

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 365**

51 Int. Cl.:

**H04W 48/12** (2009.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04W 4/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2015 E 15164127 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 3082366**

54 Título: **Señalización del nivel de mejora de la cobertura y empaquetamiento eficiente de información del sistema MTC**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.03.2018**

73 Titular/es:

**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY  
CORPORATION OF AMERICA (100.0%)  
20000 Mariner Avenue Suite 200  
Torrance CA 90503, US**

72 Inventor/es:

**BASU MALLICK, PRATEEK;  
SUZUKI, HIDETOSHI y  
LOEHR, JOACHIM**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 657 365 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

Señalización del nivel de mejora de la cobertura y empaquetamiento eficiente de información del sistema MTC

La presente invención se refiere a la transmisión y recepción de información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico.

5 **Antecedentes**

Los sistemas móviles de tercera generación (3G) basados en tecnología de acceso de radio WCDMA se están desplegando a gran escala en todo el mundo. Una primera etapa para mejorar o hacer evolucionar esta tecnología implica introducir acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA, High-Speed Downlink Packet Access) y un enlace ascendente mejorado, denominado asimismo acceso de paquetes de enlace ascendente de alta velocidad (HSUPA, High Speed Uplink Packet Access), que proporcionan una tecnología de acceso de radio que es extremadamente competitiva.

Para prepararse para las cada vez mayores demandas de los usuarios y para ser competitivo frente a nuevas tecnologías de acceso de radio, 3GPP introdujo un nuevo sistema de comunicación móvil que se denominó evolución a largo plazo (LTE, Long Term Evolution). LTE está diseñado para satisfacer las necesidades de los operadores consistentes en transporte de datos y de medios a alta velocidad así como soporte de voz de alta capacidad para la década siguiente. La capacidad de proporcionar velocidades binarias elevadas es una medida clave para LTE.

La especificación de elemento de trabajo (WI, work item) en evolución a largo plazo (LTE) denominada acceso de radio terrestre UMTS evolucionado (UTRA, Evolved UMTS Terrestrial Radio Access) y red de acceso de radio terrestre UMTS (UTRAN, UMTS Terrestrial Radio Access Network) ha finalizado como versión 8 (LTE Vers. 8). El sistema LTE representa acceso de radio eficiente basado en paquetes y redes de acceso de radio, que proporcionan plenas funcionalidades basadas en IP con baja latencia y bajo coste. En LTE, se especifican múltiples anchos de banda de transmisión escalables, tales como 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0 y 20,0 MHz, para conseguir un despliegue del sistema flexible utilizando un espectro determinado. En el enlace descendente, se adoptó un acceso de radio basado en multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing) debido a su inmunidad inherente a la interferencia por trayectorias múltiples (MPI, multipath interference) debido a una baja velocidad de símbolos, a la utilización de un prefijo cíclico (CP, cyclic prefix) y a su afinidad con diferentes disposiciones de ancho de banda de transmisión. En el enlace ascendente se adoptó acceso de radio basado en acceso múltiple por división de frecuencias de portadora única (SC-FDMA, single-carrier frequency division multiple access), dado que se priorizó el suministro de una cobertura de área extensa frente a la mejora de la velocidad de datos máxima, considerando la potencia de transmisión limitada del equipo de usuario (UE, user equipment). En LTE Ver. 8/9 se utilizan muchas técnicas de acceso de radio de paquetes incluyendo técnicas de transmisión de canal de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO, input multiple-output) y se consigue una estructura de señalización de control extremadamente eficiente.

En la figura 1 se muestra la arquitectura global y en la figura 2 se muestra una representación más detallada de la arquitectura E-UTRAN. La E-UTRAN consiste en un eNodeB, que proporciona las terminaciones de protocolo del plano de usuario de E-UTRA (PDCP/RLC/MAC/PHY) y del plano de control (RRC) hacia el equipo de usuario (UE). El eNodeB (eNB) aloja las capas física (PHY), de control de acceso al medio (MAC, Medium Access Control), de control de radioenlace (RLC, Radio Link Control) y el protocolo de control de datos de paquetes (PDCP, Packet Data Control Protocol) que incluyen la funcionalidad de compresión de cabecera y cifrado del plano de usuario. Ofrece asimismo funcionalidad de control de recursos radioeléctricos (RRC, Radio Resource Control) correspondiente al plano de control. Lleva a cabo muchas funciones incluyendo gestión de recursos radioeléctricos, control de admisión, planificación, aplicación de calidad de servicio (QoS, Service) de enlace ascendente negociada, difusión de información de celdas, cifrado/descifrado de datos de los planos del usuario y de control, y compresión/descompresión de cabeceras de paquetes de datos del plano de usuario de enlace descendente/enlace ascendente. Los eNodeB están interconectados entre sí por medio de la interfaz X2.

Los eNodeB están asimismo conectados por medio de la interfaz S1 al EPC (Evolved Packet Core, núcleo de paquetes evolucionado), más específicamente a la MME (Mobility Management Entity, entidad de gestión de movilidad) por medio de la S1-MME, y a la puerta de enlace de servicio (SGW, Serving Gateway) por medio de la S1-U. La interfaz S1 soporta una relación de muchos a muchos entre las MME/puertas de enlace de servicio y los eNodeB. La SGW encamina y transmite paquetes de datos de usuario, asimismo actuando al mismo tiempo como el anclaje de movilidad para el plano de usuario durante trasposos entre los eNodeB y como el anclaje para movilidad entre LTE y otras tecnologías 3GPP (terminando la interfaz S4 y transmitiendo el tráfico entre sistemas 2G/3G y PDN GW). Para equipos de usuario en estado de reposo, la SGW termina la trayectoria de datos de enlace descendente y desencadena la radiobúsqueda cuando llegan datos de enlace descendente al equipo de usuario. Gestiona y almacena contextos de equipos de usuario, por ejemplo parámetros de la información de encaminamiento interno de red, de servicio de portadora IP. Lleva a cabo asimismo la replicación del tráfico de usuario en caso de interpretación legal.

La MME es el nodo de control clave para la red de acceso LTE. Es responsable del procedimiento de seguimiento y radiobúsqueda del equipo de usuario en modo reposo, incluyendo retransmisiones. Está involucrada en el proceso de activación/desactivación de portadoras y es asimismo responsable de elegir la SGW para un equipo de usuario en el acoplamiento inicial y en el momento de traspaso intra-LTE que involucra reasignación de nodos de la red troncal (CN, Core Network). Es responsable de autenticar al usuario (interactuando con el HSS). La señalización del estrato sin acceso (NAS, Non-Access Stratum) termina en la MME y es responsable asimismo de la generación y asignación de identidades temporales a equipos de usuario. Verifica la autorización del equipo de usuario para acampar en la red móvil pública terrestre (PLMN, Public Land Mobile Network) del proveedor del servicio e impone restricciones de itinerancia a los equipos de usuario. La MME es el punto de terminación en la red para protección de cifrado/integridad para señalización NAS y maneja la gestión de claves de seguridad. La intercepción legal de señalización está soportada asimismo por la MME. La MME proporciona asimismo la función del plano de control para movilidad entre redes de acceso 2G/3G y LTE, con la interfaz S3 terminando en la MME desde la SGSN. La MME termina asimismo la interfaz S6a hacia el HSS local para equipos de usuario itinerantes.

La figura 3 muestra una estructura de tramas de radio para LTE FDD. La portadora componente de enlace descendente de un 3GPP LTE (versión 8 y posteriores) está subdividida en el dominio de tiempo-frecuencia en tramas de radio, que están subdivididas adicionalmente en denominadas subtramas. En 3GPP LTE (versión 8 y posteriores), cada subtrama está dividida en dos intervalos de enlace descendente, de los que se muestra uno en la figura 4. El primer intervalo de enlace descendente comprende la zona del canal de control (zona PDCCH) dentro de los primeros símbolos OFDM. Cada subtrama consiste en un número determinado de símbolos OFDM en el dominio de tiempo (12 ó 14 símbolos OFDM en 3GPP LTE, versión 8 y posteriores), donde cada símbolo OFDM abarca todo al ancho de banda de la portadora componente. Por lo tanto, cada uno de los símbolos OFDM consiste en una serie

de símbolos de modulación transmitidos en respectivas subportadoras  $N_{RB}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$ . Suponiendo un sistema de comunicación de múltiples portadoras, por ejemplo utilizando OFDM, tal como se utiliza por ejemplo en evolución a largo plazo (LTE) de 3GPP, la unidad mínima de recursos que pueden ser asignados por el planificador es un

"bloque de recursos". Un bloque de recursos físicos (PRB, physical resource block) se define como  $N_{symp}^{DL}$  símbolos OFDM consecutivos en el dominio de tiempo (por ejemplo, 7 símbolos OFDM), y  $N_{sc}^{RB}$  subportadoras consecutivas en el dominio de frecuencia, tal como se ejemplifica en la figura 4 (por ejemplo, 12 subportadoras para una portadora componente). En 3GPP LTE (versión 8), un bloque de recursos físicos consiste por lo tanto en  $N_{symp}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$  elementos de recursos, que corresponden a un intervalo en el dominio de tiempo y a 180 KHz en el dominio de frecuencia (para más detalles sobre la parrilla de recursos de enlace descendente ver, por ejemplo, el documento 3GPP TS 36.211, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)", sección 6.2, disponible en <http://www.3gpp.org>).

Una subtrama consiste en dos intervalos, de tal modo que existen 14 símbolos OFDM en una subtrama cuando se utiliza un denominado CP (cyclic prefix, prefijo cíclico) "normal", y 12 símbolos OFDM en una subtrama cuando se utiliza un denominado CP "extendido". Por razones terminológicas, en lo que sigue los recursos de tiempo-frecuencia equivalentes a las mismas  $N_{sc}^{RB}$  subportadoras consecutivas que abarcan una subtrama completa se denominan un "par de bloques de recursos" o equivalentemente "par RB" o "par PRB".

El término "portadora componente" se refiere una combinación de varios bloques de recursos en el dominio de frecuencia. En versiones futuras de LTE, el término "portadora componente" se deja de utilizar; en su lugar, el término cambia a "celda", que se refiere a una combinación de recursos de enlace descendente y opcionalmente de enlace ascendente. La relación entre la frecuencia portadora de los recursos de enlace descendente y la frecuencia portadora de los recursos de enlace ascendente se indica en la información del sistema transmitida en los recursos de enlace descendente.

Aplican asimismo hipótesis similares para la estructura de la portadora componente a versiones posteriores.

La información de control de enlace descendente se produce en diversos formatos que difieren en el tamaño global y asimismo en la información contenida en sus campos. Los diferentes formatos de DCI que están definidos actualmente para LTE son los siguientes, y se describen en detalle en el documento 3GPP TS 36.212, "Multiplexing and channel coding", sección 5.3.3.1 (disponible en <http://www.3gpp.org>). Para más información relativa a formatos DCI y a la información particular que se transmite en la DCI, consúltese el estándar técnico o el documento LTE - The UMTS Long Term Evolution - From Theory to Practice, editado por Stefanie Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker, capítulo 9.3.

Para que el UE pueda identificar si ha recibido correctamente una transmisión PDCCH, se proporciona detección de errores por medio de una CRC de 16 bits añadida a cada PDCCH (es decir, la DCI). Además, es necesario que el UE pueda identificar cuál o cuáles PDCCH están destinados para el mismo. En teoría, esto se podría conseguir añadiendo un identificador a la carga útil del PDCCH; sin embargo, resulta más eficiente aleatorizar la CRC con la "identidad del UE", lo que ahorra sobrecarga adicional. La CRC se puede calcular y aleatorizar tal como se define en detalle mediante 3GPP en TS 36.212, sección 5.3.3.2 "CRC attachment". La sección describe cómo se proporciona

detección de errores en transmisiones DCI por medio de una verificación por redundancia cíclica (CRC, Cyclic Redundancy Check). Se proporciona un breve resumen a continuación.

5 Toda la carga útil se utiliza para calcular los bits de paridad CRC. Los bits de paridad son calculados y añadidos. En caso de que la selección de antenas de transmisión del UE no esté configurada o no sea aplicable, después de la adición, los bits de paridad CRC son aleatorizados con el correspondiente RNTI.

10 La aleatorización puede depender además de la selección de antenas de transmisión del UE, tal como es evidente por TS 36.212. En caso de que la selección de antenas de transmisión del UE esté configurada y sea aplicable, después de la adición, los bits de paridad CRC son aleatorizados con una máscara de selección de antenas y el correspondiente RNTI. Dado que en ambos casos está involucrado el RNTI en la operación de aleatorización, por simplicidad y sin pérdida de generalidad la siguiente descripción de las realizaciones se refiere simplemente a la CRC siendo aleatorizado (y desaleatorizado, cuando aplique) con un RNTI, lo que por lo tanto deberá entenderse, no obstante, como un elemento adicional en el proceso de aleatorización, tal como una máscara de selección de antena.

15 Por consiguiente, el UE desaleatoriza el CRC aplicando la "identidad de UE" y, si no se detecta ningún error CRC, la UE determina que el PDCCH lleva su información de control destinada para el mismo. Se utiliza asimismo la terminología de "enmascaramiento" y "desenmascaramiento", para el proceso descrito anteriormente de aleatorización de una CRC con una identidad.

20 La "identidad de UE" mencionada anteriormente con la que se puede aleatorizar la CRC de la DCI puede ser asimismo un SI-RNTI (System Information Radio Network Temporary Identifier, identificador temporal de red radioeléctrica de información del sistema), que no es como tal una "identidad de UE", sino más bien un identificador asociado con el tipo de información que se indica y transmite, en este caso la información del sistema. El SI-RNTI es normalmente fijo en la especificación y, por lo tanto, conocido a priori por todos los UE.

Existen varios tipos de RNTI que se utilizan con diferentes propósitos. Las siguientes tablas, tomadas de 3GPP 36.321 capítulo 7.1, proporcionarán una visión general de los diversos RNTI de 16 bits y sus usos.

Valor (hexadecimal)	RNTI
0000	N/D
0001-003C	RA-RNTI, C-RNTI, C-RNTI de planificación semipersistente, C-RNTI temporal, TPC-PUCCH-RNTI y TPC-PUSCH-RNTI (ver nota)
003D-FFF3	C-RNTI, C-RNTI de planificación semipersistente, C-RNTI temporal, TPC-PUCCH-RNTI y TPC-PUSCH-RNTI
FFF4-FFFC	Reservado para uso futuro
FFFD	M-RNTI
FFFE	P-RNTI
FFFF	SI-RNTI

25 Canal físico de control de enlace descendente (PDCCH, Physical Downlink Control Channel) y canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH, Physical Downlink Shared Channel)

El canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) lleva, por ejemplo, concesiones de planificación para asignar recursos para transmisión de datos de enlace descendente o de enlace ascendente. Se pueden transmitir múltiples PDCCH en una subtrama.

30 El PDCCH para equipos de usuario se transmite en los primeros  $N_{symb}^{PDCCH}$  símbolos OFDM (normalmente 1, 2 ó 3 símbolos OFDM según se indica mediante el PCFICH, en casos excepcionales 2, 3 ó 4 símbolos OFDM según se indica mediante el PCFICH) dentro de una subtrama, extendiéndose sobre todo el ancho de banda del sistema; el ancho de banda del sistema es equivalente habitualmente a la extensión de una celda o portadora componente. La

35 zona ocupada por los primeros  $N_{symb}^{PDCCH}$  símbolos OFDM en el dominio de tiempo y las  $N_{RB}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$  subportadoras en el dominio de frecuencia se denomina asimismo zona PDCCH o zona de canal de control. Los restantes  $N_{symb}^{PDSCH} = 2 \cdot N_{symb}^{DL} - N_{symb}^{PDCCH}$  símbolos OFDM en el dominio de tiempo en las  $N_{RB}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$  subportadoras en el dominio de frecuencia se denominan la zona PDSCH o la zona de canal compartido (ver más abajo).

40 Para una concesión de enlace descendente (es decir, asignación de recursos) en el canal compartido físico de enlace descendente (PDSCH), el PDCCH asigna un recurso PDSCH para datos (de usuario) dentro de la misma subtrama. La zona del canal de control PDCCH dentro de una subtrama consiste en un conjunto de CCE, donde el

número total de CCE en la zona de control de subtrama está distribuido por todo el recurso de control de tiempo y de frecuencia. Se pueden combinar múltiples CCE para reducir de manera efectiva la velocidad de codificación del canal de control. Los CCE se combinan de una manera predeterminada utilizando una estructura de árbol para conseguir diferente velocidad de codificación.

- 5 En un nivel de canal de transporte, la información transmitida por medio del PDCCH se denomina asimismo señalización de control L1/L2 (para detalles sobre señalización de control L1/L2 ver más abajo).

Una técnica común para detección y corrección de errores en sistemas de transmisión de paquetes sobre canales no fiables es la denominada solicitud de repetición automática híbrida (HARQ, Hybrid Automatic Repeat request). ARQ híbrida es una combinación de corrección de errores hacia delante (FEC, Forward Error Correction) y ARQ.

- 10 Si se transmite un paquete codificado FEC y el receptor no puede descodificar correctamente el paquete (normalmente los errores se verificarán mediante una CRC (verificación por redundancia cíclica)), el receptor solicita una retransmisión del paquete. Generalmente (y en todo este documento), la transmisión de información adicional se denomina "retransmisión (de un paquete)", aunque esta retransmisión no significa necesariamente una transmisión de la misma información codificada, sino que podría asimismo significar la transmisión de cualquier información perteneciente al paquete (por ejemplo, información de redundancia adicional).

En función de la información (generalmente, bits de código/símbolos), de qué se compone la transmisión y en función de cómo el receptor procesa la información, se definen los siguientes esquemas de ARQ híbrida.

- 20 En esquemas HARQ de tipo I, se desecha la información del paquete codificado y se solicita una retransmisión si el receptor no puede descodificar correctamente un paquete. Esto implica que todas las transmisiones se descodifican por separado. Generalmente, las retransmisiones contienen información idéntica (bits de código/símbolos) a la retransmisión inicial.

- 25 En las retransmisiones HARQ de tipo II, se solicita una retransmisión si el receptor no consigue descodificar correctamente un paquete, donde el receptor almacena la información del paquete codificado (recibido erróneamente) como información suave (bits/símbolos suaves). Esto implica que se requiere una memoria tampón suave en el receptor. Las retransmisiones se pueden componer de información idéntica, parcialmente idéntica o no idéntica (bits de código/símbolos), según el mismo paquete que en las retransmisiones anteriores. Cuando recibe una retransmisión, el receptor combina la información almacenada de la memoria tampón suave con la información recibida actualmente, e intenta descodificar el paquete en base a la información combinada. (El receptor puede asimismo intentar descodificar individualmente la transmisión, aunque generalmente el rendimiento aumenta cuando se combinan transmisiones.) La combinación de transmisiones hace referencia a la denominada combinación suave, donde los bits de código/símbolos recibidos varias veces son combinados por probabilidad y los bits de código/símbolos recibidos una sola vez son combinados por código. Los procedimientos comunes para combinación suave son combinación de relación máxima (MRC, Maximum Ratio Combining) de símbolos de modulación recibidos y combinación del logaritmo de la razón de verosimilitud (LLR, log-likelihood-ratio) (la combinación LLR funciona solamente para bits de código).

- 40 Los esquemas de tipo II son más sofisticados que los esquemas de tipo I, dado que la probabilidad de recepción correcta de un paquete aumenta con cada retransmisión recibida. Este aumento es al precio de una necesaria memoria tampón suave de ARQ híbrida en el receptor. Este esquema se puede utilizar para llevar a cabo adaptación de enlace dinámica controlando la cantidad de información a retransmitir. Por ejemplo, si el receptor detecta que la descodificación ha sido "casi" satisfactoria, puede solicitar solamente una pequeña pieza de información para la siguiente retransmisión (número menor de bits de código/símbolos que en la transmisión anterior) a transmitir. En este caso, puede ocurrir que ni siquiera sea teóricamente posible descodificar correctamente el paquete considerando solamente esta retransmisión por sí misma (transmisiones no auto-descodificables).

- 45 Los esquemas HARQ de tipo III se pueden considerar como un subconjunto de los esquemas de tipo II: además de los requisitos de un esquema de tipo II, cada transmisión en un esquema de tipo III tiene que ser auto-descodificable.

HARQ síncrono significa que las retransmisiones de bloques HARQ se producen a intervalos periódicos predefinidos. Por lo tanto, no se requiere ninguna señalización explícita para indicar al receptor la planificación de la retransmisión.

- 50 HARQ asíncrono ofrece la flexibilidad de planificar retransmisiones en base a las condiciones de la interfaz aérea. En este caso, es necesario señalar alguna identificación del proceso HARQ para permitir una combinación y un funcionamiento del protocolo correctos. En sistemas LTE 3GPP, se utilizan operaciones HARQ con ocho procesos. El funcionamiento del protocolo HARQ para transmisión de datos de enlace descendente será similar o incluso idéntico a HSDPA.

- 55 En el funcionamiento del protocolo HARQ de enlace ascendente existen dos opciones diferentes sobre cómo planificar una retransmisión. Las retransmisiones son "planificadas" mediante un NACK (se denomina asimismo retransmisión no adaptativa síncrona) o bien son planificadas explícitamente por la red transmitiendo un PDCCH (se

denominan asimismo retransmisiones adaptativas síncronas). En caso de una retransmisión no adaptativa síncrona, la retransmisión utilizará los mismos parámetros que la retransmisión anterior de enlace ascendente, es decir, la retransmisión será señalizada sobre los mismos recursos del canal físico, utilizando respectivamente el mismo esquema de modulación/formato de transporte.

5 Dado que las retransmisiones adaptativas síncronas son planificadas explícitamente por medio del PDCCH, el eNodeB tiene la posibilidad de cambiar determinados parámetros para la retransmisión. Una retransmisión podría, por ejemplo, planificarse en un recurso de frecuencia diferente con el fin de evitar la fragmentación en el enlace ascendente, o el eNodeB podría cambiar el esquema de modulación o, alternativamente, indicar al equipo de usuario qué versión de redundancia utilizar para la retransmisión. Se debe observar que la retroalimentación HARQ (ACK/NACK) y la señalización PDCCH se producen en la misma temporización. Por lo tanto, el equipo de usuario necesita solamente verificar una vez si se desencadena una retransmisión no adaptativa síncrona (es decir, solamente se recibe un NACK) o si el eNodeB solicita una retransmisión adaptativa síncrona (es decir, se señaliza PDCCH).

15 La recepción de la información del sistema (SI) es una operación a realizar por el UE en base a una señal de RF escaneada y a una señal de sincronización detectada. En particular, tras la detección de las señales de sincronización, el UE puede identificar una celda y sincronizar con transmisiones de enlace descendente de la celda. Por consiguiente, el UE puede recibir un canal de difusión BCH, de una celda, y, por lo tanto, la correspondiente información del sistema. En base a esto, el UE puede detectar si una celda es o no adecuada para selección y/o reelección, es decir, si la celda es una celda candidata.

20 La información del sistema es información que se transmite a modo de difusión a todos los UE en una celda. Incluye información necesaria para la selección de celda y algunas partes de la misma se deben leer en cualquier selección/recepción de celda, después de que el UE sincronice con la celda.

25 La información del sistema está estructurada por medio de bloques de información del sistema (SIB, system information blocks), cada uno de los cuales incluye un conjunto de parámetros. En particular, la información del sistema es transmitida en un bloque de información maestra, MIB, y una serie de bloques de información del sistema. El MIB incluye un número limitado de los parámetros más esenciales y los transmitidos más frecuentemente, que son necesarios para obtener otra información de la celda, tal como el ancho de banda del sistema de enlace descendente, un indicador de los recursos asignados a la señalización de acuse de recibo HARQ en el enlace descendente, y el número de trama del sistema (SFN, System Frame Number). Los SIB restantes están numerados; existen los SIB 1 a 13 definidos en la versión 8.

30 SIB1 contiene parámetros necesarios para determinar si una celda es adecuada para selección de celda, así como información acerca de la planificación en el dominio del tiempo de los otros SIB. SIB2 incluye información común y de canales compartidos. Los SIB 3 a 8 incluyen parámetros utilizados para controlar la intra-frecuencia, la inter-frecuencia y la reelección de celda inter-tecnología de acceso de radio (RAT, Radio Access Technology). El SIB9 se utiliza para señalar el nombre de un eNodeB local, mientras que los SIB 10 a 12 incluyen las notificaciones del servicio de alarmas de terremotos y tsunamis (ETWS, Earthquake and Tsunami Warning Service) y mensajes de alarma del sistema de alerta móvil comercial (CMAS, Commercial Mobile Alert System). Finalmente, el SIB 13 incluye información de control relacionada con MBMS.

35 La información del sistema es transmitida por el protocolo RRC en tres tipos de mensajes: el mensaje MIB, el mensaje SIB1 y el mensaje SI. Los mensajes MIB son transportados en el canal físico de difusión (PBCH, Physical Broadcast Channel) mientras que los restantes mensajes SIB1 y SI son multiplexados en la capa física con datos de unidifusión transmitidos en el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH).

40 El MIB se transmite en ciclos fijos. El SIB1 se transmite asimismo en los ciclos fijos. Para mejorar la robustez de la transmisión de información del sistema, la información del sistema es repetida. Las repeticiones tienen versiones de redundancia diferentes y, por lo tanto, no son repeticiones de bits transmitidos de manera efectiva sino repeticiones de los datos transportados pero codificados de manera diferente. Por ejemplo, se transmite un MIB en cada trama en la primera subtrama (subtrama #0) mientras que el nuevo MIB (MIB con contenido posiblemente diferente al de los MIB anteriores) se transmite cada cuatro tramas y las tres tramas restantes llevan su repetición. Análogamente, se aplica codificación de repetición para la transmisión del SIB1. Se transmite un nuevo SIB1 cada 8 tramas. Cada SIB1 tiene tres repeticiones más. Todos los demás SIB se transmiten en ciclos especificados por elementos de información de planificación SIB en el SIB1. En particular, el mapeo de los SIB a un mensaje SI es configurable de manera flexible mediante la schedulingInfoList (lista de información de planificación) incluida en el SIB1, con las restricciones de que cada SIB está contenido solamente en un único mensaje SI, y como mucho una vez en dicho mensaje. Solamente los SIB que tienen el mismo requisito de planificación (periodicidad) pueden ser mapeados al mismo mensaje SI; el SIB2 está siempre mapeado al mensaje SI que corresponde a la primera entrada en la lista de mensajes SI en la schedulingInfoList. Pueden existir múltiples mensajes SI transmitidos con la misma periodicidad.

55 Por lo tanto, un terminal determina la ventana SI en base a la información señalizada e inicia la recepción (descodificación ciega) del canal compartido de enlace descendente utilizando el SI-RNTI (un indicador que significa que la información de señalización se ha transmitido) desde el inicio de la ventana SI y continúa para cada subtrama

hasta el término de la ventana SI o hasta que se ha recibido el mensaje SI, excluyendo la subtrama #5 en las tramas de radio para las que  $SFN \bmod 2 = 0$ , cualesquiera subtramas MBSFN y cualesquiera subtramas de enlace ascendente en TDD. Si el mensaje SI no se ha recibido al término de la ventana SI, la recepción se repite en la siguiente ocasión de ventana SI para el mensaje SI pertinente.

- 5 En otras palabras, durante la descodificación ciega, el UE intenta descodificar PDCCH en cada subtrama de una ventana SI el SI-RNTI, pero solamente algunas de estas subtramas llevan realmente un PDCCH (CRC) codificado utilizando el SI-RNTI (correspondiente al PDSCH que contiene la SI particular).

10 Para más detalles sobre la definición de información del sistema, ver por ejemplo el documento 3GPP, TS 36.331, V12.5.0, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC); Protocol specification (Release 12)", secciones 6.2.2.7 y 6.3.1, disponible en <http://www.3gpp.org>.

15 A medida que evolucionan los despliegues de LTE, los operadores se esfuerzan por reducir el coste del mantenimiento global de la red minimizando el número de RAT. A este respecto, los dispositivos de comunicaciones de tipo máquina (MTC, Machine-Type Communications) son un mercado que siga probablemente expandiéndose en el futuro.

Muchos dispositivos MTC se están dirigiendo a aplicaciones de gama baja (bajo coste, baja velocidad datos) que se pueden manejar adecuadamente mediante GSM/GPRS. Debido al bajo coste de estos dispositivos y a la buena cobertura de GSM/GPRS, existe muy poca motivación para que los suministradores de dispositivos MTC utilicen módulos que soporten la interfaz de radio LTE.

20 Dado que cada vez se despliegan más dispositivos MTC en el sector, esto aumenta de forma natural la confianza en redes GSM/GPRS. Esto será costoso para los operadores no solamente en términos de mantener múltiples RAT, sino que impide asimismo que los operadores recojan el máximo beneficio de su espectro (dada la eficiencia no óptima del espectro de GSM/GPRS). Al crecer el número de usuarios y el tráfico, utilizar tecnologías con mayor eficiencia espectral, tales como evolución a largo plazo (LTE), permite a los operadores utilizar su espectro de una manera mucho más eficiente.

25 Dado el número probablemente alto de dispositivos MTC, los recursos globales que estos requerirán para la provisión del servicio serán correspondientemente significativos, y se asignarán de manera ineficiente (para más detalles sobre los objetivos para MTC, ver por ejemplo el documento 3GPP, RP-150492 Ericsson: "Revised WI: Further LTE Physical Layer Enhancements for MTC", sección 4, disponible en <http://www.3gpp.org>). Los enfoques para reducir el coste de LTE están actualmente relacionados con el volumen de los productos, como factor principal. El impacto del volumen se puede ver de dos posibles maneras, dependiendo de cómo se desplieguen los MTC de bajo coste. En primer lugar, si el MTC de bajo coste puede ser muy similar al LTE convencional y está incluido en los conjuntos de chips LTE, la MTC tiene el beneficio del volumen de LTE. En segundo lugar, un MTC de bajo coste basado en LTE puede tener un coste significativamente menor que un LTE convencional. Aunque parece no tener el beneficio del volumen de LTE, el volumen de los dispositivos MTC puede ser incluso mayor debido a un número potencialmente mayor de aplicaciones y escenarios MTC soportados.

30 A este respecto, se discuten los siguientes enfoques para reducir el coste LTE, es decir definir MTC de bajo coste, y se descubre que tienen un impacto significativo sobre el coste del UE (para más detalles sobre dispositivos MTC de bajo coste, ver por ejemplo el documento 3GPP, R1-112912, Huawei, HiSilicon, CMCC: "Overview on low-cost MTC UEs based on LTE", sección 4, disponible en <http://www.3gpp.org>):

35 - Reducción del ancho de banda soportado para el LTE de bajo coste: el bajo coste del ancho de banda descendente de 1,4 MHz (6 RB) podría cubrir la mayor parte de los escenarios de aplicación de MTC. Sin embargo, se podrían considerar 3 MHz (15 RB) o 5 MHz (25 RB), dado que la complejidad no aumenta mucho. Dado que el enlace ascendente puede tener un requisito más exigente para servicios MTC, la posibilidad de potencia de transmisión reducida y una complejidad de banda base pequeña (con respecto a recepción de enlace descendente), cualquier reducción en el ancho de banda de transmisión mínimo en el UE se debería justificar cuidadosamente.

40 - Diseño relacionado con PDCCH modificado para el LTE de bajo coste para simplificar la descodificación ciega PDCCH y proporcionar acceso de canal eficiente para un gran número de dispositivos MTC. Una reducción en el ancho de banda máximo (por ejemplo, 1,4 MHz) disminuye naturalmente la descodificación ciega de PDCCH.

50 - Simplificación de protocolo incluyendo consideración HARQ, protocolo MAC, RLC y RRC. Reducción de la señalización entre dispositivos MTC de bajo ciclo de trabajo y la estación base.

- Selección descendente de modos de transmisión para mantener la cobertura y equilibrar la complejidad.

Otras consideraciones sobre dispositivos MTC de bajo coste se refieren a una cobertura interior mejorada.

55 Una serie de aplicaciones requieren despliegue en interiores de dispositivos de comunicación de tipo máquina, MTC, por ejemplo en un sótano de apartamentos, o en equipamiento de interior que pueda estar próximo a la planta baja,

etc. Estos UE experimentarían en la interfaz de radio pérdidas por penetración significativamente mayores que los dispositivos LTE convencionales. Esto significa en la práctica que la cobertura en interiores debería estar disponible fácilmente y ser fiable: es decir, debería proporcionar una mejora significativa sobre la cobertura existente.

5 Adicionalmente, en relación con el consumo de energía de los dispositivos MTC de bajo coste, cabe señalar que muchas aplicaciones requieren que los dispositivos tengan hasta diez años de duración de la batería. A este respecto, los modos de ahorro de potencia disponibles actualmente no parecen suficientes para conseguir la duración prevista de la batería. En este sentido, se anticipa que se proponen otras técnicas para reducir significativamente la utilización de potencia de los dispositivos MTC, por ejemplo, optimizando intercambios de señalización en el sistema, para conseguir una duración de la batería de hasta diez años.

10 Para mejorar la cobertura interior (para dispositivos MTC de bajo coste), los desarrollos recientes se han centrado en el modo de cobertura mejorada, EC, que es aplicable a los UE que manejan, por ejemplo, aplicaciones MTC tolerantes al retardo. Otro término es la "extensión de la cobertura". El elemento de trabajo correspondiente en 3GPP versión 12, "Low cost & enhanced coverage MTC UE for LTE", llega a la conclusión de que se puede conseguir una reducción adicional de la complejidad en dispositivos LTE para MTC si se soportan técnicas adicionales de reducción de la complejidad, tal como es evidente a partir del informe técnico TR 36.888, v12.0.0, "Machine-Type Communications (MTC) User Equipments (UEs)", disponible en [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org). El informe técnico TR 36.888 concluye que se podría conseguir un objetivo de mejora de la cobertura de 15-20 dB tanto para FDD como para TDD en comparación con un registro de LTE habitual, para soportar los casos de utilización en que se utilizan dispositivos MTC en emplazamientos complicados, por ejemplo en emplazamientos profundos en el interior de edificios, y para compensar pérdidas de ganancia provocadas por técnicas de reducción de la complejidad. Se prevé que las mejoras de cobertura MTC se introduzcan en 3GPP versión 13.

25 En general, los dispositivos MTC pueden ser dispositivos MTC de baja complejidad (LC, low complexity) (lo que, básicamente, fuerza al dispositivo a recibir un TBS de 1000 bits o menos como resultado de limitaciones del tamaño de la memoria tampón y otras limitaciones de implementación) o dispositivos de cobertura mejorada (EC) que se supone soportan un gran número de repeticiones.

En otras palabras, los LC son dispositivos de baja complejidad, lo que significa que son dispositivos económicos con tamaños de memoria tampón limitados/implementación simple, etc., mientras que los dispositivos EC son los dispositivos de cobertura mejorada que deberían funcionar en situaciones complicadas, tal como en un sótano o lejos del centro de la celda.

30 El objetivo general es especificar un nuevo UE para funcionamiento MTC en el LTE que permita una cobertura mejorada y un menor consumo de energía. A continuación se proporcionan algunos de los objetivos adicionales:

- Ancho de banda del UE reducido de 1,4 MHz en enlace descendente y enlace ascendente.
- Los UE de ancho de banda reducido deberían poder funcionar en cualquier ancho de banda del sistema.
- Se debería soportar multiplexación de frecuencias de los UE de ancho de banda reducido y de los UE no MTC.

35 - El UE tiene solamente que soportar un ancho de banda de RF de 1,4 MHz en enlace descendente y enlace ascendente.

- El tiempo de re-sintonización permitido soportado por la especificación (por ejemplo ~0 ms, 1 ms) debería estar determinado por RAN4.

- Potencia máxima de transmisión reducida.

40 - La potencia máxima de transmisión de la nueva clase de potencia de los UE debería estar determinada por RAN4 y debería soportar una implementación PA integrada.

- Soporte reducido para nodos de transmisión de enlace descendente.

En este elemento de trabajo se pueden considerar asimismo las siguientes relajaciones adicionales de las procesos de UE:

45 - Tamaño máximo de bloques de transporte reducido para señalización de unidifusión y/o difusión.

- Soporte reducido para recepción simultánea de múltiples transmisiones.

- Requisito de EVM de transmisión y/o recepción relajado, incluyendo un esquema de modulación limitado. Procesamiento reducido del canal de control físico (por ejemplo, número reducido de intentos de decodificación ciega).

50 - Procesamiento reducido del canal físico de datos (por ejemplo, línea de tiempo HARQ de enlace descendente relajada o número reducido de procesos HARQ).

- Soporte reducido para modos de notificación CQI/CSI.
  - Será posible una mejora relativa de la cobertura LTE -correspondiente a 15 dB para FDD- con respecto a su cobertura normal respectiva, para categorías/tipos de UE definidos anteriormente y otros UE que manejen aplicaciones MTC tolerantes al retardo. Para conseguir esto se pueden considerar, por lo menos, algunas de las técnicas siguientes, que serán aplicables tanto para FDD como para TDD:
- 5
- Técnicas de agrupación de subtramas con HARQ para canales físicos de datos (por ejemplo PDSCH, PUSCH).
  - Eliminación de la utilización de canales de control (por ejemplo, PCFICH, PDCCH).
  - Técnicas de repetición para canales de control (por ejemplo, PBCH, PRACH, (E)PDCCH).
  - Técnicas de eliminación o bien de repetición (por ejemplo, PBCH, PHICH, PUCCH).
- 10
- Incremento de PSD de enlace ascendente con menor granularidad que 1 PRB.
  - Asignación de recursos utilizando EPDCCH con planificación a través de subtramas y repetición (se puede considerar asimismo funcionamiento sin EPDCCH).
  - Nuevos formatos de canal físico con repetición para SIB/RAR/radiobúsqueda.
  - Un nuevo SIB para UE con ancho de banda reducido y/o cobertura mejorada.
- 15
- Técnicas mejoradas de densidad de símbolos de referencia y saltos de frecuencia.
  - Se puede considerar una "probabilidad de detección fallida" relajada para PRACH y un tiempo de adquisición del sistema de UE inicial para PSS/SSS/PBCH/SIB relajado, siempre que el impacto en el consumo de energía del UE se pueda mantener a un nivel razonable.
  - Dispersión: la dispersión se refiere a dispersión de información a través de los recursos incluyendo recursos en el dominio de tiempo-frecuencia o incluso a dispersión utilizando códigos de aleatorización (o de canalización).
- 20
- Pueden existir asimismo técnicas adicionales a las enumeradas anteriormente.
- La magnitud de la mejora de la cobertura debería ser configurable por celda y/o por UE y/o por canal y/o grupo de canales, de tal modo que existan diferentes niveles de mejoras de cobertura. Los diferentes niveles de mejora de la cobertura podrían significar un diferente nivel de aplicación de técnicas de CE para soportar transmisión y recepción de dispositivos CE. Se deberían definir mediciones de UE y notificación relevantes para soportar esta funcionalidad.
- 25
- Para más detalles, ver por ejemplo el documento 3GPP RP-141865 "Revised WI: Further LTE Physical Layer Enhancements for MTC", de Ericsson, disponible en <http://www.3gpp.org>.
- Notablemente, las mejoras de cobertura de 15 / 20 dB para los UE en el modo de cobertura mejorada con respecto a su cobertura nominal significa que los UE tienen que poder recibir intensidades de señal extremadamente bajas. Esto aplica no sólo a la operación de escaneo inicial, a la búsqueda de celdas y a la operación de selección de celda, sino asimismo al subsiguiente esquema de comunicación a llevar a cabo por el UE. Tal como se ha descrito anteriormente, existirán diferentes niveles de CE dependiendo del soporte de la red y de la capacidad de los UE, por ejemplo, una extensión de cobertura de 5 / 10 / 15 dB.
- 30
- Los primeros intentos para definir el modo de cobertura mejorada se han centrado en modificaciones de las transmisiones de radio. A este respecto, las discusiones se han centrado en las transmisiones repetidas como la técnica principal para mejorar la cobertura. Se pueden aplicar repeticiones a cada canal para una mejora de la cobertura.
- 35
- Una implementación a modo de ejemplo de estas transmisiones repetidas prescribe que los mismos datos se transmitan a través de múltiples subtramas. Sin embargo, inmediatamente quedará claro que estas transmisiones repetidas utilizarán más recursos (tiempo-frecuencia) de los que se requieren para los UE de cobertura normal. RAN1 indicaba que el tamaño del bloque de transporte utilizado para la transmisión a dispositivos MTC fuera menor de 1000 bits.
- 40
- En vista de los requisitos anteriores, será necesaria una nueva planificación de los mensajes de información para minimizar la sobrecarga del sistema así como para no afectar al sistema de versiones anteriores y a los UE heredados servidos por el mismo.
- 45
- El documento de Samsung "MIB Contents for Low Cost UEs" 3GPP DRAFT R1-151595, de 10 de abril de 2015, se refiere a la utilización de bits sobrantes en el bloque de información maestra (MIB, Master Information Block) para mejorar el funcionamiento de los terminales de bajo coste. En particular, se propone utilizar dos bits para indicar el nivel de mejora de la cobertura soportable en la red, utilizar un bit para indicar el soporte de red para terminales de

bajo coste y utilizar los otros dos bits para indicar aquellas subtramas de enlace descendente que llevan el bloque de información del sistema 1 (SIB-1).

**Compendio**

5 Una realización no limitativa y a modo de ejemplo da a conocer aparatos y procedimientos para una transmisión y recepción eficientes de información del sistema en una red inalámbrica.

10 En un aspecto general, las técnicas dadas a conocer en la presente memoria presentan un aparato para recibir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende: una unidad de recepción para recibir información del sistema; una unidad de control para controlar la unidad de recepción con el fin de recibir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico; y para recibir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

15 En otro aspecto general, las técnicas dadas a conocer en la presente memoria presentan un aparato para transmitir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende: una unidad de transmisión para transmitir información del sistema; una unidad de control para controlar la unidad de transmisión para transmitir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico; y para transmitir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

25 En otro aspecto general, las técnicas dadas a conocer en la presente memoria presentan un procedimiento para recibir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende las etapas de: recibir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico; y recibir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

30 En un aspecto general, las técnicas dadas a conocer en la presente memoria presentan un procedimiento para transmitir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende: transmitir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico; y transmitir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

35 Se debe observar que se pueden implementar realizaciones generales o específicas como un sistema, un procedimiento, un circuito integrado, un programa informático, un medio de almacenamiento o cualquier combinación selectiva de los mismos.

40 A partir de la descripción y de los dibujos resultarán evidentes beneficios y ventajas adicionales de las realizaciones dadas a conocer. Los beneficios y/o las ventajas se pueden obtener individualmente mediante las diversas realizaciones y características de la descripción y los dibujos, que no necesariamente se proporcionan en orden para obtener uno o varios de dichos beneficios y/o ventajas.

Los anteriores y otros objetivos y características de la presente invención resultarán más claros a partir de la siguiente descripción y de las realizaciones preferidas, proporcionadas junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

45 la figura 1 es un diagrama de bloques que muestra la arquitectura 3GPP actual para comunicación de tipo máquina;

la figura 2 es un diagrama de bloques que muestra una arquitectura a modo de ejemplo de una red de acceso de radio en LTE 3GPP;

la figura 3 es un dibujo esquemático que muestra la estructura general de una trama en FDD de LTE 3GPP;

50 la figura 4 es un dibujo esquemático que muestra la estructura general de una subtrama de una portadora componente de enlace descendente definida para LTE 3GPP;

la figura 5 es un dibujo esquemático que muestra el agrupamiento de elementos de información de información del sistema en bloques de información del sistema para diferentes niveles de CE;

la figura 6 es un diagrama esquemático que muestra una estructura de bloque de información del sistema a modo de ejemplo para diferentes niveles de CE;

la figura 7 es un dibujo esquemático que muestra una comparación entre la señalización de información del sistema heredada y la señalización de información del sistema para MTC;

5 la figura 8 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de transmisión y un aparato de recepción;

la figura 9 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento de recepción y transmisión; y

la figura 10 es un diagrama esquemático que muestra entrelazado de transmisión de diferentes SIB/SI.

### Descripción detallada

10 La presente invención se refiere a la transmisión y recepción de información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que es particularmente adecuado para la transmisión y recepción de información del sistema para comunicación de tipo máquina, tal como la MTC en LTE 3GPP.

La señalización de información del sistema se ha discutido recientemente en 3GPP y se han acordado preliminarmente los siguientes objetivos:

15 - mantener la flexibilidad similar a la ofrecida por el concepto SIB actual, es decir, el tamaño de los SIB no deberá ser fijo.

- bifurcación de SIB1, es decir, los UE LC/EC reciben una instancia independiente de SIB1 y otros (diferentes recursos de tiempo/frecuencia). El nuevo SIB1 es común para EC y LC.

- transmitir información SIB1 por separado desde otros SIB (en particular a los UE de bajo coste, en cobertura normal), si es factible en términos de sobrecarga y tiempo de adquisición total.

20 - la información de planificación (tiempo, frecuencia y MCS/TBS) que permite adquirir SIB1 para los UE LC/EC se podía transportar, por ejemplo, en MIB, es decir, no se requiere información dinámica L1 en PDCCH.

- la SIB1 para los UE LC/EC podría contener información de planificación (tiempo, frecuencia y MCS/TBS) que permite adquirir los SIB subsiguientes sin leer PDCCH.

25 - la restricción del tamaño de TB de 1000 bits para difusión puede ser aceptable, suponiendo que la red proporcione SIB independientes (diferentes recursos de tiempo/frecuencia) para los UE LC/EC y los UE heredados.

30 Si el mecanismo actual para transmisión de información del sistema se aplica a una comunicación que aplique a un gran número de repeticiones, tal como comunicación MTC, cada uno de los SIB utilizados actualmente se transmitirá con una tasa de repetición aproximadamente 50 veces mayor. En general, las tasas de repetición pueden asimismo ser mayores, tal como de más de 200 repeticiones. El número de repeticiones puede asimismo ser variable (configurable)

Éstas afectarían, por ejemplo:

35 - al tiempo de adquisición para la información del sistema mediante los UE heredados si los bloques de información del sistema no solapan y por lo tanto, la repetición de la información del sistema provocaría un mayor retardo de transmisión del bloque de información del sistema y, por lo tanto, incrementaría asimismo el retardo de la transmisión del siguiente bloque de información del sistema,

- las transmisiones repetidas de toda la información del sistema conducirían asimismo a una enorme carga del sistema, que puede ser innecesaria dado que los dispositivos MTC no hacen uso de toda la información transmitida en la actual señalización de información del sistema. Por consiguiente, los UE MTC recibirían información del sistema irrelevante.

40 - La recepción de toda la información del sistema, que incrementaría el consumo de energía en el dispositivo MTC.

45 Es beneficioso proporcionar varios posibles niveles de mejora de la cobertura. Sin embargo, cualquier sobrecarga adicional que pueda resultar de señalización adicional relativa a los diferentes niveles de mejora de la cobertura puede ser crítica, especialmente en vista del elevado número de repeticiones que pueden ser necesarias para algunos de los niveles de mejora de la cobertura con el fin de transportar la información. Por consiguiente, es beneficioso proporcionar una señalización eficiente relativa al soporte de múltiples niveles de mejora de la cobertura.

Ventajosamente, una celda indica qué niveles de CE soporta. Esta indicación puede ser difundida en la celda dentro de la información del sistema, de tal modo que los terminales pueden recibir la información y decidir si aplican el correspondiente funcionamiento de nivel de CE.

5 Por ejemplo, los niveles de CE soportados se pueden transmitir dentro de la información del sistema y, en particular, dentro del bloque de información maestra (MIB) que se difunde en una capa física. En el LTE, el MIB se transmite por medio de un canal físico de difusión que puede ser recibido y descodificado por cualquier terminal. Sin embargo, la presente invención no se limita esto, y la difusión se puede llevar a cabo sobre el canal compartido de enlace descendente. Por ejemplo, los niveles de CE se pueden indicar dentro de SIB1. También alternativamente, los niveles de CE pueden ser transmitidos en otro SIB, cuya posición está planificada (por ejemplo en el MIB o SIB1 u otro SIB específico) para ser recordada por la descodificación ciega aplicando el SI-RNTI o bien un RNTI específico para funcionamiento MTC.

10 A partir de las posibilidades anteriores, transmitir los niveles de CE dentro del MIB tiene la ventaja de que la información en los niveles de CE está disponible inmediatamente para los terminales por medio de difusión física. Esto aumenta la probabilidad y disminuye el retardo de la adquisición de los niveles de CE. Por otra parte, genéricamente la información señalizada dentro del MIB se debería minimizar para utilizar eficientemente los recursos y evitar que los terminales lean información difundida que no necesariamente es importante para los mismos. Por otra parte, señalar los niveles de CE en SIB1 proporciona la ventaja de que no es necesaria ninguna detección ciega adicional utilizando SI-RNTI u otro RNTI de grupo para encontrar otros SIB. Esto es beneficioso, especialmente para terminales MTC que pueden acusar unas malas condiciones de canal (al estar situados en el límite de la cobertura de la celda) o que tienen una implementación técnicamente simple y se supone que posiblemente utilizan eficientemente la potencia. También alternativamente, un SIB planificado directamente diferente a un MIB o un SIB1 puede ser utilizado para señalar los niveles de CE.

20 Los diferentes niveles de CE aplicables para comunicación entre el UE y la red dependen del soporte de la red y de la capacidad del UE. Por ejemplo, una extensión de cobertura de 5, 10 ó 15 dB (o incluso mayor) puede estar soportada e indicarse respectivamente como niveles de CE bajo, medio y alto. Una cobertura normal se puede denominar una extensión de cobertura cero (0 dB), es decir, sin extensión.

25 Determinados elementos de información (IE, information elements) que llevan parámetros de la información del sistema pueden tener el mismo valor para diferentes niveles de CE, mientras que otros IE pueden tener valores diferentes/únicos entre los diferentes niveles. Por ejemplo, algunos ejemplos de SIB de valor común son habitualmente SIB tales como ETWS/CMAS que se han descrito brevemente en lo anterior, e IE tales como diferentes listas de vecinos (intra-freq, inter freq, inter RAT etc.) y ACB, restricción por niveles de acceso (nivel de celda). Algunos ejemplos de valores diferentes/únicos entre los diferentes niveles de CE son parámetros de (re)selección de celda (tales como q-RxLevMin, q-RxQualMin etc.), parámetros PRACH y algunos otros en RadioResourceConfigCommon SIB3, EAB (SIB14), etc.

30 Por ejemplo, se muestran a continuación a modo de ejemplo posibles valores habituales de qRxLevMin (en dBm) especificados en SIB para detección/reselección de ventas para respectivos niveles de CE diferentes:

q-RxLevMin_zero	60
q-RxLevMin_low	50
q-RxLevMin_med	40
q-RxLevMin_high	30

35 Uno de los objetivos de la presente invención es proporcionar una señalización y un empaquetamiento eficientes de información del sistema que puede ser tanto comunes como diferentes para niveles de CE diferentes.

Señalar conjuntamente información del sistema relacionada con todos los niveles de CE puede conducir a una grave sobrecarga de la celda. Por otra parte, una señalización independiente para cada nivel de CE puede complicar el planificador del eNB y el comportamiento del UE en la adquisición y readquisición de información del sistema con cambio de niveles y con notificaciones de cambio de SI.

40 Un posible enfoque es empaquetar conjuntamente toda la información independientemente de los niveles de CE, estructurada como en el caso heredado, es decir, sin mejora de la cobertura. En este enfoque, cuando sea necesario, un IE tendrá exactamente tantos valores como el número de niveles de CE soportados, es decir, uno por cada nivel de CE. Sin embargo, dado que las técnicas específicas de CE tales como número de repeticiones pueden ser diferentes para cada nivel de CE, el enfoque anterior puede conducir a una carga innecesaria del sistema, tal como se muestra en el cálculo siguiente. Supóngase que el número de repeticiones aplicadas a cada bloque de datos para niveles de CE cero, bajo, intermedio, alto son respectivamente 4, 10, 20, 50 repeticiones y que el tamaño de un SIBx heredado es de 100 (bits).

50 Si se transmiten SIB independientes para cada nivel de CE, el número respectivo de bits necesarios será de  $4 * 100$ ,  $10 * 100$ ,  $20 * 100$  y  $50 * 100$ , teniendo como resultado una sobrecarga total de  $400 + 1000 + 2000 + 5000 = 8400$  bits. Si, por otra parte, los elementos de información para la totalidad de los niveles de CE están situados en el mismo bloque de información del sistema, este bloque se tiene que repetir un número máximo de veces, es decir, 50 veces, teniendo como resultado una sobrecarga total de  $50 * 400 = 20000$  bits. Si se elige una solución de

compromiso y se utilizan bloques de información del sistema, cada uno para dos niveles de CE, la sobrecarga total asciende a  $10 * 200 + 50 * 200$ , teniendo como resultado  $2000 + 10000 = 12000$  bits.

5 Tal como se puede ver por los ejemplos anteriores, la estructuración y el agrupamiento de la información relativa a los diferentes niveles de mejora de la cobertura tiene un gran impacto sobre la sobrecarga transmitida y, por lo tanto, también sobre la eficiencia de la transmisión.

Tal como se ha explicado anteriormente, es beneficioso proporcionar niveles de CE soportados en la celda por medio de la difusión de la celda. La indicación de los niveles de CE puede tener diferentes formatos. Por ejemplo, los niveles de CE soportados se pueden señalar explícitamente (por ejemplo, en SIB1 o MIB o de otro modo, tal como se ha mencionado anteriormente), por ejemplo listándolos.

10 Sin embargo, para conservar algunos bits de señalización, se puede señalar explícitamente solamente el máximo nivel de CE soportado. Un dispositivo que recibe dichas indicaciones señalizando el máximo nivel de CE soportado, supone entonces que están soportados asimismo todos los niveles de CE inferiores.

15 También alternativamente, los niveles de CE se pueden indicar indirectamente, por ejemplo, difundiendo tantos valores de un parámetro particular (por ejemplo, relacionado con parámetros de selección de celda o de reelección de celda, tal como  $q-RxLevMin$ ) como niveles de CE soportados existan. Para realizar el mapeo sin ambigüedad, los valores se ordenan de manera predefinida, por ejemplo comenzando con el máximo nivel de CE especificado y descendiendo a niveles inferiores, o comenzando con el mínimo nivel de CE especificado y ascendiendo a los niveles superiores, o de algún otro modo.

20 Para señalar de manera eficiente elementos de información para diferentes niveles de CE, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo, todos los IE con contenido (valor) diferente para diferentes niveles de CE se agrupan para cada nivel de CE. Por ejemplo, existe un SIB por cada nivel de CE. Los restantes IE que tienen el mismo contenido (valores) para todos los niveles de CE se agrupan conjuntamente en otro SIB común para todos los niveles de CE. Este enfoque se muestra en la figura 5.

25 La figura 5 muestra en la parte superior la transmisión de elementos de información que tienen contenido diferente para respectivos niveles de CE diferentes. El término "contenido" se refiere en este caso a los valores de parámetros particulares. Los valores no tienen que ser siempre diferentes de manera efectiva. Por el contrario, lo que se quiere decir es que se pueden ajustar a valores diferentes para respectivos niveles de CE diferentes. Tal como se ha explicado anteriormente, los valores para diferentes niveles de CE se transmiten ventajosamente con diferente número de repeticiones. Correspondientemente, en este ejemplo los valores para diferentes niveles de CE se transmiten asimismo con periodicidad diferente.

30 En el caso de contenido diferente mostrado en la parte superior de la figura 5, existen dos transmisiones SI/SIB diferentes (ver la línea continua y la línea de trazos, respectivamente). El contenido mostrado por la línea de trazos 510 representa niveles de CE superiores y, por lo tanto, se transmite con más frecuencia que el contenido mostrado por la línea continua 520, que representa niveles de CE inferiores.

35 En la figura 5, "P1" indica la primera periodicidad (frecuencia) de transmisión de información del sistema para el primer nivel de CE, que es superior a la segunda periodicidad (frecuencia), indicada como "P2", para transmitir la SI relativa al segundo nivel de CE inferior al primer nivel de CE. Se supone que un nivel de CE inferior significa una menor mejora de la cobertura, mientras que un nivel de CE superior significa una mayor mejora de la cobertura (recepción posible asimismo a menor intensidad de señal que para los niveles de CE inferiores).

40 La parte inferior de la figura 5 muestra la transmisión de elementos de información que tienen contenido común para respectivos niveles de CE diferentes (niveles de 5dB, 10dB y 15dB correspondientes a "bajo", "intermedio" y "alto", e indicados con respectivos tipos de líneas diferentes en la figura). En este caso de un "contenido igual", la periodicidad de la transmisión se determina de acuerdo con la peor (por ejemplo CE de 15 db) extensión (ver "P1" en la figura). Sin embargo, los terminales que soportan otros niveles de CE (5dB, 10dB) pueden leer (recibir y almacenar/intentar descodificar) la SI menos frecuentemente, tal como se muestra mediante las flechas con los diferentes tipos de línea respectivos.

Para conservar potencia de la batería en el dispositivo inalámbrico, los dispositivos inalámbricos (UE) con mejor calidad de recepción (es decir, menor nivel de CE) llevan a cabo la recepción del contenido común con menos frecuencia de aquella con la que éste se transmite.

50 Cabe señalar que el terminal inalámbrico que ha recibido satisfactoriamente la información después de un número de repeticiones menor que el número máximo de repeticiones, puede detener la recepción de las repeticiones restantes.

55 Otra estrategia que pueden utilizar estos UE es acumular y realizar una combinación suave de recepciones utilizando la totalidad o la mayor parte de las transmisiones frecuentes, y después de una recepción satisfactoria limitarse a entrar en modo de reposo. En otras palabras, el dispositivo inalámbrico intenta descodificar la información del sistema después de la recepción de cada repetición, y en cuanto la descodificación es satisfactoria, se detiene la

recepción de repeticiones adicionales. Esta estrategia proporciona la ventaja de una adquisición posiblemente más rápida de la información del sistema. Para uno o varios mensajes no de difusión, por ejemplo dedicados o de unidifusión, tal como de radiobúsqueda, el UE puede incluso informar a la red tras la detención, de tal modo que la red puede detener las (re)transmisiones adicionales del mensaje o mensajes dedicados o de unidifusión. En otras palabras, el dispositivo inalámbrico puede comprender además una unidad de transmisión, para transmisión a la red y notificación de la recepción terminada de la información del sistema.

Con respecto al término "repetición", este término no se limita a repetición a nivel de bit en la capa física. Por el contrario, las repeticiones pueden ser versiones de redundancia diferentes o, en general, versiones diferentes del mismo contenido de información del sistema.

El concepto de retransmisiones y combinación con HARQ se ha descrito anteriormente en la sección de antecedentes. Sin embargo, los principios de transmitir una diferente versión de redundancia de los datos codificados se pueden extender a cualquier esquema de transmisión repetida, sin requerir ninguna retroalimentación desde el receptor. En el caso de información del sistema, que se difunde para ser recibida desde una serie de terminales, no se utilizan esquemas de retroalimentación. Sin embargo, en lugar de proporcionar meras repeticiones de la información del sistema, es beneficioso transmitir diferentes versiones de redundancia con el fin de aumentar la ganancia de la combinación. Por lo tanto, también una realización a modo de ejemplo de la invención, que se puede combinar con cualesquiera otras realizaciones de esta invención, incluye transmitir diferentes versiones de redundancia de información del sistema codificada (es decir, diferentes partes de la información del sistema codificada) de manera similar a las retransmisiones que se han descrito anteriormente para HARQ y que se utilizan en el actual estándar LTE/LTE-A. La combinación puede también funcionar del mismo modo, por ejemplo la combinación de redundancia creciente, posiblemente junto con la combinación suave de diferentes repeticiones de las versiones de redundancia transmitidas).

En otras palabras, en el caso de un "contenido igual", existe solamente una transmisión de contenido (SI/SIB) pero los UE de recepción reciben el contenido con frecuencia (correspondiente a periodicidad) basada en su respectivo nivel de CE de funcionamiento.

Por ejemplo, los UE con nivel de CE de 5 dB configurado recibirán el contenido común solamente 5 veces en el periodo de tiempo determinado, por otra parte, los UE con nivel de CE de 10 dB configurado recibirán el contenido común el doble de veces, es decir 10 veces en el periodo de tiempo determinado. Además, los UE con nivel de CE de 15 dB configurado recibirán el contenido común más frecuentemente, por ejemplo el doble de veces que los UE con nivel de 10 dB (es decir, 20 veces en este ejemplo).

El periodo determinado puede corresponder a la ventana de información del sistema o a un múltiplo de la misma, que es un intervalo en el dominio de tiempo en el que se transporta un mensaje de información del sistema (mensaje SI tal como en el sistema heredado descrito anteriormente) y sus repeticiones respectivas.

En la práctica, tener tantos SIB como niveles de CE puede ser difícil de aceptar dado que representa un enfoque muy diferente al sistema heredado, donde el agrupamiento se basa principalmente en objetivo lógico/usabilidad. Además, proporcionar SIB independientes para todos los respectivos niveles de CE independientes puede añadir complejidad de planificación y notificación de cambios SI, dado que el planificador se tiene que encargar de 4 veces más SIB/SI correspondientes a los cuatro niveles de CE. Cuando un IE que tiene un valor diferente para cada uno de los niveles de CE cambia, la notificación de cambio tiene que ser enviada a continuación a los UE afectados. Dado que los UE afectados requieren diferente soporte de CE incluso para recibir la notificación de cambio de SI, esto añade una carga adicional al planificador del eNB.

Por consiguiente, puede ser beneficioso mantener el sistema heredado no afectado por las actualizaciones de los SIB específicos de MTC. Por lo tanto, se pueden disponer una o varias nuevas etiquetas de nuevo valor, independientes, para señalar a los dispositivos inalámbricos que ha cambiado la información del sistema relativa a funcionamiento MTC y en particular a funcionamiento CE. La etiqueta de nuevo valor puede ser diferente para el grupo "contenido diferente" y para el grupo "contenido común". Además, la etiqueta de nuevo valor puede ser específica y diferente para cada nivel de CE o para cada grupo de niveles de CE (por ejemplo, los grupos A y B que se describen a continuación). El tipo de cambio se puede señalar asimismo dentro de un mensaje de radiobúsqueda que se transmite desde la red a los dispositivos inalámbricos para notificarles del cambio de información del sistema. El tipo de cambio puede indicar el nivel de CE para el que la SI ha cambiado y/o si el cambio afecta a los IE comunes para todos los niveles de CE o a IE específicos para cada nivel.

El periodo de modificación (el mínimo periodo de tiempo tras el cual puede cambiar el SI) puede asimismo ajustarse de manera diferente e independiente para la información del sistema de "contenido común" y la de "contenido diferente". Además, el periodo de cambio puede asimismo ajustarse de manera diferente para respectivos niveles de CE o grupos de niveles de CE diferentes.

Se debe observar que SI/SIB diferentes pueden asimismo transmitirse de manera entrelazada, tal como se muestra en la figura 10. En particular, tal como se puede ver por los tres diagramas (a), (b) y (c), existen por lo menos tres modos de disponer la transmisión SI con o sin entrelazado de SI/SIB. En el primer esquema (a), se completa el

número máximo de transmisión para un SIB/SI y a continuación se inicia la transmisión para el siguiente SIB/SI. Este es el esquema sin entrelazado.

5 En el segundo esquema (b), los SIB/SI están entrelazados y la transmisión se realiza una vez cada periodo de 20 ms. Este esquema debería obtener ventaja adicional de la diversidad de tiempo, y probablemente se requerirían menos transmisiones que el número máximo de transmisiones para un SIB/SI en el primer esquema.

10 Según el comportamiento del receptor, son posibles dos esquemas. El esquema A consiste en tener más de un proceso HARQ (tantos como el número de SI entrelazados -en este ejemplo, 2). A continuación, después de un ciclo de periodo de transmisión de SI, el UE podría recibir simultáneamente múltiples SI. El esquema B consiste en que el receptor tiene solamente un proceso HARQ y solamente que recibir una SI durante un periodo de transmisión de SI. Para recibir "n" SI, el UE tiene que recibir "n" ciclos de periodos de transmisión de SI.

Este esquema B puede ser aplicado por el receptor independientemente de si la red aplica entrelazado.

En el tercer esquema (c), solamente las correspondientes transmisiones SIB/SI se dispersan en 20 ms; mientras que la difusión está teniendo lugar cada 10 ms (en un caso de entrelazado de 2 SIB/SI).

En la siguiente tabla se realiza una comparación entre los tres esquemas.

	Ventajas	Inconvenientes
<b>Esquema 1, figura 10(a)</b>	Requiere una memoria tampón/proceso HARQ en los dispositivos MTC Bueno desde la perspectiva de la sobrecarga de difusión (5% = 1/20)	Podría requerir más transmisiones que el esquema 2A.
<b>Esquema 2, figura 10(b)</b>	El mejor desde la perspectiva de la sobrecarga de difusión (<5%)	<u>Esquema A: requiere más de un proceso HARQ</u> (tantos como el número de SI entrelazadas). Esquema B: el tiempo más largo requerido para recibir múltiples SI.
<b>Esquema 3, figura 10(c)</b>	La más rápida adquisición total de información del sistema	<u>Requiere más de un proceso HARQ</u> (tantos como el número de SI entrelazadas) <u>Duplica la perspectiva de la sobrecarga de difusión</u> (10%)

15 Dada la naturaleza tolerante al retardo de la aplicación MTC, los esquemas (a) y (b) parecen ser ventajosos. Si la baja complejidad/bajo coste desaconseja más de 1 memoria tampón HARQ para la difusión, entonces es ventajoso el esquema (a), que mantiene asimismo el principio heredado de ventanas SI no solapadas. Sin embargo, desde la perspectiva de la extensión de la cobertura, el esquema (b) puede ser más adecuado. Cabe señalar que el ejemplo anterior muestra solamente entrelazado de 2 SIB (información del sistema) diferentes. Sin embargo, en general, el entrelazado se puede realizar asimismo para cualquier otro número de SIB. Tal como se ha mencionado anteriormente, el entrelazado es similar al concepto de procesos HARQ incluso en el caso de SIB/SI que no sean retransmisiones basadas en retroalimentación. Sin embargo, las repeticiones/versiones de un SIB/SI se pueden considerar como retransmisiones de los mismos datos.

25 Además, en general, un SI particular puede tener un límite de modificación particular, y otro tendrá otro límite de modificación particular y los dos pueden solapar. Límite de modificación se refiere en este caso al punto de tiempo hasta el que la información del sistema no cambia pero solamente desde el inicio del siguiente periodo modificado.

30 En general, la transmisión de una serie de N (N>1 siendo un entero) tipos de información del sistema se puede entrelazar, lo que significa que N diferentes informaciones del sistema (SIB) se transmiten cíclicamente un número predefinido R de repeticiones/versiones (siendo R un entero mayor que 1). De acuerdo con una realización, existen solamente dos agrupamientos de los mismos IE para dos respectivos grupos de niveles de EC. Pero el límite de los dos agrupamientos puede ser flexible, por ejemplo, tal como se muestra a continuación.

- 1) un primer agrupamiento "agrupamiento A" para nivel de CE cero y un segundo agrupamiento "agrupamiento B" para nivel de CE bajo, medio y alto
- 35 2) un primer agrupamiento "agrupamiento A" para nivel de CE cero y bajo, y un segundo agrupamiento "agrupamiento B" para nivel de CE medio y alto
- 3) un primer agrupamiento "agrupamiento A" para niveles de CE cero, bajo y medio, y un segundo agrupamiento "agrupamiento B" para nivel de CE alto

4) solamente un agrupamiento, que es el mismo independientemente del nivel de CE (cero, bajo, medio, alto)

Por ejemplo, la aplicabilidad de las anteriores configuraciones 1) a 4) se puede señalar dentro de información del sistema transportada por SIB1 o un SIB que lleve información de planificación (tal como se ejemplificará a continuación haciendo referencia a las figuras 6 y 7).

5 Además, el agrupamiento A se puede indicar mediante un SIBx-A independiente (x indicando cualquier SIB, tal como SIB1 o SIB, etc., por ejemplo, SIB2-A significa SIB2 para el grupo A) y el agrupamiento B se puede indicar mediante un SIBx-B independiente diferente al SIBx-A. El número de repeticiones (y/o de versiones de redundancia) puede ser diferente entre SIBx-A y SIBx-B. Ventajosamente, SIBx-A y SIBx-B se transportan (independientemente) en sus respectivos mensajes SI independientes. Su planificación puede ser asimismo independiente. El número de repeticiones (versiones) puede asimismo diferir para SIBx-A y SIBx-B y depende de los niveles de CE incluidos.

El SIB1 o la información de planificación (cualquiera que se señalice) puede indicar asimismo otros detalles de planificación del SIBx-A y el SIBx-B, tal como posición de frecuencia (inicio y/o final del PRB, patrón de subtrama o posiciones específicas en el dominio de tiempo, indicador de saltos de frecuencia, etc.

15 Se debe observar que el entrelazado anterior que se muestra en la figura 10 se puede aplicar a los diferentes grupos descritos anteriormente. La figura 10 muestra el solapamiento de 2 SIB diferentes. Estos SIB pueden ser el SIBx-A y el SIBx-B ejemplificados anteriormente, es decir, SIB que llevan diferentes agrupamientos de niveles de CE. Alternativa o adicionalmente, el entrelazado (tal como se muestra mediante las líneas de trazos y continua de la figura 10, esquemas (b) y (c)) se puede llevar a cabo entre la SI de "contenido común" y entre los CE específicos de nivel de CE.

20 El ejemplo anterior descrito haciendo referencia la figura 5 muestra que la periodicidad con la que se transmite la información específica por nivel de CE puede ser asimismo específica para un nivel de CE, es decir, diferente para por lo menos dos niveles de CE diferentes. En otras palabras, los IE específicos para cada nivel de CE se pueden agrupar para cada respectivo nivel de CE. Por ejemplo, un SIB puede incluir IE solamente de un nivel de CE. Alternativamente, en general, los IE específicos para cada nivel de CE se pueden agrupar para una serie de niveles de CE. Por ejemplo, un SIB puede incluir IE de dos o más niveles de CE. Se debe observar que esto se puede implementar asimismo disponiendo IE con dos o más valores para los dos o más niveles de CE respectivos. Especialmente, en el caso en que una serie de niveles de CE son agrupados y transmitidos con la misma frecuencia, otro terminal de recepción se puede configurar para recibir los IE con la frecuencia menor que la frecuencia con la que se transmiten estos IE. Este enfoque puede contribuir a reducir el consumo de energía en el terminal.

30 Por ejemplo, supóngase un caso en el que los IE de dos niveles de CE (medio y alto) se transmiten con una primera periodicidad correspondiente al nivel de CE alto, de tal modo que los dispositivos inalámbricos que aplican el nivel de CE alto pueden asimismo recibir esta información del sistema. Supóngase que un dispositivo inalámbrico está aplicando el nivel de CE intermedio. Este dispositivo inalámbrico no tiene necesariamente que recibir todas las transmisiones y, para conservar potencia de la batería, se puede configurar para recibir los IE con frecuencia menor que la proporcionada por la primera periodicidad.

35 En el ejemplo anterior, se supone que existe un determinado periodo de tiempo en el que se tiene que completar la transmisión de información del sistema relativa a los diferentes niveles de CE e incluyendo las repeticiones. Por lo tanto, el periodo de tiempo determinado corresponde al tiempo máximo en que se puede realizar la adquisición de la información del sistema. El número de repeticiones para diferentes niveles de CE difiere, lo que en este caso tiene como resultado una diferente frecuencia de transmisión de los IE (SIB) para diferentes niveles de CE.

40 Sin embargo, la presente invención no se limita a este enfoque. En general, el número de repeticiones puede variar sin el requisito de mantenerlas dentro del mismo periodo de tiempo. Por lo tanto, la periodicidad (frecuencia) de transmisión de información del sistema correspondiente a los diferentes niveles de CE puede permanecer igual. Esto significa que el tiempo máximo para la adquisición de la información del sistema para el nivel de CE aplicado actualmente dependería de dicho nivel de CE.

A continuación se describe un funcionamiento a modo de ejemplo de un aparato de recepción de la información del sistema. Éste puede ser un dispositivo inalámbrico tal como un terminal (UE) de cualquier forma, por ejemplo un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil, un PC, una tarjeta inalámbrica, un dispositivo conectable por USB o cualquier otro dispositivo.

50 Un dispositivo inalámbrico que soporta mejora de la cobertura puede determinar en primer lugar su nivel de CE. La determinación del nivel apropiado se puede llevar a cabo, por ejemplo, en base a cálculos de pérdidas por trayectoria y/o a mediciones de celda o similares. A continuación, el dispositivo inalámbrico comprueba si la celda en la que está situado soporta el nivel de CE determinado. Esta verificación se lleva a cabo recibiendo información de difusión que incluye una indicación de niveles de CE. La indicación de niveles de CE se puede recibir, por ejemplo, en MIB o SIB1 o en otro SIB, tal como se ha explicado anteriormente. Se podría señalar implícitamente observando el número de valores transmitidos (ocurrencias) de uno de los parámetros (de entre muchos posibles candidatos), tal como se ha explicado anteriormente. En base a la indicación de niveles de CE recibida, el dispositivo inalámbrico determina si el nivel de CE requerido está soportado en la red. El UE puede determinar el nivel de CE

'requerido' por medio del tiempo/esfuerzo requerido para detectar una celda, o por medio del tiempo/esfuerzo requerido para recibir MIB o algún otro SIB, o incluso de la calidad de la recepción tal como la RSRP (Reference Signal Received Power, potencia recibida de la señal de referencia) o la RSRQ (Reference Signal Received Quality, calidad recibida de la señal de referencia), o incluso utilizando estimación de pérdidas por trayectoria (a mayores pérdidas por trayectoria, mayor nivel de CE requerido). En base al nivel de CE ajustado, el dispositivo inalámbrico determina su interés/necesidad de adquisición SI, es decir, si se tiene que recibir un tipo de "contenido diferente" o de "contenido igual", y con qué frecuencia. Esta determinación se puede basar, por ejemplo, en un comportamiento definido en una especificación y/o se puede basar en una información de planificación. En particular, la planificación de SIB comunes y/o de SIB específicos por nivel de CE puede estar definida mediante una información de planificación transmitida dentro de la información del sistema, tal como MIB o SIB1 u otro SIB. Alternativamente, la planificación puede obedecer determinadas reglas definidas en un caso específico de estándar y puede requerir detección ciega utilizando un RNTI de grupo, tal como un MTC-RNTI específico de MTC o un SI-RNTI general para información del sistema o un EC-RNTI específico para mejora de la cobertura o para un nivel de CE particular.

A continuación, el terminal inalámbrico obtiene la información de planificación correspondiente y después la SI prevista (deseada y correspondiente al propio nivel de CE determinado), activándose para recibir SI solamente según sus planificaciones (independientemente de la frecuencia de transmisión).

Los dispositivos que no soportan CE pueden funcionar además en el sistema heredado (estándar LTE actual), es decir funcionar normalmente con buena cobertura; o declararse fuera de servicio en mala cobertura/coertura extendida/sin cobertura.

La figura 6 muestra un ejemplo de adquisición de información del sistema, de acuerdo con una realización. En particular, la red anuncia los niveles de CE soportados de manera implícita o explícita tal como se ha descrito anteriormente, es decir incluyendo los niveles de CE explícitamente en la información difundida en la celda o bien obteniendo los niveles de CE a partir de parámetros difundidos en la celda.

Después o antes de esta etapa, el dispositivo inalámbrico detecta su nivel de CE actual. Esto se puede llevar a cabo, por ejemplo, en base a cálculos de pérdidas por trayectoria (y/o de RSRP, potencia recibida de la señal de referencia o mediciones de Q, tal como la calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ).

Siguen ejemplos de condiciones que pueden ser utilizadas para determinar mediante el dispositivo inalámbrico el nivel de CE actual:

1) si  $x < \text{pérdidas por trayectoria}$ , se determina entonces que el nivel de CE es alto

2) si  $y < \text{pérdidas por trayectoria} < x$ , se determina entonces que el nivel de CE es medio

3) si  $z < \text{pérdidas por trayectoria} < y$ , se determina entonces que el nivel de CE es bajo

En las condiciones anteriores, aplican las siguientes desigualdades  $x > y > z$ , y los parámetros  $x$ ,  $y$  y  $z$  son umbrales de pérdidas por trayectoria que se pueden difundir dentro de información del sistema, por ejemplo en MTC SIB1 o en MIB o en otro SIB.

Alternativamente, se pueden formular condiciones similares para RSRP o RSRQ o para cualquier otra variable medida que refleje las condiciones del canal, y los correspondientes umbrales pueden ser anunciados por la red o definirse dentro del estándar.

Después de determinar su propio nivel de CE, si el nivel de CE determinado está soportado por la red, el dispositivo inalámbrico (MTC) adquiere la información del sistema de "contenido diferente" y de "contenido común" para su nivel de CE determinado, tal como se muestra en la figura 6.

La recepción de la información del sistema relacionada con el nivel de CE determinado se puede facilitar recibiendo información de planificación que es transmitida por la red dentro de la celda. En particular, esta información de planificación puede ser difundida como parte de SIB1. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto, y la información de planificación para la información del sistema relativa a diferentes niveles de CE puede asimismo proporcionarse dentro de un bloque de información del sistema independiente. Para mantener baja la complejidad, dicho bloque de información del sistema independiente se puede planificar directamente a partir de SIB1 (o MIB). Sin embargo, estos son solamente ejemplos, y en general, la información del sistema para niveles de CE particulares se puede planificar de otro modo, por ejemplo, en el MIB o en un bloque de información del sistema para el que se requiere detección ciega.

La figura 6 muestra un agrupamiento a modo de ejemplo de los elementos de información correspondientes a diferentes niveles de CE. En particular, el contenido común, que es el mismo para todos los posibles niveles de CE, puede incluir mensajes de información del sistema SI-3 y SI-4. Los mensajes de información del sistema son mensajes de protocolo RRC (en la terminología de LTE), de los que cada uno incluye uno o varios bloques de información del sistema, tal como se ha descrito anteriormente en la sección de antecedentes. En el presente ejemplo, el mensaje de información del sistema SI-3 incluye dos bloques de información del sistema, es decir SIB-M

y SIB-(M+1). Por otra parte, el mensaje de información del sistema SI-4 incluye otros dos bloques de información, es decir SIB-(M+2) y SIB-(M+3). Sin embargo, esto es tan sólo un ejemplo y la estructura del contenido común puede incluir asimismo un único mensaje de información del sistema que lleva solamente uno o una serie de bloques de información del sistema. Los bloques de información del sistema agrupan habitualmente elementos con propósito similar (ver anterior sección de antecedentes).

La información del sistema que es diferente para diferentes niveles de CE (ver "contenido diferente" en la figura 6) se ejemplifica asimismo en la figura 6. Por consiguiente, existen dos diferentes mensajes de información del sistema SI-1 y SI-2 para cada uno de los cuatro niveles de CE "cero", "bajo", "medio", y "alto". El mensaje de información del sistema SI-1 incluye dos bloques de información del sistema, es decir, SIB-N y SIB-(N+1). En general, el mensaje de información del sistema puede incluir asimismo un único SIB o más de dos SIB. El mensaje de información del sistema SI-2 incluye solamente un bloque de información del sistema indicado como SIB-(N+2), que también es solamente a modo de ejemplo. Tal como se puede ver a partir de este ejemplo, la información del sistema para cada uno de los diferentes niveles de CE tiene la misma estructura en términos de mensajes de información del sistema y de bloques de información del sistema. Por consiguiente, los valores de los elementos de información contenidos en los correspondientes SIB para diferentes niveles de CE se pueden ajustar independientemente, y por lo tanto pueden tener valores diferentes. Los elementos de información que son comunes para todos los niveles de CE en este ejemplo se organizan de manera independiente y diferente respecto de la información del sistema de "contenido diferente". En particular, el "contenido común" incluye mensajes de información del sistema y asimismo bloques de información del sistema diferentes a los incluidos en la información del sistema de "contenido diferente".

Sin embargo, se debe observar que esto no significa que se limite la presente invención a dicha organización de la información del sistema. Por el contrario, algunas partes del mismo SIB pueden estar contenidas dentro de la sección de "contenido diferente", mientras que otras partes del mismo SIB pueden estar contenidas dentro del "contenido común".

La estructura de la información del sistema mostrada en la figura 6 puede existir en paralelo a la información del sistema a leer por un dispositivo inalámbrico heredado, a la información del sistema especificada por el estándar LTE actual.

La figura 7 muestra una comparación entre la estructura de información del sistema aplicada actualmente por LTE y la estructura de información del sistema según una realización ventajosa. En el lado izquierdo se muestra la estructura heredada. En particular, el bloque de información maestra (MIB) se difunde en el canal físico de difusión. La planificación de SIB1 está fija en el dominio de tiempo y el UE lleva a cabo descodificación ciega utilizando SI-RNTI sobre estas instancias de tiempo específicas (subtramas) para encontrar la localización en frecuencia de SIB1. SIB1 incluye a continuación información de planificación para mensajes de información del sistema SI-1, SI-2, SI-3 que llevan otros bloques de información del sistema.

El SystemInformationBlockType1 (bloque de información de sistema tipo 1) (SIB1) utiliza una planificación fija con una periodicidad de 80 ms y repeticiones realizadas dentro de 80 ms. La primera transmisión del SystemInformationBlockType1 está planificada en la subtrama #5 de tramas de radio para las que  $SFN \bmod 8 = 0$ , y las repeticiones están planificadas en la subtrama #5 de todas las otras tramas de radio para las que  $SFN \bmod 2 = 0$ . Se utiliza un único SI-RNTI para dirigir el SystemInformationBlockType1 así como todos los mensajes SI.

La estructura de la información del sistema de la presente realización, que es particularmente adecuada para modo MTC LC/EC, se muestra en el lado derecho de la figura 7. El MIB es igual que el MIB utilizado para el sistema heredado (en el lado izquierdo). Sin embargo, algunos bits que estaban reservados en el MIB según se especifica en el estándar LTE actual, se utilizan en este caso para transportar información sobre la posición (dentro de la parrilla de recursos), periodicidad, saltos de frecuencia y/o TBS (tamaño del bloque de transporte), etc., de un SIB1. En este ejemplo, el SIB1 (MTC-SIB1) es específico para MTC LC/EC y difiere del SIB1 heredado (en general, de los recursos para SIB1). El MTC-SIB1 de este ejemplo se refiere además a un SIB independiente que incluye información de planificación para SIB comunes para diferentes niveles de CE e información de planificación para SIB diferentes para diferentes niveles de CE. En particular, la información de planificación indica la posición del mensaje de información del sistema SI-2 y del mensaje de información del sistema SI-3. Al mensaje de información del sistema SI-1 se puede hacer referencia directamente a partir del MTC-SIB1.

Sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo. Por ejemplo, el SIB1 del sistema heredado puede asimismo ser reutilizado en lugar de proporcionar un SIB1 específico para MTC independiente. Además, el SIB1 (heredado o específico para MTC) puede asimismo apuntar solamente a la información de planificación y no a otros bloques/mensajes de información del sistema. La información de planificación llevaría entonces toda la información correspondiente a la planificación de información del sistema para niveles de CE diferentes. En el ejemplo anterior, la información de planificación es parte de un bloque de información del sistema independiente. Sin embargo, el bloque de información del sistema puede incluir asimismo información adicional correspondiente a la MTC y/o a diferentes niveles de CE. Por ejemplo, puede incluir la información del sistema común para todos los niveles de CE y la systemInfoValueTag (etiqueta de valor de información del sistema) para toda la información del sistema por separado para cada nivel de CE, o incluso muchas systemInfoValueTag(s), una para cada

funcionalidad/procedimiento/SIB, etc., para cada nivel de CE o para todos los niveles de CE agrupados conjuntamente.

Alternativamente, la información de planificación se puede incluir directamente en el SIB1 (o el MTC-SIB1).

5 Las realizaciones y los ejemplos descritos anteriormente pueden proporcionar diversos beneficios. Por ejemplo, el soporte de la celda para cualquier nivel de CE particular es visible para un dispositivo inalámbrico, y el dispositivo inalámbrico puede asimismo calcular su propia extensión de cobertura necesaria. Además, la carga de la celda/del sistema está restringida a un límite razonable con la estructura (agrupamiento) descrita anteriormente de información del sistema con respecto a la mejora de la cobertura. La implementación y/o el comportamiento del planificador del eNB (en general, del planificador del nodo de red que transmite la información del sistema) no son complicados. 10 Además, los UE heredados (los dispositivos inalámbricos que no soportan mejora de la cobertura, tales como dispositivos LTE y LTE-A que soportan versiones 8 a 13) no se ven afectados. El comportamiento del dispositivo MTC en la adquisición, readquisición con el cambio de niveles y con notificaciones de cambios de SI es claro.

La presente invención da a conocer un aparato 800A para recibir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, tal como se muestra en la figura 8.

15 Este aparato puede ser cualquier aparato inalámbrico, tal como un dispositivo de usuario (terminal) de cualquier tipo, tal como un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador, una tarjeta informática o una interfaz inalámbrica conectable por USB, o similar.

20 El aparato comprende ventajosamente una unidad de recepción 820 para recibir información del sistema; una unidad de control 810 para controlar la unidad de recepción para recibir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico; y para recibir información del sistema incluyendo un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y uno o varios grupos de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados.

25 El agrupamiento de información específica por nivel de CE se puede llevar a cabo para los respectivos niveles de CE (o grupos de niveles de CE). Por ejemplo, el agrupamiento se puede llevar a cabo en este caso por bloques de información del sistema, de tal modo que se proporciona un SIB independiente para cada nivel de CE (o para un subconjunto de niveles de CE) y realiza otro SIB independiente para los IE comunes a todos los niveles de CE. Alternativamente, el agrupamiento se puede llevar a cabo por elemento de información, es decir, cada IE incluye respectivos valores para los correspondientes niveles de CE. Son posibles asimismo otros agrupamientos, 30 incluyendo mezclas de los enfoques basado en SIB y basado en IE anteriores.

Por ejemplo, la información del sistema es transmitida en bloques de información del sistema; y el grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura es transmitido en un bloque de información del sistema diferente al bloque de información del sistema en el que se transmiten los elementos de información específicos para por lo menos un diferente nivel de mejora de la cobertura.

35 Los elementos de información para un primer nivel de mejora de la cobertura se reciben en una serie de repeticiones mayor que el número de repeticiones con las que se reciben elementos de información para un segundo nivel de mejora de la cobertura, donde el primer nivel de mejora de la cobertura es mayor que el segundo nivel de mejora de la cobertura.

40 Esta disposición garantiza que los terminales que tienen peores condiciones de canal (correspondientes a un nivel de CE superior) pueden recibir más repeticiones SI con el fin de aumentar la probabilidad de una adquisición correcta de SI (descodificación correcta).

45 De acuerdo con otra realización, el grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura es transmitido con una primera frecuencia, y la unidad de control está configurada para controlar la unidad de recepción con el fin de recibir versiones del grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura con una frecuencia igual o menor que la primera frecuencia, en función del nivel de mejora de la cobertura aplicado actualmente por el aparato.

50 Por lo tanto, los terminales que aplican diferentes niveles de mejora de la cobertura pueden leer la SI con diferente frecuencia y, por lo tanto, mejorar el compromiso entre potencia de la batería y velocidad del tiempo de adquisición de SI. Sin embargo, la presente invención no se limita a esta disposición. Por el contrario, cada terminal puede leer todas las repeticiones (versiones) de SI y detener la recepción en cuanto la SI ha sido descodificada satisfactoriamente. Son posibles otras implementaciones, por ejemplo, los dispositivos inalámbricos de diferentes niveles de CE se pueden configurar para recibir solamente un determinado número de repeticiones (versiones).

La indicación recibida del nivel de mejora de la cobertura puede comprender por lo menos uno de:

- una lista de niveles de mejora de la cobertura soportados;

- el máximo nivel de mejora de la cobertura soportado, donde el aparato está configurado para obtener los niveles de mejora de la cobertura soportados como todos los niveles menores o iguales al máximo nivel de mejora de la cobertura soportado recibido, o

5 - un número de valores de un elemento de información particular, donde el aparato está configurado para obtener los niveles de mejora de la cobertura soportados de acuerdo con el número de valores del elemento de información particular, o

- un solo valor de un elemento de información, donde el aparato está configurado para obtener los niveles de mejora de la cobertura soportados de acuerdo con dicho único valor del elemento de información.

10 Por consiguiente, los niveles de mejora de la cobertura soportados por la red se pueden anunciar explícitamente difundiendo la correspondiente información del sistema en un MIB, un SIB1 u otro SIB) o bien implícitamente indicando los niveles de CE soportados, por ejemplo, por medio del número de valores de uno o varios elementos de información particulares, o incluso indicando la periodicidad del M-SIB1 (mayor periodicidad del M-SIB1 significa el máximo nivel de CE soportado; una periodicidad media del M-SIB1 significa el nivel de CE medio soportado, y así sucesivamente) o incluso asociando, por ejemplo, las posibles posiciones de inicio del M-SIB1 con niveles  
15 particulares de soporte de CE (posición inicial [índice PRB] de M-SIB1 = X significaría un soporte de nivel de CE alto; posición inicial [índice PRB] de M-SIB1 = Y significaría un soporte de nivel de CE medio; y así sucesivamente). Como un ejemplo para la periodicidad, digamos que un nivel de CE alto, medio, bajo tiene una periodicidad de 20, 60 y 100. Entonces, cuando un MIB indica una periodicidad de 20, un UE sabe que están soportadas asimismo periodicidades de 60 y 100, es decir, cuando se soporta el nivel de CE alto se soportan  
20 asimismo niveles de CE medio y bajo

Por lo tanto, en relación con la indicación mediante un único valor de un elemento de información, ésta puede ser para un elemento de información que indica periodicidad (frecuencia de aparición). Por ejemplo, un nivel de CE alto, medio y bajo puede tener una periodicidad de 20, 60 y 100 ms. Entonces, cuando un MIB indica una periodicidad de 20, un UE sabe que están soportadas asimismo periodicidades de 60 y 100, es decir, cuando se soporta el nivel de  
25 CE "alto" se soportan asimismo niveles de CE medio y bajo

En particular, la unidad de control puede controlar la unidad de recepción para recibir la información del sistema en una serie de versiones.

30 En este caso, el término versiones puede indicar versiones de redundancia o cualquier otra clase de repeticiones de contenido. Por ejemplo, la SI se puede codificar mediante una corrección de errores hacia delante que añade redundancia. Ejemplos de dicha codificación pueden ser los turbo códigos o los códigos convolucionales aplicados por LTE. Sin embargo, es posible asimismo cualquier otra codificación, tal como códigos de bloque como LDPC, BCH o similares. Una versión de dicha SI codificada corresponde entonces a una parte de la SI codificada. Diferentes partes -versiones- de la SI codificada se pueden transmitir en diferentes tiempos (por ejemplo, en subtramas diferentes). Estas partes pueden ser descodificables individualmente.

35 Sin embargo, las versiones SI pueden ser asimismo simples repeticiones o una combinación de versiones de redundancia y sus repeticiones. Por ejemplo, puede haber cuatro (K en general, siendo K un entero mayor que 1) versiones de redundancia definidas para cada mensaje SI y estas cuatro RV se transmiten repetidas cíclicamente una serie de veces (N en general, siendo N un entero mayor que 1). Las versiones SI se pueden mapear a las subtramas respectivas.

40 El aparato puede comprender además una unidad de combinación para combinar la serie de versiones recibidas, y la unidad de descodificación para verificar si la información del sistema posterior a la combinación puede ser descodificada correctamente; y la unidad de control está configurada para impedir que la unidad de recepción reciba versiones adicionales de la información del sistema, si la información del sistema posterior a la combinación puede ser descodificada correctamente.

45 La unidad de combinación puede incluir, por ejemplo, un combinador suave que combina las fiabilidades de bit detectadas de las versiones/repeticiones recibidas, o un combinador fuerte que combina los bits detectados. La combinación puede incluir combinación de redundancia incremental de diferentes versiones de redundancia en un bloque codificado que se descodifica a continuación.

50 Además, la unidad de combinación está configurada ventajosamente para combinar la serie de versiones de información del sistema recibidas hasta el momento después de la recepción de cada versión, y la unidad de descodificación está configurada para verificar si la información del sistema puede ser descodificada correctamente después de cada combinación.

55 Después de la recepción de cada nueva versión de SI, se puede realizar la combinación y se puede intentar una descodificación. Sin embargo, se puede asimismo intentar en primer lugar descodificar individualmente la versión de SI recién recibida, y combinar solamente si no es descodificable correctamente. La corrección de la descodificación se puede verificar por medio de comprobar la verificación por redundancia cíclica (CRC) acoplada a la SI. Sin embargo, son posibles asimismo otras implementaciones sin limitar la presente invención. Por ejemplo, la

descodificación se puede intentar no después de recibir cada nueva versión de SI, sino después de recibir (y posiblemente combinar) cada M (siendo M un entero mayor que 1) versiones de SI, con el fin de reducir la complejidad computacional.

5 De acuerdo con una realización, el aparato comprende además una unidad de determinación del nivel de mejora de la cobertura para determinar el nivel propio de mejora de la cobertura en base a una de la pérdida por trayectoria, la potencia recibida de la señal de referencia y mediciones tales como la calidad recibida de la señal de referencia, y para verificar si el nivel propio de mejora de la cobertura determinado está soportado por el sistema de comunicación inalámbrico en base al indicador del nivel de mejora de la cobertura recibido, donde la unidad de control está configurada para, si el nivel propio de mejora de la cobertura está soportado por el sistema de comunicación inalámbrico, controlar la unidad de recepción para recibir la información del sistema para el nivel propio de mejora de la cobertura.

Si el nivel propio de mejora de la cobertura no está soportado por la celda de red actual, entonces el terminal puede intentar cambiar de celda (por medio de reelección de celda) o estar fuera de la cobertura de la red. Sin embargo, se puede definir asimismo otro comportamiento.

15 La unidad de control puede estar configurada para controlar la unidad de recepción para que reciba información de planificación dentro de un bloque de información del sistema al que se hace referencia desde un bloque de información del sistema (SIB1) cuya posición está indicada en un bloque de información maestra (MIB); y para recibir información del sistema para el nivel propio de mejora de la cobertura de acuerdo con la información de planificación.

20 Esto es solamente un ejemplo ventajoso de planificación de SIB en los que se transporta el SI relacionado con la CE. En general, la planificación se puede llevar a cabo directamente, por ejemplo mediante referencia directa a la información de planificación desde el MIB o de cualquier otro modo. La información de planificación puede especificar totalmente los recursos en los que se transmite la SI común a los niveles de CE y la especifica por nivel de CE. Esto tiene la ventaja de simplicidad para la implementación de los terminales, que reciben simplemente la SI en los recursos especificados en la información de planificación. Sin embargo, la información de planificación completa (incluyendo recursos en los dominios de tiempo y de frecuencia, saltos de frecuencia, tamaño del bloque de transporte (TBS) y esquema de modulación y codificación (MCS, and coding scheme), etc.) puede introducir asimismo una considerable sobrecarga de señalización. Alternativamente, la información de planificación puede incluir solamente un subconjunto de especificación de recursos mientras que otras características de los recursos son fijas. Por ejemplo, la posición de la frecuencia en la SI puede estar fija en los 6 PRB centrales o en cualquier otro subconjunto de recursos de frecuencia. Alternativa o adicionalmente, la aplicación de saltos de frecuencia puede estar fija o señalizarse de otra manera menos frecuente (en otra SI) y el TBS y/o el MCS pueden ser fijos o señalizarse en algún otro lugar. La planificación en el dominio de tiempo puede incluir (o consistir en) la especificación de subtramas en las que se va a transportar la SI. La información de planificación incluye ventajosamente planificación independiente para los agrupamientos independientes de los IE - el grupo independiente del nivel de CE (IE comunes a todos los niveles de CE) y para los respectivos agrupamientos particulares específicos para uno o varios de los niveles de CE.

Por ejemplo, la indicación del nivel de mejora de la cobertura puede indicar uno o varios de cuatro diferentes niveles de mejora de la cobertura, incluyendo un nivel cero que indica ausencia de mejora de la cobertura.

40 Sin embargo, el número de cuatro es solamente a modo de ejemplo y puede ser beneficioso dado que requiere solamente 2 bits de señalización y sigue proporcionando distinción de tres niveles de CE y ninguna CE.

La información del sistema para diferentes niveles de mejora de la cobertura se agrupa según una de las configuraciones siguientes:

- un primer grupo para el nivel cero y un segundo grupo los restantes tres niveles de mejora de la cobertura;
- 45 - un primer grupo para el nivel cero y el mínimo de los cuatro niveles de mejora de la cobertura, y un segundo grupo para los restantes dos niveles de mejora de la cobertura:
- un primer grupo para el nivel cero y los dos niveles de cobertura de mejora inferiores y un segundo grupo para el mayor de los cuatro niveles de mejora de la cobertura; y
- un solo grupo para los cuatro niveles de mejora de la cobertura, y

50 la unidad de control controla la unidad de recepción para recibir la configuración utilizada actualmente por la red dentro de la información del sistema.

Se debe observar que los ejemplos anteriores han mostrado cuatro niveles de CE, incluyendo asimismo el nivel cero. Sin embargo, se debe observar que el nivel cero no tiene que ser incluido como un nivel de CE independiente. Por ejemplo, la utilización general de la EC se puede señalar o indicar implícitamente en otro lugar.

Sin embargo, el nivel cero puede significar que la MTC se aplica pero sin EC, por ejemplo solamente en modo LC.

La información del sistema puede ser MIB, SIB1, SIB de información de planificación o cualquier otro SIB en general, tal como se ha descrito anteriormente.

5 La configuración se puede recibir dentro de un mensaje de información del sistema que comprende además un agrupamiento de información de planificación que indica la posición de un primer bloque de información del sistema en el que se transporta el primer grupo y la posición de un segundo bloque de información del sistema en el que se transporta el segundo grupo, donde el primer y segundo bloques de información del sistema son diferentes entre sí.

10 Por ejemplo, el sistema de comunicación inalámbrico es evolución a largo plazo 3GPP, LTE, o LTE avanzada, LTE-A, y los mensajes de información del sistema que incluyen bloques de información del sistema para soporte de cobertura mejorada excepto para el bloque de información maestra son recibidos independientemente de la información del sistema para LTE o LTE-A sin soporte de mejora de la cobertura.

Además, la presente invención da a conocer un aparato 800B tal como se muestra en la figura 8, para transmitir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura.

15 Este aparato 800B puede ser, por ejemplo, un nodo de red que controla la transmisión de información del sistema dentro de una celda. En particular, el nodo de red puede ser una estación base, tal como un nodoB/eNodoB en UMTS y LTE(LTE-A respectivamente. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto y otro dispositivo, tal como un relé o cualquier nodo en una red inalámbrica que transmite información del sistema puede realizar el aparato 800B.

20 El aparato 800B puede comprender: una unidad de transmisión 870 para transmitir información del sistema; una unidad de control 860 para controlar la unidad de transmisión para transmitir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico; y para transmitir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

25 En particular, tal como se muestra en la figura 8, el aparato 800B puede estar configurado para generar y transmitir la información del sistema que está planificada, agrupada y/o estructurada tal como se ha descrito anteriormente en relación con la recepción de la información del sistema.

Los procedimientos para recibir y transmitir la información del sistema se muestran en la figura 9.

30 Por consiguiente, la presente invención da a conocer un procedimiento 900A para recibir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende las etapas de: recibir 930 información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico; y recibir 980 información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

35 El procedimiento 900A que puede incluir asimismo otras etapas ya descritas anteriormente, se lleva a cabo mediante diversas unidades del correspondiente dispositivo de recepción. En particular, la figura 9 muestra la etapa 910 de determinación del propio nivel de CE (CEL, CE level) mediante el dispositivo inalámbrico. La determinación del nivel de CE se puede llevar a cabo en base a la calidad del canal medida, tal como se ha descrito anteriormente a modo de ejemplo. A continuación, el dispositivo inalámbrico recibe 930 niveles de CE soportados por la red y, en particular, por la celda en la que está situado (a la que está conectado) el dispositivo inalámbrico. Se debe observar que las etapas 910 y 930 pueden asimismo ejecutarse en orden inverso. El dispositivo inalámbrico compara a continuación 940 el propio nivel de CE determinado y los niveles de CE soportados por la red, para determinar si su propio nivel de CE está soportado por la red. En caso de que el propio nivel de CE determinado no esté soportado por la red, el dispositivo inalámbrico está sin cobertura en la celda actual para la que ha sido analizada a la información del sistema. Si el propio nivel de CE está soportado por la red, en la etapa 960 el dispositivo inalámbrico recibe información de planificación de la información del sistema, que indica recursos en los que se transmite la información del sistema relativa a los diferentes niveles de CE. En base a la información de planificación, en la etapa 980 el terminal inalámbrico recibe información del sistema relativa al nivel de CE propio determinado. La transmisión y recepción de la información del sistema se lleva a cabo sobre la interfaz inalámbrica 990.

40 Además, la presente invención da a conocer un procedimiento 900B para transmitir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende las etapas de: transmitir 920 información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico; y transmitir 960 información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

- Este procedimiento se ejemplifica asimismo en la figura 9. Básicamente, el nodo de red que transmite la información del sistema lleva a cabo la etapa 920 de difusión de la indicación de niveles de CE. Las diversas posibilidades de formateo de la indicación de niveles de CE se han descrito ya anteriormente haciendo referencia al correspondiente aparato de recepción. El nodo de red transmite asimismo ventajosamente 950 información de planificación que especifica en qué recursos se transmite la información del sistema que concierne a los niveles de CE específicos. Finalmente, la información del sistema relativa a los niveles de CE específicos se transmite en la etapa 960. La planificación y el formateo así como el agrupamiento de la información del sistema y los datos relacionados (información de planificación y similares) se han descrito asimismo anteriormente en diversos ejemplos y realizaciones.
- De acuerdo con otra realización, se da a conocer un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene código de programa legible por ordenador incorporado en el mismo, estando el código de programa adaptado para llevar a cabo la presente invención.
- Otras realizaciones a modo de ejemplo se refieren a la implementación de las diversas realizaciones descritas anteriormente, utilizando hardware y software. A este respecto, se dan a conocer un terminal de usuario (terminal móvil) y un eNodoB (estación base). El terminal de usuario y la estación base están adaptados para llevar a cabo los procedimientos descritos en la presente memoria, incluyendo entidades correspondientes para participar apropiadamente en los procedimientos, tal como un receptor, un transmisor, procesadores.
- Se reconoce además que las diversas realizaciones se pueden implementar o llevar a cabo utilizando dispositivos informáticos (procesadores). Un dispositivo informático o un procesador puede consistir, por ejemplo, en procesadores de propósito general, procesadores de señal digital (DSP, digital signal processors), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC, application specific integrated circuits), matrices de puertas lógicas programables (FPGA, field programmable gate arrays) o en cualesquiera otros dispositivos lógicos programables, etc. Las diversas realizaciones se pueden asimismo llevar a cabo o realizar mediante una combinación de estos dispositivos.
- Además, las diversas realizaciones pueden asimismo implementarse por medio de módulos de software, que son ejecutados por un procesador, o directamente en hardware. Puede ser posible asimismo una combinación de módulos de software y una implementación en hardware. Los módulos de software se pueden almacenar en cualquier clase de medio de almacenamiento legible por ordenador, por ejemplo RAM, EPROM, EEPROM, memoria flash, registros, discos duros, CD-ROM, DVD, etc.
- Cabe señalar asimismo que las características individuales de las diferentes realizaciones pueden, individualmente o en combinación arbitraria, ser materia de otra realización.
- Un experto la materia deberá apreciar que se pueden realizar numerosas variaciones y/o modificaciones a la presente invención tal como se muestra en las realizaciones específicas. Por lo tanto, las presentes realizaciones se deben considerar a todos los respectos como ilustrativas y no limitativas.
- Resumiendo, la presente invención se refiere a la transmisión y recepción de información del sistema que incluye controlar la transmisión y/o la recepción para transmitir y/o recibir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico y para transmitir y/o recibir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato para recibir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende:

una unidad de recepción para recibir información del sistema;

5 una unidad de control para controlar la unidad de recepción para recibir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico;

**caracterizado por que** la unidad de control está configurada para controlar la unidad de recepción para, además:

10 recibir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y uno o varios grupos de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura.

2. El aparato según la reivindicación 1, en el que

la información del sistema se transmite en bloques de información del sistema; y

15 el grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura se transmite en un bloque de información del sistema diferente al bloque de información del sistema en el que se transmiten elementos de información específicos para por lo menos un diferente nivel de mejora de la cobertura.

3. El aparato según la reivindicación 1, en el que el grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura se transmite con una primera frecuencia, y

20 la unidad de control está configurada para controlar la unidad de recepción para recibir versiones del grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura con una periodicidad igual o menor que la primera frecuencia, dependiendo del nivel de mejora de la cobertura aplicado actualmente por el aparato.

4. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la indicación recibida del nivel de mejora de la cobertura comprende por lo menos uno de:

25 - una lista de niveles de mejora de la cobertura soportados,

- el máximo nivel de mejora de la cobertura soportado, donde el aparato está configurado para obtener los niveles de mejora de la cobertura soportados como todos los niveles menores o iguales al máximo nivel de mejora de la cobertura soportado recibido, o

30 - un número de valores para un elemento de información particular, o un único valor para un elemento de información, en el que el aparato está configurado para obtener los niveles de mejora de la cobertura soportados en función del número de valores del elemento de información particular o del único valor de un elemento de información.

5. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que

35 la unidad de control controla la unidad de recepción para recibir la información del sistema en una serie de versiones;

el aparato comprende además

una unidad de combinación suave para combinar la serie de versiones recibidas y

la unidad de descodificación para verificar si la información del sistema posterior a la combinación puede ser descodificada correctamente; y

40 la unidad de control está configurada para impedir que la unidad de recepción reciba más versiones de la información del sistema si la información del sistema posterior a la combinación puede ser descodificada correctamente.

6. El aparato según la reivindicación 5, en el que

45 la unidad de combinación suave está configurada para combinar la serie de versiones de información del sistema recibidas hasta el momento después de la repetición de cada versión, y

la unidad de descodificación está configurada para verificar si la información del sistema puede ser descodificada correctamente después de cada combinación.

7. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además una unidad de determinación del nivel de mejora de la cobertura para determinar el nivel propio de mejora de la cobertura en base a una de las pérdidas por trayectoria, la potencia recibida de la señal de referencia, y mediciones tales como la calidad recibida de la señal de referencia, y para verificar si el nivel propio de mejora de la cobertura determinado está soportado por el sistema de comunicación inalámbrico en base al indicador del nivel de mejora de la cobertura recibido,
- 5 en el que la unidad de control está configurada para, si el nivel propio de mejora de la cobertura está soportado por el sistema de comunicación inalámbrico, controlar la unidad de recepción para recibir información del sistema para el nivel propio de mejora de la cobertura.
- 10 8. El aparato según la reivindicación 7, en el que la unidad de control está configurada para controlar la unidad de recepción para recibir información de planificación dentro de un bloque de información del sistema al que se hace referencia desde un bloque de información del sistema, SIB1, cuya posición está indicada en el bloque de información maestra, MIB;
- 15 recibir información del sistema para el nivel propio de mejora de la cobertura de acuerdo con la información de planificación.
9. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la indicación del nivel de mejora de la cobertura puede indicar uno o varios de cuatro diferentes niveles de mejora de la cobertura, incluyendo un nivel cero que indica ausencia de mejora de la cobertura;
- 20 la información del sistema para diferentes niveles de mejora de la cobertura se agrupa según una de las configuraciones siguientes:
- un primer grupo para el nivel cero y un segundo grupo para los restantes tres niveles de mejora de la cobertura;
  - un primer grupo para el nivel cero y el mínimo de los cuatro niveles de mejora de la cobertura, y un segundo grupo para los restantes dos niveles de mejora de la cobertura;
  - un primer grupo para el nivel cero y los dos niveles de cobertura de mejora inferiores y un segundo grupo para el mayor de los cuatro niveles de mejora de la cobertura; y
  - un solo grupo para los cuatro niveles de mejora de la cobertura, y
- 25 la unidad de control controla la unidad de recepción para recibir la configuración utilizada actualmente por la red dentro de la información del sistema.
- 30 10. El aparato según la reivindicación 9, en el que la configuración se recibe dentro de un mensaje de información del sistema que comprende además una información de planificación de agrupamiento que indica la posición de un primer bloque de información del sistema en el que está contenido el primer grupo y la posición de un segundo bloque de información del sistema en el que está contenido el segundo grupo, donde el primer y el segundo bloques de información del sistema son diferentes entre sí.
11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que
- 35 el sistema de comunicación inalámbrico es evolución a largo plazo, LTE, 3GPP o LTE avanzada, LTE-A, los mensajes de información del sistema que incluyen bloques de información del sistema para soporte de cobertura mejorada excepto para el bloque de información maestra son recibidos independientemente de la información del sistema para LTE o LTE-A sin soporte de mejora de la cobertura.
- 40 12. Un aparato para transmitir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende:
- una unidad de transmisión para transmitir información del sistema;
  - una unidad de control para controlar la unidad de transmisión para transmitir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico;
- 45 **caracterizado por que** la unidad de control está configurada para controlar la unidad de transmisión para, además: transmitir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y uno o varios grupos para elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura.

13. Un procedimiento para recibir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende las etapas de:

recibir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico;

5 **caracterizado por**

recibir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y uno o varios grupos para elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura.

10 14. Un procedimiento para transmitir información del sistema en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta mejora de la cobertura, que comprende:

transmitir información del sistema que incluye una indicación del nivel de mejora de la cobertura para indicar niveles de cobertura mejorados soportados por el sistema de comunicación inalámbrico;

**caracterizado por**

15 transmitir información del sistema que incluye un grupo de elementos de información comunes para diferentes niveles de mejora de la cobertura y de elementos de información específicos para diferentes niveles de mejora de la cobertura agrupados para respectivos niveles de mejora de la cobertura.

15. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene un código de programa legible por ordenador incorporado en el mismo, estando el código de programa adaptado para llevar a cabo las etapas del procedimiento según la reivindicación 13 ó 14.

20

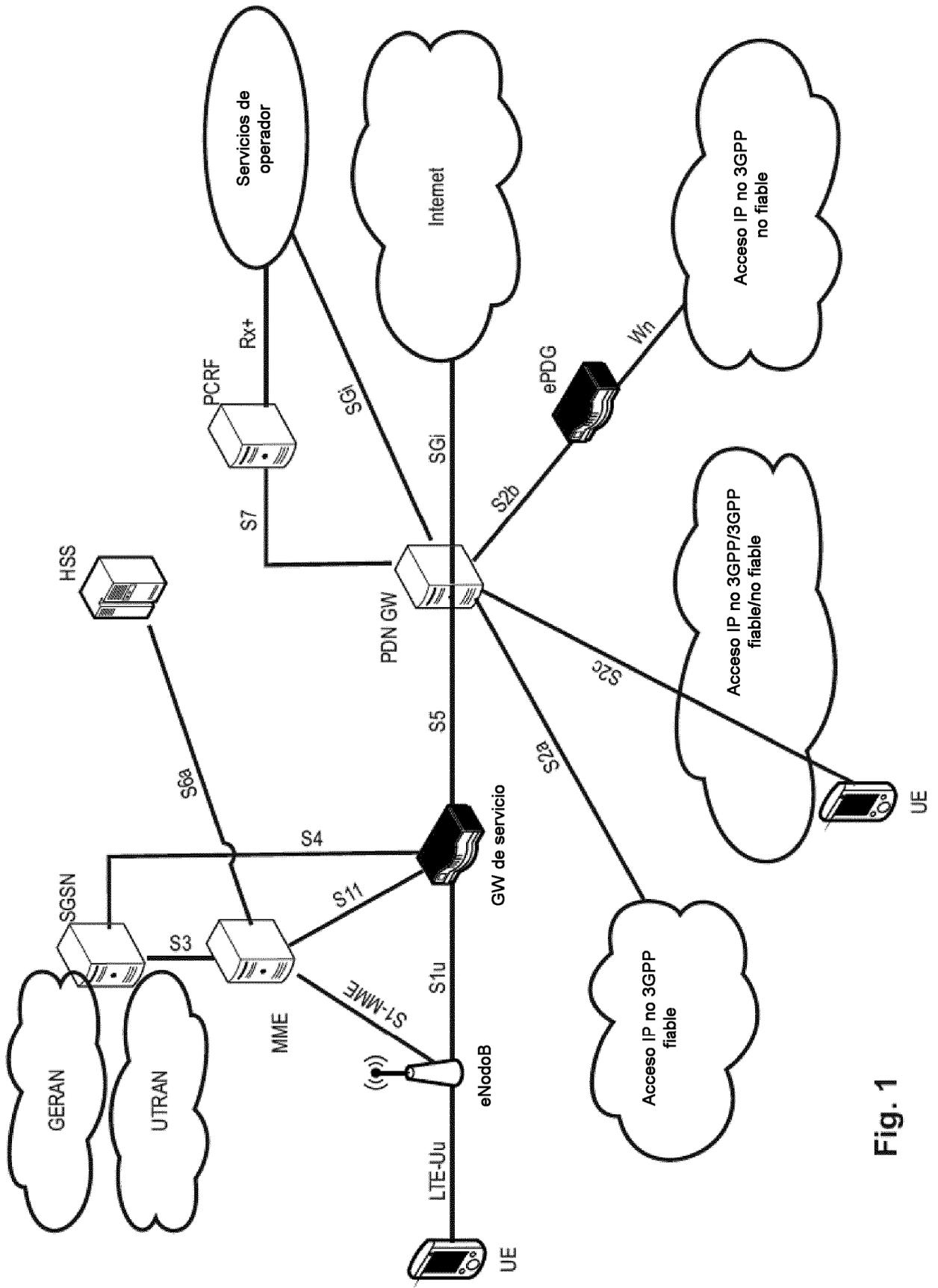


Fig. 1

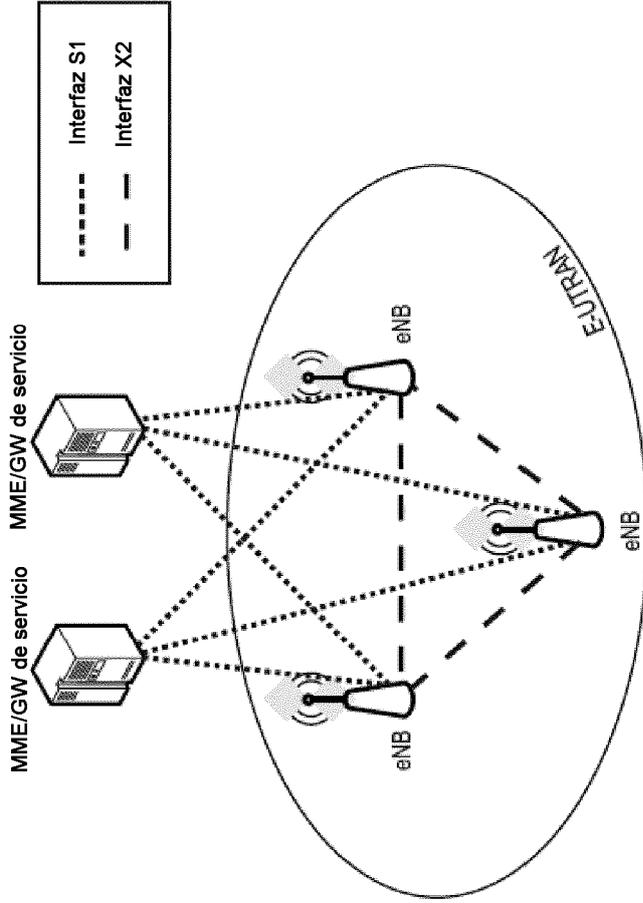


Fig. 2

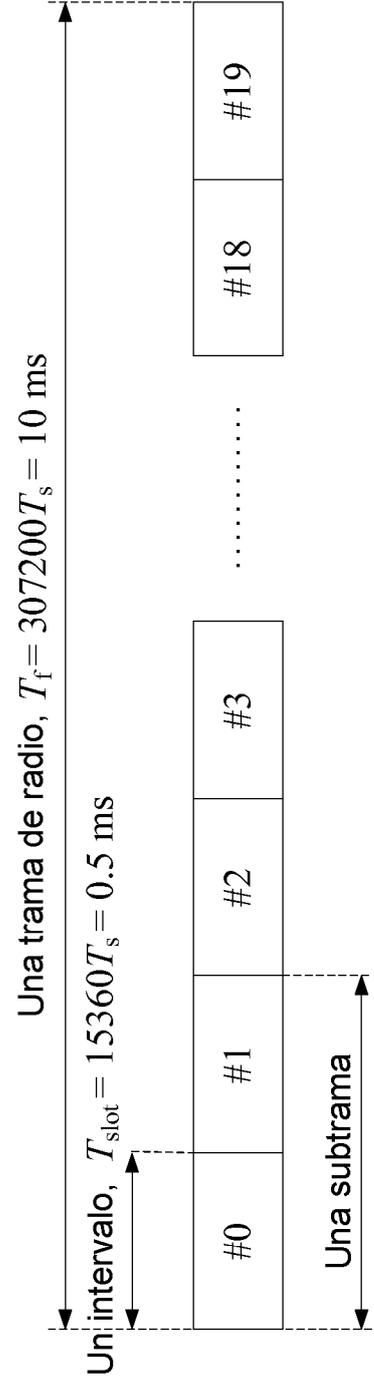


Fig. 3

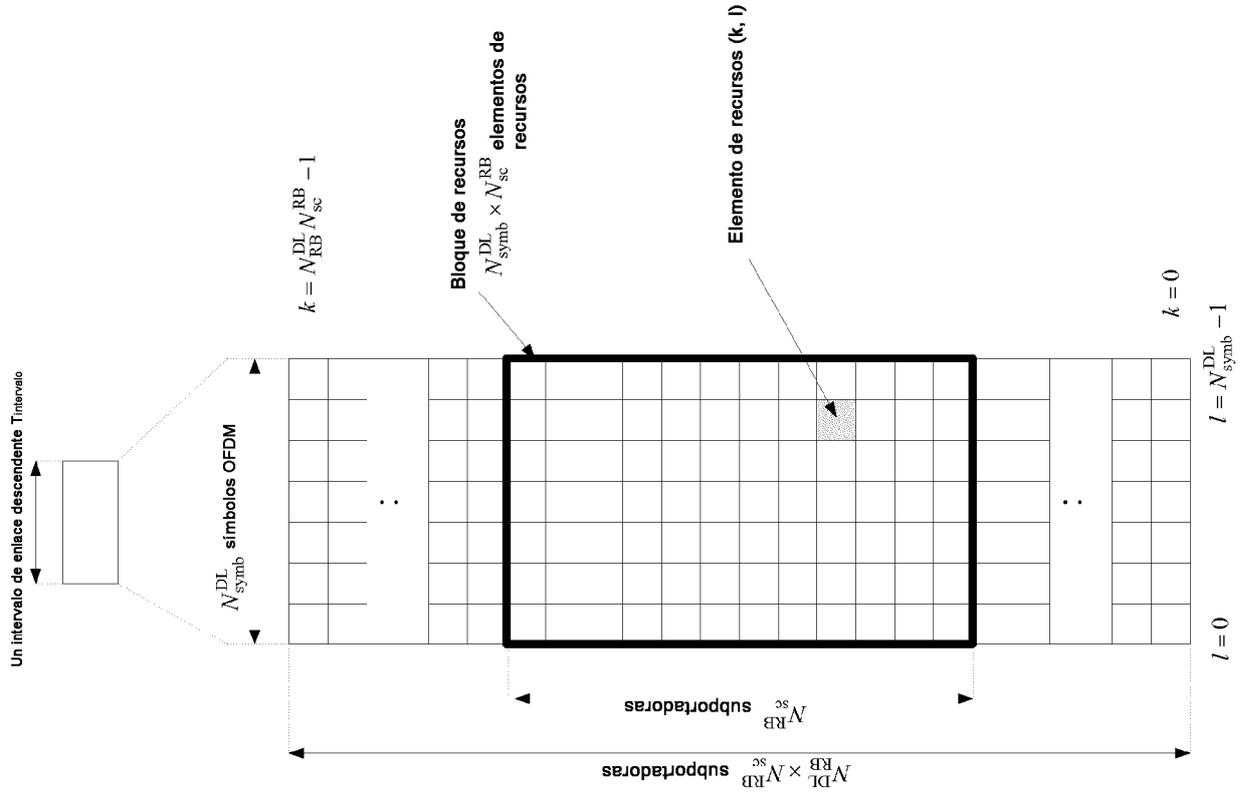


Fig. 4



Fig. 6

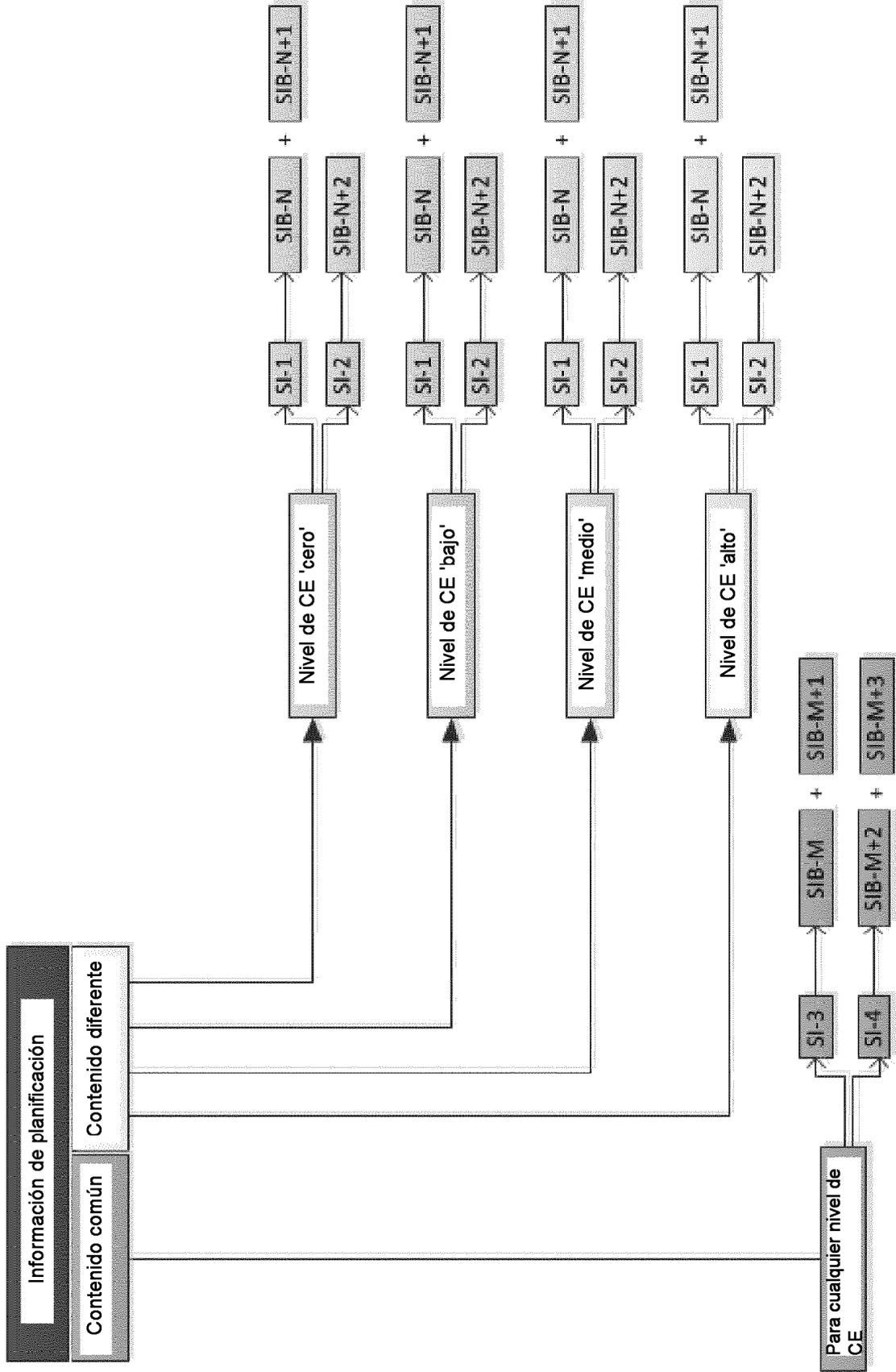
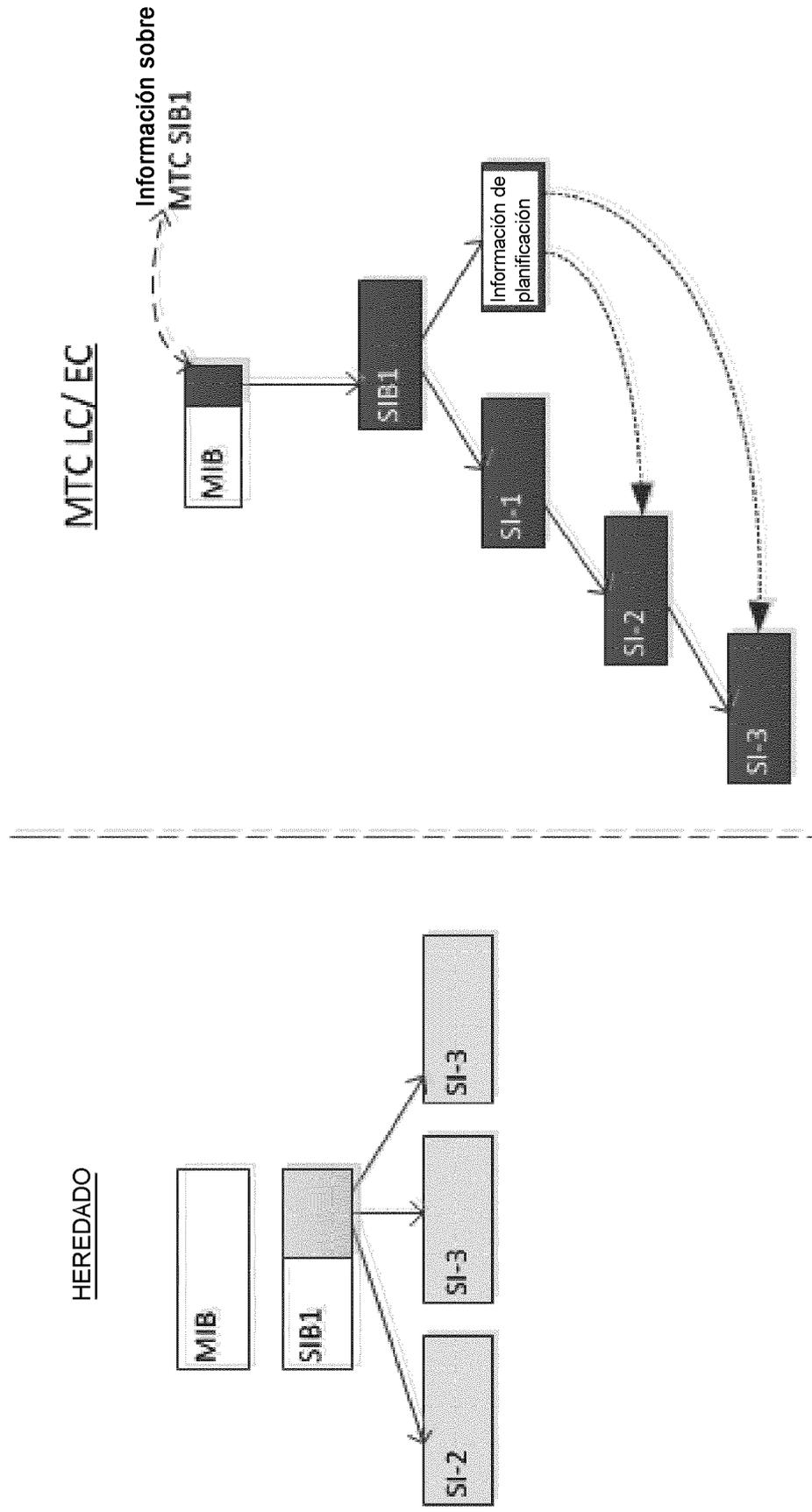


Fig. 7



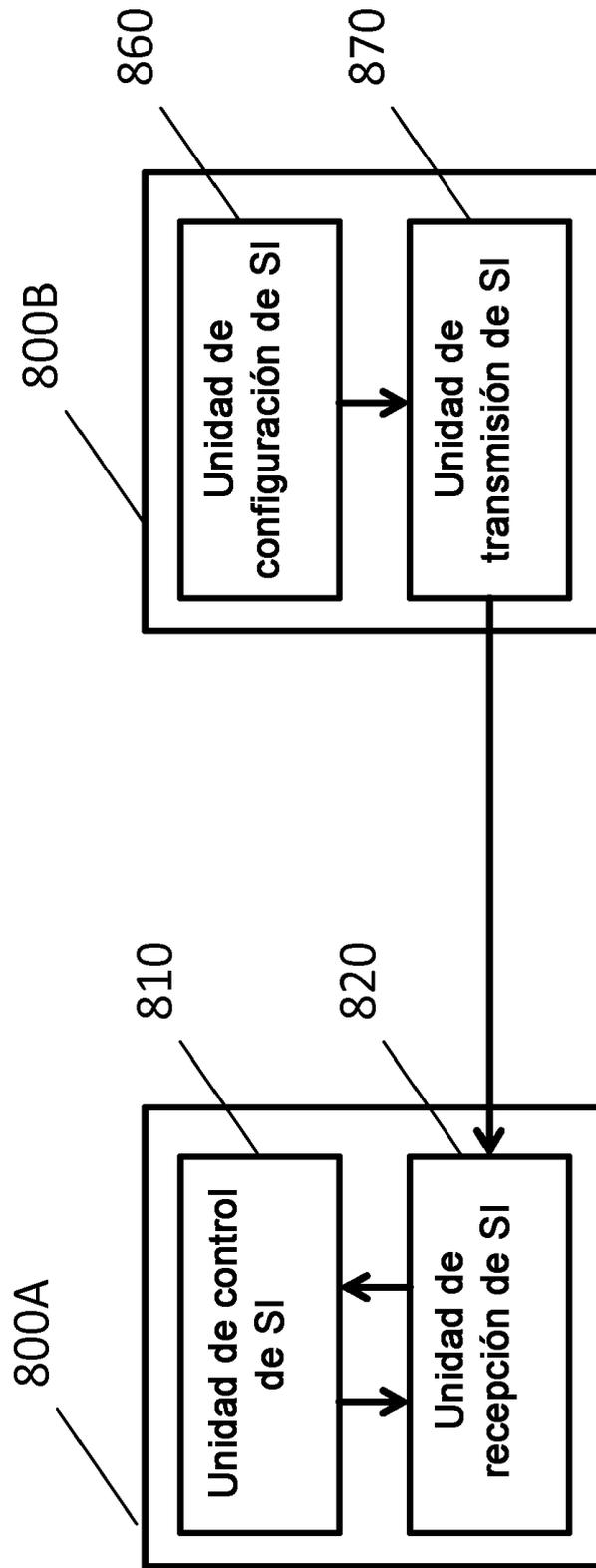
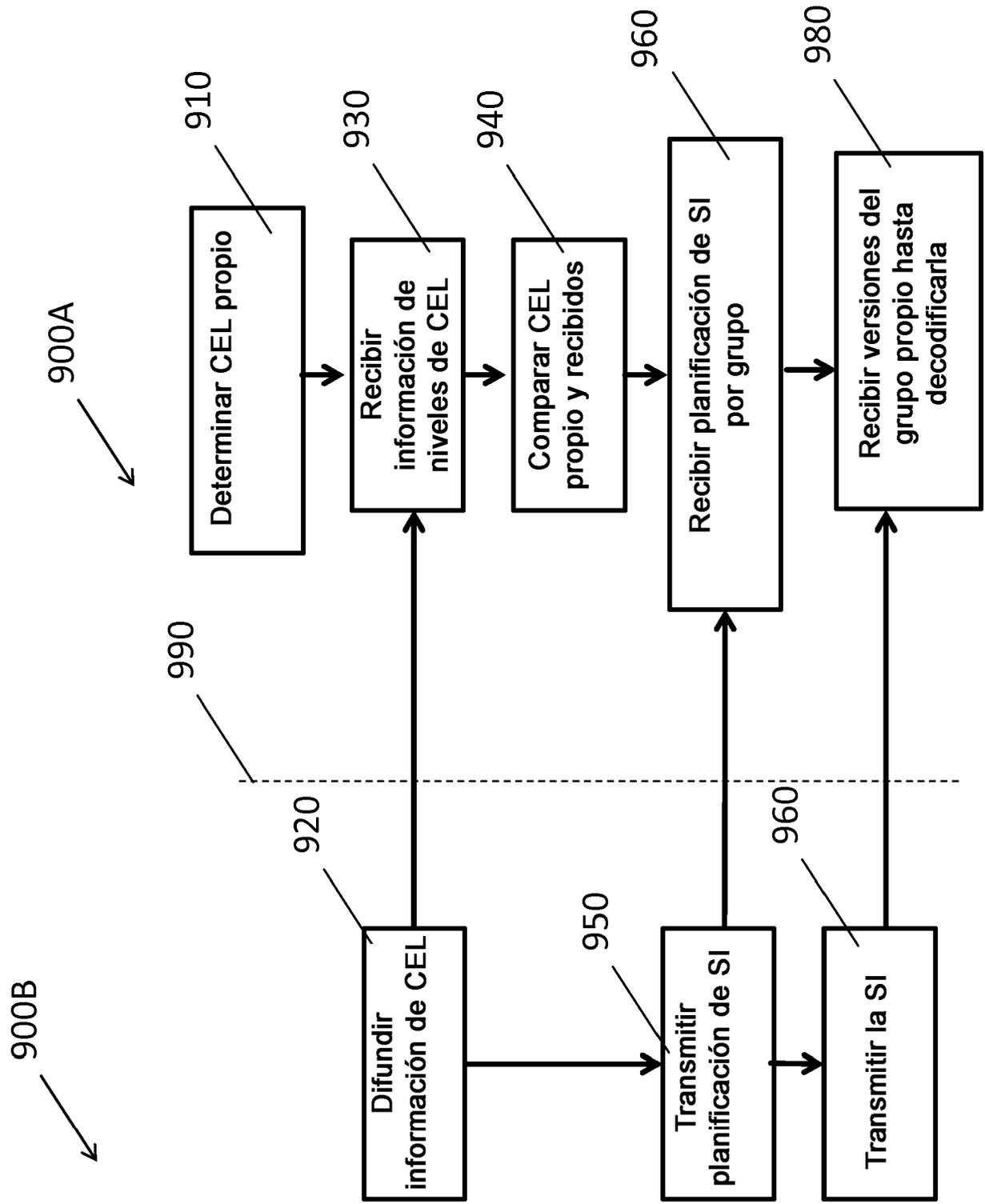


Fig. 8

Fig. 9



**Fig. 10**

