

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 059**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2011 PCT/IB2011/051901**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2011 WO11135545**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2011 E 11724294 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 2564536**

54 Título: **Sistema y método para la asignación de recursos de transmisión**

30 Prioridad:

27.04.2011 US 201113095313
29.04.2010 US 329195 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.01.2018

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

HAMMARWALL, DAVID y
JÖNGREN, GEORGE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 649 059 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

Sistema y método para la asignación de recursos de transmisión

Campo técnico de la invención

5 Esta descripción se refiere en general a la comunicación inalámbrica y, más particularmente, a la asignación de recursos para transmisiones de antena múltiple.

10 En la TS 36.212 del 3GPP V9.1.0 (2010-03), se describe la multiplexación y la codificación de canal para el E-UTRA. En particular, este documento especifica la codificación, la multiplexación y el mapeo de canales físicos para E-UTRA. Aquí, los datos de control llegan a la unidad de codificación en forma de información de calidad de canal CQI y/o PMI, HARQ-ACK e indicación de rango. Se logran diferentes tasas de codificación para la información de control asignando un número diferente de símbolos codificados para su transmisión. Cuando los datos de control se transmiten en el PUSCH, la codificación de canal para el HARQ-ACK, la indicación del rango y la información de calidad de canal se hacen de manera independiente.

Antecedentes de la invención

15 Las técnicas de transmisión de antena múltiple pueden aumentar significativamente las velocidades de datos y la fiabilidad de los sistemas de comunicación inalámbricos, especialmente en sistemas donde el transmisor y el receptor están ambos equipados con múltiples antenas para permitir la utilización de técnicas de transmisión de entrada múltiple salida múltiple (MIMO). Los estándares de comunicación avanzados como la Evolución a Largo Plazo (LTE) Avanzada utilizan técnicas de transmisión de MIMO que pueden permitir que los datos sean transmitidos sobre múltiples canales diferentes multiplexados espacialmente de manera simultánea, aumentado así significativamente el rendimiento de los datos.

20 Mientras que las técnicas de transmisión de MIMO pueden aumentar significativamente el rendimiento, tales técnicas pueden aumentar enormemente la complejidad de la gestión de los canales de radio. Además, muchas tecnologías de comunicación avanzadas, como LTE, se basan en una gran cantidad de señalización de control para optimizar la configuración de los dispositivos de transmisión y su utilización del canal de radio compartido. Debido a la cantidad aumentada de señalización de control en las tecnologías de comunicación avanzadas, es a menudo necesario para los datos de usuario y para la señalización de control compartir los recursos de transmisión. Por ejemplo, en sistemas de LTE, la señalización de control y los datos de usuario están, en determinadas situaciones, multiplexados por el equipo de usuario ("UE") para su transmisión sobre un canal físico compartido del enlace ascendente ("PUSCH").

30 Sin embargo, las soluciones convencionales para la asignación de recursos de transmisión están diseñadas para su utilización con esquemas de transmisión de capa única en los que solamente se transmite a la vez una única palabra de código de los datos de usuario. Como resultado, dichas soluciones de asignación de recursos no proporcionan una asignación óptima de los recursos de transmisión entre la información de control y los datos de usuario cuando se están utilizando técnicas de MIMO para transmitir datos en múltiples capas de manera simultánea.

35 Compendio de la invención

De acuerdo con la presente descripción, ciertas desventajas y problemas asociados con la comunicación inalámbrica han sido reducidos sustancialmente o eliminados. En particular, se describen ciertos dispositivos y técnicas para la asignación de recursos de transmisión entre la información de control y los datos de usuario.

40 De acuerdo con una realización de la presente descripción, un método para transmitir datos de manera inalámbrica utilizando una pluralidad de capas de transmisión incluye las características de la reivindicación 1.

De acuerdo con una realización de la presente descripción, un método para recibir datos de usuario y palabras de código de control transmitidas de manera inalámbrica sobre una pluralidad de capas de transmisión incluye las características de la reivindicación 7.

45 Realizaciones adicionales incluyen aparatos capaces de implementar los métodos anteriores y/o variaciones de los mismos, según las reivindicaciones 12 y 13.

50 Importantes ventajas técnicas de ciertas realizaciones de la presente invención incluyen reducir la sobrecarga asociada con la señalización de control de transmisión haciendo coincidir la asignación con la calidad del canal indicada por las cargas útiles de las palabras de código de datos. Otras ventajas de la presente invención serán fácilmente evidentes para un experto en la técnica a partir de las siguientes figuras, descripciones, y reivindicaciones. Además, si bien se han enumerado anteriormente ventajas específicas, varias realizaciones pueden incluir todas, alguna, o ninguna de las ventajas enumeradas.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción, tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

5 La FIGURA 1 es un diagrama de bloques funcional que ilustra una realización particular de un transmisor de antena múltiple;

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques funcional que ilustra una realización particular de un modulador de portadora que puede ser utilizado en el transmisor de la FIGURA 1;

La FIGURA 3 es un diagrama de bloques estructural que muestra los contenidos de una realización particular del transmisor;

10 La FIGURA 4 es un diagrama de flujo que detalla el funcionamiento de ejemplo de una realización particular del transmisor;

La FIGURA 5 es un diagrama de bloques estructural que muestra los contenidos de un nodo de red que es responsable de recibir y/o programar las transmisiones del transmisor;

15 La FIGURA 6 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de ejemplo de una realización particular del nodo de red de la FIGURA 5 en la recepción de las transmisiones desde el transmisor; y

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de ejemplo de una realización particular del nodo de red en la programación de las transmisiones del transmisor.

Descripción detallada de la invención

20 La FIGURA 1 es un diagrama de bloques funcional que ilustra una realización particular de un transmisor 100 de antena múltiple. En particular, la FIGURA 1 muestra un transmisor 100 configurado para multiplexar cierta señalización de control con datos de usuario para su transmisión sobre un único canal de radio. La realización ilustrada del transmisor 100 incluye un divisor 102, una pluralidad de entrelazadores 104 de canal, una pluralidad de codificadores 106, una pluralidad de moduladores 108 de símbolos, un mapeador 110 de capas, y un modulador 112 de portadora. El transmisor 100 asigna los recursos de transmisión a la señalización de control en múltiples capas de transmisión basándose en una estimación de la calidad del canal de radio sobre el que el transmisor 100 transmitirá. Como se describe más adelante, realizaciones particulares del transmisor 100 reducen la sobrecarga para la información de control transmitida utilizando una estimación de las cargas útiles de datos de múltiples capas y/o las palabras de código como una medida de la calidad de canal.

30 La señalización de control puede tener un impacto crítico en el funcionamiento de los sistemas de comunicación inalámbricos. Como se usa aquí, la “señalización de control” y la “información de control” se refieren a cualquier información comunicada entre componentes con el propósito de establecer la comunicación, a cualesquiera parámetros que sean utilizados por uno o ambos de los componentes en la comunicación entre sí (por ejemplo, parámetros relativos a la modulación, esquemas de codificación, configuraciones de antena), a cualquier información que indica la recepción o no recepción de transmisiones, y/o a cualquier otra forma de información de control. Por ejemplo, en los sistemas de LTE, la señalización de control en la dirección del enlace ascendente incluye, por ejemplo, Confirmaciones/Confirmaciones Negativas (ACK/NAKs) de Solicitud de Repetición Automática Híbrida (HARQ), indicadores de la matriz del codificador previo (PMIs), indicadores de rango (RIs), e indicadores de la calidad de canal (CQIs), que son todos utilizados por el eNodeB para obtener la confirmación de la recepción exitosa de los bloques de transporte o para mejorar el rendimiento de las transmisiones del enlace descendente. Aunque la señalización de control suele transmitirse en canales de control separados, como el canal físico de control del enlace ascendente (PUCCH) en LTE, puede ser beneficioso o necesario transmitir la señalización de control en el mismo canal como los otros datos.

45 Por ejemplo, en los sistemas de LTE, cuando una asignación periódica del PUCCH coincide con una concesión de programación para un equipo de usuario (UE) para transmitir datos de usuario, los datos de usuario y la señalización de control comparten los recursos de transmisión para preservar la propiedad de portadora única de la transformada discreta de Fourier, las técnicas de transmisión de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (DFTS-OFDM) de propagación utilizadas por los UEs de LTE. Además, cuando un UE recibe una concesión de programación para transmitir datos en el canal físico compartido del enlace ascendente (PUSCH), normalmente recibe información del eNodeB relacionada con las características del canal de propagación de radio del enlace ascendente y con otros parámetros que pueden utilizarse para mejorar la eficiencia de las transmisiones del PUSCH. Tal información puede incluir indicadores de la modulación y del esquema de codificación (MCS) así como, para UEs capaces de utilizar múltiples antenas de transmisión, PMIs o RIs. Como resultado, los UEs pueden ser capaces de utilizar esta información para optimizar las transmisiones del PUSCH para el canal de radio, incrementando así la cantidad de datos que pueden transmitirse para un conjunto dado de recursos de transmisión.

55 De este modo, multiplexando la señalización de control con los datos de usuario transmitidos en el PUSCH, un UE

puede soportar cargas útiles de control significativamente mayores que al transmitir la señalización de control por sí misma en el PUCCH.

Puede ser posible multiplexar la señalización de control y los datos de usuario simplemente dedicando una cantidad establecida de los recursos de transmisión en el dominio del tiempo para la información de control y luego realizar la modulación de portadora y la codificación previa de la señalización de control junto con los datos. De esta manera el control y los datos se multiplexan y transmiten en paralelo en todas las subportadoras. Por ejemplo, en la Versión 8 de LTE, los símbolos DFTS-OFDM están formados a partir de un número predeterminado de símbolos vectoriales de información. Como se usa aquí, un "símbolo vectorial" puede representar cualquier colección de información que incluye un elemento de información asociado con cada capa de transmisión sobre la que se va a transmitir la información. Asumiendo una longitud normal del prefijo cíclico, catorce de estos símbolos DFTS-OFDM pueden transmitirse en cada subtrama del enlace ascendente. Un número y una distribución predeterminados de estos símbolos se utilizan para transmitir varios tipos de señalización de control y los símbolos restantes se pueden utilizar para transmitir los datos de usuario.

Sin embargo, la cantidad de señalización de control a multiplexar en una transmisión de datos es normalmente mucho menor que la cantidad de datos de usuario. Además, dado que la señalización de control y los datos de usuario pueden cada uno estar asociados con diferentes requisitos de tasa de error de bloque, la señalización de control suele codificarse de manera separada y utilizando un esquema de codificación diferente de los datos de usuario. Por ejemplo, los datos de usuario suele codificarse con códigos turbo o códigos de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC) que son altamente eficientes para longitudes de bloque más largas (es decir, bloques más grandes de bits de información). La señalización de control que utiliza solamente una pequeña cantidad de bits de información, como la señalización de HARQ ACK/NAK o indicadores de rango, suele codificarse más eficientemente utilizando una codificación de bloque. Para la señalización de control de tamaño medio, como informes de CQI de mayor tamaño, un código convolucional (posiblemente con bits de cola) a menudo proporciona el mejor rendimiento. Por consiguiente, las asignaciones fijas o predeterminadas de los recursos de transmisión a la señalización de control y a los datos de usuario pueden conducir a un uso ineficiente de tales recursos, ya que la asignación óptima de recursos dependerá a menudo de numerosos factores, incluyendo la calidad de canal, el tipo de señalización de control, y otras consideraciones varias.

El uso de múltiples antenas de transmisión puede complicar aún más la asignación de los recursos de transmisión entre la señalización de control y los datos de usuario cuando los dos tipos de información se multiplexan juntos en un canal común. Cuando las técnicas de MIMO se utilizan para transmitir simultáneamente múltiples palabras de código de datos en paralelo, la señalización de control puede transmitirse en múltiples palabras de código diferentes y/o capas del esquema de transmisión. La asignación óptima de recursos en tales situaciones puede diferir de la asignación óptima bajo las mismas circunstancias cuando se utiliza una única antena de transmisión. Además, la técnica de antena múltiple utilizada para la señalización de control puede ser diferente de la utilizada para los datos de usuario. La señalización de control suele codificarse para una robustez máxima (por ejemplo, con máxima diversidad de transmisión) en lugar de para un rendimiento máximo. Por el contrario, los datos de usuario suelen combinarse con un mecanismo de retransmisión que permite técnicas de codificación de antena múltiple más agresivas para el rendimiento. De este modo, si el transmisor 100 tiene información que indica la carga útil soportada de los datos de usuario, el transmisor 100 puede no ser capaz de asumir que la carga útil soportada para la señalización de control es la misma cuando se determina la asignación óptima de los recursos de transmisión para la señalización de control. Por ejemplo, la eficiencia espectral máxima soportada de los datos de usuario codificados puede ser significativamente mayor que la eficiencia espectral máxima soportada de la señalización de control codificada.

De este modo, realizaciones particulares del transmisor 100 determinan una asignación de los recursos de transmisión a través de múltiples palabras de código y/o capas de transmisión para la señalización de control en un canal en el que se multiplexan la señalización de control y los datos de usuario. Más específicamente, realizaciones particulares del transmisor 100 utilizan las cargas útiles de datos de las múltiples capas o palabras de código para estimar la eficiencia espectral soportada por el esquema de codificación de multicapa que es utilizado actualmente por el transmisor 100 para la señalización de control. Basándose en esta eficiencia espectral estimada, el transmisor 100 puede entonces determinar la cantidad de recursos de transmisión (por ejemplo, el número de símbolos vectoriales) a utilizar para la señalización de control.

Volviendo a la realización de ejemplo ilustrada por la FIGURA 1, el transmisor 100, en funcionamiento, genera o recibe palabras de código de control y palabras de código de datos (representadas, en la FIGURA 1, por la palabra de código 120 de control y por las palabras de código 122a y 122b de datos, respectivamente) para su transmisión a un receptor sobre un canal de radio. Para permitir multiplexar las palabras de código 120 de control y de las palabras de código 122 de datos sobre un canal común, el divisor 102 divide la palabra de código 120 de control para su uso por los múltiples entrelazadores 104 de canal. El divisor 102 puede dividir la palabra de código 120 de control de cualquier manera adecuada entre los entrelazadores 104 de canal, emitiendo una copia completa o alguna parte adecuada en cada ruta de datos. Como un ejemplo, el divisor 102 puede dividir la palabra de código 120 de control para su uso en las múltiples rutas de datos replicando la palabra de código 120 de control en ambas rutas de datos, emitiendo una copia completa de la palabra de código 120 de control a cada entrelazados 104 de canal. Como otro

ejemplo, el divisor 102 puede dividir la palabra de código 120 de control realizando una conversión de serie a paralelo de la palabra de código 120 de control, emitiendo una parte única de la palabra de código 120 de control a cada entrelazador 104 de canal.

5 Los entrelazadores 104 de canal cada uno intercala una palabra de código 122 de datos con la palabra de código 120 de control (bien una copia completa de la palabra de código 120 de control, una parte particular de la palabra de código 120 de control, o una combinación de ambas, dependiendo de la configuración del divisor 102). Los entrelazadores 104 de canal pueden configurarse para intercalar las palabras de código 122 de datos y la palabra de código 120 de control de manera que el mapeador 110 de capas las mapeará a símbolos vectoriales de una manera deseada. Las salidas entrelazadas de los entrelazadores 104 de canal se codifican entonces por los codificadores 106 y se modulan por los moduladores 108 de símbolos.

10 Los símbolos emitidos por los moduladores 108 de símbolos se mapean a las capas de transmisión por el mapeador 110 de capas. El mapeador 110 de capas emite una serie de símbolos vectoriales 124 que se proporcionan al modulador 112 de portadora. Como un ejemplo, para realizaciones del transmisor 100 que soportan LTE, cada símbolo vectorial 124 puede representar un grupo asociado de símbolos de modulación que se van a transmitir simultáneamente en diferentes capas de transmisión. Cada símbolo de modulación en un símbolo vectorial 124 particular se asocia con una capa específica sobre la que será transmitido ese símbolo de modulación.

15 Después de que el mapeador 110 de capas mapee los símbolos recibidos en símbolos vectoriales 124, el modulador 112 de portadora modula la información de los símbolos vectoriales 124 resultantes en una pluralidad de señales de sub-portadora de radiofrecuencia (RF). Dependiendo de las tecnologías de comunicación soportadas por el transmisor 100, el modulador 112 de portadora puede también procesar los símbolos vectoriales 124 para prepararlos para su transmisión, como codificando previamente los símbolos vectoriales 124. El funcionamiento de una realización de ejemplo del modulador 112 de portadora para implementaciones de LTE se describe con mayor detalle a continuación con respecto a la FIGURA 2. Después de cualquier procesamiento adecuado, el modulador 112 de portadora transmite entonces las subportadoras moduladas sobre una pluralidad de antenas 114 de transmisión.

20 Como se ha explicado anteriormente, la asignación adecuada de los recursos de transmisión a la señalización de control y a los datos de usuario puede tener un impacto significativo en el rendimiento del transmisor 100. En realizaciones particulares, esta asignación de recursos de transmisión se refleja en el número de símbolos vectoriales 124 que el transmisor 100 utiliza para transmitir una palabra de código 120 de control particular. El transmisor 100 puede determinar el número de símbolos vectoriales 124 a utilizar para una palabra de código 120 de control particular basándose en una medida de la calidad del canal o alguna otra indicación de la probabilidad de que el receptor detectará erróneamente la palabra de código 120 de control después de ser transmitida sobre el canal de radio. En particular, ciertas realizaciones del transmisor 100 pueden utilizar la carga útil de datos de las múltiples capas o palabras de código que serán utilizadas para transmitir las palabras de código 120 de control (o un subconjunto de dichas capas/palabras de código) para estimar la eficiencia espectral actualmente soportada por el esquema de codificación multicapa a utilizar. En realizaciones particulares, el transmisor 100 determina una carga útil de datos para las múltiples capas o palabras de código basándose en la información incluida en una concesión de programación recibida por el transmisor. Dicha información puede incluir cualquier información adecuada de la que el transmisor 100 puede determinar directa o indirectamente la carga útil de datos a utilizar para las múltiples capas o palabras de código. Por ejemplo, el transmisor 100 puede recibir una concesión de programación que incluye una asignación total de recursos, una tasa de codificación, y un esquema de modulación, y puede determinar a partir de esta información, la carga útil de datos de las capas de transmisión que el transmisor 100 estará utilizando para la transmisión. Utilizando la carga útil determinada, el transmisor 100 puede entonces determinar una estimación de la eficiencia espectral para la asignación actual.

25 Basándose en esta estimación de la eficiencia espectral, el transmisor 100 puede determinar el número de símbolos vectoriales 124 a utilizar en la transmisión de las palabras de código 120 de control pertinentes. El transmisor 100 puede utilizar la carga útil de datos de las múltiples capas o palabras de código y/o la eficiencia espectral estimada para determinar el número de símbolos vectoriales 124 a asignar a la señalización de control (referida aquí como "símbolos vectoriales de control") de cualquier manera adecuada. Como un ejemplo, el transmisor 100 puede determinar el número de símbolos vectoriales 124 a asignar a la transmisión de las palabras de código 120 de control para un periodo de tiempo dado (asumido aquí, a modo de ilustración, como una subtrama) basándose, al menos en parte, en el valor (Q') resultante de la siguiente ecuación:

$$Q' = \min \left(\left[O \cdot f(\hat{Q}_{\text{data}} \cdot \sum_{i=0}^{C_{\text{cap}}-1} K_{0,i} \cdot 5 + \sum_{i=0}^{C_{\text{cap}}-1} K_{N_{\text{cap}}-1,i} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}) \right], Q'_{\text{max}} \right) \quad \text{Ecuación(1)}$$

donde O es el número de bits de información de las palabras de código 120 de control a transmitir para la subtrama (que también puede incluir bits de comprobación de redundancia cíclica (CRC) si se utiliza CRC por las palabras de

$$f(\hat{Q}_{data}, \sum_{r=0}^{C_{CW}-1} K_{0,r}, 5, \sum_{r=0}^{C_{CW}-1} K_{N_{CW}-1,r})$$

código 120 de control pertinentes), y es una función que, dada una estimación del número de símbolos vectoriales 124 que serán asignados a la transmisión de las palabras de código

122 de datos de usuario (\hat{Q}_{data}) (dichos símbolos vectoriales referidos aquí como “símbolos vectoriales de datos

$$\left(\sum_{r=0}^{C_{CW}-1} K_{0,r}\right)$$

de usuario”), mapea las cargas útiles de datos de cada una de las N_{CW} palabras de código 122 de datos de usuario en una estimación del número de símbolos vectoriales 124 a utilizar por cada bit de las palabras de código 120 de control a transmitir durante la subtrama.

Como se muestra por la Ecuación 1, el transmisor 100 puede utilizar un desfase que se puede configurar (β_{offset}^{PUSCH}) para escalar o ajustar de otro modo el número estimado de símbolos vectoriales 124 a utilizar para la

señalización de control. (Tener en cuenta que en este contexto hay una ambigüedad lineal entre $f(\cdot)$ y β_{offset}^{PUSCH} , en

que un escalamiento constante puede ser absorbido bien por $f(\cdot)$ o bien por β_{offset}^{PUSCH} ; es decir, el par

10 $[f(\cdot), \beta_{offset}^{PUSCH}]$, se considera equivalente al par $[\tilde{f}(\cdot), \tilde{\beta}_{offset}^{PUSCH}]$, donde $\tilde{f}(\cdot) = \frac{f(\cdot)}{c}$, y $\tilde{\beta}_{offset}^{PUSCH} = c \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}$.

). Además, como también se indica por la Ecuación 1, realizaciones particulares del transmisor 100 también puede utilizar un umbral máximo (Q'_{max}) para limitar la cantidad máxima de recursos de transmisión que se pueden asignar a las palabras de código 120 de control para la subtrama. Además, como se

15 indica por el operador $\lceil \cdot \rceil$ en la Ecuación 1, realizaciones particulares del transmisor 100 pueden redondear, truncar, o mapear de otro modo el número estimado (o escalado) de símbolos vectoriales 124 de control a un valor entero, tal como se muestra aplicando el operador de techo al valor escalado.

Como otro ejemplo de como el transmisor 100 puede realizar esta asignación de recursos, realizaciones particulares del transmisor 100 pueden utilizar una versión específica de la Ecuación 1 en la que el valor para la carga útil de datos por palabra de código 122 de datos en la anterior fórmula para $f(\cdot)$ se reemplaza por el número de bits de datos por capa. Es decir, el transmisor 100 puede determinar, para cada palabra de código 122 de datos a transmitir, el producto de la carga útil de datos para esa palabra de código 122 de datos y el número de capas sobre las que será transmitida la palabra de código 122 de datos pertinente. El transmisor 100 puede entonces sumar estos

$$\sum_{r=0}^{C_{CW}-1} K_{0,r}$$

productos y utilizar una versión de $f(\cdot)$ en la que se reemplaza por esta suma.

25 Como otro ejemplo de como el transmisor 100 puede realizar esta asignación de recursos, el transmisor 100 puede

estimar el número (\hat{Q}_{data}) de símbolos vectoriales 124 que serán asignados a la transmisión de las palabras de código 122 de datos asumiendo que todos los recursos de transmisión disponibles para la subtrama pertinente serán utilizados para transmitir las palabras de código 122 de control. De este modo, el transmisor 100 puede introducir un

valor de $\hat{Q}_{data} = M_{sc}^{PUSCH-symb} \cdot N_{symb}^{PUSCH-symb}$ en $f(\cdot)$, donde $M_{sc}^{PUSCH-initiat}$ es el número total de

30 subportadoras programadas para su uso por el transmisor 100 en la subtrama pertinente, y $N_{symb}^{PUSCH-initiat}$ es el número total de símbolos vectoriales 124 programados para su uso por el transmisor 100 en la transmisión tanto del control como de los datos en la subtrama pertinente. Si la transmisión en cuestión es una retransmisión de información transmitida previamente, la subtrama pertinente puede ser la subtrama en la que la transmisión fue

35 transmitida originalmente y los valores $M_{sc}^{PUSCH-initiat}$ y $N_{symb}^{PUSCH-initiat}$ pueden referirse a los recursos de transmisión asignados al transmisor 100 durante la subtrama en la que la información fue transmitida originalmente. En dichas realizaciones, el transmisor 100 sobreestima la cantidad de recursos que serán utilizados para transmitir las palabras de código 120 de control como una compensación para simplificar la determinación de la asignación.

Como otro ejemplo más, en algunas realizaciones, el transmisor 100 puede utilizar una versión específica de $f(\cdot)$ en la que $f(\cdot)$ es una función de la carga útil total de datos sumada sobre todas las palabras de código 122 de datos a transmitir durante la subtrama. Es decir:

$$f(\hat{Q}_{data}, \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{0,r}, S, \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{N_{CG}-1,r}) = f(\hat{Q}_{data}, \sum_{n=0}^{N_{CG}-1} \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{n,r}) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Utilizando esta versión de $f(\cdot)$, dichas realizaciones pueden proporcionar otra opción para simplificar la determinación de la asignación, pero el número estimado de símbolos vectoriales 124 puede reflejar la tasa total que se puede alcanzar para la transmisión de datos de usuario.

5 Como otro ejemplo de como el transmisor 100 puede implementar esta asignación de recursos, realizaciones particulares del transmisor 100 pueden utilizar otra versión de $f(\cdot)$, en la que:

$$f(\hat{Q}_{data}, \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{0,r}, S, \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{N_{CG}-1,r}) = \frac{\hat{Q}_{data}}{g\left(\sum_{n=0}^{N_{CG}-1} \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{n,r}\right)} \quad \text{Ecuación (3)}$$

donde $g(\cdot)$ es una función cuya dependencia de $\sum_{r=0}^{C_c-1} K_{0,r}, S, \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{N_{CG}-1,r}$ es dada por $\sum_{n=0}^{N_{CG}-1} \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{n,r}$. Por ejemplo, en realizaciones particulares:

$$g\left(\sum_{n=0}^{N_{CG}-1} \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{n,r}\right) = \sum_{n=0}^{N_{CG}-1} \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{n,r} \quad \text{Ecuación (4)}$$

10 Esta versión de $f(\cdot)$ puede proporcionar la ventaja de que la eficiencia espectral de los símbolos vectoriales 124 de control será proporcional a la eficiencia espectral de los símbolos vectoriales 124 de usuario. Este resultado puede ser particularmente útil cuando las palabras de código 120 de control se codifican utilizando un nivel similar de multiplexación espacial que las palabras de código 122 de datos.

Como otro ejemplo más, realizaciones particulares del transmisor 100 pueden utilizar una versión específica de $f(\cdot)$, en la que:

$$f(\hat{Q}_{data}, \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{0,r}, S, \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{N_{CG}-1,r}) = \max\left(\alpha \cdot \frac{\hat{Q}_{data}}{g\left(\sum_{n=0}^{N_{CG}-1} \sum_{r=0}^{C_c-1} K_{n,r}\right)}, f_{\min}\right) \quad \text{Ecuación (5)}$$

15 donde f_{\min} es un valor mínimo de $f(\cdot)$, y α es un parámetro de ajuste para un rendimiento mejorado. Esta versión de $f(\cdot)$ puede proporcionar la ventaja de que cuando la eficiencia espectral máxima del esquema de codificación de control multicapa es menor que la de los esquemas de codificación de datos, la eficiencia espectral en los símbolos vectoriales 124 de control se puede hacer saturar dentro de un nivel soportado. Como se muestra por la Ecuación (5), dichas realizaciones pueden utilizar un valor (α) para escalar la eficiencia espectral estimada basándose en consideraciones pertinentes. Por ejemplo, en realizaciones particulares, α es una función del rango de transmisión que el transmisor 100 utilizará para la transmisión — es decir, $\alpha = \alpha(r)$. De manera similar, en realizaciones particulares, α es una función del número total de capas sobre las que serán transmitidas las palabras de código de control justas. En realizaciones alternativas, sin embargo, α se establece a un valor de identificación — es decir, $\alpha = 1$.

25 Como otro ejemplo más, ciertas realizaciones del transmisor 100 hacen la determinación de la asignación de recursos basándose en una carga útil mínima por valor de capa. Por ejemplo, dichas realizaciones pueden utilizar una versión de $f(\cdot)$ tal que:

$$f(\hat{Q}_{data}, \sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{0,r}, 5, \sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{N_{CP}-1,r}) = f(\hat{Q}_{data}, \min(\frac{\sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{0,r}}{I_0}, 5, \frac{\sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{N_{CP}-1,r}}{I_{N_{CP}-1}})) \quad \text{Ecuación (6)}$$

donde I_k es el número de capas en las que se mapea la palabra de código k . Algunas de dichas realizaciones pueden utilizar una versión específica de $f(\cdot)$ tal que:

$$f(\hat{Q}_{data}, \sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{0,r}, 5, \sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{N_{CP}-1,r}) = \frac{\hat{Q}_{data}}{\min(\frac{\sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{0,r}}{I_0}, 5, \frac{\sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{N_{CP}-1,r}}{I_{N_{CP}-1}}) \cdot \sum_{k=0}^{N_{CP}-1} I_k} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Utilizar la carga útil mínima por capa para determinar la asignación de recursos proporciona el beneficio de una mayor robustez, ya que la eficiencia espectral para la señalización de control se corresponde con la eficiencia espectral de la capa más débil para la transmisión de datos de usuario.

Además, ciertas realizaciones del transmisor 100 determinan la asignación de recursos basándose solamente en las cargas útiles de un subconjunto de palabras de código 122 de datos de usuario. Por ejemplo, en realizaciones particulares, $f(\cdot)$ se expresa como

$$f(\hat{Q}_{data}, \sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{0,r}, 5, \sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{N_{CP}-1,r}) = f(\hat{Q}_{data}, \sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{S(0),r}, 5, \sum_{r=0}^{C_{cp}-1} K_{S(|S|-1),r}) \quad \text{Ecuación (8)}$$

donde S denota un conjunto de índices de palabras de código y $|S|$ denota el número de elementos en S , y $S(0), 5, S(|S|-1)$ es una enumeración de los elementos en S . Utilizar solamente un subconjunto de las palabras de código para determinar la asignación de recursos puede ser beneficioso cuando la señalización de control se mapea solamente a un subconjunto de las capas de transmisión, correspondiente a las palabras de código de datos indicadas por S .

De este modo, el transmisor 100 puede proporcionar técnicas de asignación de recursos mejoradas en una variedad de formas diferentes. Utilizando estas técnicas de asignación de recursos, ciertas realizaciones del transmisor 100 pueden ser capaces de igualar la asignación de recursos de transmisión de la señalización de control a la calidad del canal de radio pertinente y de tener en cuenta el uso de múltiples palabras de código o capas para hacer la asignación. Como resultado, dichas realizaciones pueden reducir la cantidad de sobrecarga utilizada para transmitir la señalización de control cuando la señalización de control se multiplexa con los datos de usuario. Por consiguiente, ciertas realizaciones del transmisor 100 pueden proporcionar múltiples beneficios operacionales. Realizaciones específicas, sin embargo, pueden proporcionar, alguno, ninguno, o todos de estos beneficios.

Aunque la descripción anterior se centra en la implementación de las técnicas de asignación de recursos descritas en un transmisor, los conceptos anteriores también pueden aplicarse en un receptor. Por ejemplo, cuando se descodifican transmisiones recibidas del transmisor 100, un receptor puede utilizar ciertos aspectos de las técnicas descritas para estimar la cantidad de recursos de transmisión que han sido asignados a la señalización de control. Además, los conceptos descritos pueden ser aplicados con el propósito de programar la utilización de los recursos de transmisión en sistemas de comunicación inalámbricos que utilizan gestión centralizada de recursos. Por ejemplo, un eNodo B puede utilizar ciertos aspectos de las técnicas descritas para estimar la cantidad de recursos de transmisión que un UE que incorpora el transmisor 100 asignará a la señalización de control para un período de tiempo dado o para una cantidad dada de datos transmitidos. Basándose en esta estimación, el eNodo B puede determinar un número adecuado de recursos de transmisión a programar para su uso por el UE pertinente. Las FIGURAS 5-7 describen con mayor detalle los contenidos y el funcionamiento de dispositivos de ejemplo capaces de realizar tal recepción y/o programación. Además, aunque la descripción aquí se centra en la implementación de las técnicas de asignación de recursos descritas en redes de comunicación inalámbricas que soportan LTE, las técnicas de asignación de recursos descritas pueden utilizarse conjuntamente con cualesquiera tecnologías de comunicación adecuadas incluyendo, pero no limitado a LTE, Acceso de Paquetes de Alta Velocidad superior (HSPA+), e Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX).

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques funcional que muestra con mayor detalle el funcionamiento de una realización particular del modulador 112 de portadora. En particular, la FIGURA 2 ilustra una realización del modulador 112 de portadora que podría ser utilizado por una realización del transmisor 100 que utiliza DFTS-OFDM

como se requiere para las transmisiones del enlace ascendente en LTE. Realizaciones alternativas pueden configurarse para soportar cualquier otro tipo adecuado de modulación de portadora. La realización ilustrada del modulador 112 de portadora incluye una DFT 202, un codificador previo 204, una DFT inversa (IDFT) 206, y una pluralidad de amplificadores 208 de potencia (PAs).

- 5 El modulador 112 de portadora recibe los símbolos vectoriales 124 emitidos por el mapeador 110 de capas. Tal como se reciben por el modulador 112 de portadora, los símbolos vectoriales 124 representan cantidades del dominio del tiempo. La DFT 202 mapea los símbolos vectoriales 124 al dominio de la frecuencia. La versión del dominio de la frecuencia de los símbolos vectoriales 124 es entonces codificada previamente de manera lineal por el codificador previo 204 utilizando una matriz de codificación previa, \mathbf{W} , que es $(N_T \times r)$ en tamaño, donde N_T representa el número de antenas 114 de transmisión a utilizar por el transmisor 100 y r representa el número de capas de transmisión que serán utilizadas por el transmisor 100. Esta matriz del codificador previo combina y mapea los r flujos de información en N_T flujos codificados previamente. El codificador previo 204 genera entonces un conjunto de vectores de transmisión del dominio de la frecuencia mapeando estos símbolos del dominio de la frecuencia codificados previamente en un conjunto de subportadoras que han sido asignadas a la transmisión.
- 10
- 15 Los vectores de transmisión del dominio de la frecuencia se convierten entonces de nuevo al dominio del tiempo por la IDTF 206. En realizaciones particulares, la IDTF 206 también aplica un prefijo cíclico (CP) a los vectores de transmisión del dominio del tiempo resultantes. Los vectores de transmisión del dominio del tiempo son entonces amplificados por los amplificadores 208 de potencia y emitidos desde el modulador 112 de portadora a las antenas 114, que son utilizadas por el transmisor 100 para transmitir los vectores de transmisión del dominio del tiempo sobre un canal de radio a un receptor.
- 20

La FIGURA 3 es un diagrama de bloques estructural que muestra con mayor detalle los contenidos de una realización particular del transmisor 100. El transmisor 100 puede representar cualquier dispositivo adecuado capaz de implementar las técnicas de asignación de recursos descritas en la comunicación inalámbrica. Por ejemplo, en realizaciones particulares, el transmisor 100 representa un terminal inalámbrico, como un equipo de usuario (UE) de LTE. Como se muestra en la FIGURA 3, la realización ilustrada del transmisor 100 incluye un procesador 310, una memoria 320, un transceptor 330, y una pluralidad de antenas 114.

25

El procesador 310 puede representar o incluir cualquier forma de componente de procesamiento, incluyendo microprocesadores dedicados, ordenadores de propósito general, u otros dispositivos capaces de procesar información electrónica. Ejemplos de procesador 310 incluyen matrices de puertas programables de campo (FPGAs), microprocesadores programables, procesadores de señal digital (DSPs), circuitos integrados específicos de aplicación (ASICs), y cualesquiera otros procesadores de propósito específico - o general - adecuados. Aunque la FIGURA 3 ilustra, por el bien de la simplicidad, una realización del transmisor 100 que incluye un único procesador 310, el transmisor 100 puede incluir cualquier número de procesadores 310 configurados para operar entre sí de cualquier manera adecuada. En realizaciones particulares, algunas o todas de las funcionalidades descritas anteriormente con respecto a las FIGURAS 1 y 2 pueden ser implementadas por el procesador 310 ejecutando instrucciones y/o funcionando de acuerdo con su lógica cableada.

30

35

La memoria 320 almacena instrucciones del procesador, parámetros de ecuación, asignaciones de recursos, y/o cualquier otro dato utilizado por el transmisor 320 durante el funcionamiento. La memoria 320 puede comprender cualquier colección y disposición de dispositivos volátiles o no volátiles, locales o remotos adecuados para almacenar datos, como la memoria de acceso aleatorio (RAM), la memoria de solo lectura (ROM), el almacenamiento magnético, el almacenamiento óptico, o cualquier otro tipo adecuado de componentes de almacenamiento de datos. Aunque mostrado como un único elemento en la FIGURA 3, la memoria 320 puede incluir uno o más componentes físicos locales a o remotos del transmisor 100.

40

El transceptor 330 transmite y recibe señales de RF sobre las antenas 340a-d. El transceptor 330 puede representar cualquier forma adecuada de transceptor de RF. Aunque la realización de ejemplo en la FIGURA 3 incluye un cierto número de antenas 340, realizaciones alternativas del transmisor 100 pueden incluir cualquier número adecuado de antenas 340. Además, en realizaciones particulares, el transceptor 330 puede representar, en su totalidad o en parte, una parte del procesador 310.

45

La FIGURA 4 es un diagrama de flujo que detalla el funcionamiento de ejemplo de una realización particular del transmisor 100. En particular, la FIGURA 4 ilustra el funcionamiento de una realización del transmisor 100 en la asignación de los recursos de transmisión a la transmisión de las palabras de código 120 de control. Los pasos ilustrados en la FIGURA 4 pueden ser combinados, modificados, o borrados donde corresponda. También pueden añadirse pasos adicionales al funcionamiento de ejemplo. Además, los pasos descritos pueden realizarse en cualquier orden adecuado.

50

El funcionamiento comienza en el paso 402 con el transmisor 100 estimando un número (Q_{data}) de símbolos vectoriales 124 a asignar a la transmisión de las palabras de código 122 de datos de usuario durante un subtrama. Como se expuso anteriormente, el transmisor 100 puede estimar el número de símbolos vectoriales 124 a asignar a

55

las palabras de código 122 de datos de usuario de cualquier manera adecuada incluyendo, pero no limitado a, la utilización de cualquiera de las formulaciones de Q_{data} expuestas anteriormente.

En algunas realizaciones, el transmisor 100 puede estimar el número de símbolos vectoriales 124 a asignar a las palabras de código 122 de datos de usuario suponiendo que todos los recursos de transmisión programados para su uso por el transmisor 100 (por ejemplo, basándose en una concesión de programación recibida por el transmisor 100) durante la subtrama pertinente serán utilizados para transmitir las palabras de código 122 de datos de usuario. De este modo, como parte del paso 404, el transmisor 100 puede multiplicar un número total de subportadoras

asignadas al transmisor 100 (por ejemplo, $M_{sc}^{PUSCH-initial}$ en ciertas realizaciones de LTE) programadas para su uso por el transmisor 100 en la subtrama pertinente, y un número total de símbolos vectoriales asignados al

transmisor 100 (por ejemplo, $N_{sc}^{PUSCH-initial}$) para determinar la capacidad total asignada al transmisor 100 para la subtrama pertinente. Si la transmisión en cuestión es una retransmisión de información transmitida previamente, los valores pertinentes pueden referirse a los recursos de transmisión totales asignados al transmisor 100 durante la subtrama en la que la información fue transmitida originalmente. El transmisor 100 puede entonces utilizar el producto resultante como una estimación del número de símbolos vectoriales 124 a asignar a las palabras de código 122 de datos de usuario, para que coincida el número de bits en las palabras de código de datos, que generalmente se programaron con el número original de símbolos vectoriales asignados en mente.

En el paso 406, el transmisor 100 determina un número de bits en una pluralidad de las palabras de código 122 de datos de usuario a transmitir durante la subtrama. En realizaciones particulares, las palabras de código 122 de datos de usuario pueden incluir bits de CRC, y el transmisor 100 puede considerar estos bits de CRC cuando cuenta los bits en las palabras de código 122 de datos de usuario pertinentes. Además, en realizaciones particulares, la pluralidad de palabras de código de datos de usuario contadas por el transmisor 100 puede representar todas las palabras de código 122 de datos de usuario a transmitir durante la subtrama. En realizaciones alternativas, sin embargo, esta pluralidad de palabras de código 122 de datos de usuario representa solamente un subconjunto del número total de palabras de código 122 de datos de usuario a transmitir durante la subtrama, por ejemplo, según lo indicado por la Ecuación (8) anteriormente. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, el transmisor 100 puede determinar el número de bits en el paso 406 basándose solamente en las palabras de código 122 de datos de usuario a transmitir en ciertas capas de transmisión. De este modo, en dichas realizaciones, el transmisor 100 puede, como parte del paso 406, identificar las capas de transmisión sobre las que el transmisor 100 transmitirá las palabras de código 120 de control durante la subtrama y determinar entonces el número total de bits solamente en aquellas palabras de código 122 de datos de usuario que se van a transmitir sobre las capas de transmisión identificadas.

El transmisor 100 calcula entonces un número de símbolos vectoriales 124 para asignar a la señalización de control basándose, al menos en parte, en el número estimado de símbolos vectoriales 124 y en el número determinado de bits. Como se señaló anteriormente, el transmisor 100 puede considerar también otros valores adecuados al hacer este cálculo, como el número de capas de transmisión a utilizar (por ejemplo, como se muestra por las Ecuaciones (6) y (7) anteriormente).

Un ejemplo de cómo realizaciones particulares del transmisor 100 pueden realizar este cálculo se muestra en los pasos 408-412 en la FIGURA 4. Específicamente, en esta realización de ejemplo, el transmisor 100, en el paso 408, determina un número nominal de símbolos vectoriales 124 para asignar a la información de control basándose, al menos en parte, en el número estimado de símbolos vectoriales asignados a las palabras de código 122 de datos de usuario y en el número determinado de bits en las palabras de código 120 de control a transmitir. En realizaciones particulares, el transmisor 100 puede también multiplicar este número nominal por un valor de desfase (por ejemplo,

β_{offset} en realizaciones de LTE) como parte del cálculo de un número final de símbolos vectoriales 124 a asignar a la señalización de control, como se muestra en el paso 410. En realizaciones particulares, el transmisor 100 puede también comparar el número nominal de símbolos vectoriales de control (o el número nominal como escalado por cualquier valor de desfase) con un número mínimo de símbolos vectoriales 124 de control que el transmisor 100 está configurado para utilizar en la transmisión de las palabras de código 120 de control en el paso 412. Este número mínimo de símbolos vectoriales 124 de control puede ser un umbral mínimo genérico aplicado a todas las transmisiones de la palabra de código 120 de control o puede ser un mínimo determinado por el transmisor 100 para esta transmisión específica (por ejemplo, basándose en la carga útil de las palabras de código 120 de control a transmitir). El transmisor 100 puede realizar de manera adicional cualquier procesamiento posterior adecuado al número de símbolos vectoriales, como convertir el número a un valor entero (por ejemplo, aplicando una operación de techo) o reducir el valor nominal para satisfacer un máximo de asignación permitido para la señalización de control, como se muestra en el paso 414. El transmisor 100 puede entonces utilizar la salida de estos pasos (y de cualquier procesamiento posterior adicional) como el número final de símbolos vectoriales 124 a asignar a la señalización de control. Alternativa o adicionalmente, el transmisor 100 puede procesar cualquiera de las entradas utilizadas para determinar que la asignación (por ejemplo, una eficiencia espectral estimada para los datos de usuario) resultante a un número calculado para los símbolos vectoriales de control es de una forma adecuada (por ejemplo, un valor entero) o dentro de un rango particular.

Después de determinar el número final de símbolos vectoriales 124 a asignar a la señalización de control, el transmisor 100 mapea entonces las palabras de código 120 de control disponibles para su transmisión al número calculado de símbolos vectoriales 124 en el paso 416. El transmisor 100 puede realizar cualquier procesamiento adecuado de los símbolos vectoriales 124 de control para permitir la transmisión de los símbolos vectoriales 124 de control a un receptor en comunicación con el transmisor 100 incluyendo, por ejemplo, el procesamiento descrito anteriormente con respecto a la FIGURA 2. Después de completar cualquier procesamiento adecuado de los símbolos vectoriales 124, el transmisor 100 transmite entonces los símbolos vectoriales 124 de control sobre una pluralidad de capas de transmisión utilizando la pluralidad de antenas 114 en el paso 418. El funcionamiento del transmisor 100 con respecto a la transmisión de estas palabras de código 120 de control particulares puede entonces terminar como se muestra en la FIGURA 4.

La FIGURA 5 es un diagrama de bloques estructural que muestra los contenidos de un nodo 500 de red que puede servir como un receptor para las palabras de código 120 de control transmitidas por el transmisor 100 y/o que puede servir como un programador para programar la transmisión de las palabras de código 120 de control por el transmisor 100. Como se señaló anteriormente, las técnicas de asignación de recursos descritas también pueden ser utilizadas por dispositivos en la decodificación de las transmisiones recibidas del transmisor 100 o en la determinación de la cantidad adecuada de recursos de transmisión a programar para su uso por el transmisor 100 en una subtrama dada. Por ejemplo, en realizaciones particulares, el transmisor 100 puede representar un terminal inalámbrico (como un UE de LTE) y el nodo 500 de red puede representar un elemento de una red de acceso vía radio que recibe la transmisión del enlace ascendente del terminal inalámbrico o que es responsable de programar la utilización de los recursos de transmisión del terminal inalámbrico (como un eNodoB de LTE).

Como se muestra en la FIGURA 5, la realización ilustrada del nodo 500 de red incluye un procesador 510, una memoria 520, un transceptor 530, y una pluralidad de antenas 540a-d. El procesador 510, la memoria 520, el transceptor 530, y las antenas 540 pueden representar elementos idénticos o análogos a los elementos de nombre similar de la FIGURA 3. En realizaciones particulares del nodo 500 de red, algunas o todas de las funcionalidades del nodo 500 de red descritas a continuación con respecto a las FIGURAS 6 y 7 pueden ser implementadas por el procesador 510 ejecutando las instrucciones y/o funcionando de acuerdo con su lógica cableada.

La FIGURA 6 es un diagrama de flujo que detalla el funcionamiento de ejemplo de una realización particular del nodo 500 de red. En particular, la FIGURA 6 ilustra el funcionamiento de una realización del nodo 500 de red en la recepción y descodificación de las palabras de código 120 de control recibidas del transmisor 100. Los pasos ilustrados en la FIGURA 6 pueden ser combinados, modificados, o borrados donde corresponda. También pueden añadirse pasos adicionales al funcionamiento de ejemplo. Además, los pasos descritos pueden realizarse en cualquier orden adecuado.

El funcionamiento del nodo 500 de red comienza en el paso 602 con el nodo 500 de red recibiendo una pluralidad de símbolos vectoriales 124 del transmisor 100. Con el fin de descodificar los símbolos vectoriales 124, el nodo 500 de red puede necesitar determinar la manera en la que el transmisor 100 asignaba estos símbolos vectoriales 124 entre la señalización de control y los datos de usuario. Como resultado, el nodo 500 de red puede determinar el número de símbolos vectoriales 124 recibidos que el transmisor 100 utilizó para transmitir las palabras de código 120 de control.

Para descodificar adecuadamente los símbolos vectoriales 124 recibidos, el nodo 500 de red puede necesitar seguir el mismo o un procedimiento análogo al que el transmisor 100 utilizó para determinar la asignación de recursos en el lado de la transmisión. De este modo, dependiendo de la configuración del transmisor 100 pertinente, el nodo 500 de red puede configurarse para determinar el número de símbolos vectoriales 124 asignados a las palabras de código 120 de control (referidas aquí como "símbolos vectoriales de control") utilizando cualquiera de las técnicas descritas anteriormente. Un ejemplo de este proceso para la realización de ejemplo se muestra en los pasos 604-616 de la FIGURA 6. En particular, la FIGURA 6 describe el funcionamiento de una realización del nodo 500 de red que se comunica con el transmisor 100 descrito por las FIGURAS 1-3. De este modo, el nodo 500 de red realiza los pasos 604-616 de una manera similar o análoga a la descrita anteriormente para los pasos con la misma leyenda en la FIGURA 4.

Después de que el nodo 500 de red haya determinado el número final de símbolos vectoriales 124 que el transmisor 100 asignó a las palabras de código 120 de control, el nodo 500 de red descodifica los símbolos vectoriales 124 recibidos basándose en este número en el paso 618. Por ejemplo, el nodo 500 de red puede utilizar esta información para determinar cuáles de los símbolos vectoriales 124 recibidos transportan las palabras de código 120 de control y cuáles transportan las palabras de código 122 de datos de usuario. Si el transmisor 100 ha codificado la señalización de control y los datos de usuario utilizando diferentes esquemas de codificación, el nodo 500 de red puede entonces aplicar un esquema de codificación diferente a los dos tipos de símbolos vectoriales 124. El funcionamiento del nodo 500 de red con respecto a la descodificación de los símbolos vectoriales recibidos puede entonces terminar como se muestra en la FIGURA 6.

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo que detalla el funcionamiento de ejemplo de una realización particular del nodo 500 de red responsable de programar el uso de los recursos de transmisión por el transmisor 100. Los pasos ilustrados en la FIGURA 7 pueden ser combinados, modificados, o borrados donde corresponda. También pueden

añadirse pasos adicionales al funcionamiento de ejemplo. Además, los pasos descritos pueden realizarse en cualquier orden adecuado.

En la FIGURA 7, el funcionamiento del nodo 500 de red comienza en el paso 702 con el nodo 500 de red recibiendo una solicitud de recursos de transmisión del transmisor 100. Esta solicitud puede representar cualquier información adecuada que indica que el nodo 500 de red tiene información, incluyendo una o ambas de la señalización de control y de los datos de usuario, para transmitir en un área geográfica servida por el nodo 500 de red. En realizaciones particulares, el nodo 500 de red puede representar un eNodoB de LTE y esta solicitud puede representar una solicitud de programación transmitida por el transmisor 100 en el PUCCH. Además, el nodo 500 de red puede poseer información sobre las transmisiones que se espera que el transmisor 100 haga durante la subtrama pertinente. Por ejemplo, en la subtrama pertinente, el transmisor puede esperar una transmisión de ACK/NACK de HARQ del transmisor 100 que responde a una transmisión previa del nodo 500 de red. Alternativa o adicionalmente, en realizaciones particulares, la solicitud de programación recibida por el nodo 500 de red puede indicar la cantidad y/o el tipo de información que el transmisor 100 pretende transmitir.

En respuesta a la recepción de la solicitud, el nodo 500 de red puede determinar una asignación de recursos de transmisión a conceder al transmisor 100 para su uso en la transmisión de la transmisión solicitada. Para determinar esta asignación, el nodo 500 de red puede determinar la cantidad de información de control y de datos de usuario que el nodo 500 de red espera que transmita el transmisor 100 junto con la solicitud. El nodo 500 de red puede determinar estas cantidades basándose en información incluida en la propia solicitud, en información mantenida de manera local por el propio nodo 500 de red (por ejemplo, información sobre las transmisiones de información de control esperadas), y/o en información recibida de cualquier otra fuente adecuada.

Además, en realizaciones particulares, el nodo 500 de red determina esta asignación general basándose en la suposición de que el transmisor 100 determinará una asignación para los símbolos vectoriales de control para la transmisión solicitada basándose en las técnicas descritas anteriormente. De este modo, el nodo 500 de red puede también utilizar las técnicas anteriores para garantizar una cantidad adecuada de recursos de transmisión al transmisor 100 para la transmisión solicitada. Debido a que las técnicas anteriores pueden implicar que el transmisor 100 determine una asignación de los símbolos vectoriales de control que depende en parte de la asignación de los símbolos vectoriales de los datos de usuario, el nodo 500 de red puede del mismo modo estimar la asignación de control basándose en una asignación de estimación para los datos de usuario. Esto puede dar como resultado que el nodo 500 de red determine una asignación total para el transmisor 100 comprendida de una asignación de datos de usuario y de una asignación de información de control, que a su vez depende de la asignación de datos de usuario. De este modo, en realizaciones particulares, el nodo 500 de red puede determinar la asignación total de manera recursiva. Un ejemplo de esto se muestra en el paso 704 de la FIGURA 7.

En el paso 704, el nodo de red determina un rango de transmisión, un número total de símbolos vectoriales a utilizar por el transmisor 100 para la transmisión solicitada, y un número de bits de datos de usuario a transportar por cada una de una pluralidad de palabras de código de datos a transmitir como parte de la transmisión solicitada. En realizaciones particulares, la determinación del rango de transmisión, del número total de símbolos vectoriales, y del número de bits transportados por cada palabra de código de datos cuenta para un número estimado de símbolos vectoriales de control que resultarán de esta determinación. De este modo, como parte del paso 704, el nodo 500 de red puede determinar el número estimado de símbolos vectoriales de control estimando el número de símbolos vectoriales de datos de usuario a utilizar en la transmisión de las palabras de código de datos de usuario, estimar el número de bits en las palabras de código 120 de control a transmitir, y calcular el número de símbolos vectoriales de control basándose en el número estimado de símbolos vectoriales de datos de usuario, en el número estimado de bits en las palabras de código 120 de control, y en el número de bits de datos de usuario a transportar por cada una de las palabras de código de datos de usuario.

Dependiendo de la configuración del transmisor 100, el nodo 500 de red puede procesar el número estimado de símbolos vectoriales de control de una manera adecuada como se ha descrito anteriormente antes de utilizar el valor para hacer la determinación del paso 704. Por ejemplo, el nodo 500 de red puede calcular un número nominal de símbolos vectoriales de control basándose en el número estimado de símbolos vectoriales de datos, en el número estimado de bits de las palabras de código 120 de control, y en el número de bits de datos de usuario a transportar por cada una de las palabras de código de datos de usuario. El nodo 500 de red puede entonces escalar este número nominal por un desfase, incrementar el número nominal para satisfacer un número mínimo, aplicar una operación de techo al nominal, y/o realizar cualquier otro procesamiento adecuado al número nominal para calcular el número estimado final de símbolos vectoriales de control.

El nodo 500 de red utilizar entonces esta determinación en respuesta a la solicitud enviada por el transmisor 100. En realizaciones particulares, si el nodo 500 de red decide conceder la solicitud, el nodo 500 de red puede comunicar aspectos de la asignación determinada al transmisor 100. Por lo tanto, en realizaciones particulares, el nodo 500 de red puede responder a la solicitud generando una respuesta particular (por ejemplo, una concesión de programación) a la solicitud basándose en la asignación determinada y transmitir la respuesta al transmisor 100, como se muestra en los pasos 706-708 de la FIGURA 7. Por ejemplo, en ciertas realizaciones de LTE, el nodo 500 de red puede generar una concesión de programación que incluye información que indica el rango de transmisión determinado, el número total determinado de símbolos vectoriales, y el número de bits a utilizar por cada palabra de

código de datos y enviar esta concesión de programación al transmisor 100. Alternativa o adicionalmente, el nodo 500 de red puede utilizar la asignación determinada para decidir si concede la solicitud o para decidir cómo priorizar la solicitud. El funcionamiento del nodo 500 de red con respecto a la programación del transmisor 100 para esta subtrama puede entonces terminar como se muestra en la FIGURA 7.

- 5 Aunque la presente invención se ha descrito con varias realizaciones, una infinidad de cambios, variaciones, alteraciones, transformaciones, y modificaciones pueden sugerirse a un experto en la técnica, y se pretende que la presente invención abarque dichos cambios, variaciones, alteraciones, transformaciones, y modificaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para transmitir de manera inalámbrica datos de usuario e información de control utilizando múltiples capas de transmisión en un esquema de transmisión de MIMO, que comprende:
- 5 recibir las palabras de código (120) de control y las palabras de código (122A, 122B) de datos de usuario para su transmisión sobre un canal de MIMO;
- codificar las palabras de código (120) de control y las palabras de código (122A, 122B) de datos de usuario por los codificadores (106A, 106B) produciendo así salidas codificadas;
- modular las salidas codificadas por los moduladores (108A, 108B) de símbolos produciendo así salidas moduladas;
- 10 mapear las salidas moduladas a las capas de transmisión del esquema de transmisión de MIMO para la salida de una serie de símbolos vectoriales (124) a un modulador (112) de portadora, en donde cada símbolo vectorial (124) representa un grupo asociado de símbolos de modulación que son transmitidos simultáneamente en diferentes capas de transmisión y cada símbolo de transmisión en un símbolo vectorial (124) está asociado con una capa de transmisión sobre la que será transmitido el símbolo (124) de modulación;
- que comprende
- 15 estimar un número de símbolos vectoriales (124) a asignar a la transmisión de una pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario durante una subtrama;
- determinar un número de bits en la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario a transmitir durante la subtrama;
- 20 calcular un número de símbolos vectoriales (124) de control a asignar a la información de control basándose, al menos en parte, en el número estimado de símbolos vectoriales (124) y en el número determinado de bits;
- mapear una o más palabras de código (120) de control al número calculado de símbolos vectoriales (124) de control, en donde una o más palabras de código (120) de control comprenden la información de control codificada; y
- transmitir los símbolos vectoriales (124) que transportan la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario y de palabras de código (120) de control sobre las múltiples capas de transmisión durante la subtrama.
- 25 2. El método de la Reivindicación 1, en donde la determinación del número de bits en la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario comprende:
- identificar las capas de transmisión sobre las que serán transmitidas las palabras de código (120) de control durante la subtrama; y
- 30 calcular un número total de bits en un subconjunto de las palabras de código (122) de datos de usuario que serán transmitidos sobre las capas de transmisión identificadas.
3. El método de la Reivindicación 1, en donde la estimación del número de símbolos vectoriales (124) a asignar a la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario comprende:
- 35 multiplicar un número total de subportadoras asignadas al terminal (100) inalámbrico para transmitir datos y control durante la subtrama por un número total de símbolos vectoriales (124) asignados al terminal (100) inalámbrico para transmitir datos y control durante la subtrama para determinar una cantidad total de recursos de transmisión concedidos al terminal (100) inalámbrico en la subtrama correspondiente; y
- estimar el número de símbolos vectoriales (124) a asignar a la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario basándose en la cantidad total de recursos de transmisión concedidos al terminal (100) inalámbrico en la subtrama correspondiente.
- 40 4. El método de la Reivindicación 1, en donde el cálculo del número de símbolos vectoriales (124) de control a asignar a la información de control comprende:
- determinar un número de capas de transmisión sobre las que la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario serán transmitidas; y
- 45 calcular el número de símbolos vectoriales (124) de control a asignar a la información de control basándose, al menos en parte, en el número estimado de símbolos vectoriales (124), en el número determinado de bits, y en el número determinado de capas de transmisión.
5. El método de la Reivindicación 1, en donde el cálculo del número de símbolos vectoriales (124) de control a asignar a la información de control comprende:

- determinar un número nominal de símbolos vectoriales (124) de control a asignar a la información de control basándose, al menos en parte, en el número estimado de símbolos vectoriales (124) y en el número determinado de bits; y
- 5 determinar un número final de símbolos vectoriales (124) de control multiplicando el número nominal de símbolos vectoriales (124) de control y un valor de desfase; en donde
- mapear una o más palabras de código (120) de control al número calculado de símbolos vectoriales (124) de control comprende mapear una o más palabras de código (120) de control al número final de símbolos vectoriales (124) de control.
- 10 6. El método de la Reivindicación 1, el donde el cálculo de un número de símbolos vectoriales (124) de control a asignar a la información de control comprende:
- determinar, para cada una de la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario, un valor de carga útil por capa dividiendo un número de bits en esa palabra de código (122) de datos de usuario por un número de capas sobre las que será transmitida esa palabra de código (122) de datos de usuario; y
- 15 seleccionar un mínimo de los valores de carga útil por capa para la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario; y
- determinar un número de símbolos vectoriales (124) de control a asignar a la información de control basándose en el número estimado de símbolos vectoriales (124) y en el mínimo de los valores de carga útil por capa para la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario.
- 20 7. Un método para recibir datos de usuario e información de control transmitidos de manera inalámbrica sobre múltiples capas de transmisión en un esquema de transmisión de MIMO utilizando un método para transmitir de manera inalámbrica datos de usuario e información de control según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende:
- 25 recibir una pluralidad de símbolos vectoriales (124) sobre múltiples capas de transmisión, en donde los símbolos vectoriales (124) transportan una pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario y de palabras de código (120) de control;
- estimar un número de símbolos vectoriales (124) que han sido asignados a la pluralidad de palabras de código (120) de datos de usuario;
- determinar un número de bits en la pluralidad de palabras de código (120) de datos de usuario transportados por los símbolos vectoriales (124);
- 30 calcular un número de símbolos vectoriales (124) de control que han sido asignados a la información de control basándose, al menos en parte, en el número estimado de símbolos vectoriales (124) y en el número determinado de bits;
- descodificar los símbolos vectoriales (124) recibidos basándose en el número calculado de símbolos vectoriales (124) de control.
- 35 8. El método de la Reivindicación 7, en donde la determinación del número de bits en la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario comprende:
- identificar las capas de transmisión sobre las que fueron recibidas las palabras de código (120) de control; y
- calcular el número total de bits en un subconjunto de la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario que fueron recibidos sobre las capas de transmisión identificadas.
- 40 9. El método de la Reivindicación 7, en donde el cálculo del número de símbolos vectoriales (124) de control que han sido asignados a la información de control comprende:
- determinar un número de capas de transmisión sobre las que han sido recibidas la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario; y
- 45 calcular el número de símbolos vectoriales (124) de control que han sido asignados a la información de control basándose, al menos en parte, en el número estimado de símbolos vectoriales (124), en el número determinado de bits, y en el número determinado de capas de transmisión.
10. El método de la Reivindicación 7, en donde el cálculo del número de símbolos vectoriales (124) de control que han sido asignados a la información de control comprende:

determinar un número nominal de símbolos vectoriales (124) de control basándose, al menos en parte, en el número estimado de símbolos vectoriales (124) y en el número determinado de bits; y

determinar un número final de símbolos vectoriales (124) de control que han sido asignados a la información de control multiplicando el número nominal de símbolos vectoriales (124) de control y un valor de desfase; en donde

5 descodificar los símbolos vectoriales (124) recibidos basándose en el número calculado de símbolos vectoriales (124) de control comprende descodificar la información de control transportada por un número de símbolos vectoriales (124) de control igual al número final.

11. El método de la Reivindicación 7, en donde el cálculo de un número de símbolos vectoriales (124) de control que han sido asignados a la información de control comprende:

10 determinar, para cada una de la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario, un valor de carga útil por capa dividiendo un número de bits en esa palabra de código (122) de datos de usuario por un número de capas sobre las que fue recibida esa palabra de código (122) de datos de usuario;

seleccionar un mínimo de los valores de carga útil por capa para la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario; y

15 determinar un número de símbolos vectoriales (124) de control que han sido asignados a la información de control basándose en el número estimado de símbolos vectoriales (124) y en el mínimo de los valores de carga útil por capa para la pluralidad de palabras de código (122) de datos de usuario.

12. Un aparato (100) para transmitir de manera inalámbrica datos de usuario e información de control utilizando una pluralidad de capas de transmisión en un esquema de transmisión de MIMO, comprendiendo el aparato:

20 una pluralidad de antenas (114);

un transmisor (330) operable para transmitir los símbolos vectoriales (124) sobre la pluralidad de capas de transmisión utilizando la pluralidad de antenas (114); y

un procesador (310) operable para ejecutar el método según la reivindicación 1.

25 13. Un nodo (500) para recibir datos de usuario e información de control transmitidos de manera inalámbrica sobre una pluralidad de capas de transmisión en un esquema de transmisión de MIMO, comprendiendo el nodo:

una pluralidad de antenas (540);

un receptor (530) operable para recibir los símbolos vectoriales (124) sobre la pluralidad de capas de transmisión utilizando la pluralidad de antenas (540); y

un procesador (510) operable para ejecutar el método según la reivindicación 7.

30

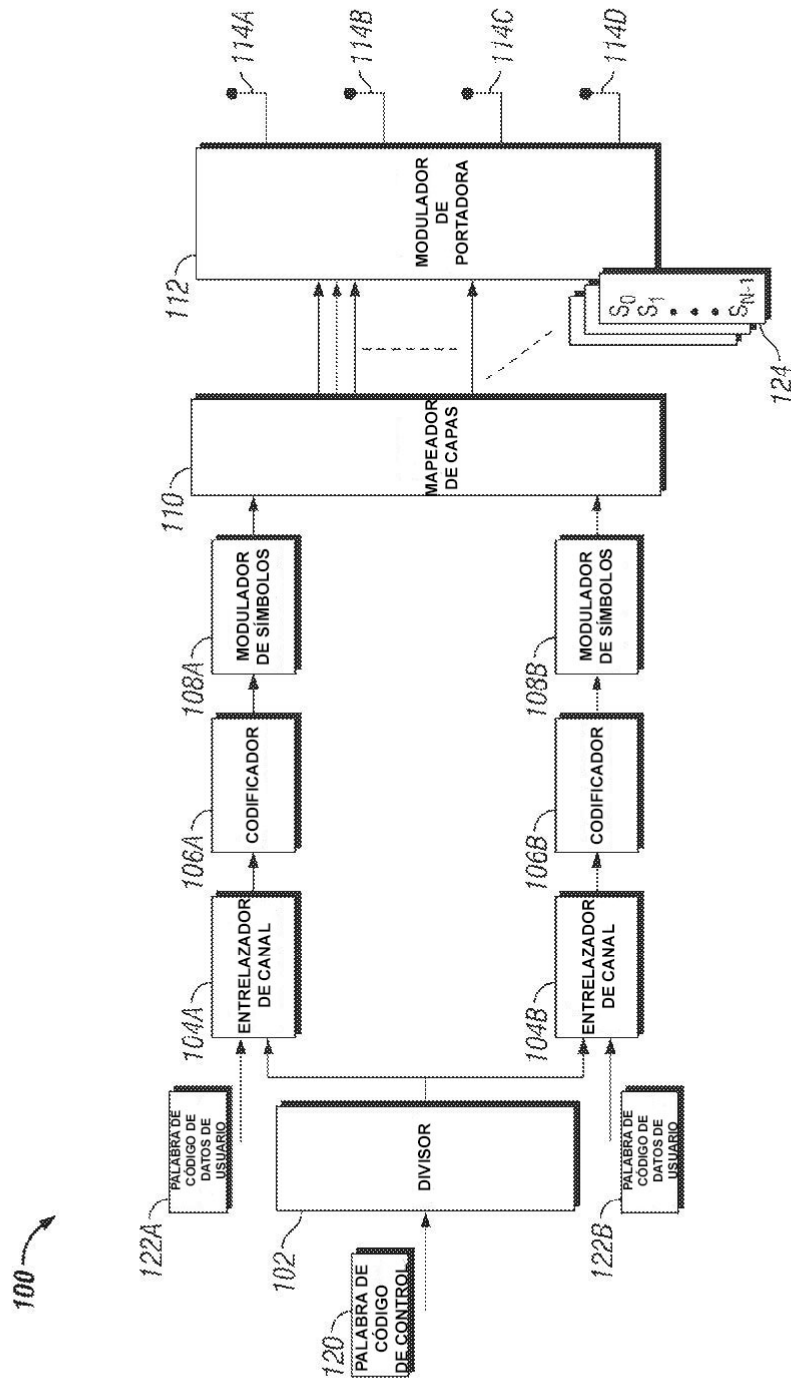


FIG. 1

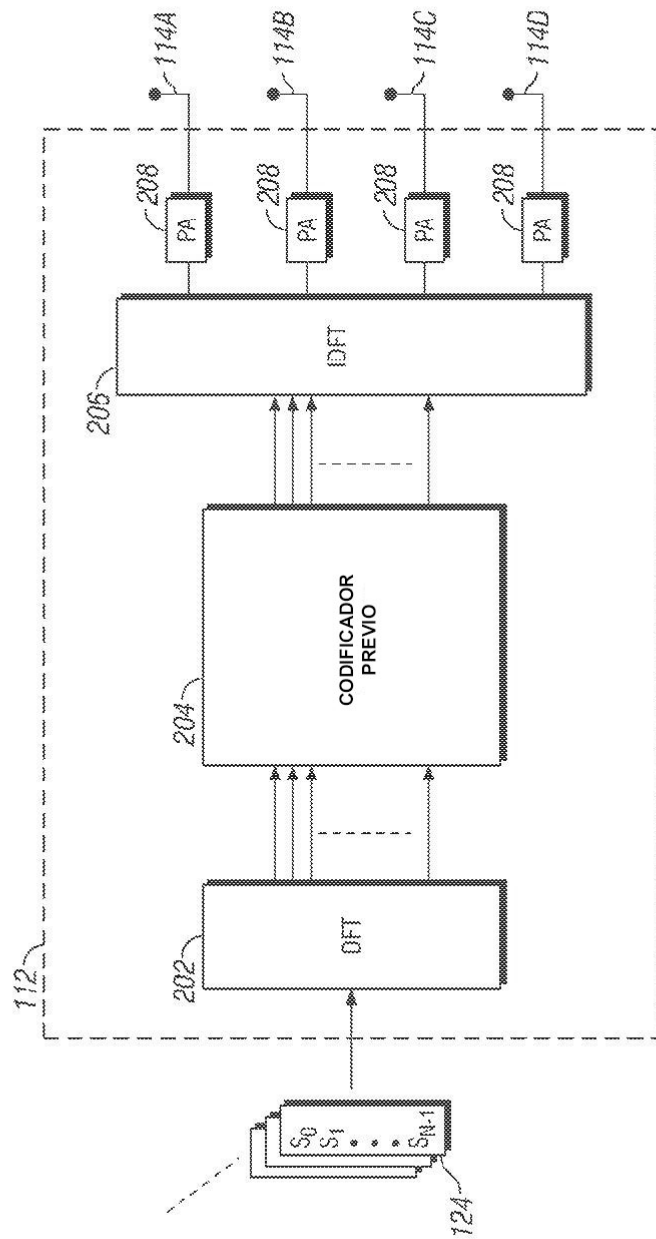


FIG. 2

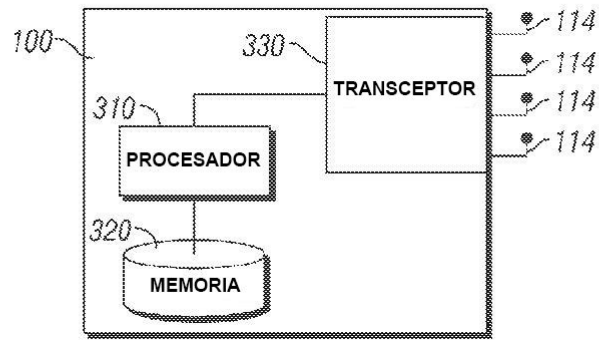


FIG. 3

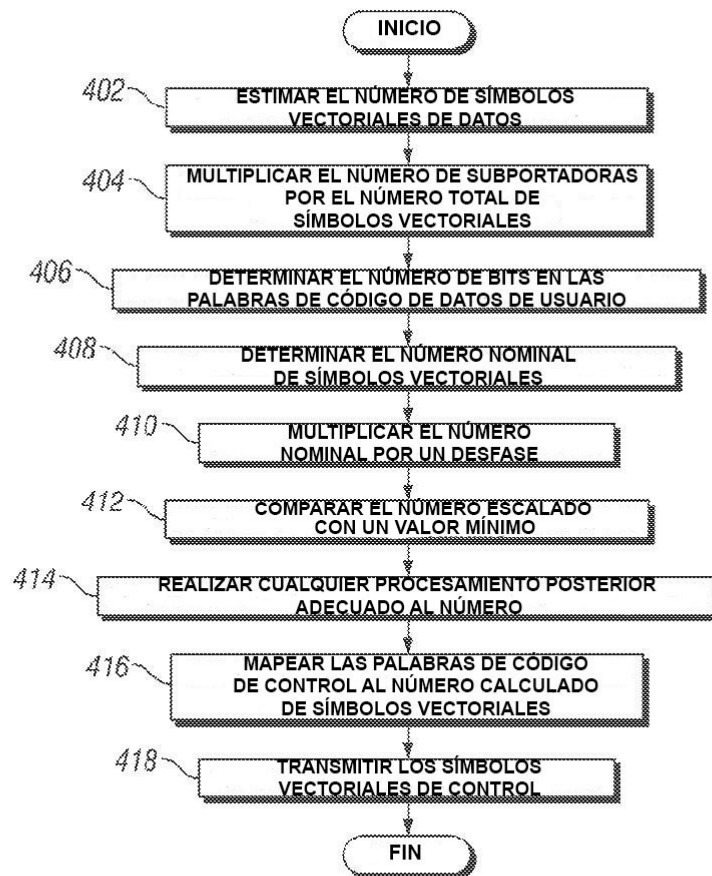


FIG. 4

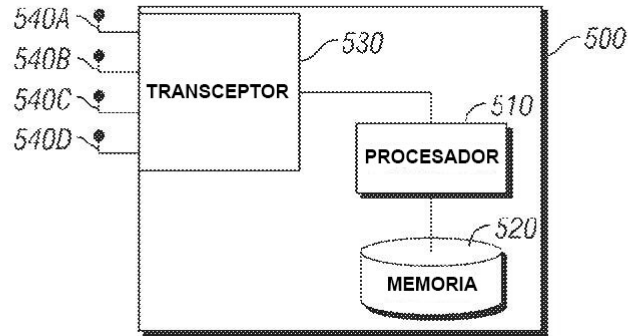


FIG. 5

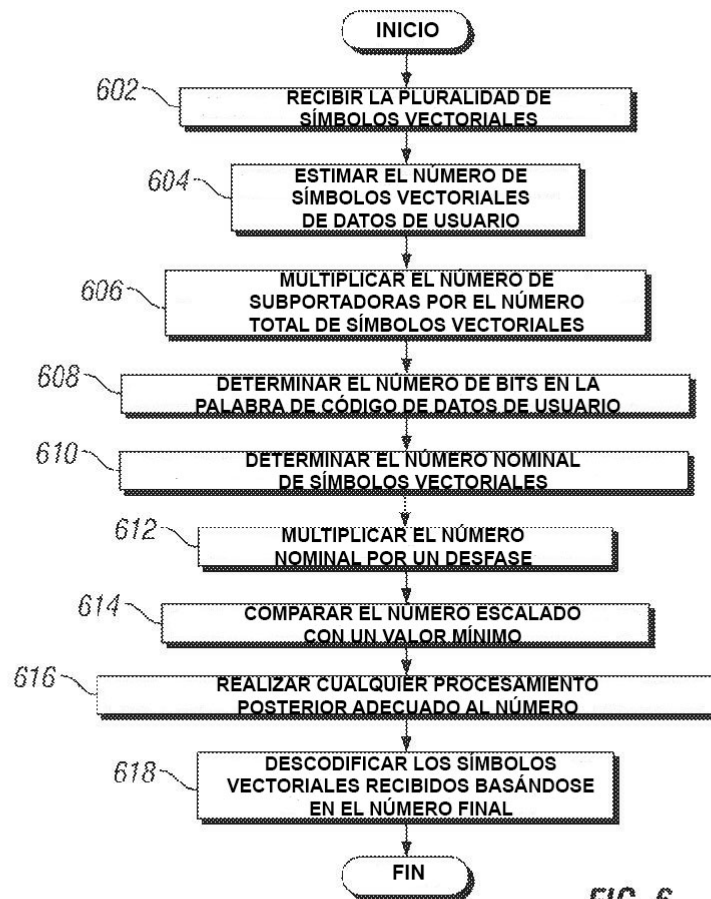


FIG. 6

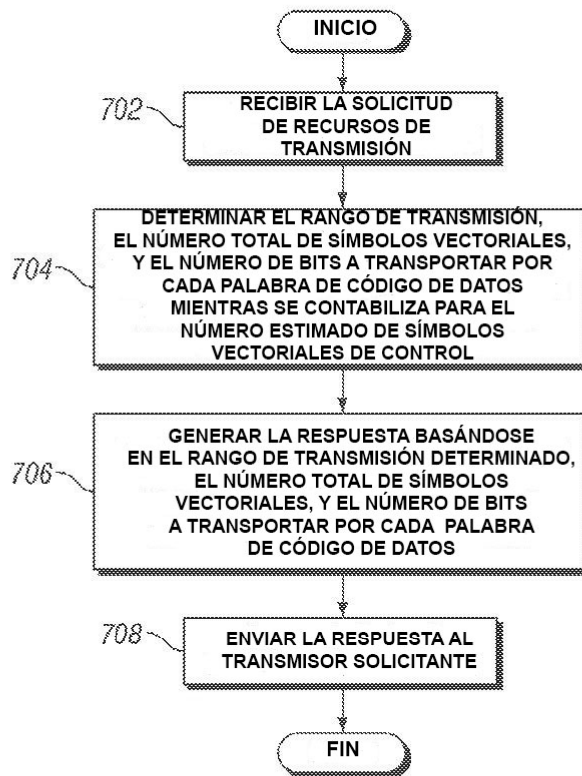


FIG. 7