

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 279**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2015 PCT/US2015/061160**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016 WO16099756**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2015 E 15801101 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 3235206**

54 Título: **Borrar el intervalo de guarda en el dominio del tiempo por distorsión de subportadoras de datos en el dominio de la frecuencia**

30 Prioridad:
17.12.2014 US 201414573994

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.12.2018

73 Titular/es:
**INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95052, US**

72 Inventor/es:
FECHEL, STEFAN

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 694 279 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

Borrar el intervalo de guarda en el dominio del tiempo por distorsión de subportadoras de datos en el dominio de la frecuencia

Campo

- 5 Las realizaciones de la presente invención se refieren, en general, al campo técnico de los intervalos de guarda variables en redes inalámbricas.

Antecedentes

- 10 La descripción de antecedentes proporcionada en el presente documento tiene el propósito de presentar, en general, el contexto de la divulgación. El trabajo de los inventores actualmente nombrados, en la medida en que se describe en esta sección de antecedentes, así como los aspectos de la descripción, que de otro modo pueden no calificarse como estado de la técnica en el momento de la presentación, no se admiten expresa ni implícitamente como estado de la técnica frente a la presente divulgación. A menos que se indique lo contrario, en el presente documento, los enfoques descritos en esta sección no son la técnica anterior para las reivindicaciones en la presente divulgación y no se admiten como técnica anterior por inclusión en esta sección.

- 15 El documento EP 2566121 A1 describe un concepto para la transmisión y recepción de OFDM.

- 20 En algunas redes inalámbricas, tales como las redes de evolución a largo plazo (LTE) definidas por varias especificaciones técnicas (TS) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP), puede utilizarse un intervalo de guarda (GI) variable, también conocido como GI de longitud variable, como parte de una transmisión de una señal de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) (denominadas colectivamente como “señales de OFDM(A)” o “señales de transmisión OFDM(A)”). Específicamente, una trama de radio en la que se transmite una señal de OFDM(A) puede incluir la carga útil de datos de la señal de OFDM(A) y la trama puede incluir además un GI entre señales concurrentes. Como se utiliza en el presente documento, el término “señal de OFDM(A)” se utilizará para referirse a la combinación de la carga útil de datos de la señal de OFDM(A) y el GI. En realizaciones, la señal de OFDM(A) en el dominio de la frecuencia (FD) puede estar compuesta por una serie de símbolos de OFDM o subsímbolos de OFDMA (denominados colectivamente en el presente documento como “símbolos de OFDM(A)”) a través de un ancho de banda de frecuencia dado.

- 30 En general, la señal de entrada en el dominio de la frecuencia (FD) que puede utilizarse para generar la señal de OFDM(A), puede incluir datos, tales como datos de carga útil y/o señales de referencia cuasialeatorias. La señal de entrada de FD puede ocupar la mayoría de las subportadoras de la trama de radio utilizada para transmitir la señal de OFDM(A). Después de aplicarse una transformada discreta de Fourier inversa a la señal de entrada de FD, la señal resultante en el dominio del tiempo (TD) puede no incluir un GI, o puede incluir un GI con una longitud diferente a la longitud prevista del GI de la señal de OFDM(A).

Breve Descripción de los Dibujos

- 35 Las realizaciones se entenderán fácilmente mediante la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos. Para facilitar esta descripción, los números de referencia similares designan elementos estructurales similares. Las realizaciones en las figuras de los dibujos adjuntos se ilustran a modo de ejemplo y no a modo de limitación.

- 40 La Figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de alto nivel de una red que incluye un equipo de usuario (UE) y un NodoB evolucionado (eNB), de acuerdo con diversas realizaciones.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de alto nivel del desvanecimiento de múltiples rutas en una red que incluye un eNB y múltiples UE, de acuerdo con diversas realizaciones.

La Figura 3 ilustra las transmisiones de señal de OFDM(A) en tramas que utilizan GI variables, de acuerdo con diversas realizaciones.

- 45 La Figura 4 ilustra un ejemplo de un diseño de constelación de símbolos, de acuerdo con diversas realizaciones.

La Figura 5 ilustra un ejemplo del rendimiento cuando se utiliza un intervalo de guarda variable, de acuerdo con diversas realizaciones.

La Figura 6 ilustra las funciones de ejemplo del GI de FD y de TD, de acuerdo con diversas realizaciones.

- 50 La Figura 7 ilustra tolerancias de símbolos de ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones.

La Figura 8 ilustra un proceso de ejemplo de generación de señal de GI variable, de acuerdo con diversas realizaciones.

La Figura 9 ilustra esquemáticamente un sistema de ejemplo que puede utilizarse para practicar diversas realizaciones descritas en el presente documento.

5 Descripción Detallada

En realizaciones, se pueden describir aparatos, métodos y medios de almacenamiento para eliminar, de una porción de FD de una señal, una porción del intervalo de guarda. Uno o más símbolos de datos de la porción de FD sin restricciones resultantes de la señal pueden entonces restringirse de acuerdo con uno o más parámetros o umbrales de tolerancia. En algunas realizaciones, la porción del intervalo de guarda puede ser en base a en la aplicación de un filtro del intervalo de guarda a una porción de TD de la señal para identificar un GI residual. El GI residual puede luego convertirse al FD y eliminarse de la porción de FD de la señal.

En algunas realizaciones, el GI puede tener una longitud variable L_i y un contenido GW_i donde i indica un índice dado, tal como un índice específico de usuario o específico de enlace. En algunas realizaciones, la longitud del GI utilizado puede variar entre usuarios o radioenlaces. La utilización de un GI variable puede permitir que el sistema de transmisión se adapte mejor a los perfiles individuales de retardo de potencia de múltiples rutas u otros parámetros de enlace.

En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman una parte de la misma, en donde, en toda, los números similares designan partes similares y en los que se muestran, a modo de ilustración, realizaciones que pueden practicarse. Debe entenderse que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden realizarse cambios estructurales o lógicos sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no debe tomarse en un sentido limitativo.

Diversas operaciones pueden describirse como múltiples acciones u operaciones discretas a su vez, de una manera que sea más conveniente para entender la materia objeto reivindicada. Sin embargo, el orden de descripción no debe interpretarse en el sentido de que implique que estas operaciones dependen necesariamente del orden. En particular, estas operaciones pueden no realizarse en el orden de presentación. Las operaciones descritas pueden realizarse en un orden diferente al de la realización descrita. Se pueden realizar diversas operaciones adicionales y/o se pueden omitir las operaciones descritas en realizaciones adicionales.

Para los propósitos de la presente divulgación, la frase "A y/o B" significa (A), (B) o (A y B). Para los propósitos de la presente divulgación, la frase "A, B y/o C" significa (A), (B), (C), (A y B), (A y C), (B y C) o (A, B y C).

La descripción puede utilizar las frases "en una realización" o "en realizaciones", que pueden referirse a una o más de las mismas o diferentes realizaciones. Además, los términos "que comprende", "que incluye", "que tiene" y similares, como se utilizan con respecto a las realizaciones de la presente divulgación, son sinónimos.

Como se discute en el presente documento, el término "módulo" puede utilizarse para referirse a uno o más componentes o elementos físicos o lógicos de un sistema. En algunas realizaciones, un módulo puede ser un circuito distinto, mientras que en otras realizaciones un módulo puede incluir una pluralidad de circuitos.

La Figura 1 ilustra esquemáticamente una red 100 de comunicación inalámbrica (en lo sucesivo, "red 100") de acuerdo con diversas realizaciones. La red 100 puede incluir un UE 110 que está acoplado comunicativamente con un eNB 105. En realizaciones, la red 100 puede ser una red de LTE, LTE Advanced (LTE-A) y/o LTE sin licencia (LTE-U) de 3GPP. En otras realizaciones, la red 100 puede ser algún otro tipo de red de comunicación inalámbrica.

Como se muestra en la Figura 1, el UE 110 puede incluir un módulo 130 transceptor, al que también se puede denominar como un chip transceptor multimodo. El módulo 130 transceptor puede estar configurado para transmitir y recibir señales utilizando uno o más protocolos, tales como los protocolos LTE, LTE-A y/o LTE-U. Específicamente, el módulo 130 transceptor puede acoplarse con una o más de una pluralidad de antenas 125 del UE 110 para comunicarse de forma inalámbrica con otros componentes de la red 100, p. ej., el eNB 105 u otro UE. Las antenas 125 pueden alimentarse por un amplificador 135 de potencia, que puede ser un componente del módulo 130 transceptor, como se muestra en la Figura 1, o estar separadas pero acopladas con el módulo 130 transceptor. En una sola realización, el amplificador 135 de potencia puede proporcionar la potencia para todas las transmisiones en las antenas 125. En otras realizaciones, puede haber múltiples amplificadores de potencia en el UE 110. La utilización de múltiples antenas 125 puede permitir que el UE 110 utilice técnicas de diversidad de transmisión, tales como la diversidad de transmisión de recursos ortogonales espaciales (SORTD), múltiple entrada múltiple salida (MIMO) o MIMO de dimensión completa (FD-MIMO).

En ciertas realizaciones, el módulo 130 transceptor puede incluir un módulo 137 de comunicación, que puede denominarse un módulo de banda base, que puede contener tanto circuitería 140 de transmisión, configurada para hacer que las antenas 125 transmitan una o más señales desde el UE 110, y circuitería 145 de recepción, configurada para procesar señales recibidas por las antenas 125. En otras realizaciones, el módulo 137 de comunicación puede implementarse en chips o módulos separados, por ejemplo, un solo chip que incluya la circuitería 145 de receptor y otro chip que incluya la circuitería 140 de transmisión. En algunas realizaciones, las señales transmitidas o recibidas pueden ser señales celulares transmitidas a o recibidas desde el eNB 105. En algunas realizaciones, el módulo 130 transceptor puede incluir o estar acoplado con la circuitería 120 de intervalo de guarda. En realizaciones, la circuitería 120 de intervalo de guarda puede ser para identificar un intervalo de guarda variable en señales de OFDM(A). En otras realizaciones, la circuitería 120 de intervalo de guarda puede ser para medir uno o más parámetros de una comunicación entre el UE 110 y el eNB 105, tal como el desvanecimiento de múltiples rutas, y proporcionar una o más recomendaciones o indicaciones al eNB 105 con respecto a una longitud de GI a ser utilizada en otras señales de OFDM(A) entre el UE 110 y el eNB 105.

Similar al UE 110, el eNB 105 puede incluir un módulo 150 transceptor. El módulo 150 transceptor puede estar acoplado, además, con una o más de una pluralidad de antenas 175 del eNB 105 para comunicarse de forma inalámbrica con otros componentes de la red 100, p. ej., el UE 110. Las antenas 175 pueden alimentarse por un amplificador 160 de potencia que puede ser un componente del módulo 150 transceptor, como se muestra en la Figura 1, o puede ser un componente separado del eNB 105. En una sola realización, el amplificador 160 de potencia puede proporcionar la potencia para todas las transmisiones en las antenas 175. En otras realizaciones, puede haber múltiples amplificadores de potencia en o acoplados al eNB 105. La utilización de múltiples antenas 175 puede permitir que el eNB 105 utilice técnicas de diversidad de transmisión, tales como SORTD, MIMO o FD-MIMO. En ciertas realizaciones, el módulo 150 transceptor puede contener tanto la circuitería 165 de transmisión, configurada para hacer que las antenas 175 transmitan una o más señales desde el eNB 105, como la circuitería 170 de recepción, para procesar señales recibidas por las antenas 175. En realizaciones, la circuitería 165 de transmisión y la circuitería 170 de recepción pueden ser elementos de un módulo 180 de comunicación del módulo 150 transceptor, como se describió anteriormente con respecto al UE 110. En otras realizaciones, el módulo 150 transceptor puede reemplazarse por la circuitería 165 de transmisión y la circuitería 170 de recepción que están separadas entre sí o separadas del módulo 150 transceptor y/o del módulo 180 de comunicación (no mostrado). En algunas realizaciones, el eNB 105 puede incluir circuitería 115 de intervalo de guarda, que puede estar acoplada con el módulo 150 transceptor o con uno o más elementos del módulo 150 transceptor. La circuitería 115 de intervalo de guarda puede ser para generar una o más señales de OFDM(A) con un GI variable, como se discute con más detalle a continuación.

La Figura 2 muestra un ejemplo de alto nivel del desvanecimiento de múltiples rutas en una red 200 que incluye un eNB 205 y múltiples UE, de acuerdo con diversas realizaciones. Como se muestra, en algunas realizaciones el eNB 205, que puede ser similar al eNB 105 de la Figura 1, puede estar configurado para transmitir (o recibir) señales a (o desde) uno o más UE, tal como el UE 201, el UE 202 y el UE 203. Los UE 201, 202 y 203 pueden ser similares al UE 110 de la Figura 1. Como se indica por las líneas negras continuas, el eNB 205 puede estar configurado para transmitir una señal directamente a uno de los UE 201, 202 o 203. En otras realizaciones, la señal desde el eNB 205 puede reflejarse en uno o más objetos, tales como edificios, árboles, etc., como se indica por las líneas negras discontinuas. En algunas realizaciones, la señal puede reflejarse solo una o varias veces. Esta reflexión puede provocar desvanecimiento, retardo de potencia o interferencia, como se muestra en los diagramas de canal de ejemplo de canal 1, de canal 2 y de canal 3, que corresponden a los UE 201, 202 y 203, respectivamente. Por lo tanto, puede ser conveniente que el eNB 205 transmita una señal de OFDM(A) utilizando un formato de trama que incluya la señal de OFDM(A) y un GI variable para tener en cuenta los efectos de múltiples rutas. En algunas realizaciones donde la red 200 es geográficamente relativamente pequeña, o los UE 201, 202 o 203 están relativamente cerca del eNB 205, los GI de las señales de OFDM(A) pueden ser relativamente cortos. Sin embargo, si los UE 201, 202 o 203 están relativamente lejos del eNB 205, entonces, puede ser conveniente que el GI sea más largo para tener en cuenta los efectos del desvanecimiento de múltiples rutas. En algunas realizaciones, el GI utilizado para una transmisión de enlace ascendente (UL) de un UE puede ser diferente o tener una longitud diferente que el GI utilizado para la transmisión de enlace descendente (DL) del UE.

La Figura 3 ilustra las transmisiones de señales de OFDM(A) en tramas que utilizan GI variables. La señal de OFDM(A) puede incluir la carga útil de datos y el GI variable, como se describió anteriormente. Específicamente, la Figura 3 puede representar señales de OFDM(A) de ejemplo de la red 200. Como se muestra en la Figura 3, la trama de radio puede incluir dos señales de OFDM(A) por usuario, y se muestran las transmisiones para tres usuarios (aunque más o menos usuarios pueden estar presentes en la red 200 en otras realizaciones). El Usuario 1 puede corresponder al operador del UE 201, el Usuario 2 puede corresponder al operador del UE 202 y el Usuario 3 puede corresponder al operador del UE 203. Como se muestra en la Figura 3, la señal de OFDM(A) puede tener una longitud general de N y el GI puede tener una longitud de L . Por lo tanto, la longitud de la carga útil de datos de una señal de OFDM(A) dada puede ser $N - L$.

En realizaciones, N y L pueden ser dependientes del usuario o del radioenlace. Como se muestra en la Figura 2, el UE 202 puede experimentar efectos de desvanecimiento de múltiples rutas o de retardo de potencia más significativos, mientras que el UE 203 puede experimentar efectos de desvanecimiento de múltiples rutas o de retardo de potencia menos significativos. Por lo tanto, el GI de la señal de OFDM(A) del Usuario 2 puede ser más largo que, por ejemplo, el GI del Usuario 3. Sin embargo, se entenderá que los ejemplos de GI representados en la Figura 3 son ejemplos de acuerdo con una sola realización y, en otras realizaciones, los GI de las señales de OFDM(A) asociadas con los UE 201, 202 y 203 pueden configurarse de manera diferente.

En realizaciones, el GI variable puede generarse en base a un diseño de constelación de símbolos de FD a través de todo el ancho de banda del símbolo OFDM(A). Específicamente, el GI puede formarse mediante la cancelación de las contribuciones de TD de símbolos de carga útil aleatorios dentro del GI, agregando una señal de superposición a los símbolos de entrada en sí. La señal de superposición puede estar diseñada de manera que conserve la información contenida en los símbolos de carga útil. La Figura 4 ilustra un ejemplo de tal diseño 400 de constelación de símbolos. Específicamente, el diseño 400 de constelación de símbolos puede incluir un número de símbolos 410 de superposición agregados a los símbolos 405 de carga útil de una señal de OFDM(A).

El diseño 400 de constelación de símbolos de la Figura 4 puede contrastarse con soluciones heredadas, en las que varias portadoras redundantes se intercalan periódicamente por todo el ancho de banda de frecuencia de las señales de OFDM(A). Un aspecto indeseable de la solución heredada, es que los símbolos redundantes pueden producir un GI, pero pueden tener un efecto negativo en la potencia de transmisión o el rendimiento. Específicamente, en las señales de OFDM(A) donde puede utilizarse un prefijo cíclico (CP) para generar las portadoras redundantes, las portadoras redundantes pueden no ser utilizables para la transmisión de la carga útil de datos.

La Figura 5 muestra un ejemplo del rendimiento de señal para señales de OFDM con diferentes soluciones de GI. El eje y representa el rendimiento como un porcentaje del rendimiento máximo posible. El eje x representa una relación de la longitud del intervalo de guarda $-ld(L/N)$. En la comparación 500, una red de LTE que utiliza solo portadoras redundantes con un CP extendido (eCP), como se muestra en 505, puede tener un rendimiento relativamente bajo a un nivel relativamente bajo de $-ld(L/N)$ (o alta relación de L/N), mientras que una red que utiliza solo portadoras redundantes con un CP normal (nCP), como se muestra en 510, puede tener un rendimiento más alto en un mayor $-ld(L/N)$ (o una menor relación de L/N). Generalmente, la línea 515 puede representar un mayor rendimiento para redes que utilizan una configuración de GI variable basada en portadoras redundantes heredadas a medida que aumenta $-ld(L/N)$ (o L/N disminuye). Por el contrario, las realizaciones de la presente divulgación pueden experimentar un rendimiento cercano al 100% en una porción significativa del espectro de relación de L/N , como se indica por la línea 520 aproximadamente horizontal.

En general, para generar un diseño de constelación de símbolos para una señal de OFDM(A), tal como el diseño 400 de constelación de símbolos mostrado en la Figura 4, se pueden resolver dos requisitos conflictivos. Específicamente, puede ser deseable crear un GI de longitud L_i deseada, al tiempo que se conserva la información contenida en la carga útil de datos de la señal de OFDM(A).

Requisito 1, la creación del GI, puede expresarse en términos de un filtro \mathbf{g}_{TD} de GI de TD. En realizaciones, el filtro \mathbf{g}_{TD} de GI de TD puede ser una función aproximadamente rectangular. Para decirlo de otra manera, el filtro \mathbf{g}_{TD} de GI de TD puede ser un filtro de impulsos con una forma de onda cuadrada o rectangular y una unidad de amplitud. En otras realizaciones, el filtro \mathbf{g}_{TD} de GI de TD, puede no ser estrictamente rectangular, pero puede tener alguna otra forma, tal como tener un aumento o disminución gradual, un aumento o disminución exponencial, un aumento o disminución relativamente pronunciado, etc. en el dominio del tiempo. El filtro \mathbf{g}_{TD} de GI de TD puede ponderar o multiplicar una porción \mathbf{y} de TD dada de una señal de OFDM(A) para generar una porción de TD de la señal de OFDM(A) que tiene el GI previsto. La porción de TD prevista de la señal de OFDM(A), después de la formación del GI, puede requerirse que satisfaga las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{y} = \mathbf{g}_{TD} \circ \mathbf{y} \tag{1a}$$

$$\tilde{\mathbf{g}}_{TD} \circ \mathbf{y} = \mathbf{0} \tag{1b}$$

Dónde $\tilde{\mathbf{g}}_{TD} = \mathbf{1} - \mathbf{g}_{TD}$ y el operador matemático “ \circ ” representa la multiplicación por elementos de dos vectores. La ecuación 1a puede resumirse como una sugerencia de que una mayor ponderación de la porción \mathbf{y} de TD de la señal de OFDM(A) por \mathbf{g}_{TD} puede no alterar más la porción \mathbf{y} de TD. De manera similar, la ecuación 1b puede resumirse como una sugerencia de que la ponderación de la porción \mathbf{y} de TD por $\tilde{\mathbf{g}}_{TD}$ puede producir salida cero. Un resultado de los filtros anteriores puede ser que el GI de la señal de OFDM(A) y, en particular, la porción \mathbf{y} de TD de la señal de OFDM(A), puede silenciarse o reemplazarse efectivamente por un valor cero. En otras realizaciones, el GI de la porción \mathbf{y} de TD de la señal de OFDM(A) puede reemplazarse por una palabra de código no cero, que

puede ser un resultado matemático de los filtros, o puede insertarse en el GI de la porción y de TD de la señal de OFDM(A) después de silenciarse la porción de GI.

En FD, puede existir un correspondiente vector \mathbf{g}_{FD} de filtro de GI de FD que puede ser aproximadamente equivalente en el FD al \mathbf{g}_{TD} en el TD. En otras palabras, $\mathbf{g}_{FD} \bullet \circ \mathbf{g}_{TD}$. El vector \mathbf{g}_{FD} de filtro de GI de FD puede ser una función sinc, p. ej., una función similar o matemáticamente basada en una onda sinusoidal. El vector \mathbf{g}_{FD} de filtro de GI de FD puede utilizarse para filtrar o convolucionar una porción \mathbf{x} de FD de la señal de OFDM(A) para generar el GI previsto en la porción \mathbf{x} de FD. La porción \mathbf{x} de FD prevista de la señal de OFDM(A), después de la formación del GI, puede requerirse que satisfaga las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{x} = \mathbf{g}_{FD} * \mathbf{x} \quad (2a)$$

$$\tilde{\mathbf{g}}_{FD} * \mathbf{x} = 0 \quad (2b)$$

dónde $\tilde{\mathbf{g}}_{FD} = [1 \ 0 \ \dots \ 0]$ - \mathbf{g}_{FD} y * representa la convolución. En general, la convolución puede ser una operación matemática que indica la cantidad de superposición de una función a, a medida que se cambia a otra función b.

De manera similar a la ecuación 1a, la ecuación 2a puede resumirse como indicando que un filtrado de GI de FD adicional de la porción \mathbf{x} de FD por \mathbf{g}_{FD} puede no alterar más la porción \mathbf{x} de FD. La ecuación 2b puede indicar que una ponderación adicional de la porción \mathbf{x} de FD por $\tilde{\mathbf{g}}_{FD}$ puede producir salida cero.

La Figura 6 muestra un ejemplo de funciones \mathbf{g}_{TD} 600 y \mathbf{g}_{FD} 605 de filtro de GI. En general, el filtro \mathbf{g}_{TD} de TD de GI representado en 600 puede mostrar la respuesta del filtro de GI de TD (en decibelios (dB)) frente al índice de muestra de TD de OFDM. La región de banda de paso del filtro representado en 600 puede ser rectangular o aproximadamente rectangular. Concretamente, en el filtro \mathbf{g}_{TD} de TD de GI representado en 600, el filtro puede mostrarse con valores del eje x que denotan un índice de muestra sobre un tamaño de transformada rápida de Fourier (FFT) o un tamaño de FFT inversa (IFFT) de 128 símbolos. En otras palabras, N, como se muestra en la Figura 3, puede ser igual a 128. De manera similar, la longitud L de GI puede ser igual a 8. El eje y puede estar representado en dB.

El filtro \mathbf{g}_{FD} de FD de GI representado en 605, puede ilustrar la correspondiente respuesta del filtro \mathbf{g}_{FD} de GI de FD con un eje x similar al eje x descrito anteriormente de la función \mathbf{g}_{TD} de filtro de GI en 600. El filtro \mathbf{g}_{FD} de FD de GI puede considerarse de forma sinc y representarse en una escala lineal. Específicamente, la representación del filtro \mathbf{g}_{FD} de FD de GI en 605 puede mostrar la respuesta del filtro de GI de TD (en dB) frente al índice de muestra de FD de OFDM o al índice de subportadora.

Se entenderá que el ejemplo de los filtros de GI representados en la Figura 6 es simplemente un ejemplo, y se representan como simétricos y de valor real. Sin embargo, en otras realizaciones, los filtros pueden no ser simétricos y/o pueden incluir valores imaginarios.

Requisito 2, conservar la información contenida en la carga útil de datos de la señal de OFDM(A), puede satisfacerse de varias maneras. En una sola realización, pueden definirse regiones de tolerancia para las constelaciones de símbolos de datos de modulación por desplazamiento de fase (PSK) o de modulación de amplitud en cuadratura (QAM). Específicamente, la señal de OFDM(A) puede modularse de acuerdo con QAM, PSK o algún otro esquema de modulación. En estos esquemas de modulación, los símbolos de la señal de OFDM(A) pueden representarse en una cuadrícula de I-Q, que también puede conocerse como un diagrama de constelación. El diagrama de constelación puede ser una representación de la señal de OFDM(A) modulada por el esquema de modulación. La señal puede mostrarse como un diagrama de dispersión bidimensional en el plano complejo en un instante de muestreo dado. Específicamente, los símbolos pueden representarse como números complejos, donde el eje x puede representar la parte real del número complejo y referirse como el eje "en fase" o "eje I". Por el contrario, el eje y puede representar la parte imaginaria del número complejo y referirse como el eje "en cuadratura" o "eje Q". Generalmente, un símbolo en la señal de OFDM(A) puede representarse por un punto dado en el eje I y el eje Q de un diagrama de constelación. Sin embargo, las realizaciones en el presente documento pueden permitir regiones de tolerancia para que los símbolos se muevan en la cuadrícula de I-Q mientras aún conservan la carga útil de datos de la señal de OFDM(A).

Específicamente, se puede permitir que los símbolos de OFDM(A) en los bordes de la cuadrícula de I-Q se desplacen hacia afuera en la cuadrícula de I-Q por algún margen o tolerancia, sin afectar negativamente a los bits de información correspondientes. En algunas realizaciones, los correspondientes bits blandos desasignados o un log de razón de verosimilitud (LLR) asociado con los símbolos pueden hacerse más fuertes. En algunas realizaciones, símbolos tales como los símbolos de QAM en la región central de la cuadrícula de I-Q pueden no estar permitidos para desviarse de sus posiciones nominales, o puede estar permitidos para desviarse de sus posiciones solo en una

pequeña medida. En algunas realizaciones, la cantidad de desviación de estos símbolos centrales puede ser en base a un requisito de magnitud de vector de error (EVM) o umbral relacionado con la señal de OFDM(A). De manera similar, en algunas realizaciones, los símbolos piloto, de referencia o virtuales pueden no estar permitidos para cambiar en absoluto.

5 Se entenderá que los símbolos o requisitos descritos anteriormente están destinados meramente como ejemplos y, en otras realizaciones, se puede permitir que diferentes símbolos se desvíen en mayor o menor medida que los descritos anteriormente. Por lo tanto, en algunas realizaciones para un vector \mathbf{x}_d de datos dado y una señal \mathbf{x}_r de superposición de FD dada, una porción de FD compuesta de la señal \mathbf{x} de OFDM(A) puede definirse como $\mathbf{x} = \mathbf{x}_d + \mathbf{x}_r$. En realizaciones, la porción de FD de la señal \mathbf{x} de OFDM(A) puede satisfacer las siguientes ecuaciones:

10
$$\mathbf{t}_{\min}(\mathbf{x}_d) \leq \mathbf{x}_r \leq \mathbf{t}_{\max}(\mathbf{x}_d) \quad (3a)$$

$$\mathbf{x}_{\min} \leq \mathbf{x} \leq \mathbf{x}_{\max} \quad (3b)$$

dónde $\mathbf{x}_{\min/\max} = \mathbf{x}_d + \mathbf{t}_{\min/\max}(\mathbf{x}_d)$. En realizaciones, $\mathbf{t}_{\min/\max}(\mathbf{x}_d)$ y $\mathbf{x}_{\min/\max}(\mathbf{x}_d)$ pueden ser los límites de tolerancia inferior/superior de las señales \mathbf{x}_r y \mathbf{x} , respectivamente, para el vector \mathbf{x}_d de datos.

15 La Figura 7 ilustra tolerancias de símbolos de ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones. Específicamente, la Figura 7 muestra una cuadrícula 700 de I-Q para una modulación de señal de OFDM(A) de acuerdo con un esquema de modulación de 16-QAM. La cuadrícula 700 de I-Q puede incluir una serie de símbolos 705. Superpuestas en la cuadrícula 700 de I-Q, hay una serie de cajas 710 y 715 que indican tolerancias para un símbolo 705 dado. En la Figura 7 puede verse que las cajas 710 que están más cerca de los bordes de la cuadrícula 700 de I-Q pueden ser más grandes que las cajas 715 que están cerca del centro de la cuadrícula 700 de I-Q. Como resultado, los símbolos que están más alejados del centro de la cuadrícula 700 de I-Q, pueden estar permitidos para una mayor cantidad de tolerancia o varianza que los símbolos que están más cerca del centro de la cuadrícula 700 de I-Q, como se describe anteriormente. El tamaño, número o forma específicos de las tolerancias 710 y 715 son ejemplos y, puede utilizarse un tamaño, número o forma diferente para una cuadrícula 700 de I-Q diferente en otra realización. En general, puede reconocerse que, a medida que un símbolo 705 se aleja del centro de la cuadrícula 700 de I-Q, ese símbolo puede requerir más energía para transmitir, por lo que en algunas realizaciones, puede que no sea deseable permitir una cuadrícula 700 de I-Q con tolerancias muy grandes porque la señal de OFDM(A) resultante puede requerir una gran cantidad de energía para transmitir.

20 Como se señaló anteriormente, en algunas realizaciones, los símbolos piloto o virtuales pueden estar permitidos para moverse solo una pequeña cantidad, o pueden no moverse en absoluto. La cuadrícula 700 de I-Q representa un símbolo virtual en 720 que puede considerarse como una superposición de símbolos con valor cero o aproximadamente cero.

25 En general, el diseño de la porción \mathbf{x} de FD compuesta de una señal de OFDM(A), que puede definirse como $\mathbf{x} = \mathbf{x}_d + \mathbf{x}_r$, puede ser en base a observar las restricciones representadas en las ecuaciones 2a, 2b, 3a y 3b simultáneamente. En realizaciones, la generación de señal puede realizarse iterativamente o no iterativamente. La Figura 8 muestra un ejemplo de un proceso 800 iterativo de generación de la porción \mathbf{x} de FD de la señal de OFDM(A), que puede realizarse por un dispositivo electrónico. El proceso 800 puede realizarse, por ejemplo, por la circuitería 115 de GI del eNB 105. En otras realizaciones, el proceso 800 puede realizarse por la circuitería 120 de GI del UE 110, y luego una o más indicaciones o recomendaciones relacionadas con el GI pueden transmitirse desde el UE 110 al eNB 105. En otras realizaciones, el proceso 800 puede realizarse mediante otra señal/dispositivo de transmisión de OFDM(A), tal como un punto de acceso (AP) de red de área local inalámbrica (WLAN), una estación (STA) de usuario de WLAN o alguna otra señal/dispositivo de transmisión de OFDM(A).

30 En realizaciones, el proceso puede comenzar con un vector \mathbf{x}_d de datos dado, que puede ser un vector de datos inicial de FD de la porción \mathbf{x} de FD de la señal de OFDM(A). El vector \mathbf{x}_d de datos puede transformarse en una porción \mathbf{y} de TD de la señal de OFDM(A) en 805. Por ejemplo, una operación de transformación, tal como una transformada de Fourier discreta inversa (IDFT) o alguna otra operación de transformación, puede aplicarse a la porción \mathbf{x} de FD de la señal de OFDM(A) en 805 para producir una correspondiente porción \mathbf{y} de TD de la señal de OFDM(A). El filtro \mathbf{g}_{TD} de TD de GI puede aplicarse a la porción \mathbf{y} de TD de la señal de OFDM(A), por ejemplo, a través de la aplicación de la ecuación 1b, y la porción \mathbf{y}_g de GI de TD resultante puede identificarse en 810. La porción \mathbf{y}_g de GI de TD puede transformarse, y la porción \mathbf{x}_g de GI de FD resultante puede identificarse en 815. Por ejemplo, una operación transformativa, tal como una transformada de Fourier discreta (DFT) o alguna otra operación puede aplicarse a la porción \mathbf{y}_g de GI de TD para producir la porción \mathbf{x}_g de GI de FD.

35 La porción \mathbf{x}_g de GI de FD puede entonces eliminarse de la porción \mathbf{x} de FD de la señal de OFDM(A) en 820 para generar una porción de FD sin restricciones de la señal de OFDM(A), \mathbf{x}_u . Específicamente, \mathbf{x}_u puede ser igual a $\mathbf{x} = \mathbf{x}_g$. \mathbf{x}_u puede estar significativamente libre de GI, pero los símbolos de \mathbf{x}_u pueden violar las tolerancias de I-Q

descritas anteriormente con respecto a la Figura 7. Por ejemplo, uno o más de los símbolos de OFDM(A) pueden estar fuera de una o más de las tolerancias de I-Q de la señal de OFDM(A). Este símbolo de datos puede identificarse en 825, y luego el símbolo de datos identificado puede alterarse en 830 para estar dentro de la tolerancia definida en 830 para generar una nueva porción x de FD de la señal de OFDM(A), que puede denominarse porción de FD restringida de la señal de OFDM(A). Específicamente, el símbolo de datos puede moverse desde su posición actual a una nueva posición que esté dentro de la tolerancia definida. En algunas realizaciones, el símbolo puede moverse a una nueva posición dentro de la tolerancia que está linealmente más cercana a la posición actual del símbolo. En otras palabras, si la posición actual del símbolo de datos está a la derecha de una tolerancia, entonces el símbolo de datos puede moverse a la izquierda a una nueva posición justo dentro de la tolerancia. En otras realizaciones, el símbolo puede moverse más lejos o de acuerdo con diferentes parámetros de toma de decisiones.

Después de que el(los) símbolo(s) de OFDM(A) se hayan movido dentro de las tolerancias apropiadas en la cuadrícula 700 de I-Q, el proceso 800 puede entonces incluir la identificación de si se ha alcanzado la convergencia en 835. La identificación de si se ha alcanzado la convergencia del algoritmo iterativo puede ser en base a factores, tales como la supresión de la energía E_g de señal no deseada dentro del intervalo de guarda, es decir, la norma al cuadrado $E_{g,i} = \|y_{g,i}\|^2$ de la porción de GI de TD después de la iteración i . La convergencia puede declararse cuando la energía $E_{g,i}$ de GI residual, ha caído por debajo de un umbral $E_{g,thr}$ de energía particular. En algunas realizaciones, $E_{g,thr}$ puede ser un umbral de supresión de energía del orden de 10 o 20 dB por debajo de la energía $E_{g,0}$ inicial de la señal de GI antes de la primera iteración. Si no se ha alcanzado la convergencia, entonces el proceso 800 puede iterar y la porción de FD restringida de la señal de OFDM(A) puede utilizarse como la entrada x_D . Si se ha alcanzado la convergencia, entonces la porción de FD restringida y una correspondiente porción de TD restringida pueden emitirse en 840 y utilizarse para generar una señal de OFDM(A) restringida que puede ser transmitida por un transmisor, tal como la circuitería 165 de transmisión.

En algunas realizaciones, la supresión de la señal de GI puede aplicarse a la señal de OFDM(A) de salida. Específicamente, la supresión de la señal de GI puede referirse a poner a cero o suprimir de otro modo la señal en el GI, incluso si hacerlo puede resultar en una violación de las condiciones descritas anteriormente. Por ejemplo, la supresión de la señal de GI puede resultar en que uno o más símbolos de la señal de OFDM(A) estén fuera de una tolerancia. Esa violación puede ocurrir a expensas de una pequeña mejora de EVM. Sin embargo, si esa mejora de EVM es relativamente pequeña o tolerable de otra manera, la expensa de la mejora de EVM puede ser aceptable. En algunas realizaciones, en lugar de superponer el GI o aplicar un filtro a la porción y de TD de la señal de OFDM(A), el GI de la porción y de TD puede rellenarse con una palabra de guarda particular no cero, como se describió anteriormente.

La generación de la señal de OFDM(A) de GI variable como se discutió en el presente documento, puede ser deseable para orden de modulación bajo y/o longitudes de GI relativamente pequeñas. Específicamente, puede ser difícil satisfacer los límites de tolerancia descritos anteriormente para la modulación de orden superior, tal como 64-QAM. En algunas realizaciones, la generación de señal de OFDM(A) de GI variable puede ser deseable para longitudes L/N , tales como $1/4 \dots 1/8$ (QPSK), $\sim 1/16$ (16-QAM) y $\sim 1/32$ (64-QAM). Aunque en algunas realizaciones las señales de OFDM(A) de GI variable pueden apuntar a longitudes de GI decrecientes para hacer un uso más eficiente de un canal dado, el correspondiente formato de trama flexible de las señales de OFDM(A) de GI variable puede permitir que los GI se vuelvan más largos (en tiempo real) aumentando la longitud N del símbolo de OFDM(A), relajando así el requisito de L/N en el diseño del símbolo de constelación.

El proceso 800 descrito anteriormente, puede referirse a la generación de un GI en una señal de OFDM(A), pero en otras realizaciones, los filtros o procesos similares pueden utilizarse para ampliar o mejorar un GI o GI de palabra de código ya presente. Por ejemplo, un eNB, tal como el eNB 205, puede reconocer que es necesario un GI más largo y, por lo tanto, puede utilizar el filtro de GI para cambiar la longitud de un GI ya existente de la porción de TD de la señal de OFDM(A).

Las realizaciones de la presente divulgación pueden implementarse en un sistema utilizando cualquier hardware y/o software adecuado para configurar según se desee. La Figura 9 ilustra esquemáticamente un sistema 900 de ejemplo que puede utilizarse para practicar diversas realizaciones descritas en el presente documento. La Figura 9 ilustra, para una sola realización, un sistema 900 de ejemplo que tiene uno o más procesadores 905, el módulo 910 de control del sistema acoplado a al menos uno de los procesadores 905, la memoria 915 del sistema acoplada al módulo 910 de control del sistema, (NVM)/almacenamiento 920 de memoria no volátil acoplado al módulo 910 de control del sistema y una o más interfaces 925 de comunicación acopladas al módulo 910 de control del sistema.

En algunas realizaciones, el sistema 900 puede ser capaz de funcionar como los UE 110, 201, 202 o 203 como se describe en el presente documento. En otras realizaciones, el sistema 900 puede ser capaz de funcionar como los eNB 105 o 205 como se describe en el presente documento. En algunas realizaciones, el sistema 900 puede incluir

uno o más medios legibles por computadora (p. ej., memoria 915 del sistema o NVM/almacenamiento 920) que tienen instrucciones y uno o más procesadores (p. ej., procesador(es) 905) acoplado(s) con el uno o más medios legibles por computadora y configurado(s) para ejecutar las instrucciones para implementar un módulo para realizar las acciones descritas en el presente documento.

5 El módulo 910 de control del sistema para una sola realización, puede incluir cualquier controlador de interfaz adecuado para proporcionar cualquier interfaz adecuada a al menos uno de los procesadores 905 y/o a cualquier dispositivo o componente adecuado en comunicación con el módulo 910 de control del sistema.

10 El módulo 910 de control del sistema puede incluir un módulo 930 controlador de memoria para proporcionar una interfaz a la memoria 915 del sistema. El módulo 930 controlador de memoria puede ser un módulo de hardware, un módulo de software y/o un módulo de firmware.

15 La memoria 915 del sistema puede utilizarse para cargar y almacenar datos y/o instrucciones, por ejemplo, para el sistema 900. La memoria 915 del sistema para una sola realización, puede incluir cualquier memoria volátil adecuada, tal como una memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM) adecuada, por ejemplo. En algunas realizaciones, la memoria 915 del sistema puede incluir memoria de acceso aleatorio dinámica síncrona de tasa de datos doble de tipo cuatro (DDR4 SDRAM).

El módulo 910 de control del sistema para una sola realización, puede incluir uno o más controladores de entrada/salida (E/S) para proporcionar una interfaz al NVM/almacenamiento 920 y a la interfaz 925 de comunicaciones.

20 La NVM/almacenamiento 920 puede utilizarse para almacenar datos y/o instrucciones, por ejemplo. La NVM/almacenamiento 920 puede incluir cualquier memoria no volátil adecuada, tal como memoria flash, por ejemplo, y/o puede incluir cualquier dispositivo(s) de almacenamiento no volátil adecuado(s), tal como una o más unidades de disco duro (HDD), una o más unidades de disco compacto (CD) y/o una o más unidades de disco versátil digital (DVD), por ejemplo.

25 La NVM/almacenamiento 920 puede incluir un recurso de almacenamiento físicamente parte de un dispositivo en el que se puede instalar el sistema 900 o puede ser accesible por, pero no necesariamente una parte de, el dispositivo. Por ejemplo, se puede acceder a la NVM/almacenamiento 920 a través de una red a través de la(s) interfaz(es) 925 de comunicaciones.

30 La(s) interfaz(es) 925 de comunicaciones puede(n) proporcionar una interfaz para que el sistema 900 se comunique a través de una o más redes y/o con cualquier otro dispositivo adecuado. El sistema 900 puede comunicarse de forma inalámbrica con uno o más componentes de la red inalámbrica de acuerdo con cualquiera de uno o más estándares y/o protocolos de red inalámbrica. En algunas realizaciones, la(s) interfaz(es) 925 de comunicación puede(n) incluir los módulos 130 o 150 transceptor.

35 Para una sola realización, al menos uno de los procesadores 905 puede empaquetarse junto con la lógica para uno o más controladores del módulo 910 de control del sistema, p. ej., el módulo 930 controlador de memoria. Para una sola realización, al menos uno de los procesadores 905 puede empaquetarse junto con la lógica de uno o más controladores del módulo 910 de control del sistema para formar un Sistema en Paquete (SiP). Para una sola realización, al menos uno de los procesadores 905 puede integrarse en la misma matriz con lógica para uno o más controladores del módulo 910 de control del sistema. Para una sola realización, al menos uno de los procesadores 905 puede integrarse en la misma matriz con lógica para uno o más controladores del módulo 910 de control del sistema para formar un Sistema en Chip (SoC).

45 En algunas realizaciones, el(los) procesador(s) 905 puede(n) incluir o estar acoplado(s) de alguna otra manera con uno o más de un procesador de gráficos (GPU) (no mostrado), un procesador de señal digital (DSP) (no mostrado), un módem inalámbrico (no mostrado), cámara digital o circuitería multimedia (no mostrada), circuitería de sensor (no mostrada), circuitería de pantalla (no mostrada) y/o circuitería de satélite de posicionamiento global (GPS) (no mostrada).

50 En diversas realizaciones, el sistema 900 puede ser, pero no está limitado a, un servidor, una estación de trabajo, un dispositivo informático de escritorio, o un dispositivo informático móvil (p. ej., un dispositivo informático portátil, un dispositivo informático de mano, una tableta, un portátil ultraligero, un teléfono inteligente, una consola de juegos, etc.). En diversas realizaciones, el sistema 900 puede tener más o menos componentes y/o diferentes arquitecturas. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema 900 incluye una o más de una cámara, un teclado, una pantalla de cristal líquido (LCD) (incluidas las pantallas táctiles), un puerto de memoria no volátil, múltiples antenas, chip de gráficos, circuito integrado de aplicación específica (ASIC) y altavoces.

Ejemplos

5 El **Ejemplo 1** puede incluir un dispositivo electrónico que comprende: circuitería de intervalo de guarda para: eliminar, de una primera porción en el dominio de la frecuencia (FD) de una primera señal de transmisión de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), en una trama de radio, una porción del intervalo de guarda de FD relacionada con un intervalo de guarda de la trama de radio; identificar, después de la eliminación de la porción del intervalo de guarda de FD, que un símbolo de datos de una constelación de símbolos de datos relacionada con la primera señal de OFDM o de OFDMA se encuentra en una posición actual fuera de una tolerancia relacionada con la constelación de símbolos de datos; modificar, en base a la identificación, el símbolo de datos a una nueva posición que esté dentro de la tolerancia para generar una segunda porción de FD; y generar una segunda señal de transmisión de OFDMA o de OFDM en la trama de radio en base al intervalo de guarda y a la segunda porción de FD; y circuitería de transmisión para transmitir la segunda señal de transmisión de OFDM o de OFDMA en la trama de radio.

El **Ejemplo 2** puede incluir el dispositivo electrónico de la reivindicación 1, en donde el dispositivo electrónico es un NodoB evolucionado (eNB) o un equipo de usuario (UE).

15 El **Ejemplo 3** puede incluir el dispositivo electrónico de la reivindicación 1, en donde la circuitería de intervalo de guarda es además para: identificar, en base a la aplicación de un filtro del intervalo de guarda en el dominio del tiempo (TD) a una porción de TD de la primera señal de transmisión de OFDM o de OFDMA que corresponde a la porción de FD de la primera señal de transmisión de OFDM o de OFDMA, una porción del intervalo de guarda de TD relacionada con el intervalo de guarda de la trama de radio; e identificar la porción del intervalo de guarda de FD en base a la porción del intervalo de guarda de TD.

El **Ejemplo 4** puede incluir el dispositivo electrónico de la reivindicación 3, en donde el filtro del intervalo de guarda es un filtro rectangular con una longitud en base a una longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD.

El **Ejemplo 5** puede incluir el dispositivo electrónico de la reivindicación 4, en donde la longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD es en base a una distancia entre el dispositivo electrónico y otro dispositivo electrónico para el que está destinada la segunda señal de LTE.

El **Ejemplo 6** puede incluir el dispositivo electrónico de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la posición actual del símbolo de datos es una posición en un plano de I-Q y la tolerancia es una tolerancia de I-Q.

El **Ejemplo 7** puede incluir el dispositivo electrónico de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la constelación de símbolos de datos es una constelación de símbolos de datos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o una constelación de símbolos de datos de modulación de amplitud en cuadratura (QAM).

El **Ejemplo 8** puede incluir un método que comprende: eliminar, por un NodoB evolucionado (eNB) en una red de evolución a largo plazo (LTE), una primera porción en el dominio de la frecuencia (FD) de una señal de LTE, una porción del intervalo de guarda de FD relacionada con un intervalo de guarda de la señal de LTE; identificar, mediante el eNB después de eliminar la porción del intervalo de guarda de FD, que un símbolo de datos de una constelación de símbolos de datos relacionada con la señal de LTE se encuentra en una posición actual fuera de una tolerancia relacionada con la constelación de símbolos de datos; y alterar, mediante el eNB en base a la identificación, el símbolo de datos a una nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia para generar una segunda porción de FD de la señal de LTE.

El **Ejemplo 9** puede incluir el método de la reivindicación 8, en donde el símbolo de datos es un símbolo de datos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o uno de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

El **Ejemplo 10** puede incluir el método de la reivindicación 8, que comprende además: identificar, mediante el eNB en base a la aplicación de un filtro del intervalo de guarda en el dominio del tiempo (TD) a una porción de TD de la señal de LTE que corresponde a la porción de FD de la LTE señal, una porción del intervalo de guarda de TD relacionada con el intervalo de guarda de la señal de LTE; e identificar, mediante el eNB, la porción del intervalo de guarda de FD en base a la porción del intervalo de guarda de TD.

El **Ejemplo 11** puede incluir el método de la reivindicación 10, en donde el filtro del intervalo de guarda es un filtro rectangular con una longitud en base a una longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD.

- 5 El **Ejemplo 12** puede incluir el método de cualquiera de las reivindicaciones 8-11, en donde el intervalo de guarda de FD es un primer intervalo de guarda de FD, el símbolo de datos es un primer símbolo de datos, la posición actual es una primera posición actual, la nueva posición es una primera nueva posición, y en donde alterar el símbolo de datos genera una segunda porción de FD de la señal de LTE, comprendiendo además el método: eliminar, mediante el eNB, una segunda porción del intervalo de guarda de FD de la segunda porción de FD de la señal de LTE; identificar, mediante el eNB después de eliminar la segunda porción del intervalo de guarda de FD, que un segundo símbolo de datos de la constelación de símbolos de datos se encuentra en una segunda posición actual fuera de la tolerancia; y alterar, mediante el eNB en base a la identificación, el segundo símbolo de datos a una segunda nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia.
- 10 El **Ejemplo 13** puede incluir el método de la reivindicación 12, en donde la eliminación de la segunda porción del intervalo de guarda de FD es en base a determinar, mediante el eNB, que no se ha alcanzado la convergencia entre la primera porción de FD y la segunda porción de FD.
- El **Ejemplo 14** puede incluir el método de cualquiera de las reivindicaciones 8-11, en donde la posición actual del símbolo de datos es una posición en un plano de I-Q y la tolerancia es una tolerancia de I-Q.
- 15 El **Ejemplo 15** puede incluir el método de cualquiera de las reivindicaciones 8-11, en donde la constelación de símbolos de datos es una constelación de símbolos de datos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o una constelación de símbolos de datos de modulación de amplitud en cuadratura (QAM).
- 20 El **Ejemplo 16** puede incluir uno o más medios legibles por computadora no transitorios que comprenden instrucciones para hacer que un dispositivo electrónico, tras la ejecución de las instrucciones por uno o más procesadores del dispositivo electrónico: elimine, de una primera porción del dominio de la frecuencia (FD) de una señal de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), una porción del intervalo de guarda de FD relacionada con un intervalo de guarda de la señal de OFDM o de OFDMA; identifique, después de eliminar la porción del intervalo de guarda de FD, que un símbolo de datos de una constelación de símbolos de datos relacionada con la señal de OFDM o de OFDMA, se encuentra en una posición actual fuera de una tolerancia relacionada con la constelación de símbolos de datos; y altere, en base a la identificación, el símbolo de datos a una nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia para generar una segunda porción de FD de la señal de OFDM o de OFDMA.
- 25 El **Ejemplo 17** puede incluir el uno o más medios legibles por computadora no transitorios de la reivindicación 16, que comprenden además instrucciones para: identificar, en base a la aplicación de un filtro del intervalo de guarda en el dominio del tiempo (TD) a una porción de TD de la señal de OFDM o de OFDMA que corresponde a la porción de FD de la señal de OFDM o de OFDMA, una porción del intervalo de guarda de TD relacionada con el intervalo de guarda de la señal de OFDM o de OFDMA; e identificar la porción del intervalo de guarda de FD en base a la porción del intervalo de guarda de TD.
- 30 El **Ejemplo 18** puede incluir el uno o más medios legibles por computadora no transitorios de la reivindicación 17, en donde el filtro del intervalo de guarda es un filtro rectangular con una longitud en base a una longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD.
- 35 El **Ejemplo 19** puede incluir el uno o más medios legibles por computadora no transitorios de cualquiera de las reivindicaciones 16-18, en donde la posición actual del símbolo de datos es una posición en un plano de I-Q y la tolerancia es una tolerancia de I-Q.
- 40 El **Ejemplo 20** puede incluir el uno o más legibles por computadora no transitorios de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en donde la constelación de símbolos de datos es una constelación de símbolos de datos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o una constelación de símbolo de datos de modulación de amplitud en cuadratura (QAM).
- 45 El **Ejemplo 21** puede incluir el uno o más medios legibles por computadora no transitorios de cualquiera de las reivindicaciones 16-18, en donde el dispositivo electrónico es un NodoB evolucionado (eNB) o un equipo de usuario (UE).
- 50 El **Ejemplo 22** puede incluir un NodoB evolucionado (eNB) en una red de evolución a largo plazo (LTE), comprendiendo el eNB: medios para eliminar, de una primera porción en el dominio de la frecuencia (FD) de una señal de LTE, una porción del intervalo de guarda de FD relacionada con un intervalo de guarda de la señal de LTE; medios para identificar, después de la eliminación de la porción del intervalo de guarda de FD, que un símbolo de datos de una constelación de símbolos de datos relacionada con la señal de LTE se encuentra en una posición actual fuera de una tolerancia relacionada con la constelación de símbolos de datos; y medios para alterar, en base

a una identificación de que el símbolo de datos está en una posición actual fuera de la tolerancia, el símbolo de datos a una nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia para generar una segunda porción de FD de la señal de LTE.

5 El **Ejemplo 23** puede incluir el eNB de la reivindicación 22, en donde el símbolo de datos es un símbolo de datos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o uno de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

10 El **Ejemplo 24** puede incluir el eNB de la reivindicación 22, que comprende además: medios para identificar, en base a la aplicación de un filtro del intervalo de guarda en el dominio del tiempo (TD) a una porción de TD de la señal de LTE que corresponde a la porción de FD de la LTE señal, una porción del intervalo de guarda de TD relacionada con el intervalo de guarda de la señal de LTE; y medios para identificar la porción del intervalo de guarda de FD en base a la porción del intervalo de guarda de TD.

El **Ejemplo 25** puede incluir el eNB de la reivindicación 24, en donde el filtro del intervalo de guarda es un filtro rectangular con una longitud en base a una longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD.

15 El **Ejemplo 26** puede incluir el eNB de cualquiera de las reivindicaciones 22-25, en donde el intervalo de guarda de FD es un primer intervalo de guarda de FD, el símbolo de datos es un primer símbolo de datos, la posición actual es una primera posición actual, la nueva posición es una primera nueva posición, y en donde los medios para alterar el símbolo de datos incluyen medios para generar una segunda porción de FD de la señal de LTE, comprendiendo además el eNB: medios para eliminar una segunda porción del intervalo de guarda de FD de la segunda porción de FD de la señal de LTE; medios para identificar, después de la eliminación de la segunda porción del intervalo de guarda de FD, que un segundo símbolo de datos de la constelación de símbolos de datos se encuentra en una
20 segunda posición actual fuera de la tolerancia; y medios para alterar, en base a la identificación de que el segundo símbolo de datos se encuentra en la segunda posición actual, el segundo símbolo de datos a una segunda nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia.

25 El **Ejemplo 27** puede incluir el eNB de cualquiera de las reivindicaciones 22-25, en donde la eliminación de la segunda porción del intervalo de guarda de FD es en base a la determinación de que no se ha alcanzado la convergencia entre la primera porción de FD y la segunda porción de FD.

El **Ejemplo 28** puede incluir el eNB de cualquiera de las reivindicaciones 22-25, en donde la posición actual del símbolo de datos es una posición en un plano de I-Q y la tolerancia es una tolerancia de I-Q.

30 El **Ejemplo 29** puede incluir el eNB de cualquiera de las reivindicaciones 22-25, en donde la constelación de símbolos de datos es una constelación de símbolos de datos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o una constelación de símbolos de datos de modulación de amplitud en cuadratura (QAM).

35 A pesar de que ciertas realizaciones se han ilustrado y descrito en el presente documento para fines de descripción, esta solicitud está destinada a cubrir adaptaciones o variaciones cualesquiera de las realizaciones discutidas en el presente documento. Por lo tanto, se pretende manifiestamente que las realizaciones descritas en el presente documento estén limitadas únicamente por las reivindicaciones.

40 Cuando la divulgación recita "un" o "un primer" elemento o su equivalente, dicha divulgación incluye uno o más de dichos elementos, ninguno de los cuales requiere ni excluye dos o más de dichos elementos. Además, los indicadores ordinales (p. ej., primero, segundo o tercero) para los elementos identificados se utilizan para distinguir entre los elementos, y no indican o implican un número requerido o limitado de dichos elementos, ni indican una posición u orden particular de tales elementos, a menos que se indique lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo electrónico que comprende:
 - circuitería de intervalo de guarda para:
 - eliminar, de una primera porción en el dominio de la frecuencia (FD) de una primera señal de transmisión de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) en una trama de radio, una porción del intervalo de guarda de FD relacionada con un intervalo de guarda de la trama de radio;
 - identificar, después de la eliminación de la porción del intervalo de guarda de FD, que un símbolo de datos de una constelación de símbolos de datos relacionada con la primera señal de OFDM o de OFDMA se encuentra en una posición actual fuera de una tolerancia relacionada con la constelación de símbolos de datos;
 - alterar, en base a la identificación, el símbolo de datos a una nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia para generar una segunda porción de FD; y
 - generar una segunda señal de transmisión de OFDMA o de OFDMA en la trama de radio en base al intervalo de guarda y a la segunda porción de FD; y
 - circuitería de transmisión para transmitir la segunda señal de transmisión de OFDM o de OFDMA en la trama de radio.
2. El dispositivo electrónico de la reivindicación 1, en donde el dispositivo electrónico es un NodoB evolucionado (eNB) o un equipo de usuario (UE).
3. El dispositivo electrónico de la reivindicación 1, en donde la circuitería de intervalo de guarda es además para:
 - identificar, en base a la aplicación de un filtro del intervalo de guarda en el dominio del tiempo (TD) a una porción de TD de la primera señal de transmisión de OFDM o de OFDMA que corresponde a la porción de FD de la primera señal de transmisión de OFDM o OFDMA, una porción del intervalo de guarda de TD relacionada con el intervalo de guarda de la trama de radio; y
 - identificar la porción del intervalo de guarda de FD en base a la porción del intervalo de guarda de TD; y
 - opcionalmente, en donde el filtro del intervalo de guarda es un filtro rectangular con una longitud en base a una longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD; y
 - opcionalmente, en donde la longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD es en base a una distancia entre el dispositivo electrónico y otro dispositivo electrónico para el que está destinada la segunda señal de LTE.
4. El dispositivo electrónico de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la posición actual del símbolo de datos es una posición en un plano de I-Q y la tolerancia es una tolerancia de I-Q; u
 - opcionalmente, en donde la constelación de símbolos de datos es una constelación de símbolos de datos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o una constelación de símbolos de datos de modulación de amplitud en cuadratura (QAM).
5. Un método que comprende:
 - eliminar, por un NodoB evolucionado (eNB) en una red de evolución a largo plazo (LTE), de una primera porción en el dominio de la frecuencia (FD) de una señal de LTE, una porción del intervalo de guarda de FD relacionada con un intervalo de guarda de la señal de LTE;
 - identificar, mediante el eNB después de eliminar la porción del intervalo de guarda de FD, que un símbolo de datos de una constelación de símbolos de datos relacionada con la señal de LTE se encuentra en una posición actual fuera de una tolerancia relacionada con la constelación de símbolos de datos; y
 - alterar, mediante el eNB en base a la identificación, el símbolo de datos a una nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia para generar una segunda porción de FD de la señal de LTE.
6. El método de la reivindicación 5, en donde el símbolo de datos es un símbolo de datos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o uno de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).
7. El método de la reivindicación 5, que comprende además:

identificar, mediante el eNB en base a la aplicación de un filtro del intervalo de guarda en el dominio del tiempo (TD) a una porción de TD de la señal de LTE que corresponde a la porción de FD de la señal de LTE, una porción del intervalo de guarda de TD relacionada con el intervalo de guarda de la señal de LTE; e

5 identificar, mediante el eNB, la porción del intervalo de guarda de FD en base a la porción del intervalo de guarda de TD; y

opcionalmente, en donde el filtro del intervalo de guarda es un filtro rectangular con una longitud en base a una longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD.

10 8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en donde el intervalo de guarda de FD es un primer intervalo de guarda de FD, el símbolo de datos es un primer símbolo de datos, la posición actual es una primera posición actual, la nueva posición es una primera nueva posición, y en donde alterar el símbolo de datos genera una segunda porción de FD de la señal de LTE, el método que comprende además:

eliminar, mediante el eNB, una segunda porción del intervalo de guarda de FD de la segunda porción de FD de la señal de LTE;

15 identificar, mediante el eNB después de la eliminación de la segunda porción del intervalo de guarda de FD, que un segundo símbolo de datos de la constelación de símbolos de datos se encuentra en una segunda posición actual fuera de la tolerancia; y

alterar, mediante el eNB en base a la identificación, el segundo símbolo de datos a una segunda nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia; y

20 opcionalmente, en donde la eliminación de la segunda porción del intervalo de guarda de FD es en base a determinar, mediante el eNB, que no se ha alcanzado la convergencia entre la primera porción de FD y la segunda porción de FD.

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en donde la posición actual del símbolo de datos es una posición en un plano de I-Q y la tolerancia es una tolerancia de I-Q; u

25 opcionalmente, en donde constelación de símbolos de datos es una constelación de símbolos de datos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o una constelación de símbolos de datos de modulación de amplitud en cuadratura (QAM).

10. Un NodoB evolucionado (eNB) en una red de evolución a largo plazo (LTE), comprendiendo el eNB:

medios para eliminar, de una primera porción en el dominio de la frecuencia (FD) de una señal de LTE, una porción del intervalo de guarda de FD relacionada con un intervalo de guarda de la señal de LTE;

30 medios para identificar, después de la eliminación de la porción del intervalo de guarda de FD, que un símbolo de datos de una constelación de símbolos de datos relacionada con la señal de LTE se encuentra en una posición actual fuera de una tolerancia relacionada con la constelación de símbolos de datos; y

35 medios para alterar, en base a la identificación de que el símbolo de datos se encuentra en una posición actual fuera de la tolerancia, el símbolo de datos a una nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia para generar una segunda porción de FD de la señal de LTE.

11. El eNB de la reivindicación 10, en donde el símbolo de datos es un símbolo de datos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o uno de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

12. El eNB de la reivindicación 10, que comprende además:

40 medios para identificar, en base a la aplicación de un filtro del intervalo de guarda en el dominio del tiempo (TD) a una porción de TD de la señal de LTE que corresponde a la porción de FD de la señal de LTE, una porción del intervalo de guarda de TD relacionada con el intervalo de guarda de la señal de LTE; y

medios para identificar la porción del intervalo de guarda de FD en base a la porción del intervalo de guarda de TD; u

45 opcionalmente, en donde el filtro del intervalo de guarda es un filtro rectangular con una longitud en base a una longitud prevista de la porción del intervalo de guarda de TD.

13. El eNB de cualquiera de las reivindicaciones 10-12, en donde el intervalo de guarda de FD es un primer intervalo de guarda de FD, el símbolo de datos es un primer símbolo de datos, la posición actual es una primera posición actual, la nueva posición es una primera nueva posición, y en donde los medios para alterar el símbolo de datos incluyen medios para generar una segunda porción de FD de la señal de LTE, comprendiendo además el eNB:

medios para eliminar una segunda porción del intervalo de guarda de FD de la segunda porción de FD de la señal de LTE;

5 medios para identificar, después de la eliminación de la segunda porción del intervalo de guarda de FD, que un segundo símbolo de datos de la constelación de símbolos de datos se encuentra en una segunda posición actual fuera de la tolerancia; y

medios para alterar, en base a la identificación de que el segundo símbolo de datos se encuentra en la segunda posición actual, el segundo símbolo de datos a una segunda nueva posición que se encuentre dentro de la tolerancia.

10 14. El eNB de cualquiera de las reivindicaciones 10-12, en donde la eliminación de la segunda porción del intervalo de guarda de FD es en base a una determinación de que no se ha alcanzado la convergencia entre la primera porción de FD y la segunda porción de FD.

15. El eNB de cualquiera de las reivindicaciones 10-12, en donde la posición actual del símbolo de datos es una posición en un plano de I-Q y la tolerancia es una tolerancia de I-Q; u

15 opcionalmente, en donde la constelación de símbolos de datos es una constelación de símbolos de datos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o una constelación de símbolos de datos de modulación de amplitud en cuadratura (QAM).

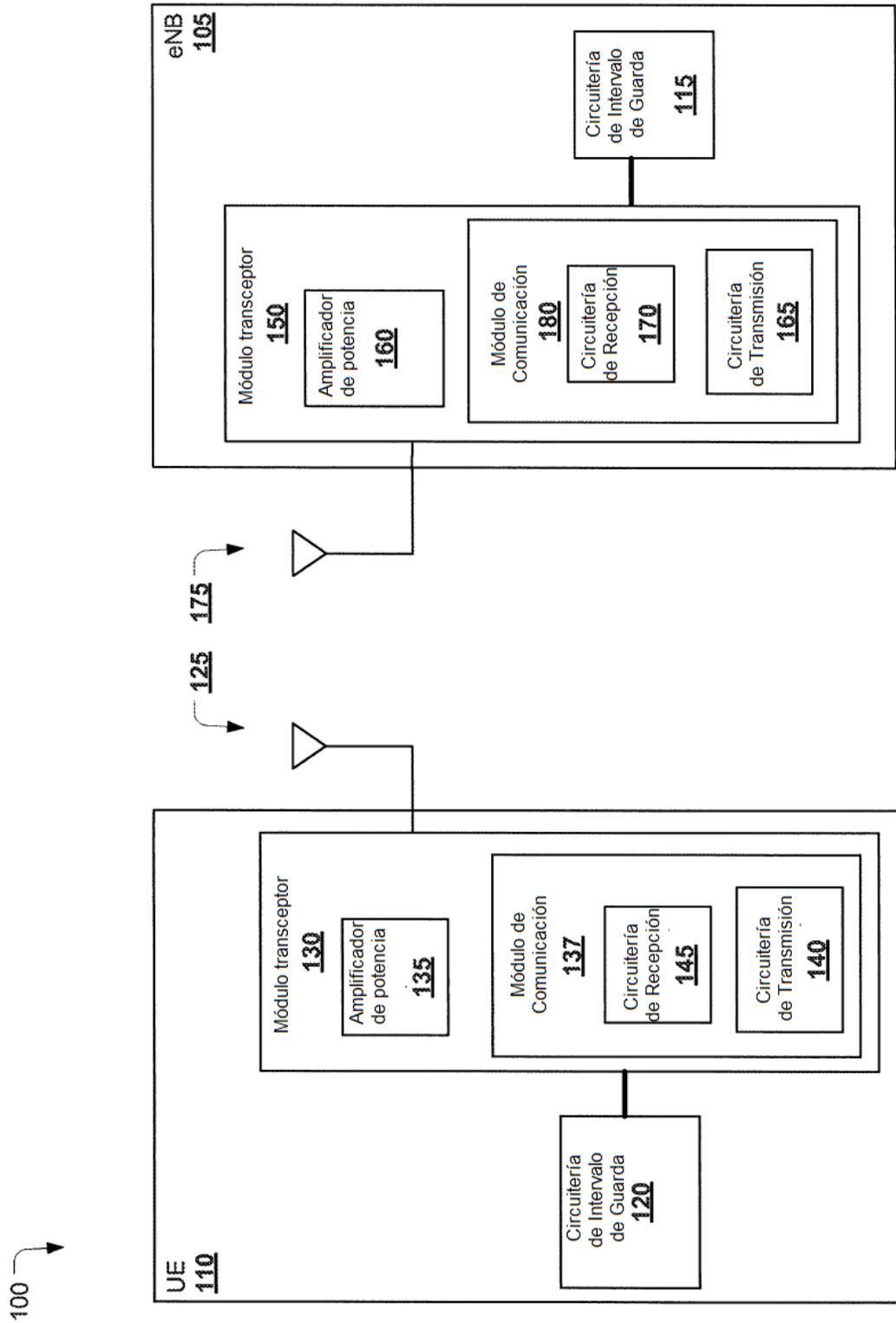


Figura 1

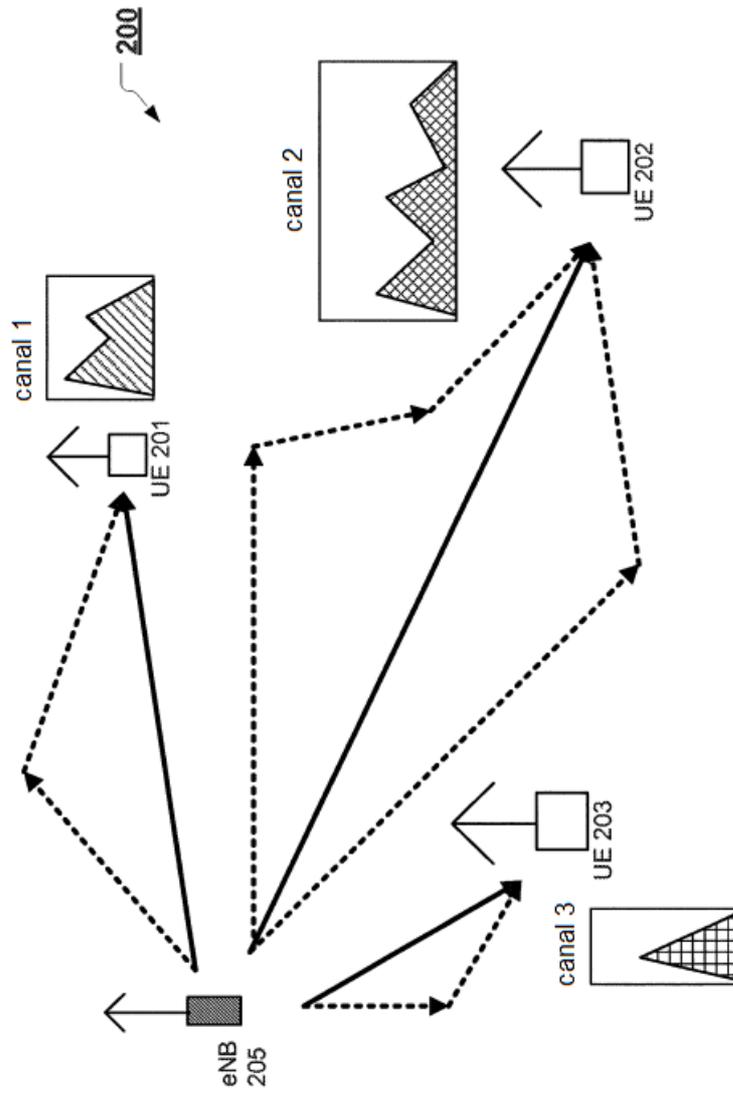


Figura 2

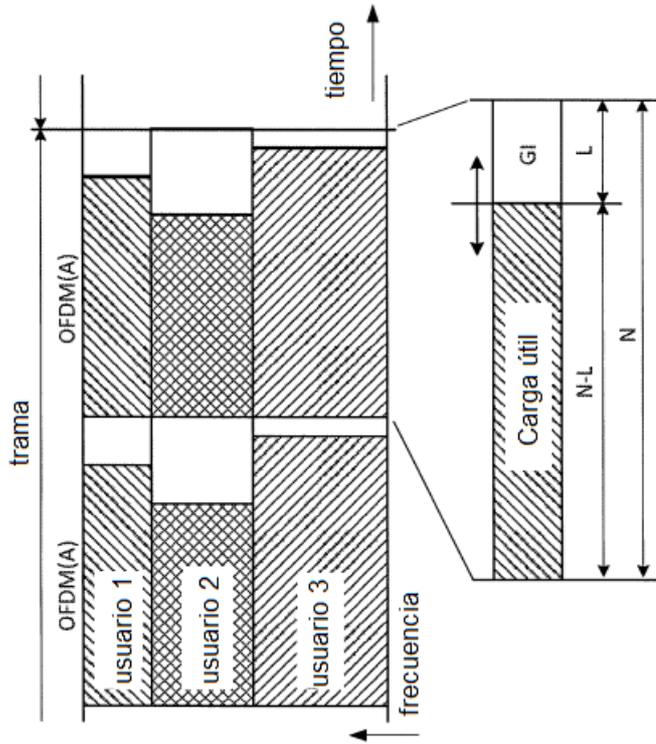


Figura 3

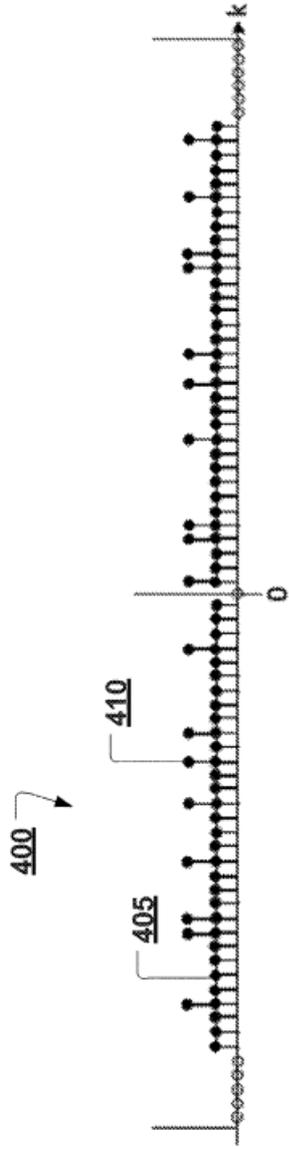


Figura 4

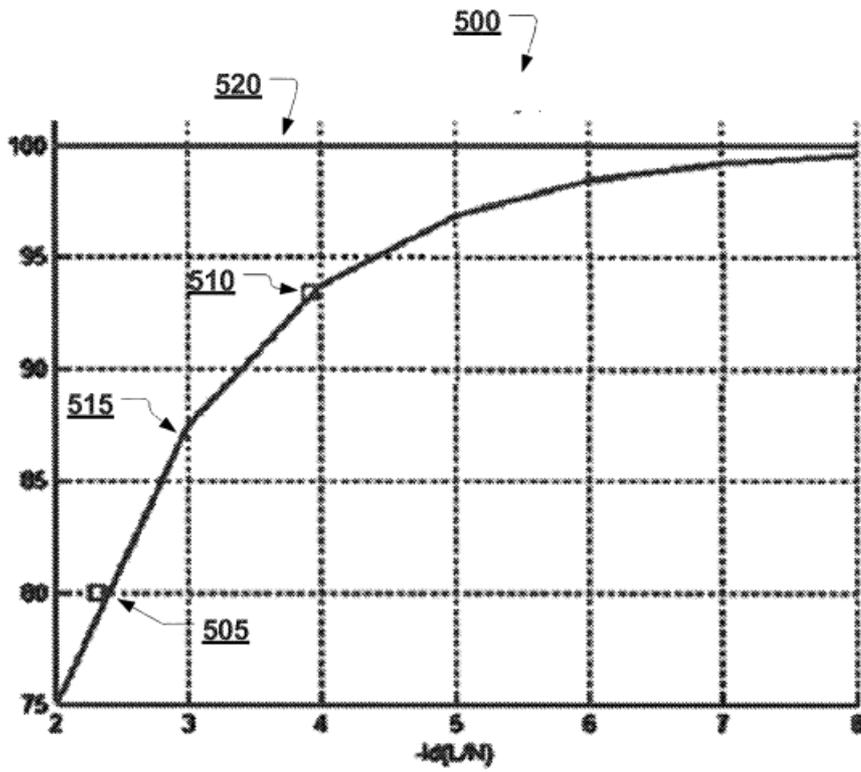


Figura 5

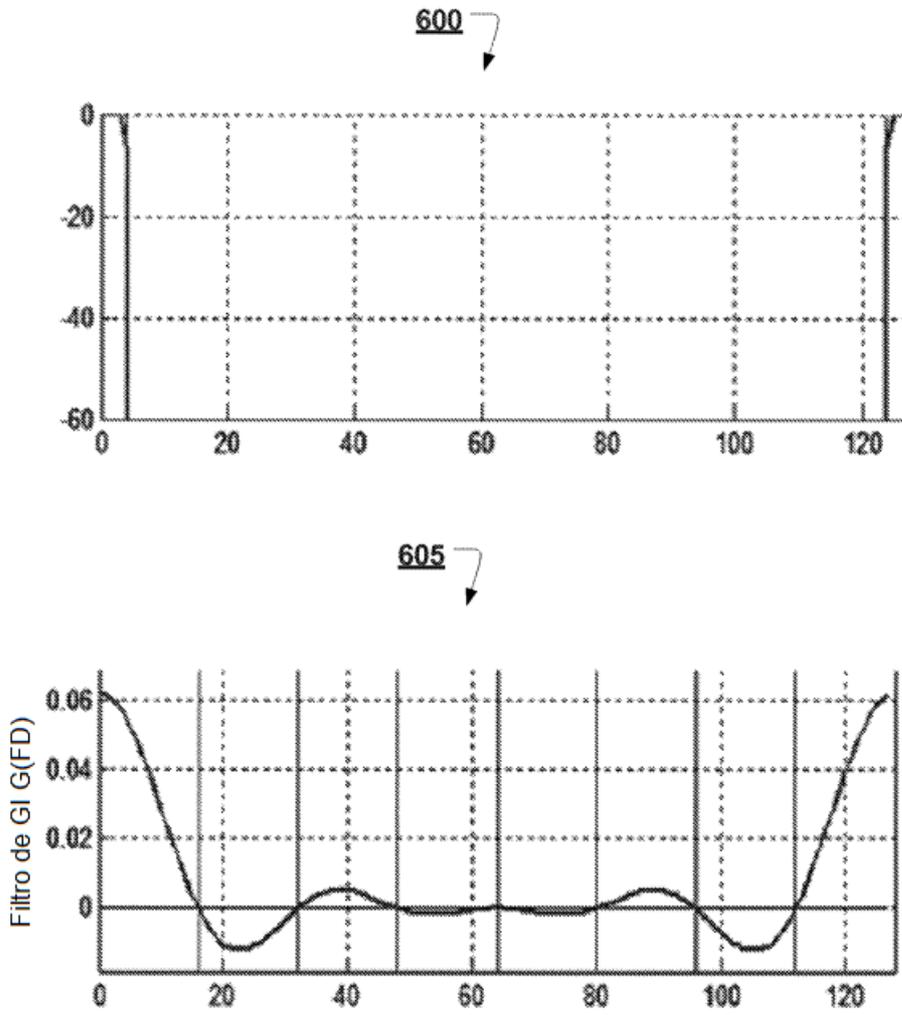


Figura 6

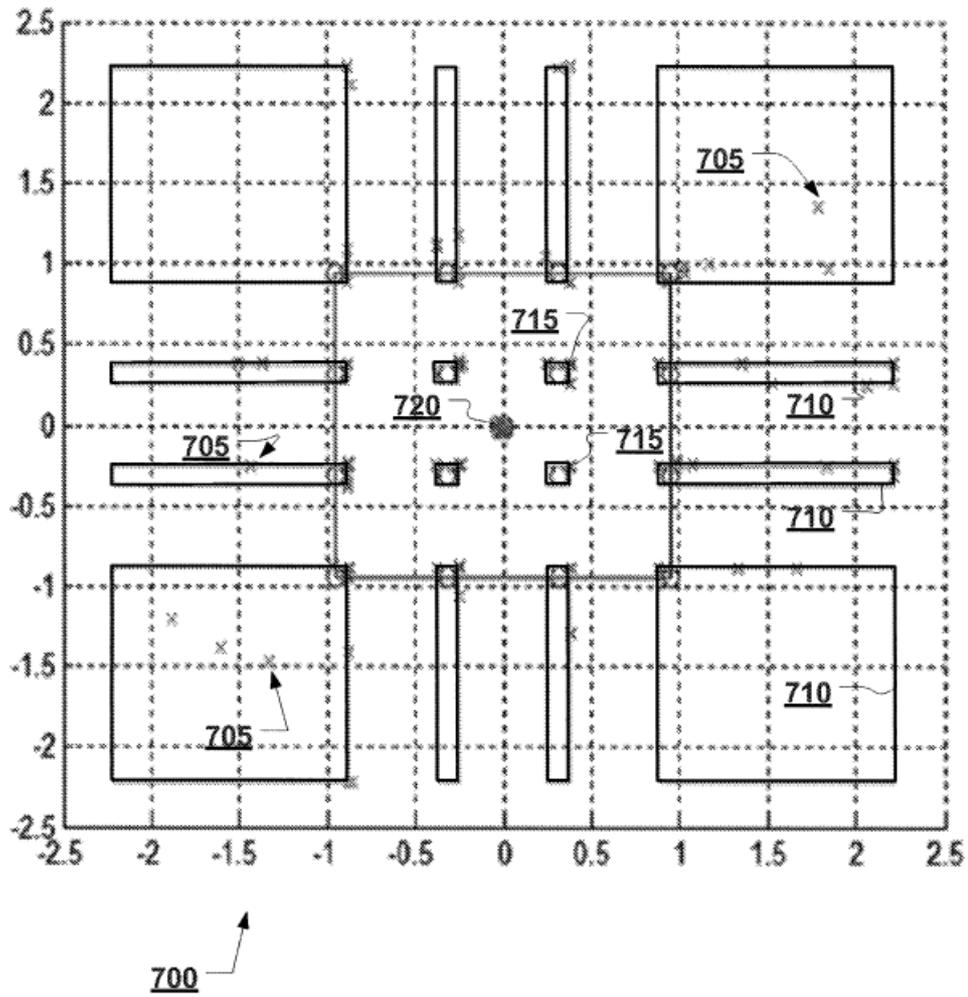


Figura 7

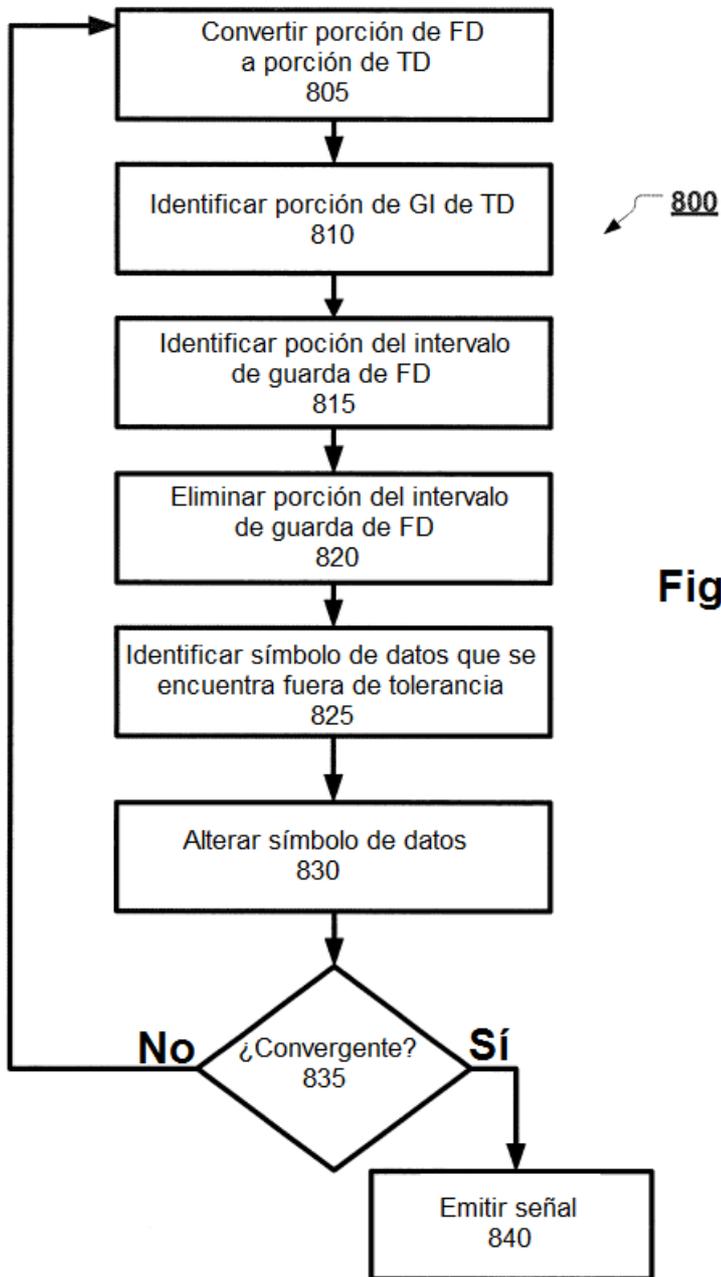


Figura 8

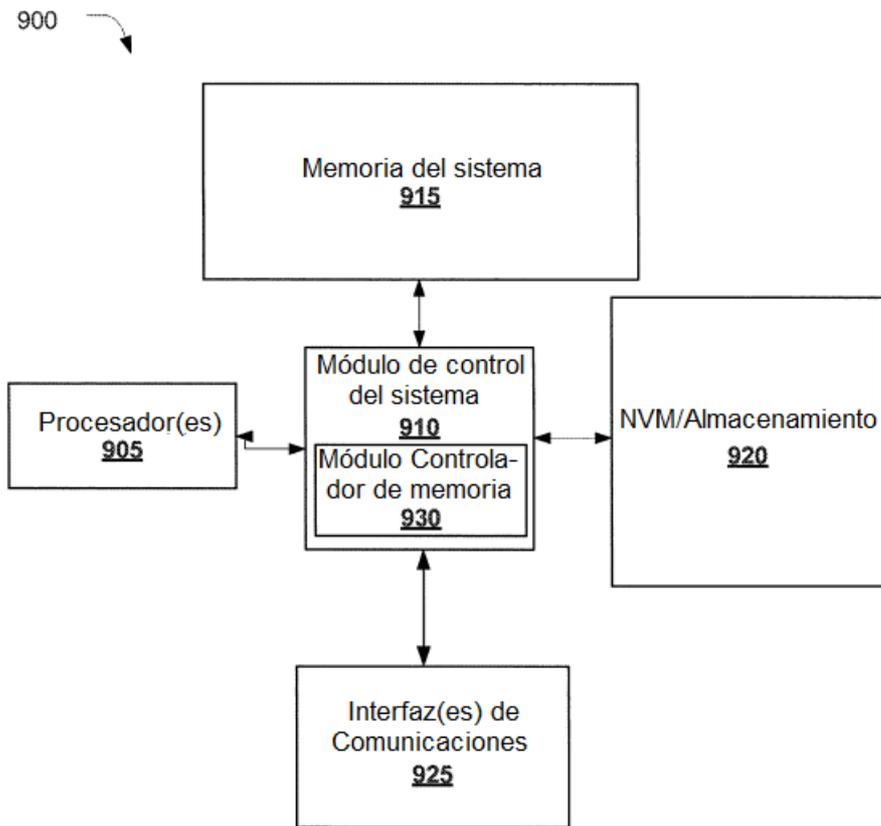


Figura 9