

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 466**

51 Int. Cl.:

H04W 4/06 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2005 E 11154868 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2326111**

54 Título: **Transmisión de notificaciones para servicios de difusión y multidifusión**

30 Prioridad:

11.02.2004 US 544283 P
10.02.2005 US 55921

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.10.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

VAYANOS, ALKINOOS HECTOR y
GAAL, PETER

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 638 466 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

Transmisión de notificaciones para servicios de difusión y multidifusión.

5 ANTECEDENTES

I. Campo

10 La presente invención se refiere en términos generales a las comunicaciones, y más concretamente a técnicas para transmitir y recibir notificaciones para servicios de difusión y multidifusión en un sistema de comunicaciones.

II. Antecedentes

15 Un sistema de comunicaciones puede proporcionar servicios de unidifusión, multidifusión y/o difusión. Un servicio de unidifusión proporciona una comunicación punto-a-punto entre por lo menos una estación base y un dispositivo inalámbrico específico. Un servicio de multidifusión proporciona una comunicación punto-a-multipunto entre por lo menos una estación base y un grupo de dispositivos inalámbricos. Un servicio de difusión proporciona una comunicación punto-a-multipunto entre por lo menos una estación base y todos los dispositivos inalámbricos que se encuentren dentro de una zona de difusión indicada. Algunos ejemplos de servicios de multidifusión y difusión incluyen servicios de noticias y servicios de datos, servicios basados en suscripciones, pulsa-y-habla, etcétera. Los servicios de multidifusión y difusión pueden enviar datos a dispositivos inalámbricos esporádicamente, periódicamente, o continuamente.

25 El sistema de comunicaciones puede que tenga que enviar señales (p. ej., información de control, información de configuración, etcétera) para servicios de difusión y multidifusión soportados por el sistema. Este envío de señales puede realizarse sobre un canal de control. Un dispositivo inalámbrico que recibe uno o más servicios monitorizaría a continuación el canal de control para las señales enviadas para el(los) servicio(s) que se están recibiendo. El dispositivo inalámbrico puede operar en un estado inactivo siempre que no esté intercambiando datos activamente con una o más estaciones base en el sistema. En un estado inactivo, el dispositivo inalámbrico se activa periódicamente para recibir mensajes de página y mensajes de cabecera del sistema y pone en modo de ahorro de energía el mayor número de circuitos posible en el tiempo restante con el fin de conservar la energía de la batería. Es altamente deseable que el dispositivo inalámbrico, mientras esté activo, sea de alguna manera informado de cualquier envío de señal sobre el canal de control para el(los) servicio(s) que se están recibiendo. El dispositivo inalámbrico podría entonces recibir tanto mensajes pertinentes para sí mismo como señales para el(los) servicio(s) que se están recibiendo sin tener que consumir demasiada energía de la batería.

35 Hay por tanto una necesidad en el estado de la técnica de técnicas de envío de notificaciones para envío de señales para servicios de difusión y multidifusión.

40 El documento técnico R1-040018 titulado "*Physical layer issues for MBMS notification*" publicado por Samsung para su debate y análisis en la conferencia 3GPP TSG-RAN1 Adhoc celebrada en Espoo, Finlandia, del 27 de enero al 30 de enero de 2004, describe aspectos de la notificación MBMS (sistema de difusión/multidifusión multimedia) en relación con la capa física. El equipo de usuario (UE) se activa según su ciclo DRX, comprueba el valor de su indicador de paginación en el PICH y comprueba además el valor del indicador de notificación MBMS relacionado. El indicador de notificación MBMS no es específico del UE sino del servicio MBMS. La notificación se usa para informar al UE acerca de la próxima sesión MBMS, la finalización de la sesión o un cambio de configuración. En un único ciclo DRX, el UE supervisa tanto el indicador de radiolocalización como el indicador de notificación MBMS. Para garantizar que todos los UE detecten el indicador de notificación MBMS al menos una vez en un único ciclo DRX, el indicador de notificación MBMS debe repetirse al menos durante el ciclo DRX más largo.

50 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicaciones inalámbrico.

55 La FIG. 2A muestra el formato del PICH en el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS).

La FIG. 2B muestra el formato de una trama del PICH.

60 La FIG. 3 muestra transmisiones de ejemplo sobre el PICH, MICH, MCCH y MTCH en UMTS.

La FIG. 4 muestra dos secuencias aleatorias con ubicaciones aleatorias para indicadores de notificación.

65 La FIG. 5 muestra un proceso llevado a cabo por una estación base para transmitir indicadores de notificación para servicios de difusión y multidifusión soportados por la estación base.

La FIG. 6 muestra un proceso llevado a cabo por un dispositivo inalámbrico para recibir indicadores de

notificación para por lo menos un servicio.

La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de la estación base y el dispositivo inalámbrico.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA

La expresión “de ejemplo” se utiliza en la presente memoria para referirse a “servir como ejemplo, instancia o ilustración”. Cualquier forma de realización descrita en la presente memoria como “de ejemplo” no debe interpretarse necesariamente como preferente o ventajosa frente a otras formas de realización. La invención está definida en las reivindicaciones independientes.

Las técnicas para transmitir y recibir indicadores de notificación para servicios de difusión y multidifusión en un sistema de comunicaciones se describen en la presente memoria. Una estación base mapea los servicios a secuencias aleatorias, una secuencia aleatoria para cada servicio, en base a identificadores para los servicios. La estación base genera la secuencia aleatoria para cada servicio en base a una función de mapeo o un generador de números pseudoaleatorios (PN) y el identificador de servicio. Independientemente de cómo se generen las secuencias aleatorias, cada secuencia aleatoria está asociada a una ubicación específica para enviar un indicador de notificación en cada trama. Las ubicaciones para los indicadores de notificación para cada secuencia aleatoria están aleatorizadas con respecto a las ubicaciones para los indicadores de notificación para cada secuencia aleatoria restante. Esta característica de aleatoriedad reduce las probabilidades de falsa alarma, como se describe a continuación. Para cada servicio, la estación base establece los indicadores de notificación al mismo valor de notificación en cada periodo de modificación, lo que puede ser cualquier duración de tiempo. La estación base transmite los indicadores de notificación para cada servicio en un canal indicador MBMS (MICH) en las ubicaciones aleatorias determinadas por la secuencia aleatoria para ese servicio. La estación base también transmite indicadores de paginación para cada dispositivo inalámbrico inactivo en un Canal Indicador de páginas (PICH) en tramas asignadas al dispositivo inalámbrico y en ubicaciones determinadas por una secuencia de PICH para el dispositivo inalámbrico.

Para recibir los indicadores de notificación para por lo menos un servicio deseado, un dispositivo inalámbrico determina la secuencia aleatoria para cada servicio deseado. El dispositivo inalámbrico también determina las tramas en las que recibir sus indicadores de paginación. Para cada uno de estas tramas “activas”, el dispositivo inalámbrico recibe (1) el indicador de notificación para cada servicio en la ubicación en el MICH determinado por la secuencia aleatoria para el servicio y (2) el indicador de paginación para el dispositivo inalámbrico en la ubicación en el PICH determinado por la secuencia de PICH. El dispositivo inalámbrico determina el valor de notificación para cada servicio en cada periodo de modificación en base a todos los indicadores de notificación recibidos para ese servicio en ese periodo de modificación.

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicaciones inalámbrico 100 capaz de soportar servicios de difusión y multidifusión multimedia. El sistema 100 incluye unas estaciones base 110 que se comunican con los dispositivos inalámbricos 120. Por simplicidad, en la FIG. 1 se muestran únicamente dos estaciones base 110 y seis dispositivos inalámbricos 120. Una estación base es una estación fija y también puede denominarse Nodo B, subsistema transceptor base (BTS), punto de acceso, o alguna otra terminología. Un dispositivo inalámbrico puede ser fijo o móvil y también puede denominarse equipo de usuario (UE), estación móvil, terminal, o alguna otra terminología.

Un controlador de red radio (RNC) 130 se acopla a las estaciones base 110 y proporciona coordinación y control para estas estaciones base. El RNC 130 también puede denominarse controlador de estaciones base (BSC) o alguna otra terminología. Un núcleo de red (CN) 132 se acopla al RNC 130 y a otros sistemas y redes, como una red telefónica pública conmutada (PSTN), una red de datos de conmutación de paquetes, etcétera. El núcleo de red 132 interconecta el sistema 100 con estos otros sistemas y redes.

El sistema 100 puede ser un sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA), un sistema múltiple por división de tiempo (TDMA), un sistema múltiple por división de frecuencia (FDMA), un sistema múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA), o algún otro sistema de acceso múltiple. Un sistema CDMA puede implementar una o más tecnologías de acceso radio (RTA) CDMA como la CDMA de banda ancha (W-CDMA) y la cdma2000. cdma2000 cumple con los estándares ISO-2000, IS-856, e IS-95. Un sistema TDMA puede implementar uno o más RAT TDMA como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Estos diversos RATs y estándares son bien conocidos en la técnica. UMTS es un sistema que utiliza W-CDMA y GSM como RAT y se describe en documentos de un consorcio denominado "3rd Generation Partnership Project" (3GPP). cdma2000 se describe en documentos de un consorcio denominado "3rd Generation Partnership Project 2" (3GPP2). Los documentos de 3GPP y 3GPP2 están disponibles al público. Por claridad, las técnicas de transmisión y recepción de notificaciones se describen a continuación de manera concreta para UMTS. Estas técnicas pueden utilizarse para un servicio de difusión o multidifusión multimedia (MBMS) en UMTS.

En UMTS, un canal indicador de páginas (PICH) se utiliza para enviar indicadores de paginación a dispositivos inalámbricos inactivos. Un dispositivo inalámbrico inactivo es un dispositivo inalámbrico que se ha registrado con el sistema y que está operando en un modo de inactividad o un modo PCH. Los indicadores de paginación para cada

dispositivo inalámbrico inactivo indican si se están enviando o no mensajes sobre un canal de paginación (PCH) para el dispositivo inalámbrico. El PCH es un canal de transporte que es portado en un canal físico de control común secundario (S-CCPCH). Cada dispositivo inalámbrico inactivo monitoriza el PICH para sus indicadores de paginación. Si estos indicadores de paginación se establecen a '1', entonces el dispositivo inalámbrico procesa el S-CCPCH para buscar cualquier mensaje enviado para el dispositivo inalámbrico. Una característica importante de los canales indicadores como el PICH y el MICH es que la información portada en estos canales es corta y no codificada y puede por tanto recibirse e interpretarse muy rápidamente.

La FIG. 2A muestra el formato del PICH en UMTS. El PICH se divide en tramas, teniendo cada trama una duración de 10 milisegundos (ms). Cada trama se identifica mediante un número de trama de sistema (SFN) de 12 bits que se transmite simultáneamente en un CCPCH primario (P-CCPCH). El SFN se resetea a 0 en un instante concreto, se incrementa en uno para cada trama a partir de ese instante, y vuelve a comenzar de cero tras alcanzar el valor máximo de 4095.

A cada dispositivo inalámbrico inactivo se le asignan ocasiones de paginación, que son tramas específicas en las que el dispositivo inalámbrico puede recibir sus indicadores de paginación. Las ocasiones de paginación para cada dispositivo inalámbrico están separadas por un intervalo de tiempo denominado ciclo DRX (modo de recepción discontinua). El ciclo DRX es configurable para cada dispositivo inalámbrico y es por lo general de 1,28 segundos. En general, el ciclo DRX puede ser de entre 80 milisegundos (ms) y 5,12 segundos, o de entre 8 tramas y 512 tramas. Las ocasiones de paginación para cada dispositivo inalámbrico se determinan en base a varios parámetros incluyendo un identificador internacional de abonado a móvil (IMSI), que es un identificador que es único para cada dispositivo inalámbrico. A diferentes dispositivos inalámbricos con diferentes IMSIs se les puede asignar diferentes ocasiones de paginación incluso si tienen el mismo ciclo DRX. Los ciclos DRX y las tramas para UMTS se corresponden con ciclos de intervalos e intervalos, respectivamente, en algunos otros sistemas que soportan la paginación en modo de intervalos.

La FIG. 2B muestra el formato de una trama para el PICH. Cada trama de PICH incluye 300 bits, que se denominan bits b_0 a b_{299} . Los primeros 288 bits se utilizan para N_p indicadores de paginación, y los últimos 12 bits se reservan para otros usos. El número de indicadores de paginación (N_p) en cada trama de PICH es configurable por el sistema y puede tomar un valor de 18, 36, 72 o 144. Cada indicador de paginación se envía en $288/N_p$ bits consecutivos en la trama de PICH, donde $288/N_p$ puede tomar un valor de 16, 8, 4 o 2. Los $288/N_p$ bits se establecen todos a "1" si el indicador de paginación está a '1' y se establecen a '0' si el indicador de paginación está a '0'. Los N_p indicadores de paginación se envían en N_p ubicaciones de indicador que se numeran de 0 a N_p-1 (no mostrado en la FIG. 2B).

Cada dispositivo inalámbrico se asocia a un indicador de paginación en cada ocasión de paginación. El indicador de paginación para cada dispositivo inalámbrico se envía en una ubicación que se determina de la siguiente manera:

$$q_p = \left(PI + \left[\left((18 \times (SFN + \left\lfloor \frac{SFN}{8} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{SFN}{64} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{SFN}{512} \right\rfloor) \right) \bmod 144 \right) \times \frac{N_p}{144} \right] \right) \bmod N_p, \quad \text{Ec (1)}$$

donde SFN es el número de trama de sistema para la ocasión de paginación;

$PI = (IMSI \text{ div } 8192) \bmod N_p$;

$\lfloor x \rfloor$ es un operador floor de parte entera que proporciona el siguiente valor entero menor para x ;

\bmod indica una operación de módulo; y

q_p es la ubicación del indicador de paginación dentro de la ocasión de paginación.

Como se muestra en la ecuación (1), la ubicación del indicador de paginación para un dispositivo inalámbrico dado cambia entre las N_p posibles ubicaciones en base al SFN de la ocasión de paginación. De esta manera, dependiendo del SFN de la ocasión de paginación, el dispositivo inalámbrico necesitaría procesar una ubicación diferente para obtener su indicador de paginación.

La ecuación (1) también indica que pueden formarse hasta N_p secuencias no solapantes de indicadores de paginación (o secuencias de PICH). Cada secuencia de PICH está asociada a un valor diferente de PI, que puede ser de entre 0 y N_p-1 debido a la operación módulo- N_p para calcular PI. Cada secuencia de PICH está asociada a una ubicación específica para enviar el indicador de paginación en cada trama (o cada SFN). Las N_p secuencias de PICH son no solapantes porque no hay dos secuencias PICH que utilicen la misma ubicación de indicador de paginación en ninguna trama. De hecho, las (N_p-1) secuencias de PICH para $PI = 1$ a N_p-1 son meramente diferentes versiones desplazadas (en módulo N_p) de la secuencia de PICH para $PI = 0$.

Dos dispositivos inalámbricos pueden estar mapeados al mismo valor de PI en base a sus IMSIs. Estos dos dispositivos inalámbricos tendrían entonces la misma secuencia de PICH, y sus ubicaciones de indicador de paginación se solaparían en cada trama. Si estos dos dispositivos inalámbricos también tienen las mismas ocasiones de paginación, entonces sus indicadores de paginación serían enviados en las mismas tramas y la misma ubicación en cada trama. Si múltiples indicadores de paginación están mapeados a la misma ubicación, entonces en la ubicación se envía un valor de '1' si cualquiera de estos indicadores de paginación está a '1', y en la ubicación se

envía un valor de '0' si todos los indicadores de paginación están a '0'. Para estos dispositivos inalámbricos con la misma secuencia de PICH y las mismas ocasiones de paginación, siempre que un indicador de paginación se establece para un dispositivo inalámbrico, el otro dispositivo inalámbrico también detectaría (posiblemente erróneamente) este indicador de paginación y procesaría el PCH para buscar mensajes de paginación.

En UMTS, un canal indicador MBMS (MICH) se utiliza para enviar indicadores de notificación MBMS (o simplemente, indicadores de notificación) que indican si se están o no enviando mensajes sobre una canal de control punto-a-multipunto MBMS (MCCH). El MCCH es un canal de transporte que también es portado en el S-CCPCH. Los mensajes enviados sobre el MCCH contienen información que permite a los dispositivos inalámbricos recibir un canal de tráfico punto-a-multipunto MBMS (MTCH). Tal información puede indicar, por ejemplo, qué servicios están activos, cómo decodificar el MTCH, si es o no posible una combinación blanda, etcétera. El MTCH es un canal de transporte que porta contenidos o datos de tráfico para los servicios.

El MICH tiene un formato que es similar al formato PICH mostrado en la FIG. 2B. Cada trama de MICH incluye 300 bits, que se denominan bits b_0 a b_{299} . Los primeros 288 bits se utilizan para Nn indicadores de notificación, y los últimos 12 bits se reservan. El número de indicadores de notificación (Nn) en cada trama de MICH es configurable por el sistema y puede tomar un valor de 18, 36, 72 o 144. Cada indicador de notificación se envía en 288/Nn bits consecutivos en la trama de MICH, donde 288/Nn puede tomar un valor de 16, 8, 4 o 2. Los Nn indicadores de notificación se envían en Nn ubicaciones de indicadores que se numeran de 0 a Nn-1. Los indicadores de notificación también pueden enviarse utilizando los últimos 12 bits en cada trama de PICH.

A cada servicio de multidifusión/difusión se le asignan indicadores de notificación específicos, que se establecen a '1' siempre que se estén enviando mensajes en el MCCH para el servicio. Cada dispositivo inalámbrico monitoriza los indicadores de notificación para todos los servicios deseados por el dispositivo inalámbrico (o "servicios deseados"). Siempre que se establece el indicador de notificación para cualquier servicio deseado, el dispositivo inalámbrico procesa adicionalmente el S-CCPCH para buscar mensajes enviados para ese servicio.

Los indicadores de notificación para todos los servicios soportados por el sistema (o "servicios soportados") pueden enviarse sobre el MICH a modo de alcanzar los siguientes objetivos:

- Minimizar el tiempo de activación, y por tanto el consumo energético, para que cada dispositivo inalámbrico inactivo pueda recibir su indicador de paginación y los indicadores de notificación para todos los servicios deseados durante cada periodo de activación;
- Minimizar las falsas alarmas causadas por el solapamiento de los indicadores de notificación para diferentes servicios; y
- Minimizar la energía de transmisión utilizada para los indicadores de notificación para todos los servicios soportados.

Para el PICH, se produce una falsa alarma siempre que un dispositivo inalámbrico detecte erróneamente un indicador de paginación establecido para otro dispositivo inalámbrico igual que se establece para sí mismo. Para el MICH, se produce una falsa alarma siempre que un dispositivo inalámbrico detecte erróneamente un indicador de notificación que se establece para un servicio no deseado igual que se establece para un servicio deseado. En cualquier caso, una falsa alarma hace que el dispositivo inalámbrico procese el PCH o MCCH para mensajes que no son aplicables para el dispositivo inalámbrico, lo que consume energía de la batería y acorta el tiempo de espera.

Las falsas alarmas son inevitables para el PICH si hay más dispositivos inalámbricos inactivos que el número de ubicaciones de indicadores de paginación disponibles, y los indicadores de paginación para múltiples dispositivos inalámbricos se mapean y se solapan en la misma ubicación. Sin embargo, las falsas alarmas para el PICH no afectan de manera adversa al rendimiento por varias razones. En primer lugar, cada dispositivo inalámbrico recibe por lo general únicamente un número pequeño de páginas, de manera que los indicadores de paginación para cada dispositivo inalámbrico se establecen frecuentemente y el número de falsas alarmas es pequeño. En segundo lugar, no todos los dispositivos inalámbricos que se mapean a la misma secuencia de PICH tienen indicadores de paginación que se solapan puesto que sus ocasiones de paginación, que constituyen una dimensión adicional por la que distinguirse entre los dispositivos inalámbricos, pueden ser diferentes. En tercer lugar, los dispositivos inalámbricos por lo general necesitan detectar sus indicadores de paginación lo más rápido posible y con frecuencia utilizan un algoritmo de detección agresivo que puede declarar de manera falsa que un indicador de paginación ha sido establecido cuando no es el caso. En cuarto lugar, puesto que el PICH se monitoriza solamente por los dispositivos inalámbricos inactivos, una falsa alarma para el PICH afecta meramente a la duración de la batería pero no afecta de manera adversa a la recepción del servicio.

Las falsas alarmas también son inevitables para el MICH si el número de servicios soportados excede el número de ubicaciones de indicadores de notificación disponibles. Sin embargo, las falsas alarmas para el MICH pueden ser más perjudiciales que las falsas alarmas para el PICH. Para un dispositivo inalámbrico que no está recibiendo todavía un servicio, el impacto de las falsas alarmas para el MICH puede ser un consumo de energía de la batería

adicional. Para un dispositivo inalámbrico que ya está recibiendo un servicio y que no es capaz de recibir concurrentemente el MCCH y el MTCH, una falsa alarma hace que el dispositivo inalámbrico procese el MCCH en vez del MTCH y resulte en una pérdida de datos para el MTCH.

5 Para alcanzar el objetivo indicado anteriormente para los indicadores de notificación, a cada servicio se le puede asignar un indicador de notificación en cada trama. Si un mensaje va a enviarse en el MCCH para el servicio, entonces los indicadores de notificación para el servicio se establecen a '1' por un periodo lo suficientemente largo para que incluso un dispositivo inalámbrico con el ciclo DRX lo más largo posible pueda recibir el indicador de notificación con una buena probabilidad de detección.

10 La FIG. 3 muestra transmisiones de ejemplo en el PICH, MICH, MCCH y MTCH. Los indicadores de paginación para cada dispositivo inalámbrico inactivo son enviados sobre el PICH en ocasiones de paginación para el dispositivo inalámbrico, como se muestra en la parte superior de la FIG. 3. Los indicadores de notificación para cada servicio son enviados en cada trama sobre el MICH y son establecidos al mismo valor de notificación ('1' o '0') para todo el periodo de modificación. El periodo de modificación puede representar un intervalo de tiempo en el que puede cambiarse información de señalización "crítica", que es información que se necesita para recibir contenidos MBMS. En general, la información de señalización puede ser información independiente del servicio y/o información específica del servicio.

15 El periodo de modificación se selecciona para que sea lo suficientemente largo para que los dispositivos inalámbricos puedan detectar de manera fiable por lo menos un indicador de notificación enviado sobre el MICH durante el periodo de modificación. Un dispositivo inalámbrico con un ciclo DRX que es más corto que el periodo de modificación puede leer el MICH durante su ocasión de paginación en cada ciclo DRX. Un dispositivo inalámbrico con un ciclo DRX que es más largo que el periodo de modificación puede activarse entre ocasiones de paginación para leer el MICH. El periodo de modificación puede seleccionarse para que sea igual o mayor que una duración mínima predeterminada (p. ej., 2 segundos) de manera que los dispositivos inalámbricos con largos ciclos DRX no tengan que activarse con demasiada frecuencia. Dependiendo de cómo se configuren el ciclo DRX y el periodo de modificación, un dispositivo inalámbrico puede leer un indicador o múltiples indicadores de notificación para cada servicio deseado en cada periodo de modificación.

20 Si los indicadores de notificación para todos los servicios soportados son enviados en cada trama de MICH, entonces el único nivel de dimensionalidad es el número de ubicaciones de indicadores (Nn) dentro de una trama de MICH. Si la ecuación (1) se utiliza para determinar la ubicación del indicador de notificación para cada servicio en cada trama, entonces los indicadores de notificación para dos servicios cualquiera que tengan el mismo valor de PI se solaparían en cada trama. Las falsas alarmas para el MICH estarían entonces dominadas por el solapamiento de los indicadores de notificación para diferentes servicios. Si se envía una notificación para un servicio, entonces todos los dispositivos inalámbricos interesados en cualquiera de los servicios mapeados a la misma secuencia de PICH definida por la ecuación (1) detectarían erróneamente esta notificación y también procesarían el MCCH. Esto resultaría en una alta probabilidad de falsa alarma para el MICH, lo que es indeseable.

25 Para reducir la probabilidad de falsa alarma para el MICH, puede formarse un gran número de secuencias de indicadores de notificación (o secuencias aleatorias) aleatorizando las ubicaciones de los indicadores de notificación para estas secuencias aleatorias. Esta aleatorización puede alcanzarse de diversas maneras, por ejemplo, utilizando una función de mapeo, un generador PN, etcétera. Por claridad, se describen a continuación varios esquemas para generar las secuencias aleatorias.

30 En un primer esquema de aleatorización, las secuencias aleatorias se forman en base a una función de mapeo que mapea cada secuencia aleatoria a una ubicación aleatoria en cada trama en base a un identificador para la secuencia aleatoria. Cada secuencia aleatoria se asocia a un valor diferente de NI que puede ser de entre 0 y G-1, donde G es un parámetro que determina el número de posibles secuencias aleatorias.

35 Para cada secuencia aleatoria, la ubicación del indicador de notificación en cada trama puede determinarse de la siguiente manera:

$$q_{n1} = \left[\left\{ \left[C \times (NI \oplus ((C \times SFN) \bmod G)) \right] \bmod G \right\} \times \frac{Nn}{G} \right], \quad \text{Ec (2)}$$

40 donde C es una constante que se describe a continuación:
 ⊕ indica una operación lógica OR exclusiva (XOR) bit-a-bit; y
 q_{n1} es la ubicación del indicador de notificación dentro de la trama.

45 El parámetro G puede seleccionarse como una potencia de dos relativamente grande y basarse adicionalmente en un compromiso entre complejidad computacional y la probabilidad de colisiones por defecto entre los indicadores de notificación para diferentes servicios. Las colisiones por defecto significan que las secuencias aleatorias comparten siempre las mismas ubicaciones para sus indicadores de notificación. En una forma de realización, G se selecciona

como $G = 2^{16}$, NI es un valor de 16 bits, y hay 2^{16} posibles secuencias aleatorias.

Puede definirse la constante C, por ejemplo, de la siguiente manera:

$$C = \left\lfloor G - \frac{(\sqrt{5}-1)}{2} \times G \right\rfloor = 25,033 . \quad \text{Ec (3)}$$

En general, la constante C puede definirse de modo que C y G sean primos relativos.

Cada servicio se identifica por un identificador de servicio, que puede ser un identificador temporal de grupo de móviles (TMGI). Los servicios pueden de esta manera identificarse de manera única por sus TMGIs de la misma manera que los dispositivos inalámbricos pueden identificarse de manera única por sus IMSIs. Cada servicio puede mapearse a un valor de NI específico en base a su TMGI, por ejemplo, de la siguiente manera:

$$NI = \left(TMGI + \left\lfloor \frac{TMGI}{G} \right\rfloor \right) \bmod G . \quad \text{Ec (4)}$$

En general, cada servicio puede mapearse a un valor de NI específico en base a cualquier función del identificador de servicio. Por ejemplo, el mapeado puede basarse en una función $f(x) = (x + Lx/G + Lx/G^2 + Lx/G^3 \dots) \bmod G$, donde x es el identificador de servicio y f(x) es el valor de NI. También pueden utilizarse otras funciones para mapear los identificadores de servicio a los valores de NI.

La función de mapeo mostrada en la ecuación (2) encripta una función de SFN con una función del identificador de servicio (o NI) para asegurar que diferentes servicios se asocian a diferentes ubicaciones aleatorias para sus indicadores de notificación en diferentes tramas. El uso de C y G en la función de mapeo asegura que todas las ubicaciones de indicador dentro de cada trama tienen igualmente la probabilidad de ser asignadas para cada servicio.

Desde un punto de vista de complejidad, la función hash o de comprobación aleatoria en la ecuación (2) tiene una ventaja de que puede calcularse directamente en base a los valores de SFN y NI y que no requiere temporizar un generador PN para cada trama en la que el dispositivo inalámbrico estaba inactivo. Cada valor de q_{n1} puede calcularse con tres multiplicaciones, una operación XOR, y unos pocos truncamientos para las operaciones de módulo.

En un segundo esquema de aleatorización, las secuencias aleatorias se forman en base a una función de mapeo que imita la función de mapeo para el PICH. Cada secuencia aleatoria está asociada a un valor diferente de NI que puede ser de entre 0 y G-1. Para cada secuencia aleatoria, la ubicación del indicador de notificación en cada trama puede determinarse de la siguiente manera:

$$q_{n2} = \left\lfloor \left[(C \times (NI \oplus \left(SFN + \left\lfloor \frac{SFN}{8} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{SFN}{64} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{SFN}{512} \right\rfloor \right))) \bmod G \right] \times \frac{Np}{G} \right\rfloor , \quad \text{Ec (5)}$$

donde q_{n2} es la ubicación del indicador de notificación dentro de la trama.

La función de mapeo mostrada en la ecuación (5) también encripta una función de SFN con una función del identificador de servicio para asegurar que diferentes servicios son mapeados a diferentes ubicaciones para sus indicadores de notificación en diferentes tramas. La función de mapeo mostrada en la ecuación (5) utiliza una función de SFN diferente a la función de mapeo mostrada en la ecuación (2). Cada valor de q_{n2} puede calcularse con cuatro sumas, dos multiplicaciones, y unos pocos truncamientos.

En un tercer esquema de aleatorización, las secuencias aleatorias se forman en base a un generador PN que selecciona diferentes ubicaciones de indicadores aleatorias en diferentes tramas para cada secuencia aleatoria. La selección de las ubicaciones de indicadores aleatorias puede obtenerse de diferentes maneras. Por claridad, a continuación se describe una forma de realización específica. Para esta forma de realización, el generador PN se implementa con un registro de desplazamiento con retroalimentación lineal (LFSR) de 16 bits que implementa un polinomio generador seleccionado. Este polinomio generador puede ser, por ejemplo, $x^{16} + x^{12} + x^3 + x + 1$. La implementación del registro de desplazamiento con retroalimentación lineal es conocida en la técnica y no se describe en la presente memoria. El registro de desplazamiento se resetea a un valor predeterminado distinto de cero siempre que SFN vuelva a comenzar de cero. El contenido del registro de desplazamiento en cualquier instante de tiempo no es específico de ningún dispositivo inalámbrico o de ningún servicio. Cada estación base puede así mantener un generador PN para todos los servicios soportados.

Cada secuencia aleatoria (y por tanto cada servicio) está asociada a un valor diferente de NI que puede ser de entre 0 y G-1. Para cada secuencia aleatoria, la ubicación del indicador de notificación en cada trama puede determinarse de la siguiente manera:

$$q_{n3} = \left\lfloor r \times \frac{Np}{G} \right\rfloor, \quad \text{Ec (6)}$$

donde r es un número binario de 16 bits intermedio generado por el generador PN; y q_{n3} es la ubicación del indicador de notificación dentro de la trama.

La ecuación (6) indica que la constante C, que se utiliza para las funciones de mapeo en las ecuaciones (2) y (5), no es necesaria para el tercer esquema de aleatorización.

Cada bit del número binario de 16 bits r puede determinarse en base al estado del registro de desplazamiento y el valor de NI para la secuencia aleatoria. Cada bit i del número r puede determinarse, por ejemplo, llevando a cabo las siguientes operaciones:

1. Temporizar el generador PN una vez para actualizar el contenido del registro de desplazamiento.
2. Llevar a cabo la operación lógica AND entre el contenido actualizado del registro de desplazamiento y el valor de NI para generar un número s de 16 bits.
3. Llevar a cabo una suma modulo-2 sobre los 16 bits del número s para obtener un valor binario para el bit i del número r .

El conjunto de operaciones anteriormente descritas se lleva a cabo 16 veces, una vez por cada uno de los 16 bits del número r . El registro de desplazamiento se temporiza por tanto 16 veces para cada trama. El generador PN también se temporiza para cada trama en la que el dispositivo inalámbrico se encuentra inactivo de manera que el generador PN se encuentre en el estado apropiado. Puede utilizarse un único generador PN para generar todas las secuencias aleatorias G.

Para la forma de realización anteriormente descrita, las secuencias aleatorias tienen una longitud de 4096 tramas debido al uso de un registro de desplazamiento con retroalimentación lineal de 16 bits para el generador PN y la temporización del generador PN 16 veces para cada trama. Las secuencias aleatorias de mayor o menor longitud pueden obtenerse utilizando generadores PN con más o menos bits. La longitud de las secuencias aleatorias debería ser por lo menos de la misma longitud que el período de modificación más largo posible.

En otra forma de realización del tercer esquema de aleatorización, diferentes secuencias aleatorias se asocian a diferentes valores de semilla para el registro de desplazamiento con retroalimentación lineal. Estas secuencias aleatorias se mapean por tanto a diferentes posiciones en una secuencia PN generada por el generador PN. Cada secuencia aleatoria puede generarse, por ejemplo, inicializando el generador PN con el valor de semilla asociado (p. ej., siempre que el SFN vuelva a comenzar de 0), temporizando el generador PN una vez para cada trama, y llevando a cabo una operación módulo-Nn sobre el contenido del registro de desplazamiento para obtener la ubicación del indicador para la trama. Para esta forma de realización, se mantiene un generador PN para cada secuencia aleatoria a generar. Todavía en otra forma de realización, cada secuencia aleatoria puede generarse reseteando el generador PN (p. ej., a un valor predeterminado siempre que el SFN vuelva a comenzar de cero), temporizando el generador PN una vez para cada trama, llevando a cabo una operación XOR del contenido del registro de desplazamiento con un valor de máscara para la secuencia aleatoria, y llevando a cabo una operación módulo-Nn sobre el resultado de la operación XOR para obtener la ubicación del indicador para la trama. Para esta forma de realización, diferentes secuencias aleatorias se asocian a diferentes valores de máscara, y puede utilizarse un único generador PN para generar todas las secuencias aleatorias. Las secuencias aleatorias también pueden generarse de otras maneras utilizando el generador PN.

La FIG. 4 muestra dos secuencias aleatorias X e Y con ubicaciones aleatorias para los indicadores de notificación. Estas dos secuencias aleatorias pueden generarse utilizando una función de mapeo o un generador PN. Las secuencia aleatoria X se genera con un valor de NI de X, y la secuencia aleatoria Y se genera con un valor de NI de Y, donde X e Y pueden tener cada uno un valor de entre 0 y G-1.

Por simplicidad, la FIG. 4 muestra un caso en el que $Nn = 8$ y hay 8 ubicaciones de indicador en cada trama. Para cada secuencia aleatoria, el indicador de notificación es enviado en una ubicación aleatoria en cada trama. Para el ejemplo mostrado en la FIG. 4, las secuencias aleatorias X e Y colisionan y sus indicadores de notificación se solapan únicamente en la trama n y en ninguna otra trama mostrada en la FIG. 4. Si los indicadores de notificación para únicamente una secuencia aleatoria se establecen a '1', entonces un dispositivo inalámbrico puede encontrar una falsa alarma si lee únicamente el indicador de notificación enviado en la trama n . Este dispositivo inalámbrico no encontraría ninguna falsa alarma si leyera el indicador de notificación enviado en cualquier otra trama o si leyera

múltiples indicadores de notificación. El dispositivo inalámbrico puede llevar a cabo una operación AND de todos los indicadores de notificación detectados para cada servicio deseado y puede procesar el MCCH únicamente si todos los indicadores de notificación detectados estuvieran establecidos. Sin embargo, para evitar perder información de señalización debido a errores de detección, el dispositivo inalámbrico puede procesar el MCCH si cualquiera de los indicadores de notificación detectados está establecido o si un número o porcentaje de indicadores de notificación está establecido.

La FIG. 5 muestra un proceso 500 llevado a cabo mediante una estación base para transmitir indicadores de notificación a servicios de difusión y multidifusión soportados por la estación base. La estación base mapea los servicios a secuencias aleatorias, una secuencia aleatoria para cada servicio (bloque 512). Esto puede alcanzarse mapeando el identificador (p. ej., TMGI) para cada servicio a un valor de NI, p. ej., como se muestra en la ecuación (4). La estación base genera a continuación la secuencia aleatoria para cada servicio en base a una función hash o de comprobación aleatoria (p. ej., como se muestra en la ecuación (2) o (5)) o un generador PN (p. ej., como se muestra en la ecuación (6)) y el identificador o valor de NI para el servicio (bloque 514). Independientemente de cómo se generan las secuencias aleatorias, cada secuencia aleatoria se asocia a una ubicación específica para enviar un indicador de notificación en cada trama. Las ubicaciones para los indicadores de notificación en diferentes tramas para cada secuencia aleatoria se aleatorizan con respecto a las ubicaciones para los indicadores de notificación para cada secuencia aleatoria restante.

La estación base determina el valor de notificación ('0' o '1') para cada servicio en cada periodo de modificación (bloque 516). Para cada servicio, la estación base establece los números de notificación para todas las tramas en el periodo de modificación al valor de notificación para el servicio para ese periodo de modificación. La estación base también determina el valor indicador a enviar para cada ubicación en la que múltiples indicadores de notificación para múltiples servicios se mapean a la misma ubicación. En cualquier caso, la estación base transmite los indicadores de notificación para cada servicio en las ubicaciones aleatorias determinadas por la secuencia aleatoria para ese servicio (bloque 518). La estación base también transmite los indicadores de paginación para cada dispositivo inalámbrico inactivo en el PICH en las tramas asignadas al dispositivo inalámbrico en las ubicaciones determinadas por la secuencia de PICH para el dispositivo inalámbrico.

La FIG. 6 muestra un proceso 600 llevado a cabo mediante un dispositivo inalámbrico para recibir indicadores de notificación para por lo menos un servicio deseado por el dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico determina la secuencia aleatoria para cada servicio de manera similar a la estación base (bloque 612). El dispositivo inalámbrico también determina las tramas u ocasiones de paginación en las que recibir los indicadores de paginación (bloque 614). Para cada una de estas tramas activas, el dispositivo inalámbrico recibe el indicador de notificación para cada servicio en el MICH en la ubicación determinada por la secuencia aleatoria para el servicio (bloque 616). El dispositivo inalámbrico también recibe el indicador de paginación para sí mismo en el PICH en la ubicación determinada por la secuencia de PICH para el dispositivo inalámbrico (bloque 618).

El dispositivo inalámbrico puede elegir leer cualquier número de indicadores de notificación para cada servicio en base a, por ejemplo, la probabilidad deseada de falsa alarma. El dispositivo inalámbrico puede activarse con más frecuencia que su ciclo DRX para recibir más indicadores de notificación y de esa manera reducir la probabilidad de falsa alarma. En cualquier caso, el dispositivo inalámbrico determina un valor de notificación para cada servicio en cada periodo de modificación en base a todos los indicadores de notificación recibidos para ese servicio en ese periodo de modificación (bloque 620).

La aleatorización de las ubicaciones de los indicadores para las secuencias aleatorias introduce una dimensionalidad adicional en el tiempo. Esta aleatorización asegura adicionalmente que las colisiones entre los indicadores de notificación para los diferentes servicios se distribuyen uniformemente a través de todos los servicios y no se correlacionan entre ninguno de estos servicios. La probabilidad de que los indicadores de notificación para dos servicios diferentes se solapen a lo largo de todo un periodo de modificación se minimiza. Un dispositivo inalámbrico puede reducir la probabilidad de falsa alarma para un servicio deseado dado leyendo el MICH múltiples veces durante el periodo de modificación para detectar múltiples indicadores de notificación para el servicio. El dispositivo inalámbrico puede entonces procesar el MCCH si están establecidos todos los indicadores de notificación detectados. Los indicadores de notificación detectados tienen menos probabilidades de solapar los indicadores de notificación para cualquiera de los otros servicios soportados por el sistema. La probabilidad de falsa alarma, que es la probabilidad de que todos los indicadores de notificación detectados estén establecidos a '1' por algunos otros servicios, es relativamente baja y depende de la carga del MICH. La probabilidad de falsa alarma puede reducirse leyendo más indicadores de notificación para el servicio deseado. El dispositivo inalámbrico puede alcanzar una probabilidad de falsa alarma muy baja leyendo todos los indicadores de notificación para el servicio deseado, p. ej., si el dispositivo inalámbrico está activamente recibiendo el servicio.

Se analizó el rendimiento de falsa alarma para los tres esquemas de aleatorización descritos anteriormente. El análisis asume que cada indicador de notificación puede detectarse sin error por la capa física y cualquier error se debe al solapamiento entre indicadores de notificación para diferentes servicios. Por simplicidad, el análisis también asume que las ubicaciones de los indicadores utilizadas para cada servicio son perfectamente aleatorias y la probabilidad de un solapamiento entre dos indicadores de notificación en tramas diferentes es perfectamente

independiente.

La carga de notificación del sistema se indica mediante P_{carga} y representa la probabilidad de que un indicador de notificación dado esté establecido a '1' en el MICH. El número de indicadores de notificación que se detecta para cada servicio deseado en cada periodo de modificación se indica mediante N_{ni} . Para cada servicio, los indicadores de notificación se establecen al mismo valor de notificación para todo el periodo de modificación. Todos los indicadores de notificación detectados N_{ni} para un servicio deseado dado estarían a '1' si se enviara un valor de notificación de '1' para indicar una notificación para el servicio deseado. Si cualquiera de los N_{ni} indicadores de notificación detectados está a '0', entonces puede presumirse que pueda haberse enviado un valor de notificación de '0' para el servicio deseado, y se presume que cualquier indicador de notificación que esté a '1' haya podido haberse establecido por colisión con los indicadores de notificación para otros servicios. Para explicar posibles errores de detección por la capa física, un algoritmo de detección puede declarar un valor de notificación de '0' si por lo menos dos indicadores de notificación detectados están a '0' y puede declarar si no un valor de notificación de '1'. Para este algoritmo de detección, se produciría una falsa alarma si por lo menos $N_{ni}-1$ indicadores de notificación detectados indicaran falsamente la presencia de una notificación.

Para el algoritmo de detección anteriormente descrito, la probabilidad de falsa alarma para un servicio dado $P_{FA}^{servicio}$, puede expresarse de la siguiente manera:

$$P_{FA}^{servicio} = \sum_{k=N_{ni}-1}^{N_{ni}} \binom{N_{ni}}{k} \times (P_{carga})^k \times (1 - P_{carga})^{N_{ni}-k}, \quad \text{Ec (7)}$$

donde $\frac{N_{ni}}{k}$ indica el número de diferentes combinaciones de k indicadores de notificación entre N_{ni} indicadores de notificación. Si un dispositivo inalámbrico está interesado en múltiples (N_{ser}) servicios, entonces la probabilidad de falsa alarma para el dispositivo inalámbrico $P_{FA}^{dispositivo}$, puede expresarse como:

$$P_{FA}^{dispositivo} = 1 - (1 - P_{FA}^{servicio})^{N_{ser}}. \quad \text{Ec (8)}$$

Se llevó a cabo una simulación de ordenador para determinar la probabilidad de falsa alarma para un dispositivo inalámbrico dado con los tres esquemas de aleatorización anteriormente descritos. Se utilizaron los siguientes valores de parámetros para la simulación: $N_n = 144$, $G = 2^{16}$, $N_{ni} = 5$, y $N_{ser} = 10$. La Tabla 1 muestra la probabilidad de falsa alarma para el dispositivo inalámbrico para cada esquema de aleatorización y para diferentes cargas de notificación para el sistema. Los resultados de la simulación indican que los tres esquemas de aleatorización proporcionan una menor probabilidad de falsa alarma que sin aleatorización, p. ej., utilizando la ecuación (1). Los resultados de la simulación también indican que la probabilidad de falsa alarma es menor con la función hash o de comprobación aleatoria mostrada en la ecuación (2) y el generador PN mostrado en la ecuación (6).

Tabla 1–Probabilidad de falsa alarma

	$P_{carga} \approx 5\%$	$P_{carga} \approx 10\%$	$P_{carga} \approx 20\%$	$P_{carga} \approx 30\%$
Sin aleatorización	38,4 %	62,2 %	86,6 %	94,4 %
Aleatorización con ecuación (2)	0,14 %	0,84 %	6,39 %	19,6 %
Aleatorización con ecuación (5)	7,7 %	16,5 %	38,1 %	57,8 %
Aleatorización con ecuación (6)	0,02 %	0,36 %	4,68 %	16,1 %

El PICH utiliza la modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) para los indicadores de paginación. Cada indicador de paginación se representa por un conjunto de símbolos de modulación. Con QPSK, cada símbolo de modulación se transmite a un nivel de potencia predeterminado. Se utiliza la misma cantidad de potencia de transmisión para cada símbolo de modulación independientemente de si se envía un valor de '0' o '1' para el indicador de paginación.

El MICH puede configurarse para utilizar una modulación on/off (OOK) para los indicadores de notificación, lo que puede reducir la cantidad de potencia de transmisión para el MICH. Con OOK, un valor de indicador de notificación de '1' se transmite a un nivel de potencia predeterminado, y un valor de indicador de notificación de '0' se transmite con una potencia de cero (es decir, no se transmite). La potencia de transmisión para un indicador de notificación

enviado con OOK debería ser el doble de la potencia de transmisión para un indicador de notificación enviado con QPSK con el fin de obtener el mismo rendimiento de detección tanto para OOK como para QPSK. La potencia de transmisión total para el MICH se determina por la carga del MICH, que es la fracción media de los indicadores de notificación que se establecen a '1' en una trama dada. Se consigue una reducción de la potencia de transmisión total para el MICH si la carga del MICH es inferior al 50 %. Es probable que la carga del MICH sea inferior al 50 % con el fin de evitar altas tasas de falsa alarma para los dispositivos inalámbricos. De esta manera, es probable que el uso de OOK reduzca la potencia de transmisión total para el MICH para el mismo rendimiento de detección que QPSK.

FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de una forma de realización de una estación base 110x y un dispositivo inalámbrico 120x. En la estación base 110x, un codificador 710 recibe datos de tráfico para paginación y otros mensajes, procesa (p. ej., codifica, intercala, y mapea símbolos) los datos de tráfico, y genera símbolos de modulación. Un modulador 712 lleva a cabo una asignación de canales, una propagación espectral, una encriptación, etcétera, sobre los símbolos de modulación para diversos canales físicos (p. ej., el PICH, MICH, y S-CCPCH) y proporciona un flujo de chips de datos. Una unidad transmisora (TMTR) 714 acondiciona (p. ej., convierte a analógico, amplifica, filtra, y aumenta la frecuencia) los chips de datos y genera una señal de enlace de bajada, que se transmite a través de una antena 716.

En el dispositivo inalámbrico 120x, una antena 752 recibe la señal de enlace de bajada desde la estación base 110x y proporciona una señal recibida a una unidad receptora (RCVR) 754. La unidad receptora 754 acondiciona (p. ej., filtra, amplifica y reduce la frecuencia) la señal recibida, digitaliza la señal acondicionada, y proporciona datos muestreados. Un demodulador (Demod) 757 procesa los datos muestreados y proporciona estimaciones de símbolos. El demodulador 756 lleva a cabo adicionalmente la detección de indicadores de notificación e indicadores de paginación según las indicaciones de un controlador 760. Un decodificador 758 procesa (p. ej., desmapea, desintercala y decodifica) las estimaciones de símbolos y proporciona datos decodificados para mensajes enviados por la estación base 110x.

Los controladores 720 y 760 dirigen la operación en la estación base 110x y el dispositivo inalámbrico 120x, respectivamente. Los controladores 720 y 760 también pueden llevar a cabo diversas funciones de transmisión y recepción, respectivamente, de indicadores de notificación e indicadores de paginación. Por ejemplo, el controlador 720 puede llevar a cabo el proceso 500 en la FIG. 5 para la transmisión de indicadores de notificación, y el controlador 760 puede llevar a cabo el proceso 600 en la FIG. 6 para la recepción de indicadores de notificación. Las unidades de memoria 722 y 762 almacenan datos y códigos de programa para los controladores 720 y 760, respectivamente. Un temporizador 764 proporciona información de tiempo, que se utiliza por el controlador 760 para determinar cuándo activarse para procesar el PICH y el MICH.

Las técnicas de transmisión y recepción de notificaciones descritas en la presente memoria pueden implementarse de diversas maneras. Por ejemplo, estas técnicas pueden implementarse en hardware, software, o una combinación de los mismos. Para una implementación hardware, las unidades de procesamiento utilizadas para transmitir los indicadores de notificación pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASICs), procesadores digitales de señal (DSPs), dispositivos digitales de procesamiento de señal (DSPDs), dispositivos lógicos programables (PLDs), matrices de puertas programables (FPGAs), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para llevar a cabo las funciones descritas en la presente memoria, o una combinación de los mismos. Las unidades de procesamiento utilizadas para recibir indicadores de notificación también pueden implementarse dentro de uno o más ASICs, DSPs, etcétera.

Para una implementación software, las técnicas de transmisión y recepción de notificaciones pueden implementarse con módulos (p. ej., procedimientos, funciones, etcétera) que llevan a cabo las funciones descritas en la presente memoria. Los códigos software pueden almacenarse en una unidad de memoria (p. ej., unidad de memoria 722 o 762 en la FIG. 7) y ejecutarse mediante un procesador (p. ej., controlador 720 o 760). La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o de manera externa al procesador, en cuyo caso puede acoplarse por comunicación al procesador de diversas maneras como es conocido en la técnica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de transmisión de notificaciones desde una estación base en un sistema de comunicaciones, que comprende:

determinar una pluralidad de indicadores de notificación para una pluralidad de servicios de difusión y multidifusión multimedia, MBMS;
 10 mapear la pluralidad de indicadores de notificación a una pluralidad de ubicaciones en una trama; y
 transmitir la pluralidad de indicadores de notificación usando modulación on/off; caracterizado porque la ubicación en una trama para un indicador de notificación está basada en la siguiente ecuación:

$$q = \left\lfloor r \times \frac{N_n}{G} \right\rfloor$$

15 donde G es una constante;
 N_n es el número de ubicaciones disponibles en la trama;
 r es un número binario de K bits intermedio generado con un generador PN;
 Lx] es un operador floor de parte entera que proporciona el siguiente valor entero menor para x; y
 20 q es la ubicación para el indicador de notificación dentro de la trama;

donde cada bit i del número r se determina mediante las siguientes etapas:

25 temporizar el generador PN una vez para actualizar el contenido de un registro de desplazamiento con retroalimentación lineal, LSFR;
 llevar a cabo una operación AND a nivel de bit entre el contenido actualizado del LSFR y un valor NI determinado por el identificador para el servicio para generar un número s de K bits;
 llevar a cabo una suma modulo-2 sobre los K bits del número s para obtener un valor binario para el bit i del número r.

- 30 2. Un aparato que puede hacerse funcionar en un sistema de comunicaciones, que comprende:

medios para determinar una pluralidad de indicadores de notificación para una pluralidad de servicios de difusión y multidifusión multimedia, MBMS;
 35 medios para mapear la pluralidad de indicadores de notificación a una pluralidad de ubicaciones en una trama; y
 medios para transmitir la pluralidad de indicadores de notificación usando modulación on/off; caracterizado porque la ubicación en una trama para un indicador de notificación está basada en la siguiente ecuación:

$$q = \left\lfloor r \times \frac{N_n}{G} \right\rfloor$$

45 donde G es una constante;
 N_n es el número de ubicaciones disponibles en la trama;
 r es un número binario de K bits intermedio generado con un generador PN;
 Lx] es un operador floor de parte entera que proporciona el siguiente valor entero menor para x; y
 q es la ubicación para el indicador de notificación dentro de la trama;

50 donde cada bit i del número r se determina mediante las siguientes etapas:

temporizar el generador PN una vez para actualizar el contenido de un registro de desplazamiento con retroalimentación lineal, LSFR;
 llevar a cabo una operación AND a nivel de bit entre el contenido actualizado del LSFR y el valor NI determinado por el identificador para el servicio para generar un número s de K bits;
 55 llevar a cabo una suma modulo-2 sobre los K bits del número s para obtener un valor binario para el bit i del número r.

- 60 3. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador, hacen que dicho procesador lleve a cabo todas las etapas de un procedimiento según la reivindicación 1.

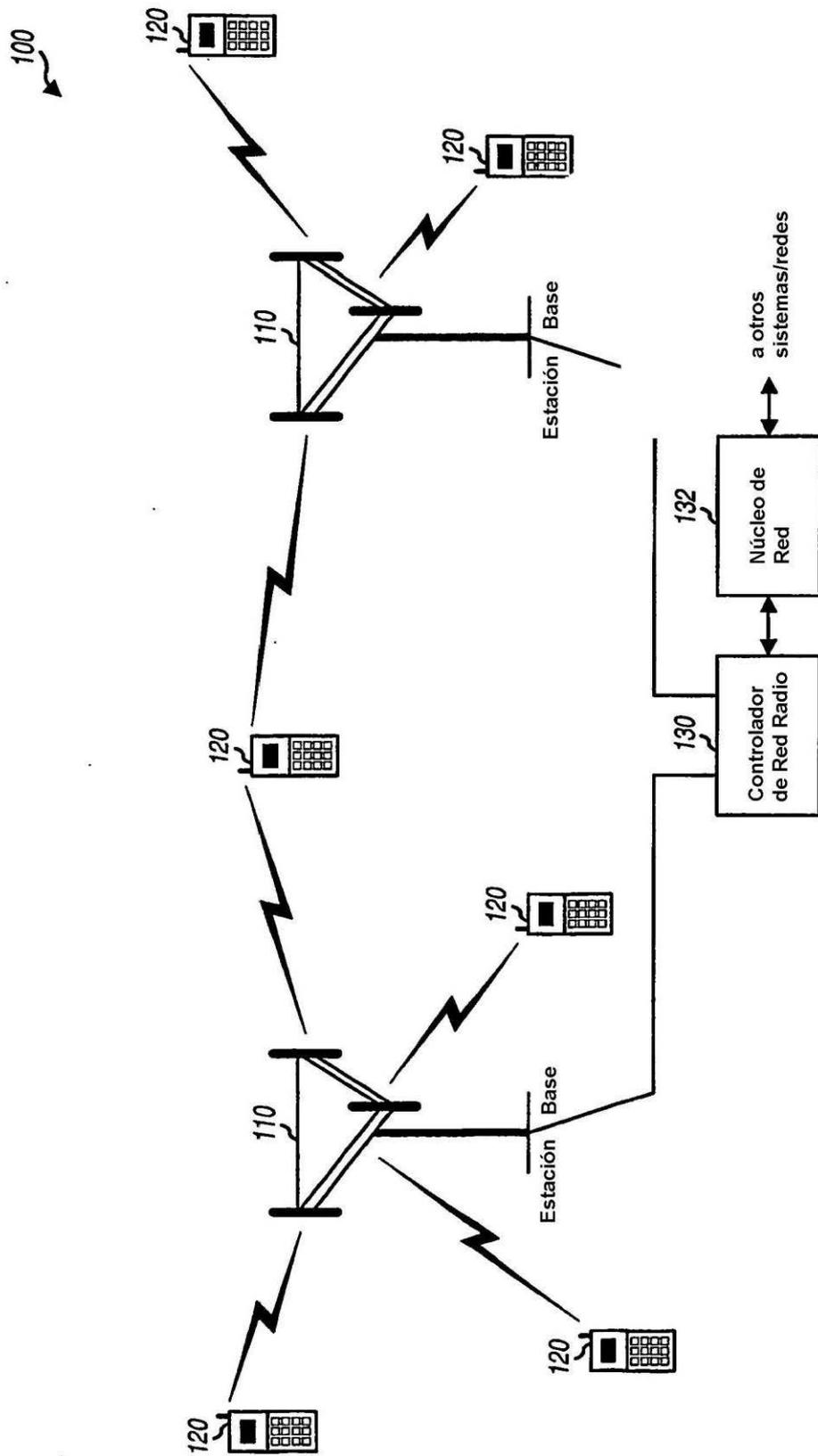


FIG. 1

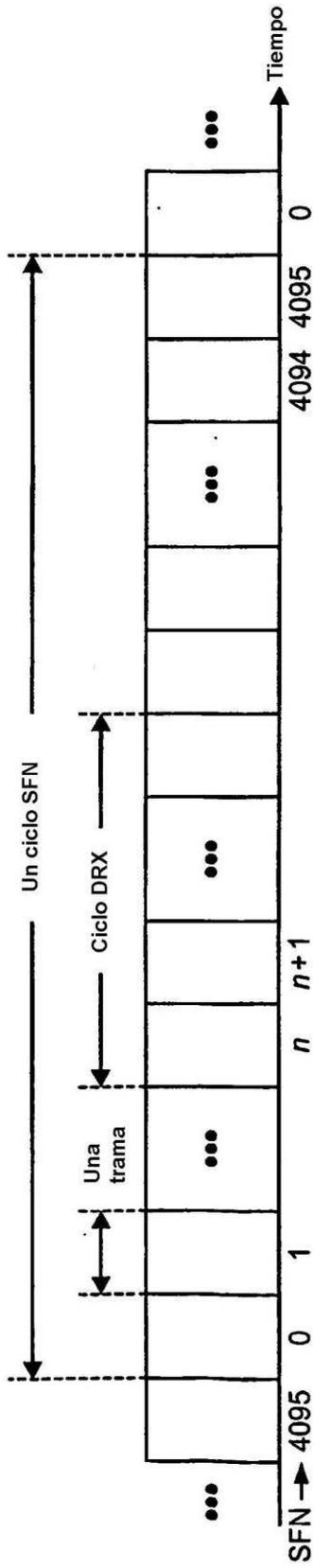


FIG. 2A

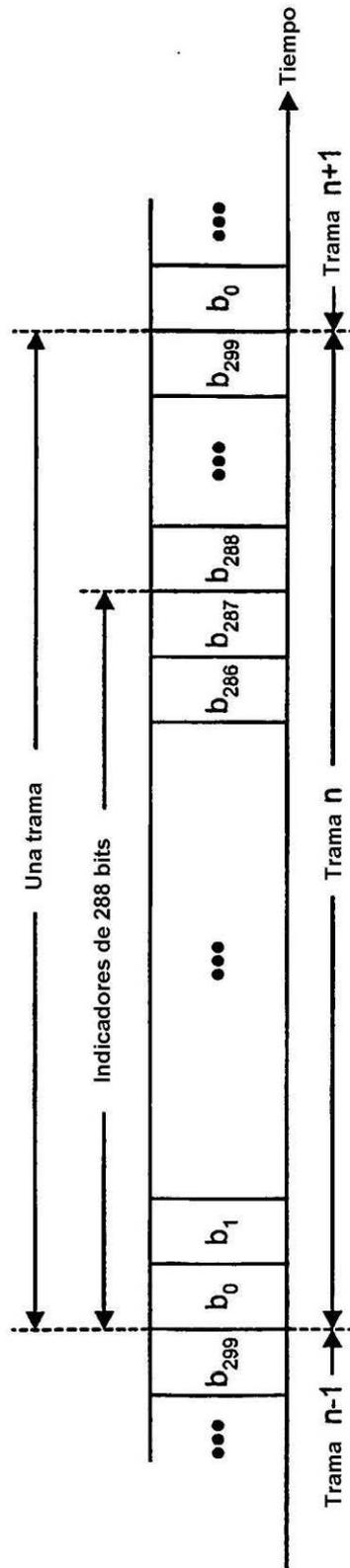


FIG. 2B

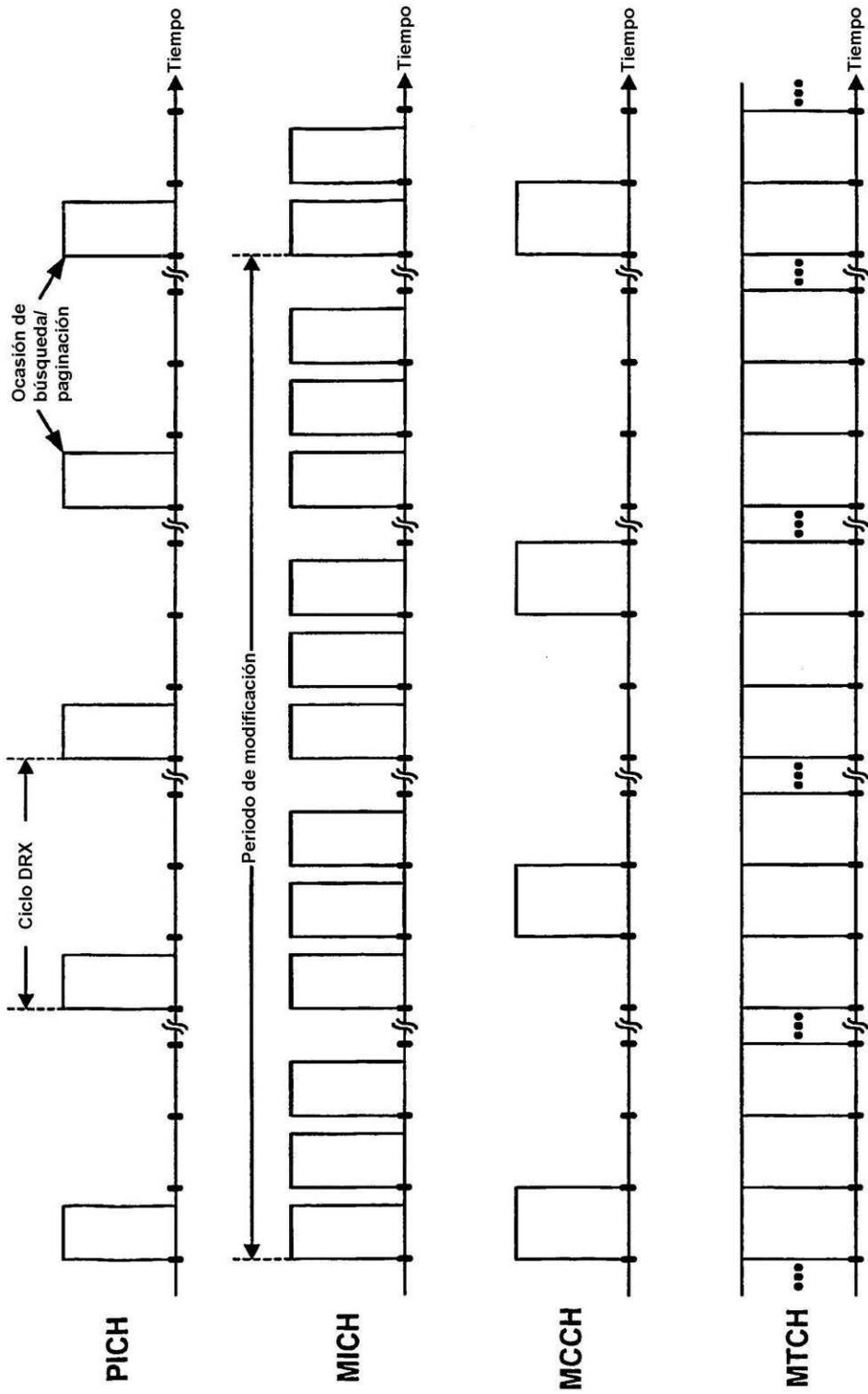


FIG. 3

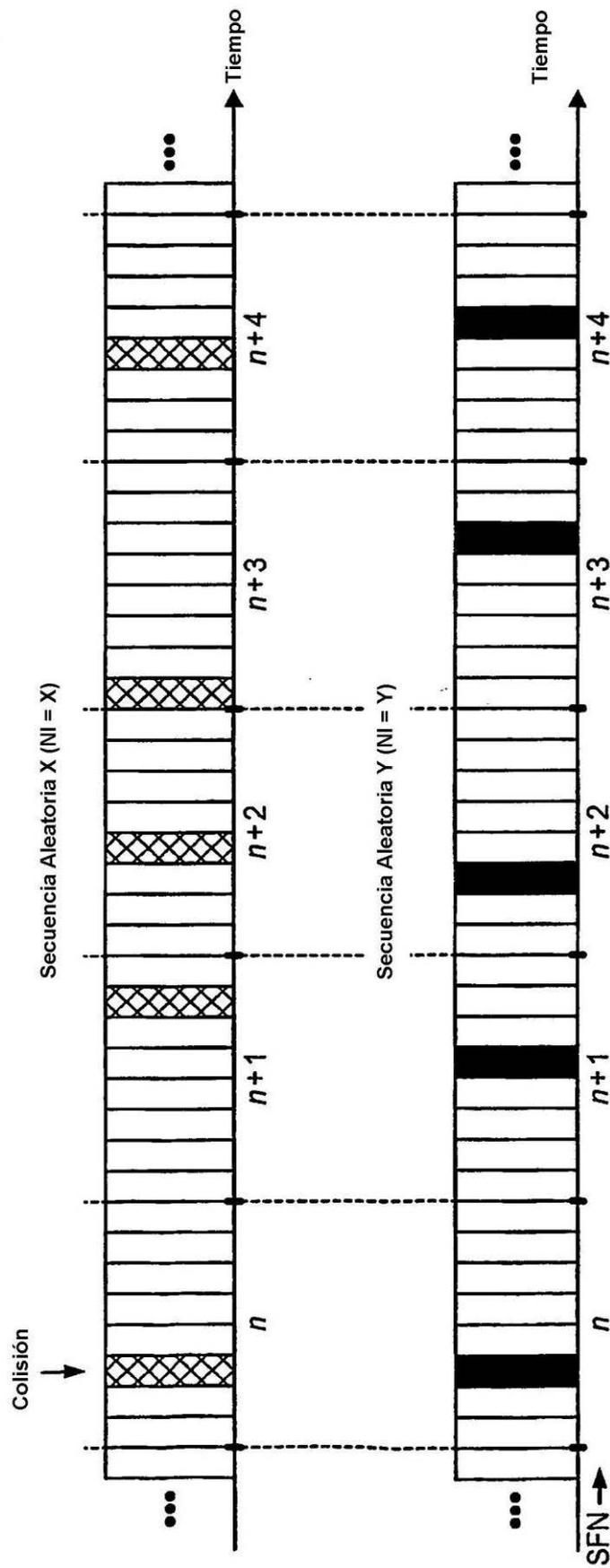


FIG. 4

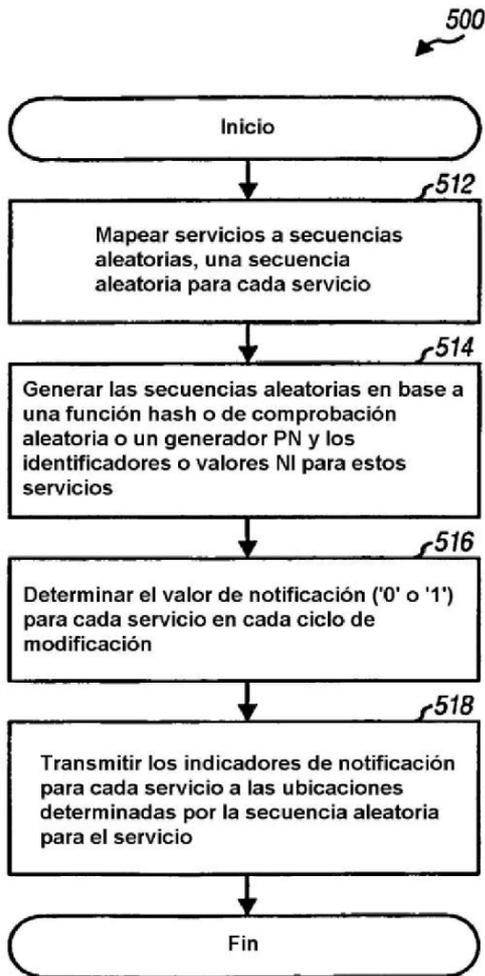


FIG. 5

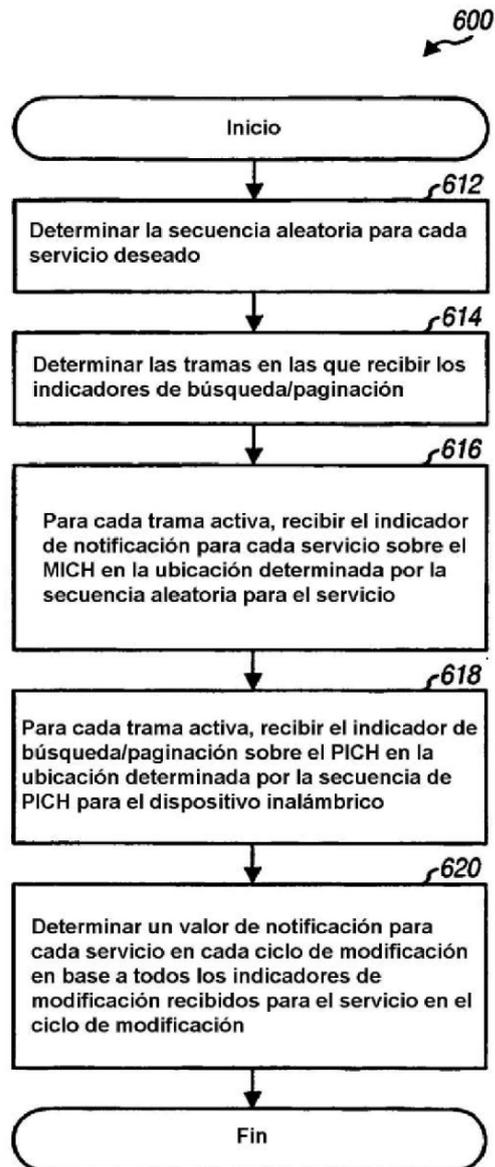


FIG. 6

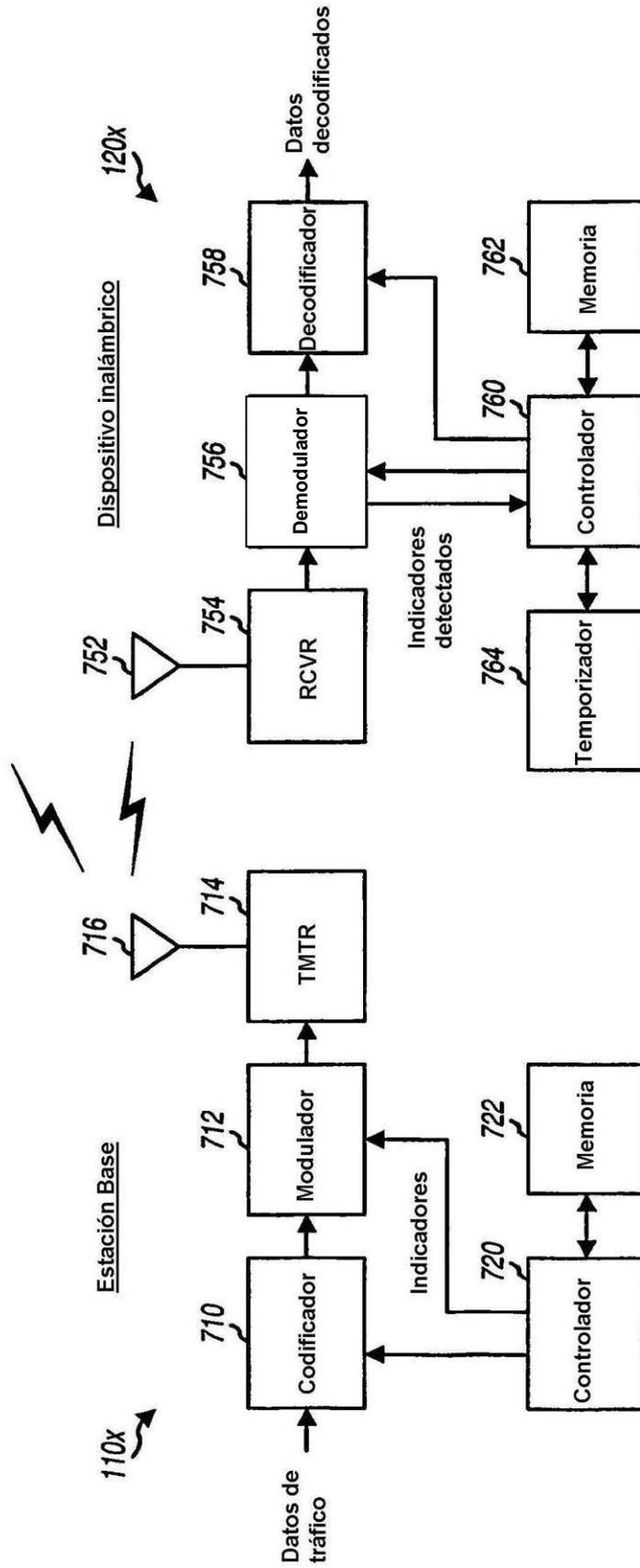


FIG. 7