSP), un microcontrolador, una matriz de puertas programables, etc. El procesador 1003 puede denominarse unidad de procesamiento central (CPU). Aunque se muestra solo un simple procesador 1003 en el dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 de la figura 10, en una configuración alternativa, se podría usar una combinación de procesadores (por ejemplo un ARN y un DSP).

El dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 también incluye una memoria 1005. La memoria 1005 puede ser cualquier componente electrónico capaz de almacenar información electrónica. La memoria 1005 puede materializarse como memoria de acceso aleatoria (RAM), memoria de solo lectura (ROM) medios de almacenamiento en disco magnético, medios de almacenamiento en disco óptico, dispositivos de memoria rápida en RAM, memoria integrada incluida con el procesador, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, etc. que incluyen combinaciones de los mismos.

Los datos 1007a y las instrucciones 1009a pueden almacenarse en la memoria 1005. Las instrucciones 1009a pueden ser ejecutadas por el procesador 1003 para aplicar los procedimientos divulgados en el presente documento. La ejecución de las instrucciones 1009a puede implicar el uso de los datos 1007 que se almacenan en la memoria 1005. Cuando el procesador 1003 ejecuta las instrucciones 1009a, varias porciones de las instrucciones 1009b pueden ser cargadas en el procesador 1003, y varios datos 1007b se pueden cargar en el procesador 1003.

El dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 puede incluir también un transmisor 1011 y un receptor 1013 para permitir la transmisión y la recepción de señales al y del dispositivo de comunicación inalámbrico 1004. El transmisor 1011 y el receptor 1013 pueden denominarse colectivamente transceptor 1015. Múltiples antenas 1017a-b pueden acoplarse de manera eléctrica al transceptor 1015. El dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 también puede incluir (no mostrado) múltiples transmisores, múltiples receptores, múltiples transceptores y/o antenas adicionales.

El dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 1021. El dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 puede incluir también una interfaz de comunicaciones 1023. La interfaz de comunicaciones 1023 puede permitir que un usuario interactúe con el dispositivo de comunicación inalámbrico 1004.

Los diversos componentes del dispositivo de comunicación inalámbrico 1004 pueden acoplarse junto mediante uno o más buses, que pueden incluir un bus de potencia, un bus de señal de control, un bus de señal de estado, un bus de datos, etc. Por razones de claridad, los diversos buses se ilustran en la figura 10 como un sistema de buses 1019.

5 El término “acoplado” abarca una gran variedad de conexiones. Por ejemplo, el término “acoplado” debería interpretarse en sentido amplio para abarcar elementos de circuito conectados directamente entre sí y elementos de circuito conectados indirectamente mediante otros elementos de circuito.

10 El término “determinar” abarca una amplia variedad de acciones y, por lo tanto, “determinar” puede incluir calcular, computar, procesar, derivar, investigar, consultar (por ejemplo consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similar. Asimismo, “determinar” puede incluir recibir (por ejemplo recibir información), acceder (por ejemplo acceder a datos en una memoria) y similar. Asimismo “determinar” puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similar.

La expresión “basado en” no significa “basado solo en”, a menos que se exprese otra cosa. Dicho de otro modo, la expresión “basado en” describe tanto “basado solo en” como “basado al menos en”.

15 El término “procesador” deberá interpretarse en sentido amplio para abarcar un procesador universal, una unidad de procesamiento central (CPU), un microprocesador, un procesador de señales digitales (DSP), un controlador, un microcontrolador, una máquina de estado etc. En algunas circunstancias, un “procesador” puede referirse a un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un dispositivo de lógica programable (PLD), una matriz de puertas programables de campo (FPGA), etc. El término “procesador” puede referirse a una combinación de dispositivos de procesamiento, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de
20 microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

25 El término “memoria” deberá interpretarse en sentido amplio para abarcar cualquier componente electrónico capaz de almacenar información electrónica. El término memoria puede referirse a varios tipos de medios legibles por procesador tal como memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM), memoria de solo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable borrable (EPROM) PROM eléctricamente borrable (EEPROM), memoria rápida, almacenamiento de datos magnéticos u ópticos, registros, etc. Se supone que la memoria debe estar en comunicación electrónica con un procesador si el procesador puede leer información de y/o escribir información en la memoria. La memoria que es parte integrante del procesador está en comunicación electrónica con el procesador.

30 Los términos “instrucciones” y “código” deberán interpretarse en sentido amplio para incluir cualquier tipo de enunciado(s) legible(s) por ordenador. Por ejemplo, los términos “instrucciones” y “código” pueden referirse a uno o más programas, rutinas, subrutinas, funciones, procedimientos, etc. “Instrucciones” y “código” puede comprender un único enunciado legible por ordenador o muchos enunciados legibles por ordenador.

35 Las funciones descritas en el presente documento se pueden aplicar en software o microprogramas que son ejecutados por hardware. Las funciones se pueden almacenar como una o más instrucciones en un medio legible por ordenador. Las expresiones “medios legible por ordenador” o “producto de programa informático” se refieren a cualquier medio de almacenamiento tangible al que se puede acceder mediante un ordenador o un procesador. A modo de ejemplo, y sin limitación, un medio legible por ordenador puede comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de
40 almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que puede usarse para llevar o almacenar un código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y a los que se puede acceder por un ordenador. Disco, tal como se usa en el presente documento, incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD) disquete y disco Blu-ray® donde unos discos reproducen habitualmente datos de manera magnética, al tiempo que otros discos reproducen datos de manera óptica con láseres.

45 Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para conseguir el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de procedimiento pueden intercambiarse entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Dicho de otro modo, a menos que se requiera un orden específico de etapas y/o acciones para el funcionamiento apropiado del procedimiento que se está describiendo, el orden y/o el uso de las etapas y/o acciones específicas se puede modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

50 Asimismo, cabe apreciar que módulos y/o otros medios apropiados para llevar a cabo los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento, tales como los ilustrados en la figura 7, pueden descargarse y/o obtenerse de otro modo por un dispositivo. Por ejemplo, un dispositivo puede acoplarse a un servidor para facilitar la transferencia de medios para llevar a cabo los procedimientos descritos en el presente documento. De manera alternativa, varios procedimientos descritos en el presente documento pueden ser proporcionados a través de un medio de
55 almacenamiento (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o disquete, etc.) tal como un dispositivo puede obtener los diversos procedimientos al acoplar o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo.

Se ha de entender que las reivindicaciones no se limitan a la configuración y componentes precisos ilustrados anteriormente. Se pueden realizar varias modificaciones, cambios y variaciones en la disposición, operación y detalles de los sistemas, procedimientos y aparatos descritos en el presente documento sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento para reducir el consumo de energía en modo inactivo, que comprende:

entrar en un modo inactivo;
seleccionar una estación base vecina (606a, 606b);
5 si a la estación base vecina seleccionada (606a, 606b) se asigna un modo de vigilancia de alta frecuencia:

medir una intensidad de señal de la estación base vecina (606a, 606b); y **caracterizado por**
la asignación de un modo de vigilancia de baja frecuencia a la estación base vecina seleccionada
(606a, 606b) si la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada (606a, 606b) se ha
10 situado por debajo de un umbral de potencia durante más tiempo que un umbral de tiempo.

2.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:

si a la estación base vecina seleccionada (606a, 606b) se asigna el modo de vigilancia de baja frecuencia:

medir una intensidad de señal de la estación base vecina (606a, 606b) si es tiempo de vigilar la
15 intensidad de señal; y
asignar el modo de vigilancia de alta frecuencia a la estación base vecina seleccionada (606a,
606b) si la intensidad de señal de la estación base vecina seleccionada (606a, 606b) es superior al
umbral de potencia.

3.- El procedimiento de la reivindicación 2, que comprende, además:

llevar a cabo un número mínimo de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería solamente si todas
20 las estaciones bases vecinas (606a, 606b) están en modo de vigilancia de baja frecuencia; y
llevar a cabo más del número mínimo de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería si a al menos
una estación base vecina (606a, 606b) se asigna el modo de vigilancia de alta frecuencia.

4.- El procedimiento de la reivindicación 2, que comprende, además, mantener un temporizador de modo inactivo
25 (834a, 834b) para cada estación base vecina (606a, 606b).

5.- El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la asignación del modo de vigilancia de baja frecuencia
comprende comparar el temporizador de modo inactivo (834b) para la estación base seleccionada con el umbral de
tiempo (846).

6.- El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la asignación del modo de vigilancia de alta frecuencia
30 comprende restablecer el temporizador de modo inactivo (834b) para la estación base vecina seleccionada si la
estación base vecina seleccionada se encuentra por encima del umbral de potencia (844).

7.- El procedimiento de la reivindicación 2 que comprende, además, seleccionar el umbral de potencia (834) y el
umbral de tiempo (846) para conseguir una reducción de potencia en el modo inactivo y mantener indicadores de
rendimiento durante el funcionamiento.

8.- El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el procedimiento es llevado a cabo en un Sistema Global de
35 Comunicaciones Móviles, sistema GSM.

9.- Un dispositivo de comunicación inalámbrico (802, 1004) para reducir el consumo de energía en modo inactivo,
que comprende medios para aplicar el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

10.- Un producto de programa informático para reducir el consumo de energía en modo inactivo, comprendiendo el
40 producto de programa informático un medio legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones en el mismo,
comprendiendo las instrucciones código para hacer que un dispositivo de comunicación inalámbrico aplique el
procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 cuando se ejecuta mediante un procesador

11.- El dispositivo de comunicación inalámbrico (802 – 1004) según la reivindicación 9, en el que el dispositivo de
45 comunicación inalámbrico es un dispositivo inalámbrico de ahorro de energía y en el que los medios para aplicar el
procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 comprende

un módulo receptor (1013) configurado para recibir señales de comunicación inalámbricas de uno o más de una
pluralidad de dispositivos de comunicación inalámbricos;

un módulo procesador (1003), en comunicación electrónica con dicho módulo receptor (1013) y que opera en un
modo inactivo, estando el módulo procesador (1003) configurado para determinar una intensidad de señal para cada
50 señal de comunicación inalámbrica recibida, estando dicha determinación de intensidad de señal basada en
comparación con un umbral predeterminado;

estando el módulo procesador (1003) configurado, además, para asignar un estado de frecuencia para uno o más de
la pluralidad de dispositivos de comunicación inalámbricos basándose en cada intensidad de señal determinado que
corresponde a dicho uno o más de la pluralidad de dispositivos de comunicación inalámbricos; y

estando el módulo procesador (1003) configurado, además, para ajustar un modo de vigilancia de frecuencia de dicho dispositivo inalámbrico de ahorro de energía para cada uno de la pluralidad de dispositivos de comunicación en comunicación con el dispositivo inalámbrico, en el que un estado de baja frecuencia es asignado a uno o más de las pluralidad de dispositivos de comunicación inalámbricos cuando una intensidad de señal correspondiente se encuentra por debajo del umbral durante más tiempo que un umbral de tiempo.

5 12.- El dispositivo inalámbrico de ahorro de energía (1004) de la reivindicación 11, en el que un estado de alta frecuencia es asignado a uno o más de la pluralidad de dispositivos de comunicación inalámbricos cuando una intensidad de señal correspondiente se encuentra por encima del umbral.

10 13.- El dispositivo inalámbrico de ahorro de energía (1004) de la reivindicación 11, en el que el módulo procesador (1003) está configurado para vigilar intensidades de señales recibidas un número mínimo de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería cuando el estado de frecuencia está en un modo de vigilancia de baja frecuencia.

15 14.- El dispositivo inalámbrico de ahorro de energía (1004) de la reivindicación 11, en el que el módulo procesador (1003) está configurado para vigilar intensidades de señales recibidas más de un número mínimo de vigilancias de potencia por ciclo de radiomensajería cuando el estado de frecuencia está en un modo de vigilancia de alta frecuencia.

15.- El dispositivo inalámbrico de ahorro de energía (1004) de reivindicación 11, en el que el módulo procesador (1003) está configurado para mantener un temporizado de modo inactivo para cada uno del uno o más dispositivos de comunicación inalámbricos en comunicación con el dispositivo inalámbrico de ahorro de energía.

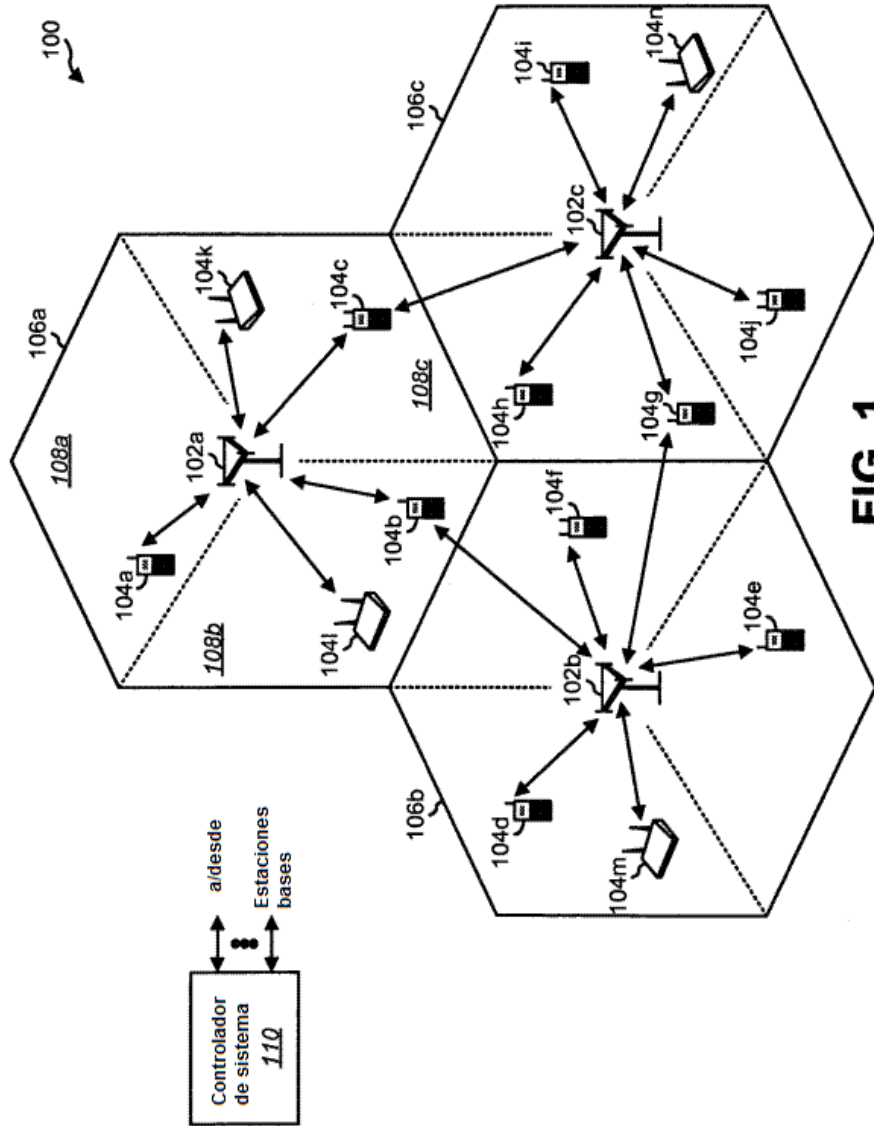


FIG. 1

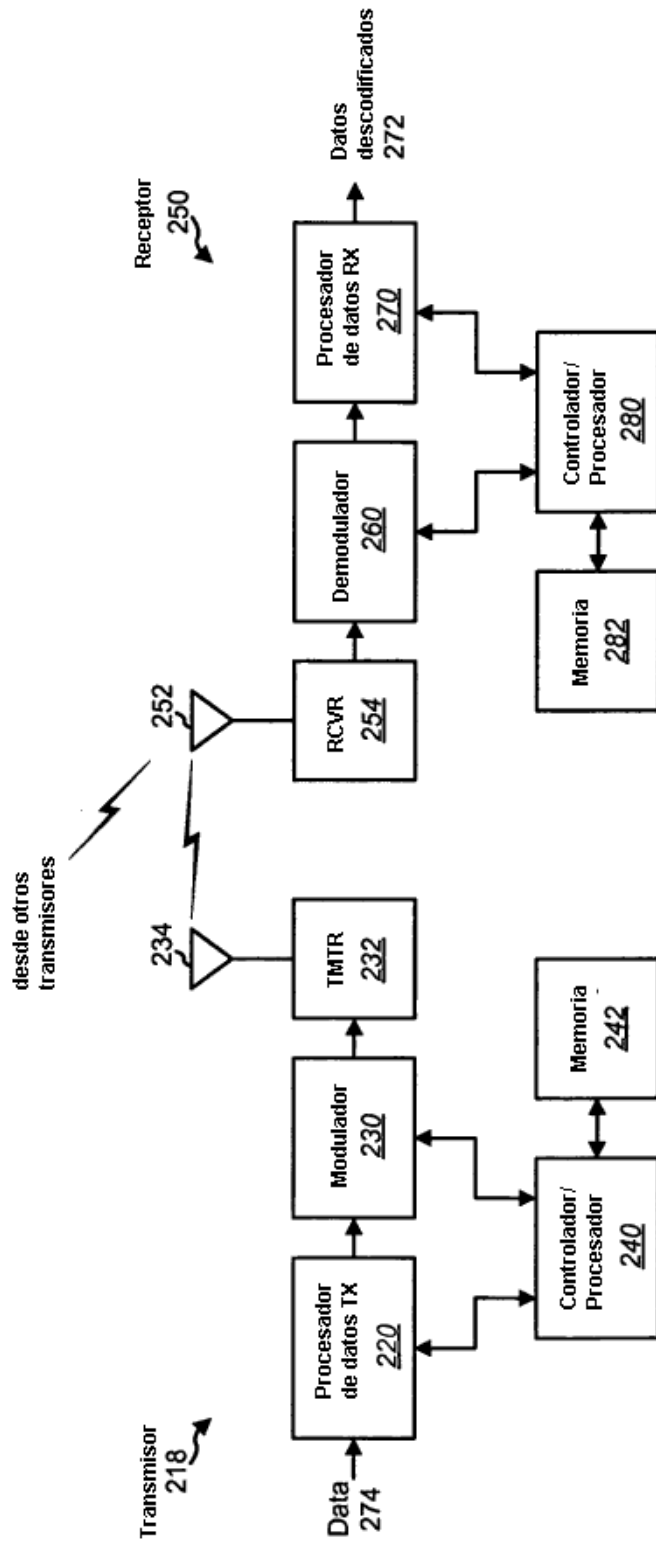


FIG. 2

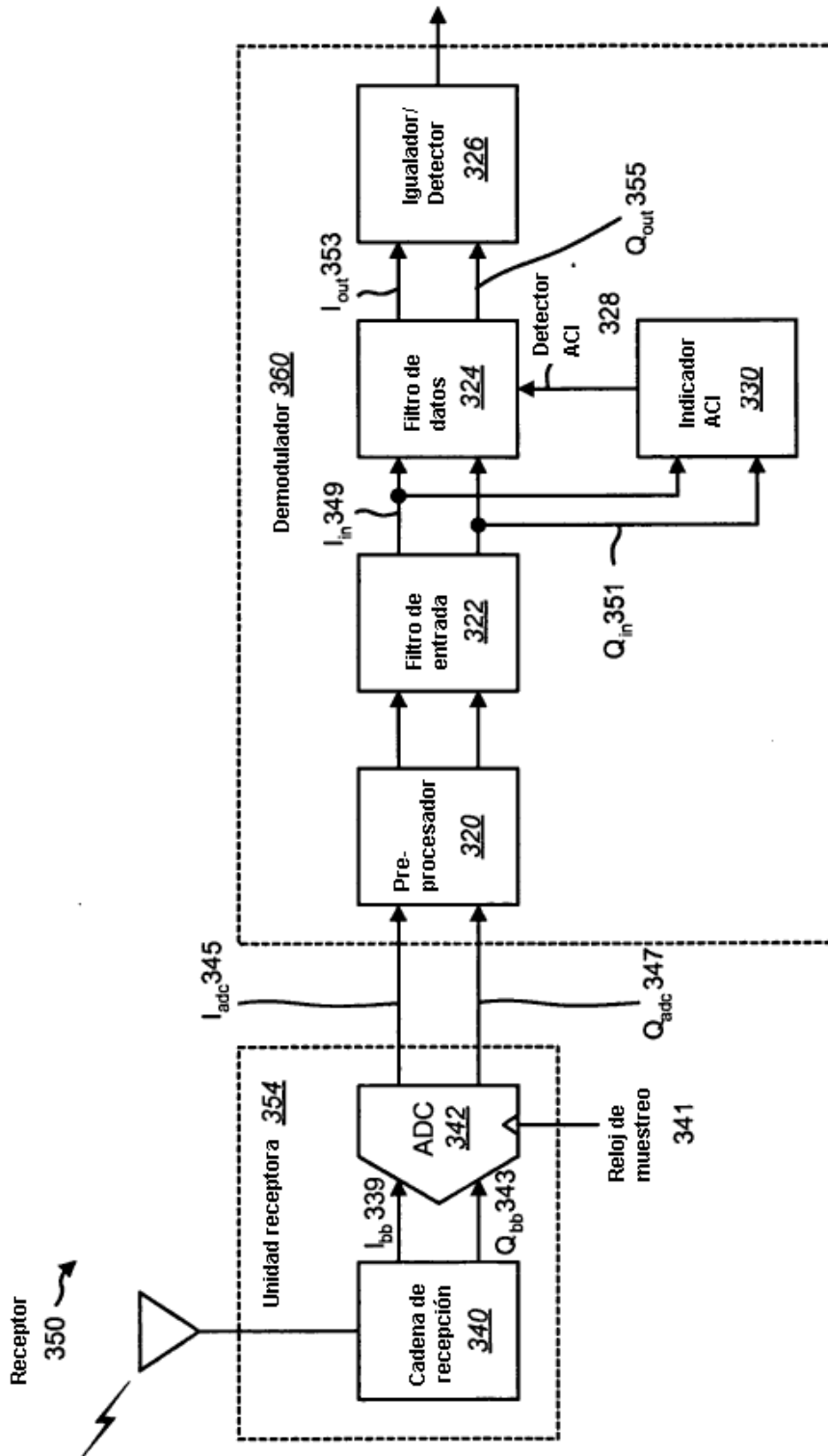


FIG. 3

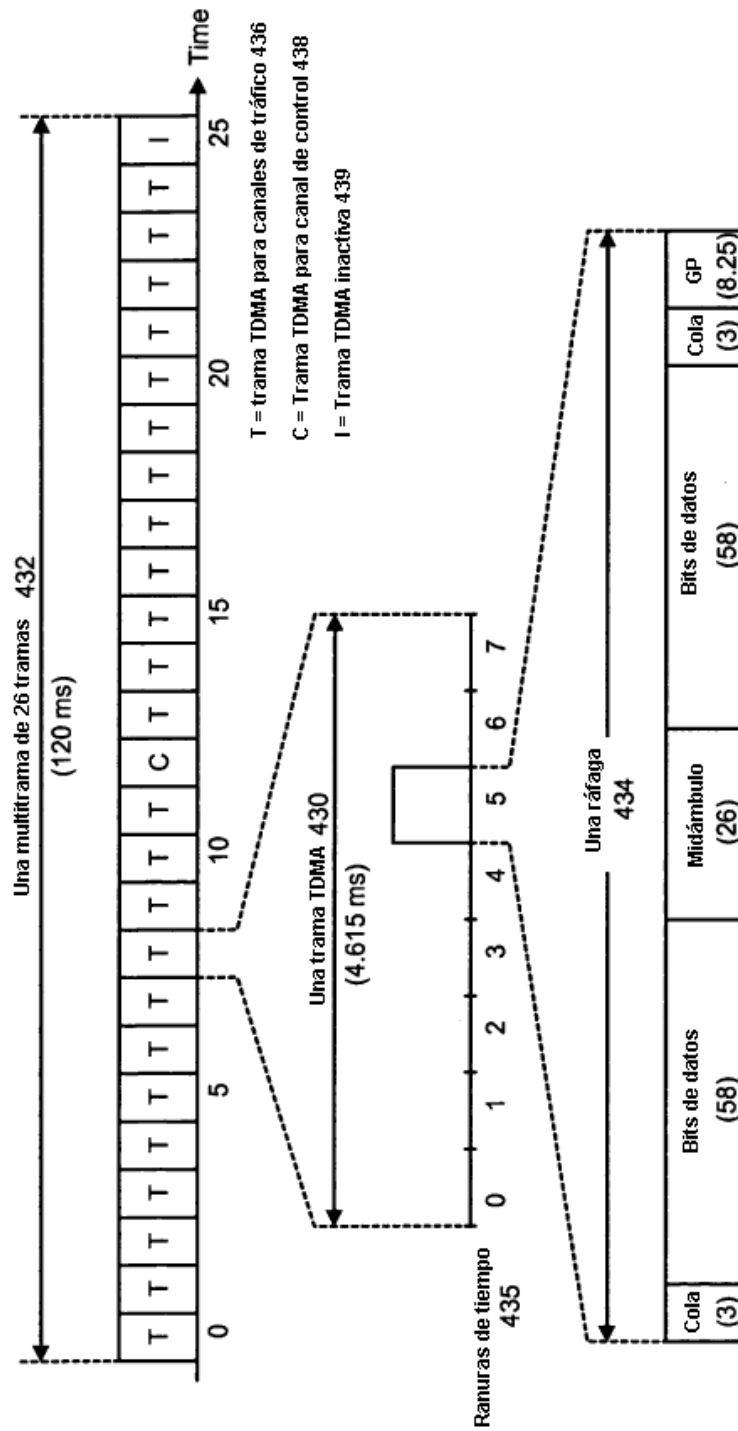


FIG. 4

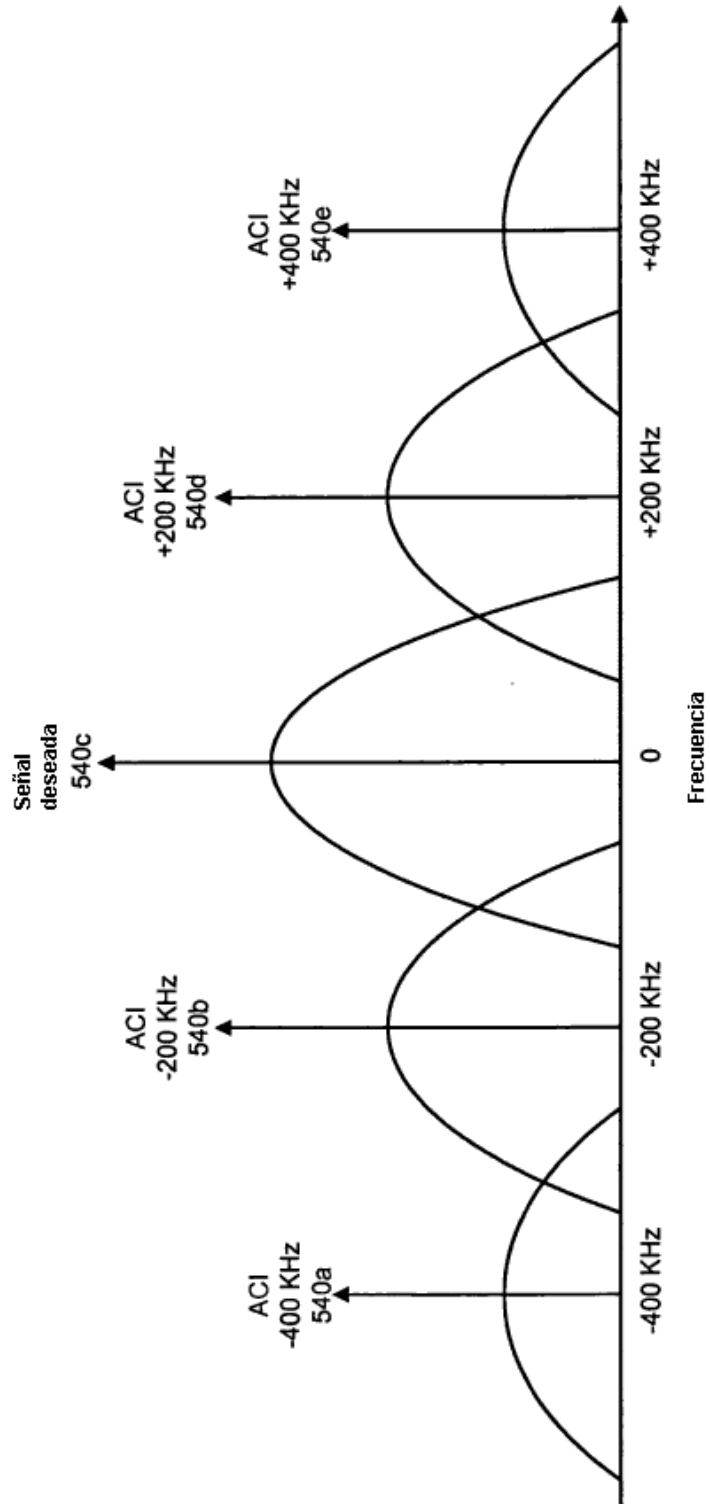


FIG. 5

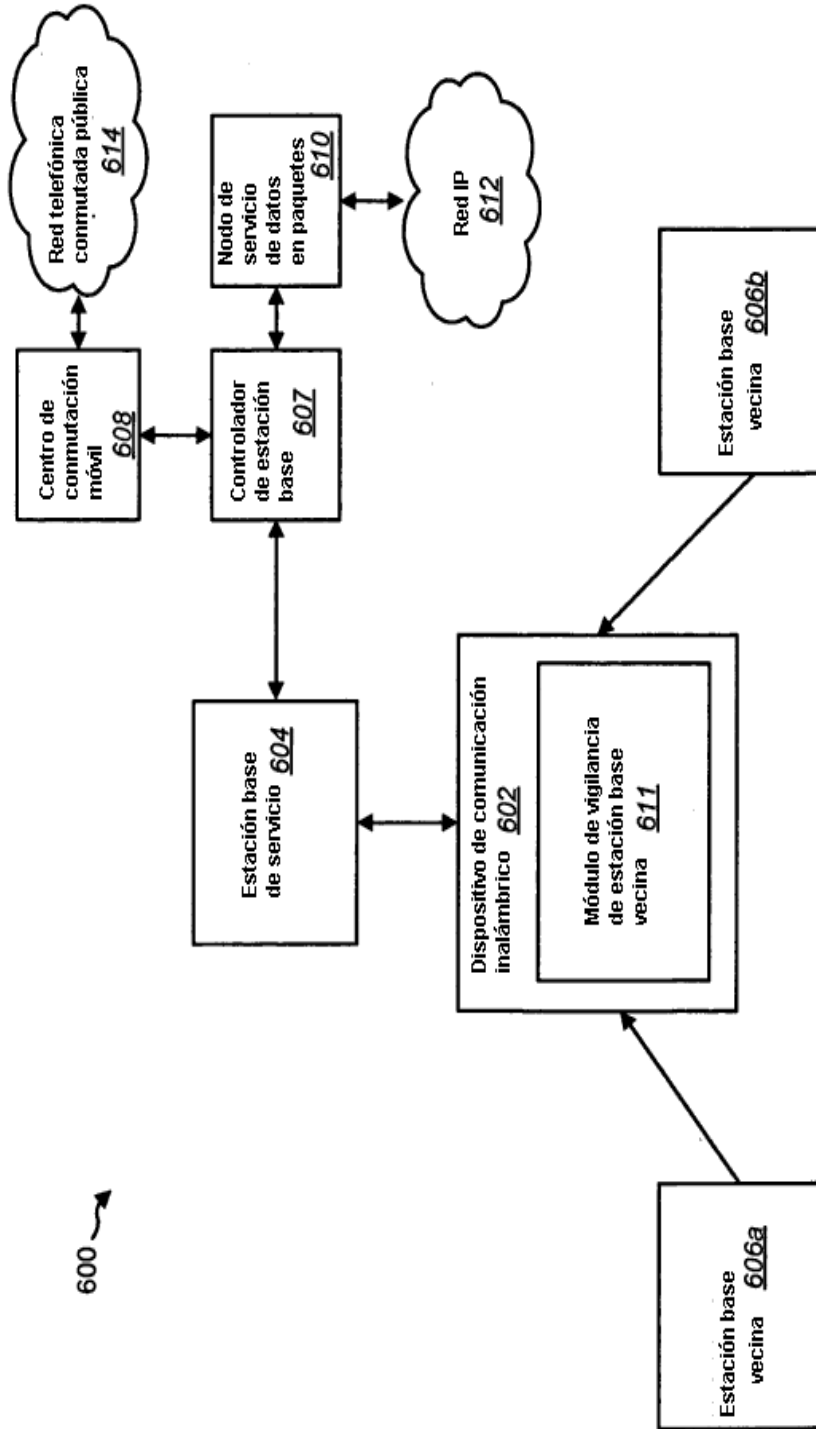


FIG. 6

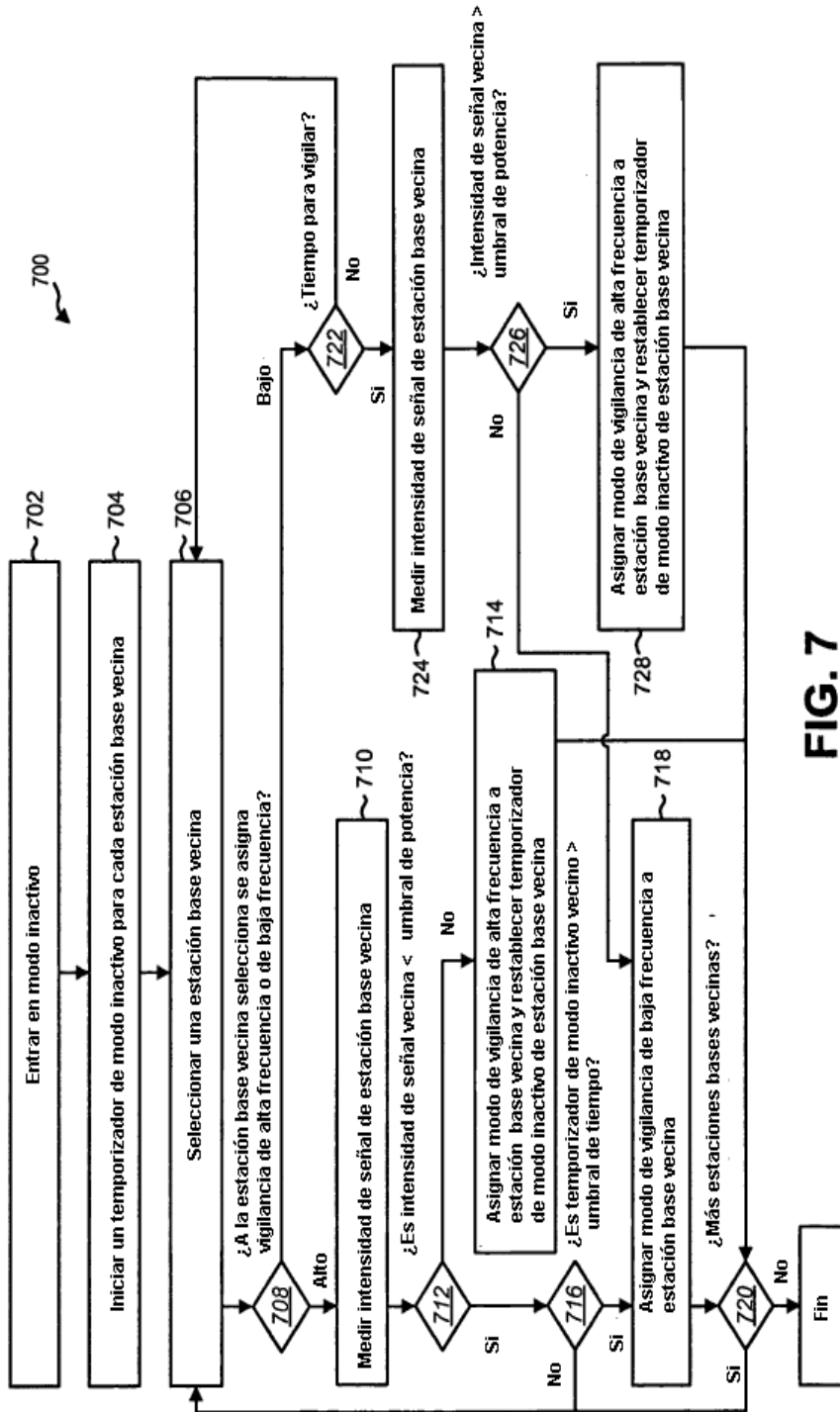


FIG. 7

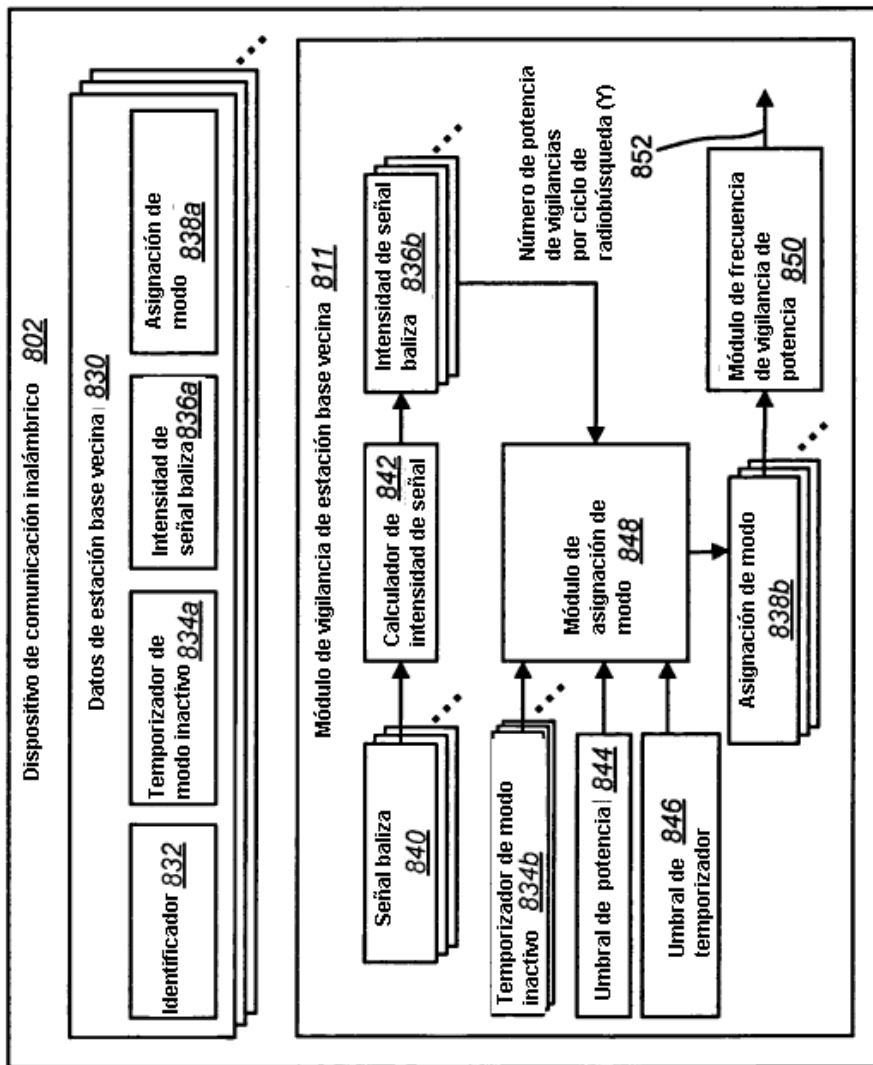


FIG. 8

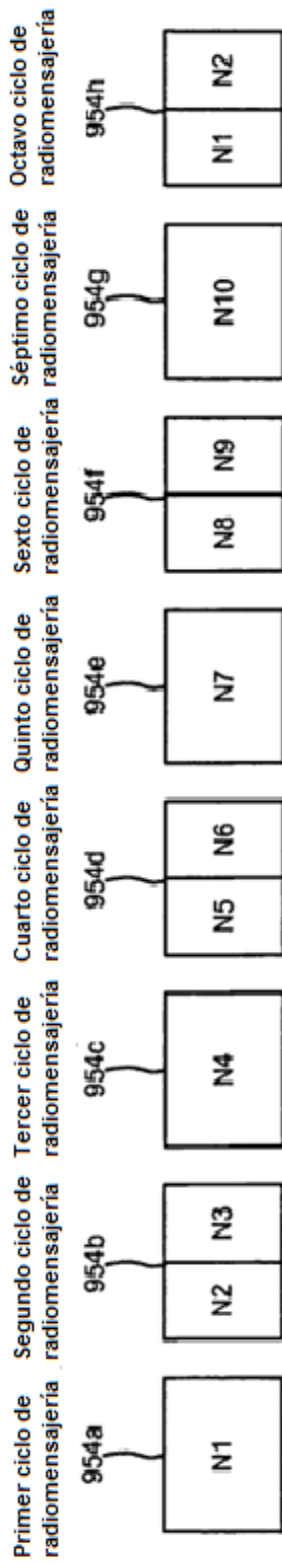


FIG. 9A

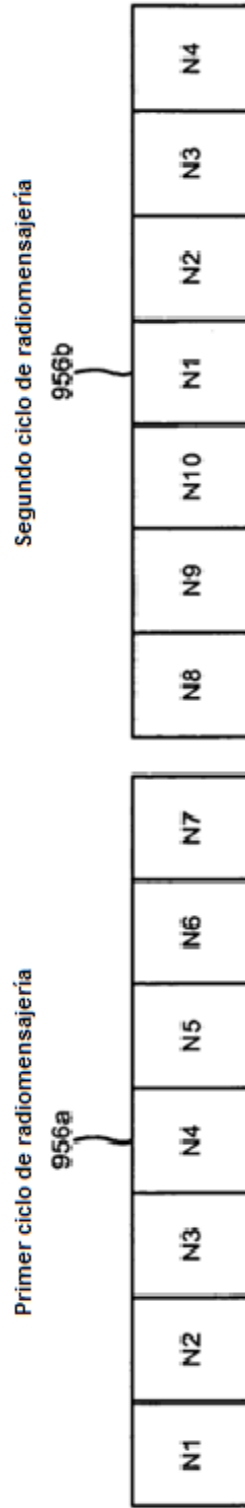


FIG. 9B

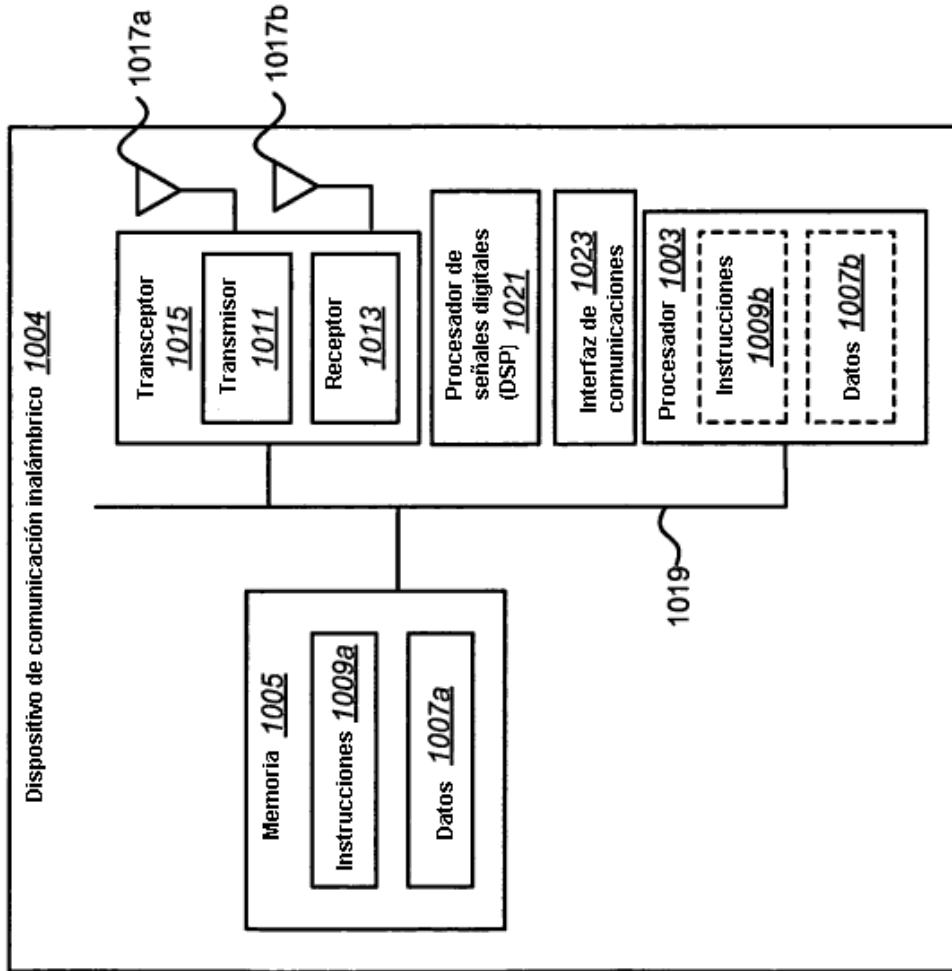


FIG. 10