

DISEÑO DE SEÑALES DE SINCRONIZACIÓN PARA OPERACIÓN DE BANDA ESTRECHA

REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD EN VIRTUD DE 35 USC §119

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de los Estados Unidos Núm. de Serie 15/247.355, presentada el 25 de agosto de 2016, que reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos Núm. de Serie 62/234.554, presentada el 29 de septiembre de 2015, que se asignan ambas al cesionario de la presente y se incorporan en forma expresa como referencia en la presente.

ANTECEDENTES

CAMPO DE LA REVELACIÓN

[0002] Ciertos aspectos de la presente revelación se refieren por lo general a comunicaciones inalámbricas y, más en particular, al diseño de señales de sincronización para una operación de banda estrecha.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

[0003] Los sistemas de comunicación inalámbricos son ampliamente utilizados para proporcionar diversos tipos de contenido de la comunicación tales como voz, datos, y así sucesivamente. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de soportar la comunicación con múltiples usuarios que comparten los recursos disponibles del sistema (por ej., ancho de banda y transmisión de energía). Los ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), Sistemas del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), sistemas de Evolución a Largo Plazo (LTE)/LTE Avanzados y sistemas de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA).

[0004] Por lo general, un sistema de comunicación de acceso múltiple inalámbrico puede soportar en forma simultánea la comunicación para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base a través de las transmisiones en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base a los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales a las estaciones base. Este enlace de

comunicación se puede establecer a través de un sistema de entrada única y salida única, entrada múltiple y salida única o de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO).

[0005] Una red de comunicación inalámbrica puede incluir un número de estaciones base que pueden soportar la comunicación para un número de dispositivos inalámbricos. Los dispositivos inalámbricos pueden incluir equipos de usuario (UE). Algunos ejemplos de UE pueden incluir teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, asistentes digitales personales (PDA), módems inalámbricos, dispositivos portátiles, computadoras tablets, computadoras portátiles, netbooks, smartbooks, ultrabooks, etc. Algunos UE pueden ser considerados como UE de comunicación de tipo máquina (MTC), que puede incluir dispositivos remotos, tales como sensores, medidores, etiquetas de localización, etc., que se pueden comunicar con una estación base, otro dispositivo remoto, o alguna otra entidad. Las comunicaciones de tipo Máquina (MTC) se pueden referir a la comunicación que comprende por lo menos un dispositivo remoto en por lo menos un extremo de la comunicación y pueden incluir formas de comunicación de datos que implican una o más entidades que no necesariamente requieren la interacción humana. Los UE de MTC pueden incluir UE que son capaces de comunicaciones de MTC con servidores de MTC y/u otros dispositivos de MTC a través de Redes Móviles Terrestres Públicas (PLMN), por ejemplo.

SÍNTESIS

[0006] Ciertos aspectos de la presente revelación proporcionan un método para comunicaciones inalámbricas por medio de una estación base. El método por lo general incluye la generación de una señal de sincronización primaria (PSS) que utiliza una primera secuencia de código y un código de cubierta aplicado a la primera secuencia de código a través de un primer número de símbolos dentro de una o más subtramas, la generación de una señal de sincronización secundaria (SSS) con base en una segunda secuencia de código a través de un segundo número de símbolos dentro de una o más subtramas, y la transmisión de la PSS y la SSS a un primer tipo de un equipo de usuario (UE) que se comunica en una o más regiones de banda estrecha de ancho de banda de sistema más amplio.

[0007] Ciertos aspectos de la presente revelación proporcionan un método para comunicaciones inalámbricas por medio de un equipo de usuario. El método incluye por lo general la detección, dentro de una o más regiones de banda estrecha de ancho de banda de sistema más amplio, de una señal de sincronización primaria (PSS) generada por el uso de una primera secuencia de código y un código de cubierta aplicado a la primera secuencia de código a través de un primer número de símbolos

dentro de una o más subtramas, la puesta en práctica de una estimación de la desviación del tiempo de máxima probabilidad con base en la PSS, en el que la desviación del tiempo no está correlacionada con una desviación de frecuencia, la puesta en práctica de una sincronización de tiempo inicial y una sincronización de frecuencia con base en la PSS, la detección, dentro de las una o más regiones de banda estrecha, de una señal de sincronización secundaria (SSS) generada con base en una segunda secuencia de código a través de un segundo número de símbolos dentro de las una o más subtramas, y la puesta en práctica de por lo menos una de una sincronización de tiempo fina o una sincronización de frecuencia fina con base en la SSS, para refinar el tiempo inicial y la sincronización de frecuencia.

[0008] Se proporcionan numerosos otros aspectos incluidos los métodos, aparatos, sistemas, productos de programas de computadora y sistemas de procesamiento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0009] La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra en forma conceptual un ejemplo de una red de comunicación inalámbrica, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0010] La FIG. 2 muestra un diagrama de bloques que ilustra en forma conceptual un ejemplo de una estación base en comunicación con un equipo de usuario (UE) en una red de comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0011] La FIG. 3 muestra una estructura de trama representativa para la duplexación por división de frecuencia (FDD) en la evolución a largo plazo (LTE).

[0012] La FIG. 4 muestra dos formatos de subtramas representativos con el prefijo cíclico normal.

[0013] La FIG. 5 ilustra operaciones representativas que pueden ser llevadas a cabo por una estación base (BS), de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0014] La FIG. 6 ilustra operaciones representativas que pueden ser llevadas a cabo por un equipo de usuario (UE), de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0015] La FIG. 7 ilustra un diagrama de bloques de operaciones representativas para la sincronización de internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT), de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0016] La FIG. 8 ilustra un ejemplo de estructura de secuencia de PSS de capa dual, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0017] La FIG. 9 ilustra un ejemplo de una Secuencia de Zadoff-Chu modificada con el tamaño del alfabeto reducido, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0018] La FIG. 10 ilustra un diagrama de bloques de operaciones representativas que pueden ser llevadas a cabo por una estación base para generar una forma de onda de PSS, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0019] La FIG. 11 es un gráfico de los recursos de tiempo-frecuencia que ilustran el mapeo de recursos libre de colisiones de NB-IoT y LTE de Legado, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0020] La FIG. 12 ilustra desviaciones de temporización representativas de estimación de máxima probabilidad (MLE), de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0021] La FIG. 13 muestra las ubicaciones de frecuencia de los pilotos de PSS transmitidos y recibidos, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0022] La FIG. 13A es un gráfico que ilustra la estimación de la desviación de frecuencia normalizada con base en una correlación normalizada, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0023] La FIG. 14 ilustra un diagrama de bloques de operaciones representativas para la temporización y la adquisición de frecuencia, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0024] La FIG. 15 ilustra operaciones representativas que pueden ser llevadas a cabo por una estación base para generar una forma de onda de SSS, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0025] La FIG. 16 es un gráfico que ilustra la constelación de la secuencia de PSS correspondiente a una secuencia generada por computadora de longitud, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0026] La FIG. 16A es un gráfico que ilustra la constelación de la secuencia de PSS correspondiente a una Secuencia de Zadoff-Chu Modificada de longitud 12, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0027] La FIG. 17 es un gráfico de estimación de la temporización y la métrica de temporización que muestra el impacto de la optimización del código de cubierta sobre la estimación de la desviación de temporización, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0028] La FIG. 17A es un gráfico de estimación de la temporización y la métrica de temporización que muestra la dependencia del estimador de desviación de

temporización en la elección de patrones de código de cubierta binario, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

[0029] La FIG. 18 es una tabla que muestra el mapeo desde la secuencia de SSS a la ID de celda y la información del sistema, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0030] Ciertos aspectos de la presente revelación se refieren por lo general al diseño de señales de sincronización para una operación de banda estrecha. Los diseños presentados en la presente pueden ser adecuados para diversos escenarios de despliegue de banda estrecha, tal como en banda (dentro de un ancho de banda operativo más amplio) y los despliegues autónomos. De acuerdo con lo que se describirá en la presente, en algunos casos, una señal PSS de "dos niveles" puede estar construido, por ejemplo, por el uso de códigos aleatorios de doble capa con buenas propiedades de correlación y de longitud de ejecución.

[0031] Las técnicas descritas en la presente se pueden utilizar para diversas redes de comunicación inalámbricas, tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras redes. Los términos "red" y "sistema" se utilizan en forma intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el acceso universal de radio terrestre (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA), CDMA síncrono por división de tiempo (TD-SCDMA), y otras variantes de CDMA. cdma2000 cubre los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Una red OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA evolucionado (E-UTRA), ultra banda ancha móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, Etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP y LTE Avanzada (LTE-A), tanto en dúplex por división de frecuencia (FDD) y dúplex por división de tiempo (TDD), son nuevas versiones de UMTS que utilizan E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en los documentos de una organización llamada "Proyecto de Asociación de 3ra Generación" (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en los documentos de una organización llamada "Proyecto 2 de Asociación de 3ra Generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en la presente pueden ser utilizadas para las redes inalámbricas y tecnologías de radio mencionadas con anterioridad, así

como también otras redes inalámbricas y tecnologías de radio. Para mayor claridad, se describen algunos aspectos de las técnicas a continuación para LTE/LTE-Avanzada, y la terminología LTE/LTE-Avanzada se utiliza en gran parte de la descripción siguiente. LTE y LTE-A se denominan por lo general como LTE.

SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA REPRESENTATIVO

[0032] La FIG. 1 ilustra una red de comunicación inalámbrica representativa 100, en la que se pueden poner en práctica los aspectos de la presente revelación. Por ejemplo, las técnicas presentadas en la presente se pueden utilizar para ayudar a los UE y BS que se muestran en la FIG. 1 a comunicarse en un canal de control de enlace descendente físico de tipo máquina (mPDCCH) por el uso de un espacio de búsqueda basado en banda estrecha (por ej., de seis PRB).

[0033] La red 100 puede ser una red LTE o alguna otra red inalámbrica. La red inalámbrica 100 puede incluir una serie de Nodos B evolucionados (eNB) 110 y otras entidades de red. Un eNB es una entidad que se comunica con equipos de usuario (UE) y también se puede denominar como una estación base, un Nodo B, un punto de acceso, etc. Cada eNB puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica particular. En 3GPP, el término "celda" se puede referir a un área de cobertura de un eNB y/o un subsistema eNB que sirve a esta área de cobertura, dependiendo del contexto en el que se utiliza el término.

[0034] Un eNB puede proporcionar cobertura de comunicación para una celda macro, una celda pico, una celda femto, y/o otros tipos de celdas. Una celda macro puede cubrir un área geográfica relativamente grande (por ej., varios kilómetros de radio) y puede permitir el acceso sin restricciones por los UE con la suscripción al servicio. Una celda pico puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña y puede permitir el acceso sin restricciones por los UE con la suscripción al servicio. Una celda femto puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña (por ej., una casa) y puede permitir el acceso restringido por los UE que tienen asociación con la celda femto (por ej., los UE en un grupo de abonados cerrado (CSG)). Un eNB para una celda macro se puede denominar como un eNB macro. Un eNB para una celda pico se puede denominar como un eNB pico. Un eNB para una celda femto se puede denominar como un eNB femto o un eNB doméstico (HeNB). En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, un eNB 110a puede ser un eNB macro para una celda macro 102a, un eNB 110b puede ser un eNB pico para una celda pico 102b, y un eNB 110c puede ser un eNB femto para una celda femto 102c. Un eNB puede soportar una o múltiples (por ej., tres) celdas. Los términos "estación base" "eNB" y "celdas" se pueden utilizar en forma

intercambiable en la presente.

[0035] La red inalámbrica 100 también puede incluir estaciones de retransmisión. Una estación de retransmisión es una entidad que puede recibir una transmisión de datos de una estación corriente arriba (por ej., un eNB o un UE) y enviar una transmisión de los datos a una estación corriente abajo (por ej., un UE o un eNB). Una estación de retransmisión también puede ser un UE que puede transmitir transmisiones de otros UE. En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, una estación de retransmisión 110d puede comunicarse con el eNB macro 110a y un UE 120d con el fin de facilitar la comunicación entre eNB 110a y el UE 120d. Una estación de retransmisión también se puede denominar como un eNB de relé, una estación base de relé, un relé, etc.

[0036] La red inalámbrica 100 puede ser una red heterogénea que incluye eNB de diferentes tipos, por ejemplo, eNB macro, eNB pico, eNB femto, eNB de relé, etc. Estos diferentes tipos de eNB pueden tener diferentes niveles de potencia de transmisión, diferentes áreas de cobertura, y diferente impacto en la interferencia en la red inalámbrica 100. Por ejemplo, los eNB macro pueden tener un nivel de potencia de transmisión alta (por ej., 5 a 40 vatios), mientras que los eNB pico, los eNB femto, y los eNB de relé pueden tener menores niveles de potencia de transmisión (por ej., 0,1 a 2 vatios).

[0037] Un controlador de red 130 se puede acoplar a un conjunto de eNB y puede proporcionar la coordinación y el control de estos eNB. El controlador de red 130 se puede comunicar con los eNB a través de una red de retorno. Los eNB también se pueden comunicar entre sí, por ejemplo, en forma directa o indirecta a través de una red de retorno inalámbrica o por cable.

[0038] Los UE 120 (por ej., 120a, 120b, 120c) puede estar dispersados a través de la red inalámbrica 100, y cada UE puede ser estacionario o móvil. Un UE también se puede denominar como un terminal de acceso, un terminal, una estación móvil, una unidad de abonado, una estación, etc. Un UE puede ser un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo portátil, una computadora portátil, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), una computadora tablet, un teléfono inteligente, un netbook, un smartbook, un ultrabook, etc. En la Fig. 1, una línea continua con flechas dobles indica transmisiones deseadas entre un UE y un eNB de servicio, que es un eNB designado para servir al UE a través del enlace descendente y/o enlace ascendente. Una línea discontinua con una flecha doble indica transmisiones potencialmente interferentes entre un UE y un eNB.

[0039] Uno o más UE 120 en la red de comunicación inalámbrica 100 (por ej., una red LTE) pueden también ser un UE de ancho de banda de banda estrecha. Estos equipos UE pueden coexistir con los UE de legado y/o avanzados (por ej., capaces de funcionar con un mayor ancho de banda) en la red LTE y pueden tener una o más capacidades que son limitadas en comparación con los otros UE en la red inalámbrica. Por ejemplo, en la Rel-12 de LTE, en comparación con los UE de legado y/o avanzados en la red LTE, los UE de banda estrecha pueden operar con uno o más de los siguientes: una reducción en el ancho de banda máximo (en relación con los UE de legado), una sola cadena de frecuencia de radio (RF) de recepción, una reducción de la velocidad de pico (por ej., un máximo de 1000 bits para un tamaño de bloque de transporte (TBS) puede estar soportado), una reducción de la potencia de transmisión, una transmisión de intervalo 1, una operación de semidúplex, etc. En algunos de los casos, si se admite una operación de mitad dúplex, los UE de banda estrecha pueden tener una temporización de conmutación relajado para las operaciones de transmisión a recepción (o de recepción a transmisión). Por ejemplo, en un caso, en comparación con una temporización de conmutación de 20 microsegundos (us) para UE de legado y/o avanzados, los UE de banda estrecha pueden tener un tiempo de conmutación relajado de 1 milisegundo (ms).

[0040] En algunos casos, los UE de banda estrecha (por ej., en la Rel-12 de LTE) también pueden ser capaces de observar canales de control de enlace descendente (DL) en la misma manera que los UE de legado y/o avanzados en los canales de control del monitor de DL de red LTE. Los UE de la Versión 12 de banda estrecha todavía pueden monitorear los canales de control de enlace descendente (DL) en la misma manera que los UE regulares, por ejemplo, el monitoreo de los canales de control de banda ancha en los primeros símbolos (por ej., el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH)) así como también los canales de control de banda estrecha que ocupan una parte relativamente estrecha, pero que abarcan una longitud de una subtrama (por ej., PDCCH mejorado (ePDCCH)).

[0041] De acuerdo con ciertos aspectos, los UE de banda estrecha pueden estar limitados a una asignación de banda estrecha particular de 1,4 MHz o seis bloques de recursos (RB) repartidos fuera del ancho de banda disponible del sistema), mientras que co-existen dentro de un ancho de banda de sistema más amplio (por ej., a 1,4/3/5/10/15/20 MHz). Además, los UE de banda estrecha también pueden ser capaces de soportar uno o más modos de cobertura de operación. Por ejemplo, el UE de banda estrecha puede ser capaz de soportar ampliaciones de cobertura de hasta

15 dB.

[0042] De acuerdo con lo utilizado en la presente, los dispositivos con recursos limitados de comunicación, por ejemplo, el ancho de banda más pequeño, se pueden denominar en forma general como los UE de banda estrecha. Del mismo modo, los dispositivos de legado, como los UE de legado y/o avanzados (por ej., en LTE) se pueden denominar en forma general como los UE de banda ancha. Por lo general, los UE de banda ancha son capaces de operar en una mayor cantidad de ancho de banda que los UE de banda estrecha.

[0043] En algunos casos, un UE (por ej., un UE de banda estrecha o un UE de banda ancha) puede llevar a cabo un procedimiento de búsqueda de celdas y la adquisición antes de la comunicación en la red. En un caso, con referencia a la red de LTE que se ilustra en la FIG. 1 como un ejemplo, la búsqueda de celdas y el procedimiento de adquisición se puede llevar a cabo cuando el UE no está conectado a una celda de LTE y quiere acceder a la red de LTE. En estos casos, el UE puede acabar de ser encendido, restaurado una conexión después de perder temporalmente la conexión a la celda de LTE, etc.

[0044] En otros casos, la búsqueda de celdas y el procedimiento de adquisición se puede llevar a cabo cuando el UE ya está conectado a una celda de LTE. Por ejemplo, el UE puede haber detectado una nueva celda de LTE y puede preparar un traspaso a la nueva celda. Como otro ejemplo, el UE puede estar operando en uno o más estados de baja potencia (por ej., puede apoyar la recepción discontinua (DRX)) y, al salir de los uno o más bajos estados de energía, puede tener que llevar a cabo el procedimiento de búsqueda de celdas y la adquisición (a pesar de que el UE está todavía en el modo conectado).

[0045] La FIG. 2 muestra un diagrama de bloques de un diseño de estación base/eNB 110 y el UE 120, que puede ser una de las estaciones base/eNB y uno de los UE en la FIG. 1. La estación base 110 puede estar equipada con antenas T 234a a 234t, y el UE 120 puede estar equipado con R antenas 252a a 252r, en el que por lo general $T \geq 1$ y $R \geq 1$.

[0046] En la estación base 110, un procesador de transmisión 220 puede recibir datos desde un origen de datos 212 para uno o más UE, seleccionar uno o más esquemas de modulación y codificación (MCS) para cada UE con base en los CQI recibidos desde el UE, procesar (por ej., codificar y modular) los datos para cada UE con base en los MCS seleccionados por el UE, y proporcionar símbolos de datos para todos los UE. El procesador de transmisión 220 también puede procesar la información del

sistema (por ej., para SRPI, etc.) e información de control (por ej., las solicitudes de CQI, concesiones, señalización de capa superior, etc.) y proporcionar símbolos de cabecera y símbolos de control. El procesador 220 también puede generar símbolos de referencia de las señales de referencia (por ej., el CRS) y las señales de sincronización (por ej., la PSS y la SSS). Un procesador de transmisión (TX) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) 230 puede llevar a cabo el procesamiento espacial (por ej., precodificación) en los símbolos de datos, los símbolos de control, los símbolos de cabecera, y/o los símbolos de referencia, en su caso, y puede proporcionar T símbolos de salida flujos a T moduladores (MOD) 232a a 232t. Cada modulador 232 puede procesar un flujo de símbolos respectivo de salida (por ej., para OFDM, etc.) para obtener una corriente de muestra de salida. Cada modulador 232 puede reducir aún más el proceso (por ej., convertir a analógico, amplificar, filtrar y conversión ascendente) la corriente de muestra de salida para obtener una señal de enlace descendente. Las T señales de enlace descendente desde los moduladores 232a a 232t se pueden transmitir a través de T antenas 234a a 234t, respectivamente.

[0047] En el UE 120, las antenas 252a a 252r pueden recibir las señales de enlace descendente desde la estación base 110 y/o otras estaciones base y pueden proporcionar señales recibidas a demoduladores (DEMOD) 254a a 254r, respectivamente. Cada demodulador 254 puede acondicionar (por ej., filtrar, amplificar, convertir y digitalizar) la señal recibida para obtener muestras de entrada. Cada demodulador 254 puede procesar en forma adicional las muestras de entrada (por ej., para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector MIMO 256 puede obtener símbolos recibidos desde todos los R demoduladores 254a a 254r, llevar a cabo la detección de MIMO sobre los símbolos recibidos en su caso, y proporcionar símbolos detectados. Un procesador de recepción 258 puede procesar (por ej., demodular y decodificar) los símbolos detectados, proporcionar datos decodificados para el UE 120 a un sumidero de datos 260, y proporcionar información de control decodificada y la información del sistema a un controlador/procesador 280. Un procesador de canal puede determinar RSRP, RSSI, RSRQ, CQI, etc.

[0048] En el enlace ascendente, en el UE 120, un procesador de transmisión 264 puede recibir y procesar datos de una fuente de datos 262 e información de control (por ej., para los informes que comprenden RSRP, RSSI, RSRQ, CQI, etc.) desde el controlador/procesador 280. El procesador 264 también puede generar símbolos de referencia para una o más señales de referencia. Los símbolos de procesador de

transmisión 264 pueden ser precodificados por un procesador MIMO TX 266 en su caso, además procesados por los moduladores 254a a 254r (por ej., para SC-FDM, OFDM, etc.) y transmitirse a la estación base 110. En la estación base 110, las señales de enlace ascendente desde el UE 120 y otros UE pueden ser recibidas por las antenas 234, procesadas por los demoduladores 232, detectadas por un detector MIMO 236 si es aplicable, y además procesadas por un procesador de recepción 238 para obtener datos decodificados e información de control enviada por el UE 120. El procesador 238 puede proporcionar los datos decodificados a un sumidero de datos 239 y la información de control decodificada al controlador/procesador 240. La estación base 110 puede incluir una unidad de comunicación 244 y comunicar a la red del controlador 130 a través de la unidad de comunicación 244. El controlador de red 130 puede incluir unidad de comunicación 294, el controlador/procesador 290 y la memoria 292.

[0049] Los controladores/procesadores 240 y 280 pueden dirigir la operación en la estación base 110 y el UE 120, respectivamente. Por ejemplo, el procesador 280 y/u otros procesadores y módulos en el UE 120, pueden llevar a cabo o dirigir las operaciones 600 que se muestran en la FIG. 6. Las memorias 242 y 282 pueden almacenar datos y códigos de programa para la estación base 110 y el UE 120, respectivamente. Un programador 246 puede programar los UE para la transmisión de datos en el enlace descendente y/o enlace ascendente.

[0050] La FIG. 3 muestra una estructura de trama representativa 300 para FDD en LTE. La línea de tiempo de transmisión para cada uno del enlace descendente y el enlace ascendente se puede dividir en unidades de tramas de radio. Cada trama de radio puede tener una duración predeterminada (por ej., 10 milisegundos (ms)) y se puede dividir en 10 subtramas con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. Cada trama de radio puede incluir por lo tanto 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir L períodos de símbolo, por ej., siete períodos de símbolo para un prefijo cíclico normal (de acuerdo con lo mostrado en la Fig. 3) o seis períodos de símbolo para un prefijo cíclico extendido. Los 2L períodos de símbolo en cada subtrama se pueden asignar índices de 0 a 2L-1.

[0051] En LTE, un eNB puede transmitir una señal de sincronización primaria (PSS) y una señal de sincronización secundaria (SSS) en el enlace descendente en el centro de la anchura de banda del sistema para cada celda soportada por el eNB. La PSS y la SSS se pueden transmitir en períodos de símbolos 6 y 5, respectivamente, en subtramas 0 y 5 de cada trama de radio con el prefijo cíclico normal, de acuerdo con lo

mostrado en la FIG. 3. La PSS y la SSS pueden ser utilizadas por los UE para la búsqueda de celdas y la adquisición y pueden contener, entre otra información, la ID de celda junto con una indicación del modo de duplexación (por ej., con PSS y SSS utilizadas en la determinación de la ID de celda). La indicación del modo de duplexación puede indicar si la celda utiliza una estructura de trama de dúplex por división de tiempo (TDD) o de dúplex por división de frecuencia (FDD). El eNB puede transmitir una señal de referencia específica de la celda (CRS) en todo el ancho de banda de sistema para cada celda soportada por el eNB. El CRS puede ser transmitido en ciertos períodos de símbolo de cada subtrama y puede ser utilizado por los UE para llevar a cabo la estimación de canal, la medición de la calidad del canal, y/o otras funciones. El eNB también puede transmitir un canal de difusión físico (PBCH) en períodos de símbolo 0 a 3 en la ranura 1 de ciertas tramas de radio. El PBCH puede llevar algo de información del sistema. El eNB puede transmitir otra información del sistema, tales como bloques de información del sistema (SIB) en un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) en ciertas subtramas. El eNB puede transmitir información de control/datos sobre un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) en los primeros períodos de símbolo B de una subtrama, en el que B puede ser configurable para cada subtrama. El eNB puede transmitir datos de tráfico y/u otros datos sobre el PDSCH en los períodos de símbolos restantes de cada subtrama.

[0052] Las mediciones de calidad de canal pueden ser llevadas a cabo por un UE de acuerdo con una programación definida, como uno basado en el ciclo de DRX del UE. Por ejemplo, un UE puede intentar llevar a cabo mediciones para una celda de servicio en cada ciclo de DRX. El UE también puede intentar llevar a cabo mediciones para que celdas vecinas no de servicio. Las mediciones de las celdas vecinas no de servicio se pueden hacer con base en un horario diferente que para servir a las celdas y el UE puede necesitar sintonizar fuera de la celda de servicio para medir las celdas no de servicio cuando el UE está en modo conectado.

[0053] Para facilitar las mediciones de calidad de canal, un eNB puede transmitir una señal de referencia de celdas específicas (CRS) en subtramas específicas. Por ejemplo, un eNB puede transmitir CRS sobre las subtramas 0 y 5 para una trama dada. Un UE de banda estrecha puede recibir esta señal y medir la potencia media de la señal, o RSRP recibida. El UE de banda estrecha también puede calcular un Indicador de Resistencia de Señal de Recepción (RSSI) con base en la potencia total recibida de señal de todas las fuentes. Un RSRQ también se puede calcular con base

en la RSRP y RSSI.

[0054] Para facilitar las mediciones, un eNB puede proporcionar una configuración de medición de los UE en su área de cobertura. La configuración de medición puede definir desencadenadores de eventos para la presentación de informes de medición y cada activación de un evento puede tener parámetros asociados. Cuando el UE detecta un evento de medición configurado, puede responder por medio del envío de un informe de medición al eNB con información acerca de los objetos de medición asociados. Un evento de medición configurado puede ser, por ejemplo, una potencia recibida de señal de referencia medida (RSRP) o una calidad recibida de señal de referencia medida (RSRQ) que satisface un umbral. Un parámetro de tiempo hasta la activación (TTT) se puede utilizar para definir la duración de un evento de medición que debe persistir antes de que el UE envíe su informe de medición. De este modo, el UE puede indicar cambios en sus condiciones de radio a la red.

[0055] La FIG. 4 muestra dos formatos del subtramas representativos 410 y 420 con el prefijo cíclico normal. Los recursos de frecuencia de tiempo disponibles se pueden dividir en bloques de recursos. Cada bloque de recursos puede cubrir 12 subportadoras en una ranura y puede incluir una serie de elementos de recursos. Cada elemento de recurso puede cubrir una subportadora en un período de símbolo y se puede utilizar para enviar un símbolo de modulación, que puede ser un valor real o complejo.

[0056] El formato de subtrama 410 se puede utilizar para dos antenas. Un CRS se puede transmitir desde las antenas 0 y 1 en los períodos de símbolo 0, 4, 7 y 11. Una señal de referencia es una señal que es conocida a priori por un transmisor y un receptor y también se puede denominar como piloto. Un CRS es una señal de referencia que es específica para una celda, por ejemplo, generado a partir de una celda de identidad (ID o identificación). En la FIG. 4, para un elemento de recursos determinado con la etiqueta Ra, un símbolo de modulación se puede transmitir en ese elemento de recursos desde la antena a, y no hay símbolos de modulación que puedan ser transmitidos en ese elemento de recursos de otras antenas. El formato de subtrama 420 se puede utilizar con cuatro antenas. Un CRS se puede transmitir desde las antenas 0 y 1 en los períodos de símbolo 0, 4, 7 y 11 y desde las antenas 2 y 3 en los períodos de símbolo 1 y 8. Para ambos formatos de subtramas 410 y 420, un CRS se puede transmitir en subportadoras espaciadas uniformemente, que se puede determinar con base en la ID de celda. Los CRS se puede transmitir en la misma o en diferentes subportadoras, en función de sus ID de celda. Para ambos formatos de

subtramas 410 y 420, los elementos de recursos no utilizados para el CRS se pueden utilizar para transmitir datos (por ej., datos de tráfico, datos de control, y/o otros datos).

[0057] La PSS, SSS, CRS y PBCH en LTE se describen en 3GPP TS 36.211, titulada "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation", que está disponible públicamente.

[0058] Una estructura de entrelazado se puede utilizar para cada uno del enlace descendente y el enlace ascendente para FDD en LTE. Por ejemplo, se puede definir un Q que se entrelaza con los índices de 0 a $Q - 1$, en el que Q puede ser igual a 4, 6, 8, 10, o algún otro valor. Cada entrelazado puede incluir subtramas que están separadas por Q tramas. En particular, el entrelazado q puede incluir subtramas $q, q + Q, q + 2Q$, Etc., en el que $q \in \{0, \dots, Q - 1\}$.

[0059] La red inalámbrica puede apoyar la solicitud de retransmisión automática híbrida (HARQ) para la transmisión de datos en el enlace descendente y el enlace ascendente. Para HARQ, un transmisor (por ej., un eNB) puede enviar una o más transmisiones de un paquete hasta que el paquete es decodificado correctamente por un receptor (por ej., un UE) o se encuentra alguna otra condición de terminación. Para HARQ síncrono, todas las transmisiones del paquete pueden ser enviadas en subtramas de un solo entrelazado. Para la HARQ asíncrona, cada transmisión del paquete se puede enviar en cualquier subtrama.

[0060] Un UE puede estar situado dentro de la cobertura de múltiples eNB. Uno de estos eNB se puede seleccionar para servir al UE. El eNB de servicio se puede seleccionar con base en varios criterios, tales como la intensidad de señal recibida, la calidad de señal recibida, la pérdida de propagación, etc. La calidad de la señal recibida puede ser cuantificada por una relación de interferencia de señal a ruido (SINR), o una señal de referencia calidad recibida (RSRQ), o alguna otra métrica. El UE puede funcionar en un escenario de interferencia dominante en la que el UE puede observar alta interferencia de uno o más eNB interferentes.

[0061] El enfoque de diseño tradicional de LTE es en la mejora de la eficiencia espectral, la cobertura ubicua, y un mejor soporte de calidad de servicio (QoS). Los enlaces descendentes (DL) y enlace ascendente (UL) del sistema LTE actual de enlace de los presupuestos están diseñados para la cobertura de los dispositivos de gama alta, tales como teléfonos inteligentes y computadoras tablets con tecnología de última generación, que pueden apoyar una proporción relativamente grande de presupuesto del enlace DL y UL.

[0062] Por lo tanto, de acuerdo con lo descrito con anterioridad, uno o más UE en la

red de comunicación inalámbrica (por ej., red de comunicación inalámbrica 100) pueden ser dispositivos que tienen recursos de comunicación limitados, tales como equipos de usuario de banda estrecha, en comparación con otros dispositivos (de banda ancha) en la red de comunicación inalámbrica. Para los UE de banda estrecha, diversos requisitos pueden ser relajados dado que puede necesitar ser intercambiada sólo una cantidad limitada de información. Por ejemplo, el ancho de banda máximo puede ser reducido (en relación con los UE de banda ancha), una sola cadena de frecuencia de recepción de radio (RF) se puede utilizar, se puede reducir la velocidad pico (por ej., un máximo de 100 bits para un tamaño de bloque de transporte), se puede reducir la potencia de transmisión, se puede utilizar un Intervalo 1 de transmisión, y se puede llevar a cabo una operación de medio dúplex.

[0063] En algunos casos, si no se realiza la operación de medio dúplex, los UE de banda estrecha pueden tener un tiempo de conmutación relajada para la transición de la transmisión a la recepción (o de la recepción a la transmisión). Por ejemplo, el tiempo de conmutación puede ser relajada de 20µs para los UE regulares a 1 ms para los UE de banda estrecha. Los UE de la Versión 12 de banda estrecha todavía puede monitorear los canales de control de enlace descendente (DL) de la misma manera que los UE regulares, por ejemplo, monitorear los canales de control de banda ancha en los primeros símbolos (por ej., PDCCH), así como también los canales de control de banda estrecha que ocupan una parte relativamente estrecha, pero que abarca una longitud de una subtrama (por ej., ePDCCH).

[0064] En algunos sistemas, por ejemplo, en la Rel-13 de LTE, la banda estrecha puede estar limitada a una asignación de banda estrecha particular (por ej., de no más de seis bloques de recursos (RB)) dentro del ancho de banda disponible del sistema. Sin embargo, la banda estrecha puede ser capaz de volver a sintonizar (por ej., operar y/o acampar) en diferentes regiones de banda estrecha dentro de la anchura de banda disponible del sistema del sistema de LTE, por ejemplo, con el fin de coexistir en el sistema de LTE

[0065] Como otro ejemplo de coexistencia en el sistema de LTE, los UE de banda estrecha pueden ser capaces de recibir (con repetición) un canal de difusión físico de legado (PBCH) (por ej., el canal físico de LTE que, por lo general, lleva a los parámetros que se pueden utilizar para el acceso inicial a la celda) y apoyar uno o los formatos de canal de acceso aleatorio físico de legado (PRACH). Por ejemplo, los UE de banda estrecha pueden ser capaces de recibir el PBCH de legado con una o más repeticiones del PBCH a través de múltiples subtramas. Como otro ejemplo, los UE de

banda estrecha pueden ser capaces de transmitir una o más repeticiones de PRACH (por ej., con uno o más formatos de PRACH compatibles) a un eNB en el sistema LTE. El PRACH se puede utilizar para identificar el UE de banda estrecha. Además, el número de intentos de PRACH repetidos puede ser configurado por el eNB.

[0066] El equipo de usuario de banda estrecha también puede ser un dispositivo limitado por presupuesto del enlace y puede operar en diferentes modos de funcionamiento (por ej., que entrañan diferentes cantidades de mensajes repetidos transmitidos al UE de banda estrecha) con base en su limitación del presupuesto del enlace. Por ejemplo, en algunos casos, el UE de banda estrecha puede operar en un modo de cobertura normal en el que hay poca o ninguna repetición (es decir, la cantidad de repetición necesaria para el UE para recibir con éxito un mensaje puede ser baja o la repetición puede incluso no ser necesaria). En forma alternativa, en algunos casos, el equipo de usuario de banda estrecha puede funcionar en un modo de mejora de cobertura (CE) en el que puede haber altas cantidades de repetición. Por ejemplo, para una carga útil de 328 bits, un UE de banda estrecha en el modo de CE puede necesitar 150 o más repeticiones de la carga útil con el fin de recibir con éxito la carga útil.

[0067] En algunos casos, por ejemplo, para la Rel-13 de LTE, el UE de banda estrecha puede tener capacidades limitadas con respecto a su recepción de transmisiones de difusión y unidifusión. Por ejemplo, el tamaño del bloque de transporte máximo (TB) para una transmisión de emisión recibida por el UE de banda estrecha puede estar limitada a 1000 bits. Además, en algunos casos, el equipo de usuario de banda estrecha puede no ser capaz de recibir más de un TB de unidifusión en una subtrama. En algunos casos (por ej., tanto para el modo de CE como el modo normal que se describió con anterioridad), el UE de banda estrecha puede no ser capaz de recibir más de un TB de emisión en una subtrama. Además, en algunos casos, el UE de banda estrecha puede no ser capaz de recibir tanto un TB de unidifusión y un TB de emisión en una subtrama.

[0068] Los UE de banda estrecha que coexisten en el sistema de LTE también pueden soportar nuevos mensajes para ciertos procedimientos, tales como la paginación, un procedimiento de acceso aleatorio, etc. (por ej., en oposición a los mensajes convencionales utilizados en LTE para estos procedimientos). En otras palabras, estos nuevos mensajes de paginación, un procedimiento de acceso aleatorio, etc. pueden estar separados de los mensajes utilizados para procedimientos similares asociados con UE no de banda estrecha. Por ejemplo, en comparación con los mensajes de

búsqueda convencionales utilizados en LTE, los UE de banda estrecha pueden ser capaces de controlar y/o recibir mensajes de búsqueda que los UE no de banda estrecha no pueden ser capaces de controlar y/o recibir. Del mismo modo, en comparación con los mensajes convencionales de respuesta de acceso aleatorio (RAR) que se utilizan en un procedimiento de acceso aleatorio convencional, los UE de banda estrecha pueden ser capaces de recibir mensajes de RAR que también pueden no ser capaces de ser recibido por los UE no de banda estrecha. Los nuevos mensajes de paginación y RAR asociados con los UE de banda estrecha también se pueden repetir una o más veces (por ej., "combinados"). Además, diferentes números de repeticiones (por ej., diferentes tamaños de combinación) para los nuevos mensajes pueden estar soportados.

[0069] De acuerdo con ciertos aspectos, múltiples regiones de banda estrecha, con cada región de banda estrecha que abarcan un ancho de banda que no es mayor que un total de 6 RB, pueden ser soportados por el UE de banda estrecha y/o la operación de banda estrecha. En algunos casos, cada UE de banda estrecha en la operación de banda estrecha puede operar dentro de una región de banda estrecha (por ej., a 1,4 MHz o 6 RB) a la vez. Sin embargo, los UE de banda estrecha en la operación de banda estrecha, en un momento dado, se pueden volver a sintonizar en otras regiones de banda estrecha en el ancho de banda de sistema más amplio. En algunos ejemplos, múltiples UE de banda estrecha pueden ser servidos por la misma región de banda estrecha. En otros ejemplos, múltiples UE de banda estrecha pueden ser servidos por diferentes regiones de banda estrecha (por ej., con cada región de banda estrecha que abarca 6 RB). En aún otros ejemplos, diferentes combinaciones de los UE de banda estrecha pueden ser servidos por una o más regiones de banda estrecha iguales y/o una o más regiones de banda estrecha diferentes.

[0070] Algunos sistemas, por ejemplo, en la Rel-13 de LTE, introducen mejoras de cobertura y soporte para UE de banda estrecha, así como también otros UE. De acuerdo con lo utilizado en la presente, el término “mejora de la cobertura” se refiere por lo general a cualquier tipo de mecanismo que extiende el intervalo de cobertura de un dispositivo (tal como un dispositivo de banda estrecha) dentro de una red. Un enfoque para la mejora de la cobertura (CE) es la combinación que se refiere a la transmisión de los mismos datos varias veces (por ej., a través de múltiples subtramas o, de acuerdo con lo que se describirá en mayor detalle a continuación, a través de múltiples símbolos dentro de una misma subtrama).

[0071] En ciertos sistemas, los UE de banda estrecha pueden soportar el

funcionamiento de banda estrecha mientras opera en un ancho de banda de sistema más amplio. Por ejemplo, un UE de banda estrecha puede transmitir y recibir en una región de banda estrecha de un ancho de banda del sistema. De acuerdo con lo señalado con anterioridad, la región de banda estrecha puede abarcar 6 bloques de recursos (RB).

[0072] Ciertos sistemas pueden proporcionar los UE de banda estrecha con mejoras de cobertura de hasta 15 dB, lo que se correlaciona con 155,7 dB de pérdida de acoplamiento máxima entre el UE y un eNB. En consecuencia, los UE de banda estrecha y eNB pueden llevar a cabo medidas en las SNR bajas (por ej., -15 dB a -20 dB). En algunos sistemas, las mejoras de cobertura pueden incluir la unión de canales, en el que los mensajes asociados con los UE de banda estrecha se pueden repetir (por ej., combinar) una o más veces.

[0073] Ciertos dispositivos pueden ser capaces de comunicarse tanto con las comunicaciones de tipo legado y las comunicaciones de tipo no de legado. Por ejemplo, algunos dispositivos pueden ser capaces de comunicar en ambas regiones de banda estrecha (ancho de banda de sistema global), así como también regiones de banda más ancha. Si bien los ejemplos anteriores se refieren a dispositivos de bajo costo o de MTC que se comunican a través de regiones de banda estrecha, otros tipos (que no son de bajo costo o no de MTC) de dispositivos también se pueden comunicar a través de regiones de banda estrecha, por ejemplo, aprovechando la selectividad de frecuencia y las transmisiones direccionales.

DISEÑO REPRESENTATIVO DE SEÑALES DE SINCRONIZACIÓN PARA UNA OPERACIÓN DE BANDA ESTRECHA

[0074] Ciertos aspectos de la presente revelación proporcionan el diseño de señales de sincronización, que pueden ser detectadas por los dispositivos que se comunican por medio de regiones de banda estrecha relativas del ancho de banda del sistema, tales como dispositivos de internet de banda estrecha de las cosas (NB-IoT). De acuerdo con lo señalado con anterioridad, los diseños presentados en la presente pueden utilizar un enfoque de dos niveles para la generación de una señal de PSS con buenas propiedades de correlación y de longitud de ejecución que pueden ser adecuadas tanto para despliegues en banda como autónomos.

[0075] Tales señales de sincronización pueden incluir PSS utilizado para la frecuencia y la sincronización de la temporización y SSS para transmitir información del sistema. De acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación, las señales de sincronización de las operaciones de internet de banda estrecha de las cosas (NB-IoT)

ocupan los anchos de banda estrechos y pueden coexistir con los sistemas GSM/WCDMA/LTE de legado desplegados en la misma banda de frecuencia. En un aspecto de la presente revelación, las señales de sincronización de NB-IoT utilizan un sólo Bloque de Recursos Físicos (PRB).

[0076] De acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación, los dispositivos de banda estrecha puede soportar comunicaciones de máquina a máquina (M2M) de rendimiento muy bajo en el mercado de comunicaciones de tipo máquina (MTC) de gama baja, y pueden proporcionar una eficiencia energética. Por ejemplo, la duración de la batería para algunos dispositivos puede tener un objetivo de hasta diez años (por ej., para una capacidad de batería de cinco vatios por hora). Es concebible que un gran número de dispositivos de NB-IoT se puedan desplegar y puede proporcionar una cobertura en interiores fiable de hasta 20 dB de extensión de la cobertura en relación con GPRS de legado. Tales dispositivos también pueden ser capaces de operar en implementaciones desafiantes, tales como los despliegues en planta baja y en sótanos. Tales dispositivos pueden tener una complejidad (y costo) reducidos, ya que pueden no tener que soportar los servicios de conmutación de circuitos y pueden no tener que soportar la movilidad de Tecnología de Acceso Inter-Radio (IRAT).

[0077] De acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación, los despliegues en banda de dispositivos de NB-IoT pueden estar en conformidad con la numerología de LTE de legado (como en el espaciamiento de tono compatible y ancho de banda). De acuerdo con lo que se describirá en mayor detalle a continuación, la asignación de recursos puede ser libre de colisiones entre las señales físicas de DL de NB-IoT y LTE de Legado, tales como las señales de referencia específicas de celdas (CRS), las señales de sincronización, y el canal de control.

[0078] De acuerdo con ciertos aspectos, el esquema de PSS/SSS presentado en la presente puede permitir a los UE llevar a cabo tanto desviaciones de frecuencia de portadora fraccional y de número entero incluso en implementaciones con desviación de frecuencia de hasta 20 ppm (por ej., aproximadamente 18 KHz a un Sistema Global para Móviles (GSM) de 900 MHz) para la sincronización de DL inicial. Debido a que 18 KHz es mayor que 15 KHz (espaciamiento de subportadora de NB-IoT), se requiere que los dispositivos de NB-IoT manejen la desviación de frecuencia mayor que un espaciamiento de subportadora.

[0079] En algunos casos (por ej., con un número cada vez mayor de dispositivos IoT desplegados y el predominio del tráfico de UL), se requieren las señales de sincronización para transportar más información del sistema, tales como más ID de

celda, con relación a las señales de sincronización convencionales (por ej., PSS/SSS de los dispositivos de LTE de legado). En despliegues a gran escala, las señales de sincronización de NB pueden utilizar más bits asignados para la señalización de la información del sistema de LTE de legado, por ejemplo, para señalar una indicación de índice de subtrama, en el modo de despliegue en banda/autónomo/de banda de guarda, y el código de multiplexación de dúplex por división de frecuencia (FDD)/dúplex por división de tiempo (TDD).

[0080] Los diseños de PSS/SSS presentados en la presente pueden ser adecuados para despliegues autónomos/en banda/de banda de guarda, y el diseño se puede extender a otros despliegues de MTC basados en LTE por el uso de más de un bloque de recursos físicos (PRB). Por ejemplo, las señales de sincronización del espaciamiento de subportadora pueden ser de 15 KHz y pueden estar totalmente alineadas con límites de los símbolos de OFDM de LTE de legado. En algunos casos, las señales de sincronización de NB-IoT pueden utilizar elementos de recursos no ocupados por señales físicas LTE de Legado de DL y canales de control, y la utilización de los elementos de recursos desocupados pueden resolver los problemas de segmentación de recursos y de interferencia. Tal diseño de señal puede permitir la coexistencia de sistemas de banda estrecha y LTE de banda ancha dentro de la operación de LTE de Legado.

[0081] Para algunos casos de situaciones de cobertura extrema, puede ser necesaria una pérdida de acoplamiento mínima (MCL) de 164dB. Un diseño puede tener una alta eficiencia de energía, soportar un gran número de dispositivos, y aplicarse a un bajo costo. En algunos casos, un ancho de banda de canal de 180 kHz se puede utilizar para las comunicaciones por UE de banda estrecha.

[0082] La FIG. 5 ilustra operaciones representativas 500 que se pueden llevar a cabo por medio de una estación base (BS) de acuerdo con la señalización de sincronización de acuerdo con los aspectos de la presente revelación.

[0083] Las operaciones 500 comienzan, en el punto 502, por medio de la generación de una señal de sincronización primaria (PSS) que utiliza una primera secuencia de código y un código de cubierta aplicado a la primera secuencia de código a través de un primer número de símbolos dentro de una o más subtramas. En el punto 504, la estación base genera una señal de sincronización secundaria (SSS) con base en una segunda secuencia de código a través de un segundo número de símbolos dentro de una o más subtramas. Estas dos operaciones (502 y 504) pueden corresponder al enfoque de dos etapas para la generación de una PSS que se ha descrito con

anterioridad.

[0084] En el punto 506, la estación base transmite la PSS y la SSS en la primera y la segunda subtramas a un primer tipo de un equipo de usuario (UE) que se comunica en una o más regiones de banda estrecha de ancho de banda de sistema más amplio. La PSS y la SSS se pueden transmitir de cualquier manera adecuada, por ejemplo, por el uso de recursos que no se superponen. En algunos casos, la PSS se puede enviar primero y la SSS más tarde (por ej., por el uso de diferentes símbolos en la misma subtrama o en diferentes subtramas).

[0085] La FIG. 6 ilustra operaciones representativas 600 que pueden ser llevadas a cabo por un equipo de usuario (UE), para detectar la señalización de PSS/SSS de acuerdo con aspectos presentados en la presente. En otras palabras, las operaciones se pueden llevar a cabo para detectar la señalización de PSS/SSS transmitida por una estación base de acuerdo con las operaciones 500 de la FIG. 5 descripta con anterioridad.

[0086] Las operaciones 600 comienzan, en el punto 602, por medio de la detección, dentro de una o más regiones de banda estrecha de ancho de banda de sistema más amplio, de una señal de sincronización primaria (PSS) generada por el uso de una primera secuencia de código y un código de cubierta aplicado a la primera secuencia de código a través de un primer número de símbolos dentro de una o más subtramas.

[0087] En el punto 604, el UE lleva a cabo una estimación de la desviación del tiempo de máxima probabilidad con base en la PSS, en el que la desviación del tiempo no está correlacionada con una desviación de frecuencia. En el punto 606, el UE lleva a cabo una sincronización de tiempo inicial y una sincronización de frecuencia con base en la PSS.

[0088] En el punto 608, el UE detecta, dentro de las una o más regiones de banda estrecha, una señal de sincronización secundaria (SSS) generada con base en una segunda secuencia de código a través de un segundo número de símbolos dentro de las una o más subtramas. En el punto 610, el UE lleva a cabo por lo menos uno de una sincronización de tiempo fina o una sincronización de frecuencia fina con base en la SSS, para refinar el tiempo inicial y la sincronización de frecuencia.

[0089] La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones representativas 700 para la sincronización de NB-IoT, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación. Las operaciones que se muestran en la FIG. 7, por ejemplo, pueden representar ejemplos más específicos de las operaciones descriptas con anterioridad.

[0090] En el punto 702, la sincronización de NB-IoT de DL comienza con la

sincronización de tiempo inicial por medio de la PSS (autocorrelación en el dominio de tiempo). En el punto 704, la corrección de la desviación de frecuencia fraccional se puede llevar a cabo con base en la PSS (autocorrelación entre símbolos sincronizados por co-fases y tiempo de acuerdo con un patrón del código de cubierta, o múltiples hipótesis con base en la agrupación de frecuencia). En el punto 706, la PSS se puede utilizar para llevar a cabo la corrección de la desviación de frecuencia de números enteros (por ej., con base en la correlación cruzada en el dominio de frecuencia entre la PSS y una réplica local/retardada de la señal recibida).

[0091] En el punto 708, la sintonización de la desviación de temporización fina se puede llevar a cabo con base en la SSS (correlación cruzada en el dominio de tiempo). De acuerdo con lo ilustrado, la SSS se puede utilizar para decodificar no sólo la ID de celda 710, sino también información adicional, tal como una ID de subtrama 712, y/o otra información del sistema 714. En algunos casos, un patrón de un código de cubierta se puede seleccionar para dar forma a la estimación de ML de la desviación de temporización en una forma deseada.

[0092] De acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación, la PSS puede estar diseñada con L símbolos de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM), en el que L puede ser un número entero configurable, y los L símbolos PSS se pueden mapear a elementos de recursos localizados y/o distribuidos. En algunos casos, todos los L símbolos de PSS se pueden generar por medio de una sola transformada rápida de Fourier inversa (IFFT). De acuerdo con lo señalado con anterioridad, el espaciamiento de la subportadora puede ser 15 KHz, y el ancho de banda puede ser de 180 KHz. En algunos casos, la PSS se puede generar de acuerdo con un esquema de diseño de secuencia de doble capa, por el uso de un "Código Base" (para la Capa I) y un "Cubierta de Código" (para la Capa II).

[0093] De acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación, la constelación de "Código Base" puede ser Modulación por Desplazamiento de fase binaria (BPSK), o Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK), o modulaciones MPSK punzadas con un tamaño del alfabeto pequeño y relativamente gran distancia euclídea. Se requiere que la secuencia de código basada posea buenas propiedades de autocorrelación en el dominio de frecuencia, lo que permite la detección fiable de la desviación de frecuencia de número entero.

[0094] Por ejemplo, un "Código Base" de PSS puede utilizar una secuencia generada por computadora (CGS), una secuencia de Zadoff-Chu modificada, una secuencia de Zadoff-Chu punzada, una secuencia m, un código de Walsh en cuadratura, una

secuencia de PN o un código de Barker. Una secuencia de PSS se puede construir por medio del empleo de cubierta de código binario en la parte superior del código base de PSS para mejorar la precisión de la adquisición de temporización.

[0095] En otros aspectos de la presente revelación, la "Cubierta de Código" puede ser una "cubierta" de código aleatorio binario con longitud de recorrido asimétrico (para los 1 y -1), y ejecutan longitudes iguales o mayores que dos se pueden utilizar para preservar la continuidad de fase y proporciona una ventana de tiempo ampliado para una Transformada Rápida de Fourier (FFT) de gran tamaño, que puede mejorar la resolución de la desviación de frecuencia. En un aspecto, la asimetría inversa de polaridad de la "Cubierta de Código" puede ayudar a resolver la ambigüedad de la temporización. En algunos casos, la cubierta de código puede incluir un código de Barker, un código de Walsh, o similares. La optimización de la cubierta de código se puede lograr por medio de la búsqueda por computadora para una longitud de secuencia de PSS determinada. En algunos casos, las versiones truncadas de secuencias de PSS utilizadas en los sistemas de legado (tales como LTE) también se pueden utilizar para las secuencias de PSS de NB-IoT.

[0096] La FIG. 8 ilustra un ejemplo de una estructura de secuencia de PSS de doble capa 800, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación. De acuerdo con lo ilustrado, la doble capa corresponde al mapeo de $L \times K$ elementos de recursos localizados o distribuidos dentro de un bloque de recursos físicos (PRB) de LTE, y que para el despliegue dentro de banda, la asignación de NB-IoT puede evitar los RE "reservados" de LTE de legado.

[0097] La FIG. 9 ilustra un ejemplo de una Secuencia de Zadoff-Chu modificada 900 con un tamaño del alfabeto reducido. El ejemplo muestra que las secuencias de ZC modificadas se pueden utilizar para reducir los errores de frecuencia y fase y mantener las propiedades de autocorrelación de la secuencia de Zadoff-Chu. El ejemplo ilustrado muestra que para $K = 12$, el código base de la secuencia de PSS se puede definir como $C(k)$, en el que $k = 1, 2, \dots, K$.

[0098] La FIG. 10 ilustra bloques lógicos representativos 1000 para la generación de una forma de onda de PSS, de acuerdo con los aspectos de la presente revelación. Los bloques 1000 se pueden implementar en cualquier circuito adecuado.

[0099] De acuerdo con lo ilustrado, los bloques 1000 pueden incluir un bloque 1104 para rellenar un Código Base de PSS con ceros, que pueden ser necesarios para que la longitud de la entrada de IFFT en un valor sea igual a la potencia de dos. Un bloque 1006 de transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) puede tomar el código base de

PSS rellanado y su salida se puede someter a una conversión paralela a serie en el bloque 1008. En el bloque 1010, se puede insertar un prefijo cíclico (CP) y, en el bloque 1012 se puede aplicar una cubierta de código (por ej., por el uso de una Cubierta de Código de Ruido Pseudo Binario (PN). En el bloque 1014, la señal se puede convertir en señal analógica a través de un convertidor de digital a analógico (DAC, por sus siglas en inglés) y filtrarse, y a continuación, transmitirse.

[0100] En un ejemplo, con el fin de ilustrar un NB-IoT de límite único totalmente alineado con LTE de legado, se puede elegir un tamaño de IFFT de 128, la frecuencia de muestreo (F_s) se puede fijar en 1,92 MHz, y el espaciamiento de subportadora se puede fijar en 15 KHz (aunque estos parámetros pueden variar). La alineación del límite de símbolos entre la NB-IoT y el LTE de Legado puede ayudar a prevenir la interferencia que de lo contrario puede ocurrir sin la alineación. En ciertos aspectos de la presente revelación, el Código de Base de PSS y el Código de Cubierta se pueden generar por medio de las técnicas mencionadas en la solicitud actual, y los símbolos de PSS pueden ocupar elementos de recursos ortogonales a la asignación de LTE de legado.

[0101] La FIG. 11 ilustra una representación de ejemplo (mapa de recursos 1100) del mapeo de recursos libre de colisiones de NB-IoT y LTE de Legado, en el que el mapeo puede ser adecuado tanto para el despliegue en banda como autónomo de NB-IoT. El ejemplo muestra subtramas n y $n + 1$ en el dominio de tiempo.

[0102] El ejemplo muestra además que la subtrama n puede tener PSS de NB-IoT por el uso de elementos de símbolos que no están ocupados por el LTE de Legado, y la subtrama $n + 1$ puede tener SSS de NB-IoT por el uso de elementos de símbolos que no están ocupados por el LTE de Legado. El ejemplo también muestra las señales de sincronización de NB-IoT (PSS/SSS tanto en las implementaciones en banda como independientes) puede estar alineada por completo con el límite de símbolo de OFDM de LTE de Legado, y debido a que los símbolos pueden estar totalmente alineados, ninguna colisión (conflicto) y ninguna interferencia se produce entre la NB-IoT y el LTE de Legado. Para el caso más general, la secuencia de PSS y la secuencia de SSS pueden ser multiplexadas en el tiempo en la misma subtrama sin superponerse. La repetición de la secuencia de PSS y las secuencias de SSS a través de múltiples subtramas también es compatible para la extensión de la cobertura.

[0103] La FIG. 12 ilustra una tabla representativa 1200 que ilustra la estimación de máxima probabilidad desacoplada (MLE) de desviación de temporización como parte de un procesamiento de dominio de tiempo. De acuerdo con lo ilustrado, las muestras

de PSS pueden ser recibidas con el ruido w , la desviación de temporización τ , y la desviación de frecuencia ν .

$$r(n; \tau, \nu) = \sum_k b_{l,k} \exp\left(\frac{j\pi(k + \nu)}{64}(n - \tau)\right) + w(n)$$

$$(l-1)N + lN_g < n \leq l(N + N_g), \quad l \in \{1, 2, \dots, L\}, \quad 1 \leq k \leq K \leq 12$$

Donde N y N_g denotan el tamaño de la muestra de un símbolo de OFDM y su CP, respectivamente. La ilustración muestra además el límite de símbolos de PSS que puede ser una función de temporización compensada τ ; y para una hipótesis dada en la desviación de temporización τ , y_i , de tamaño 1 por N sub-vectores de muestras de PSS correspondientes al símbolo i , también puede ser una función de la desviación de temporización τ . También de acuerdo con lo ilustrado, una métrica para la estimación de la desviación de temporización desacoplada se puede formar a partir de sub-vectores normalizados y coherente combinados de muestras de PSS; y la métrica es independiente de la desviación de frecuencia, que sirve como una función de costo para la desviación del tiempo (por ej., para reducir la sensibilidad a SNR) y puede estar expresada por:

$$\lambda(\tau) \triangleq \sum_{D=1}^{(L-1)} \left| \sum_{l=1}^{L-D} s(l)s(l+D) \gamma_l \gamma_{l+D}^H \right|$$

Donde D es la distancia del símbolo entre dos sub-vectores cuya diferencia de fase es proporcional a $DN\nu$, y el producto de $s(l)s(l+D)$ se utiliza para ejecutar la combinación coherente para los términos de co-fase, cuya fase es proporcional a $DN\nu$. En algunos casos, una serie de los tramos de combinación a través de múltiples subtramas. En algunos casos, un tamaño de retardo de las muestras retardadas puede ser un parámetro configurable con base en la asignación de recursos del dominio de tiempo de PSS. La ilustración muestra la Estimación de Máxima Probabilidad (MLE) de la desviación de temporización está desacoplada de la desviación de frecuencia ν . Por lo tanto, la estimación de la desviación del tiempo se puede obtener a través de $\hat{\tau} = \arg\max_{\tau} \lambda(\tau)$. En un aspecto de la presente revelación, MLE de frecuencia fraccional se puede derivar con base en, por lo menos en parte, la MLE desacoplada de la desviación de temporización.

[0104] En forma alternativa, la MLE de la desviación de frecuencia fraccional puede estar basada en, por lo menos en parte, la MLE de la desviación de temporización de la FIG. 12. En un ejemplo, en el que la desviación de frecuencia normalizada puede ser de 1,2. De acuerdo con lo ilustrado, la desviación de frecuencia de portadora

normalizada (CFO) se puede dividir en una parte fraccional y una parte entera:

$$v = v_f + v_i, \text{ donde } v_i \in \mathbb{Z} - 0.5 \leq v_f \leq 0.5$$

De acuerdo con lo ilustrado en la ecuación anterior, v representa la desviación de frecuencia de portadora normalizada (CFO), v_f representa la parte fraccional de la CFO normalizada, y v_i representa la parte entera de la CFO normalizada. Por lo tanto, la estimación de la desviación de frecuencia se puede separar en dos partes: la estimación de la desviación de frecuencia fraccional (el 0,2 de la desviación de frecuencia normalizada 1,2, o $v_f = 0,2$), y la estimación de la desviación de frecuencia de número entero (el 1 de la desviación de frecuencia normalizada 1,2, o $v_i = 1$).

[0105] De acuerdo con lo ilustrado, las muestras del segundo símbolo de los pares de símbolos de PSS $\{\gamma_2, \gamma_3\}$ y $\{\gamma_4, \gamma_5\}$, difieren de sus predecesores por medio de un desplazamiento de fase constante que es proporcional a la parte fraccional de CFO. Por lo tanto,

$$\text{Si se asume, } \mathbf{y}_i \triangleq [r(l, 1) \ r(l, 2) \ r(l, 3) \cdots \ r(l, N)]$$

$$\text{entonces } \mathbf{y}_{i+1} = e^{j2\pi v} \times \mathbf{y}_i = e^{j2\pi v_f} [r(l, 1) \ r(l, 2) \ r(l, 3) \cdots \ r(l, N)]$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \hat{v}_f(l) &= \frac{1}{2\pi} \arg(\mathbf{y}_{i+1} \mathbf{y}_i^H) \\ &= \frac{1}{2\pi N} \sum_{n=1}^N \arg\{s(l)s(l+1)r(l+1,n)r^*(l+n)\}, \quad l = 2, 4 \end{aligned}$$

En una realización, las muestras del símbolo $\mathbf{y}_3$ difieren de las muestras de $\mathbf{y}_2$ por un desplazamiento de fase constante proporcional a la parte fraccional de CFO ($j2\pi v_f$ representa una rotación de fase constante proporcional única para v_f). En algunos casos, para diferentes símbolos de PSS, $\hat{v}_f(l)$ pueden ser promediados para obtener una estimación más suave.

[0106] En un aspecto de la presente revelación, la parte entera de la CFO normalizada, se puede estimar por medio de la correlación cruzada de los pilotos de PSS recibidos y transmitidos en el dominio de frecuencia, porque v_i conduce a los desplazamientos en los pilotos de PSS en el dominio de frecuencia de ubicaciones originales de los pilotos.

[0107] De acuerdo con lo ilustrado en los gráficos 1302 y 1304 de la FIG. 13 y 13A, las ubicaciones originales de los pilotos de PSS transmitidos se puede desplazar por v_i en el dominio de frecuencia, y las ubicaciones desplazadas se pueden reflejar en los pilotos de PSS recibidos. En esta ilustración, la ubicación pico de la correlación normalizada donde $v_i = 1$ se correlaciona con la estimación de la desviación de

frecuencia normalizado de número entero.

[0108] En ciertos aspectos de la presente revelación, los límites de la ventana de la transformada discreta de Fourier (DFT) puede ser establecida con la desviación de temporización de MLE, y la fuga de los lóbulos laterales de la CFO fraccional se puede minimizar después de la corrección de la desviación fraccional de la CFO, y la fiabilidad de la CFO de número entero se puede obtener a través de un promedio de múltiples observaciones de la correlación cruzada. De acuerdo con lo ilustrado en el gráfico 1300A de la FIG. 13A, una implementación de la sincronización y la adquisición de frecuencia para una PSS de NB-IoT en banda a través del procesamiento de dominio de tiempo y el procesamiento de dominio de frecuencia.

[0109] En un aspecto de la presente revelación, la SSS de NB-IoT puede ser diseñada con M símbolos de OFDM, en el que M puede ser un número entero configurable (por ej., mayor que o igual a seis), y los M símbolos de SSS se pueden mapear a elementos de recursos localizados y/o distribuidos. En otro aspecto de la presente revelación, el espaciamiento de la subportadora para SSS de NB-IoT puede ser 15 KHz, y el ancho de banda puede ser 180 KHz. En algunos casos, el diseño de la secuencia de SSS puede ser generada por una secuencia de Zadoff-Chu de Longitud K con la raíz $u(m)$ para el símbolo de SSS m-ésimo, en el que la raíz $u(m) \in \{1, 2, \dots, K\}$ y $\gcd(u(m), K) = 1$, y la secuencia generada por computadora (CGS) o secuencias de Zadoff-Chu modificadas se pueden utilizar para la secuencia de SSS. Sin embargo, en otro aspecto de la presente revelación, las secuencias de SSS de LTE truncadas se pueden utilizar para las secuencias de SSS de NB-IoT. En ciertos aspectos de la presente revelación, el mapeo de la ID de celda se puede llevar a cabo por medio de un mapeo de uno a uno de decimal a la matriz de M elementos. De acuerdo con lo ilustrado, el número de raíces puede ser equivalente al número de candidatos potenciales para la ubicación del símbolo de SSS de NB-IoT, y la SSS de NB-IoT puede llevar de 13 bits, o más, de la información de ID de celda, ID de subtrama, y otra información del sistema.

[0110] La FIG. 14 ilustra un diagrama de bloque representativo 1400 para el procesamiento de PSS/SSS para la sincronización de temporización y frecuencia, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente revelación. De acuerdo con lo ilustrado, después de la toma de muestras del dominio de tiempo de PSS, se pueden llevar a cabo operaciones de correlación (por ej., a través de la normalización y la puesta en práctica de una búsqueda de pico) para la detección de desviación de temporización, la alineación del límite de símbolo y la corrección de CFO fraccional (por ej., por medio

de diferenciación de fase). Los resultados se pueden utilizar para llevar a cabo la corrección de CFO de número entero (por ej., por medio de correlación de dominio de frecuencia) y la salida correspondiente utilizado para el procesamiento de SSS.

[0111] La FIG. 15 ilustra un diagrama de bloque representativo 1500 para la generación de una forma de onda de SSS, de acuerdo con los aspectos de la presente revelación. De acuerdo con lo ilustrado, el proceso de generación de forma de onda de SSS de NB-IoT puede ser diferente del proceso de generación de forma de onda de PSS de NB-IoT (por ej., el hecho de que puede que no haya aplicado la Cubierta de Código).

[0112] De acuerdo con lo ilustrado, una secuencia de SSS puede ser rellena con ceros, seguido por una IFFT, paralela a la conversión en serie seguida por una inserción de prefijo cíclico (CP). En el ejemplo, para ilustrar una NB-IoT de límite único completamente alineada con LTE de legado, se eligió un tamaño de IFFT de 128, la frecuencia de muestreo (F_s) se puede fijar en 1,92 MHz (puede variar en otros casos), y el espaciado de la subportadora puede ser fijado en 15 KHz (puede variar en otros casos). La alineación límite entre la NB-IoT y el LTE de Legado evita la interferencia que de otro modo puede ocurrir sin la alineación.

[0113] El ejemplo también muestra que la secuencia de SSS se puede convertir en una señal analógica a través de un convertidor de digital a analógico (DAC), y la señal se filtra y se transmite (TX). En ciertos aspectos de la presente revelación, la secuencia de SSS se puede generar por medio de las técnicas mencionadas en la solicitud actual, y los símbolos de SSS pueden ocupar elementos de recursos (RE) ortogonales a los RE por asignación de LTE de Legado.

[0114] La FIG. 16 ilustra un ejemplo gráfico de la constelación de secuencia de PSS 1600 correspondiente a la secuencia generada por computadora (CGS) de longitud 12. La constelación de "Código Base" puede ser Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria (BPSK), o Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK), o modulaciones MPSK punzadas con un tamaño del alfabeto pequeño y una distancia euclídea relativamente grande. La secuencia de código basada puede poseer propiedades de autocorrelación adecuadas en el dominio de frecuencia, que permite la detección fiable de la desviación de frecuencia de número entero. Por ejemplo, el "Código Base" de PSS puede utilizar una secuencia generada por computadora (CGS), una secuencia de Zadoff-Chu modificada, una secuencia de Zadoff-Chu punzada, una secuencia m, un código de Walsh en cuadratura, una secuencia PN o un código de Barker. La CGS puede tener propiedades de auto-correlación similarmente

adecuadas en el dominio de tiempo como una secuencia de Zadoff-Chu (ZC) de longitud K y puede ser construida con un alfabeto de tamaño reducido con la distancia euclídea ampliada. En un aspecto de la presente revelación, cuando $K = 12$, CGS es QPSK.

[0115] La FIG. 16A ilustra un ejemplo gráfico de la constelación de secuencia de PSS 1600A correspondiente a una secuencia de Zadoff-Chu (ZC) modificada de longitud 12. La secuencia de ZC puede tener propiedades de autocorrelación similarmente adecuadas en el dominio de tiempo como una CGS. La secuencia de ZC modificada puede ser un conjunto de secuencias polifásicas similares a una frecuencia modulada pulsada con un número mínimo de alfabetos. En un aspecto de la presente revelación, cuando $K = 12$, la secuencia de ZC modificada puede utilizar solamente cinco de los seis puntos de constelación de 6-PSK, y la constelación se puede generar por medio de la punción de una constelación de 6-PSK. El gráfico 1700 de la FIG. 17 ilustra un ejemplo de los efectos de la optimización del código de cubierta en la estimación de desviación de temporización. El ejemplo muestra además la dependencia del estimador de desviación de temporización en la elección de patrones de código de cubierta binarios cuando la duración de la secuencia de PSS es igual a 11 símbolos.

[0116] El gráfico 1700A de la FIG. 17A ilustra un ejemplo la dependencia del estimador de desviación de temporización en la elección de patrones de código de cubierta binarios cuando la duración de la secuencia de PSS es igual a 4 símbolos.

[0117] La FIG. 18 ilustra un ejemplo de mapeo de la secuencia de SSS de ID de celda, el número de subtrama, y otra información del sistema. El ejemplo muestra que cada secuencia de SSS puede comprender un conjunto de M símbolos de SSS, y el símbolo m -ésimo de la secuencia de SSS k -ésima se puede construir por medio de una secuencia de Zadoff-Chu de raíz $\mu(k, m)$. En un aspecto de la presente revelación, la secuencia de SSS k -ésima se puede identificar en forma única por medio de la disposición de sus raíces.

[0118] Aquéllos con experiencia en la técnica entenderán que la información y las señales se pueden representar por el uso de cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y chips que se pueden mencionar a lo largo de la descripción anterior se pueden representar por medio de voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos magnéticos o partículas, campos ópticos o partículas, o combinaciones de los mismos.

[0119] Aquéllos con experiencia apreciarán además que los diversos bloques lógicos,

módulos, circuitos y pasos de algoritmo ilustrativos descriptos en conexión con la revelación de la presente se pueden implementar como hardware electrónico, software/firmware, o combinaciones de los mismos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software/firmware, diversos componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos y pasos se han descripto con anterioridad por lo general en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software/firmware depende de las limitaciones de aplicación y diseño particulares impuestas sobre el sistema global. Aquéllos con experiencia pueden implementar la funcionalidad descripta de diversas maneras para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación no se deberían interpretar como causantes de un alejamiento del alcance de la presente revelación.

[0120] Los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos y circuitos descriptos en conexión con la revelación de la presente se pueden implementar o llevar a cabo con un procesador de propósito general, un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un arreglo de puerta programable de campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para llevar a cabo las funciones descriptas en la presente. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estados convencional. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP, o cualquier otra configuración.

[0121] Los pasos de un método o algoritmo descripto en conexión con la revelación de la presente se pueden llevar a cabo directamente en hardware, en un módulo de software/firmware ejecutado por medio de un procesador, o en una combinación de los mismos. Un módulo de software/firmware puede residir en una memoria RAM, una memoria flash, una memoria ROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, una memoria de cambio de fase, registros, disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento representativo se acopla al procesador de manera tal que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. En la alternativa, el medio de almacenamiento puede ser integral al procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC.

El ASIC puede residir en un terminal de usuario. En la alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

[0122] En uno o más diseños representativos, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software/firmware, o combinaciones de los mismos. Si se implementan en software/firmware, las funciones se pueden almacenar en o transmitirse a través de como una o más instrucciones o códigos en un medio legible por computadora. Los medios legibles por computadora incluyen tanto medios de almacenamiento de computadora como medios de comunicación que incluyen cualquier medio que facilite la transferencia de un programa de computadora de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se puede acceder por medio de una computadora de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, tales medios legibles por computadora pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD/DVD u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se puede utilizar para llevar o almacenar un medio de código de programa deseada en forma de instrucciones o estructuras de datos y que se puede acceder por medio de una computadora de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión se denomina correctamente un medio legible por computadora. Por ejemplo, si el software/firmware se transmite desde un sitio web, servidor, u otra fuente remota por el uso de un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, par trenzado, DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Los términos disco 1 y disco 2, de acuerdo con lo utilizado en la presente, incluyen un disco compacto (CD), discos láser, discos ópticos, disco versátil digital (DVD), disquetes y discos Blu-ray en el que los discos 1 por lo general reproducen datos en forma magnética, mientras que los discos 2 reproducen datos en forma óptica con láseres. Las combinaciones de los anteriores también deberían incluirse dentro del alcance de medios legibles por computadora.

[0123] De acuerdo con lo utilizado en la presente, que incluyen las reivindicaciones, la expresión "y/o", cuando se utiliza en una lista de dos o más elementos, significa que uno cualquiera de los elementos de la lista se pueden emplear por sí mismos, o se

pueden emplear cualquier combinación de dos o más de los elementos de la lista. Por ejemplo, si una composición se describe como que contiene los componentes A, B, y/o C, la composición puede contener A solo; B solo; C solo; A y B en combinación; A y C en combinación; B y C en combinación; o A, B, y C en combinación. También, de acuerdo con lo utilizado en la presente, que incluyen en las reivindicaciones, el término "o" de acuerdo con lo utilizado en una lista de elementos (por ej., una lista de elementos precedida por una frase como "por lo menos uno de" o "uno o más de") indica una lista disyuntiva de manera tal que, por ejemplo, una lista de "por lo menos uno de A, B, o C" signifique A o B o C o AB o AC o BC o ABC (es decir, A y B y C).

[0124] La descripción anterior de la revelación se proporciona para permitir a aquéllos con experiencia en la técnica llevar a cabo o utilizar la revelación. Diversas modificaciones a la revelación serán evidentes con facilidad para aquéllos con experiencia en la técnica, y los principios genéricos definidos en la presente se pueden aplicar a otras variaciones sin apartarse del espíritu o alcance de la revelación. Por lo tanto, la revelación no está concebida para limitarse a los ejemplos y diseños descritos en la presente sino que se le debe conceder el alcance más amplio consistente con los principios y características novedosas reveladas en la presente.