

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 157**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2011 E 14177000 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2797251**

54 Título: **Sistema y procedimiento para asignar recursos de transmisión**

30 Prioridad:

10.05.2010 US 332867 P

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

19.12.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HAMMERWALL, DAVID y
JÖNGREN, GEORGE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 647 157 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 procedimiento para asignar recursos de transmisión

Antecedentes de la invención

5 Las técnicas de transmisión de múltiples antenas pueden aumentar significativamente las velocidades de transmisión de datos y la fiabilidad de los sistemas de comunicación inalámbrica, especialmente en sistemas en los que el transmisor y el receptor están ambos equipados con múltiples antenas para permitir la utilización de las técnicas de transmisión de múltiple entrada múltiple salida (MIMO - Multiple - Input Multiple - Output, en inglés). Los estándares avanzados de comunicación tales como evolución a largo plazo (LTE - Long Term Evolution, en inglés) avanzada utilizan técnicas de transmisión MIMO que pueden permitir que los datos sean transmitidos
10 simultáneamente a través de múltiples canales multiplexados espacialmente, lo que aumenta significativamente el rendimiento de la transmisión de datos.

Si bien las técnicas de transmisión 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, tal como LTE, se basan en una cantidad sustancial de señalización de control para optimizar la configuración de la transmisión de dispositivos y su utilización del canal compartido de radio. Debido a la mayor cantidad de señales de control en las tecnologías de comunicación avanzadas, a menudo es necesario para los datos de usuario y la señalización de control compartir recursos de transmisión. Por ejemplo, en los sistemas LTE, la señalización de control y los datos de usuario son, en ciertas situaciones, multiplexados por el equipo de usuario ("UE" - User Equipment, en inglés) para su transmisión a través de un canal compartido físico de enlace ascendente ("PUSCH" - Physical Uplink Shared CHannel, en inglés).
15
20

Sin embargo, las soluciones convencionales para asignar recursos de transmisión están diseñadas para su utilización con esquemas de transmisión de una sola capa en los que solo se transmite cada vez una única palabra de código de los datos de usuario. Como resultado, tales 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 utilizan técnicas MIMO para transmitir datos simultáneamente en múltiples capas.
25

El documento "Multiplexing scheme with UCI and data on PUSCH", LG ELECTRONICS, 6 de abril de 2010, describe esquemas de multiplexación de UCI y datos en el PUSCH para enlace ascendente MIMO.

El documento "Data and control Multiplexing for UL Multi-Antenna Transmission", TEXAS INSTRUMENTS, 6 de abril de 2010, describe una regla de multiplexación para transmisión de múltiples antenas de enlace ascendente, que permite la multiplexación de datos y control para transmisiones multicapa.
30

Compendio de la invención

De acuerdo con la presente descripción, se han reducido o eliminado sustancialmente ciertos inconvenientes y problemas asociados con la comunicación inalámbrica. En concreto, ciertos dispositivos y técnicas para asignar recursos de transmisión entre la información de control y los datos de usuario se describen en las reivindicaciones adjuntas.
35

Importantes ventajas técnicas de ciertas realizaciones de la presente invención incluyen aumentar los beneficios derivados de la diversidad de la transmisión y simplificar el procesamiento de las transmisiones de múltiples antenas. Realizaciones concretas permiten que la información control y los datos de usuario sean divididos en símbolos vectoriales separados para que el control y los datos sean multiplexados en el tiempo, en oposición a su transmisión en paralelo. En realizaciones concretas, esta separación se puede alcanzar sin incurrir en costes adicionales de control importantes y permitir la reutilización de los módulos convencionales de procesamiento de enlace ascendente. Otras ventajas de la presente invención serán fácilmente evidentes para un experto en la materia a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones. Además, aunque se han enumerado anteriormente ventajas específicas, varias realizaciones pueden incluir todas, algunas, o ninguna de las ventajas enumeradas.
40

Breve descripción de los dibujos

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

la figura 1 es un diagrama de bloques funcional que muestra una realización concreta de un transmisor de múltiples antenas;

50 la figura 2 es un diagrama de bloques funcional que muestra una realización concreta de un modulador de portadora que puede ser utilizada en el transmisor de la figura 1;

la figura 3 es una rejilla de recursos de transmisión para una subtrama de ejemplo en un sistema de comunicación inalámbrica;

las figuras 4A a 4C proporcionan más detalles sobre porciones específicas de una realización concreta del transmisor;

las figuras 5A a 5C proporcionan asimismo detalles adicionales sobre porciones específicas;

la figura 6 es un bloque funcional que muestra una realización alternativa del transmisor;

5 la figura 7 es un diagrama de bloques funcional que proporciona detalles adicionales sobre un codificador de canal utilizado por la realización mostrada en la figura 6;

las figuras 8A y 8B muestran el funcionamiento de diversas realizaciones del transmisor en transmitir información de control y datos de usuario de ejemplo;

10 la figura 9 es un diagrama de bloques estructural que muestra los contenidos de una realización de ejemplo del transmisor; y

la figura 10 es un diagrama de flujo que muestra el ejemplo de funcionamiento de una realización concreta del transmisor.

Descripción detallada de la invención

15 La figura 1 es un diagrama de bloques funcional que muestra una realización concreta de un transmisor 100 de múltiples antenas. En concreto, la figura 1 muestra un transmisor 100 configurado para multiplexar cierta señalización de control con datos de usuario para su transmisión a través de un canal de radio único. Mediante la implementación inteligente de la codificación, entrelazado, mapeo de capas y otros aspectos de la transmisión, el transmisor 100 puede mejorar la asignación resultante de datos de usuario y señalización de control a recursos de transmisión, tal como se describe con más detalle más adelante.

20 La señalización de control puede tener un impacto crítico en el rendimiento de los sistemas de comunicación inalámbrica. Tal como se utiliza en el presente documento, "señalización de control" e "información de control" se refieren a cualquier información comunicada entre componentes con el fin de establecer la comunicación, cualesquiera parámetros que puedan ser utilizados por uno o ambos componentes al comunicarse entre sí (por ejemplo, esquemas de codificación, configuraciones de antena), cualquier información que indique la recepción o no
25 recepción de transmisiones, y/o cualquier otra forma de información de control. En los sistemas LTE, la señalización de control en la dirección del enlace ascendente incluye, por ejemplo, acuses de recibo /acuses de recibo negativos (ACK/NACK – Acknowledgements / Non Acknowledgements, en inglés) de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ – Hybrid Automatic Repeat reQuest, en inglés), indicadores de la matriz de precodificación (PMI – Precoder Matrix Indicators, en inglés), indicadores de rango (RI – Rank Indicators, en inglés) e indicadores de calidad de canal CQI – Channel Quality Indicators, en inglés), que son utilizados por el eNodoB para obtener la confirmación de la recepción satisfactoria de bloques de transporte o para mejorar el rendimiento de las transmisiones de enlace descendente.

Aunque la señalización de control se transmite a menudo en canales de control separados, tales como el canal físico de control del enlace ascendente (PUCCH – Physical Uplink Control CHannel, en inglés) en LTE, en ciertas
35 circunstancias puede ser beneficioso o necesario transmitir la señalización de control en el mismo canal que otros datos. Por ejemplo, en sistemas LTE, cuando una asignación periódica de PUCCH coincide con una concesión de planificación para que un equipo de usuario (UE) transmita datos de usuario, los datos de usuario y la señalización de control comparten recursos de transmisión para mantener la propiedad de portadora única de las técnicas de transmisión de difusión mediante transformada discreta de Fourier - multiplexación por división ortogonal de la
40 frecuencia (DFTS – OFDM – Discrete Fourier Transform Spread – Orthogonal Frequency Division Multiplexing) utilizadas por los UE de LTE. Además, cuando un UE recibe una concesión de planificación para transmitir datos en el canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), habitualmente recibe información del eNodoB relacionada con las características del canal de propagación de radio de enlace ascendente y otros parámetros que se pueden utilizar para mejorar la eficiencia de las transmisiones de PUSCH. Tal información puede incluir
45 indicadores de modulación y esquema de codificación (MCS – Modulation and Coding Scheme, en inglés), así como, para los UE capaces de utilizar múltiples antenas de transmisión, varios PMI o RI. Como resultado, los UE pueden ser capaces de utilizar esta información para optimizar las transmisiones de PUSCH para el canal de radio, aumentando con ello la cantidad de datos que se pueden transmitir para un conjunto dado de recursos de transmisión. De este modo, multiplexando la señalización de control con los datos de usuario transmitidos en el
50 PUSCH, un UE puede soportar cargas útiles de control significativamente mayores que cuando transmite solo la señalización de control en el PUCCH.

En tales circunstancias, puede ser posible para el transmisor 100 multiplexar señalización de control y datos de usuario de la misma manera que se propone en la Versión 8 de la norma LTE. Bajo tal esquema, algunas o todas las señales de control son distribuidas en múltiples palabras de código (por ejemplo, mediante repetición o mediante una conversión de serie a paralelo) y cada palabra de código es procesada, a continuación, individualmente. Después de la modulación de símbolos, las dos secuencias de símbolos modulados son mapeadas en sus capas asignadas para formar una secuencia de símbolos vectoriales. Tal como se utiliza en la presente memoria, un

"símbolo vectorial" puede representar cualquier recopilación de información que incluya un elemento de información asociado con cada capa de transmisión sobre la que se va a transmitir la información. A continuación, los símbolos vectoriales son modulados en sus propias portadoras y transmitidos.

5 Sin embargo, la utilización de esta técnica para asignar recursos de transmisión (por ejemplo, símbolos vectoriales) a elementos concretos de datos de usuario o información de control, puede dificultar la separación de la información de control de los datos de usuario, de tal manera que los dos tipos de información son mapeados a símbolos vectoriales separados. Una separación de este tipo puede ser deseable para ciertos tipos de información de control. La dificultad para ello se debe principalmente a los entrelazadores utilizados por la mayoría de los dispositivos convencionales para mapear símbolos de modulación en una rejilla de recursos de subtrama, tal como la rejilla de ejemplo mostrada en la figura 3. En el equipo de usuario (UE) de LTE de versión 8, el entrelazador mapea los símbolos de modulación de CQI/PMI concatenados y palabras de código de datos en la rejilla de recursos de subtrama en orden de primero una fila, y después una columna. Sin embargo, el modulador de portadora para tales UE lee símbolos DFTS-OFDM fuera del entrelazador en un modo de primero por columna, lo que hace difícil determinar cuál será la asignación resultante del control y los datos de usuario.

15 Además, si una palabra de código de datos de un usuario concreto es mapeada, por ejemplo, a dos capas, entonces la parte de la palabra de código de control para ser multiplexada con la palabra de código de datos debe cubrir un múltiplo de dos filas completas en la rejilla de recursos. De lo contrario, habrá columnas en las rejillas que tengan un número impar de símbolos de modulación que contienen información de control, en cuyo caso los datos de usuario y el control se mezclarán en un único símbolo vectorial. Esto puede provocar que se utilice significativamente más consumo de recursos para transmisiones de información de control, ya que la versión 8 de LTE permite que una palabra de código de control utilice cualquier fracción de una fila en la rejilla de recursos de transmisión para reducir el consumo de recursos. La reconfiguración del esquema de versión 8 para eliminar la restricción anterior sobre la asignación de recursos de control implicaría un rediseño importante del entrelazador de canales o de la unidad de multiplexación especificada en la versión 8. Además, crearía interdependencias importantes entre el mapeo de 20 capas y los componentes responsables de procesar la información de datos de usuario y de control. Tales interdependencias pueden resultar en implementaciones complejas y pueden complicar significativamente la compatibilidad con lo anterior.

Como resultado, ciertas realizaciones del transmisor 100 pueden ser configuradas para asignar un tipo dado de información de control a las mismas, elementos específicos de símbolos vectoriales que contienen ese tipo de información de control. Por ejemplo, se puede asignar un tipo particular de información de control a los elementos asociados con la primera capa y la segunda capa en todos los símbolos vectoriales que contienen ese tipo de información de control. Por lo tanto, en tales realizaciones, un tipo dado de información de control puede ser mapeado a las mismas capas en todos los símbolos vectoriales que se utilizan para transmitir la información de control relevante. Además, realizaciones concretas del transmisor 100 aíslan todos o algunos (por ejemplo, ciertos tipos) de la señalización de control transmitida durante una subtrama concreta en símbolos vectoriales separados, con la información de control relevante siendo transmitida en símbolos vectoriales que no contienen ningún dato de usuario. Como resultado, la señalización de control relevante será multiplexada en el tiempo con los datos de usuario transmitidos durante la misma subtrama, en lugar de ser transmitida en paralelo con esos datos de usuario.

40 Mantener un mapeo consistente de la información de control a las diversas capas a través de todos los símbolos vectoriales que contienen la información de control puede proporcionar numerosas ventajas dependiendo de la configuración del transmisor 100. En realizaciones concretas, mantener una correlación consistente puede aumentar los beneficios de diversidad proporcionados por las múltiples capas de transmisión, ya que una porción dada de la información de control transmitida es más probable que sea transmitida en múltiples capas simultáneamente que con las técnicas convencionales para asignar recursos de transmisión. Además, para realizaciones concretas del transmisor 100, los esquemas de modulación y codificación para las diversas capas están diseñados para asegurar que el patrón de correspondencia para los tipos relevantes de información de control sea el mismo en todas las capas utilizadas para transmitir esa información de control. Esto garantiza que una parte dada de la información de control será transmitida simultáneamente en todas las capas en las que se va a transmitir. Adicionalmente, aislando por lo menos una porción de la información de control en símbolos vectoriales separados, el transmisor 100 puede simplificar el procesamiento en el extremo receptor, ya que el receptor puede ser capaz de realizar un procesamiento idéntico en la información de control recibida en cada capa. Como resultado, ciertas realizaciones del transmisor 100 pueden proporcionar numerosos beneficios de funcionamiento. Sin embargo, realizaciones específicas pueden proporcionar alguno, ninguno o todos estos beneficios.

55 Tal como se describe más adelante, las diversas realizaciones del transmisor 100 pueden implementar las técnicas de asignación descritas utilizando cualquiera de las numerosas configuraciones estructurales y/o funcionales diferentes. La figura 1 muestra una realización concreta del transmisor 100 configurada para realizar las técnicas de asignación descritas "por capa". En realizaciones concretas, tal como se muestra en la figura 1, realizaciones concretas del transmisor 100 pueden incluir uno o varios mapeadores de capas 104 y uno o varios distribuidores de bits 106 capaces de dividir (por replicación y/o segregación) los datos de usuario y la información de control a 60 transmitir en trayectorias de datos 102 separadas, estando asociada cada trayectoria de datos 102 con una concreta de las capas de transmisión a utilizar para la transmisión. Mediante la realización del mapeo de la palabra de código a capa en el dominio al nivel de bits antes del control y la multiplexación de datos, ciertas realizaciones del

transmisor 100 configuradas para procesamiento por capa pueden ofrecer la ventaja adicional de permitir la reutilización de componentes de flujo único responsables de la modulación, aleatorización, entrelazado, codificación u otro procesamiento en transmisores de antena única.

5 Adicionalmente, en realizaciones concretas, tales como la mostrada en la figura 1, el transmisor 100 puede aislar ciertos tipos de información de control en símbolos vectoriales separados, pero permite otros tipos de información de control para ser transmitida en símbolos vectoriales que también contiene datos de usuario en otras capas. Diferentes tipos de información de control pueden tener necesidades de robustez diferentes, pueden utilizar esquemas de codificación diferentes, o pueden ser tratados de manera diferente durante la transmisión por diversas otras razones.

10 En consecuencia, puede ser más beneficioso aislar ciertos tipos de información de control en símbolos vectoriales separados que es aislar otros tipos de información de control. Por ejemplo, en LTE, las indicaciones de acuses de recibo / acuses de recibo negativos (ACK/NACK) de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) y de rango (RI) son habitualmente solo unos pocos bits de longitud, y su transmisión satisfactoria puede ser un factor importante para el funcionamiento del sistema. Como resultado, los ACK/NAK de HARQ y los RI pueden tener requisitos de codificación diferentes y pueden necesitar una temporización especial dentro de una subtrama (por ejemplo, que se está transmitiendo cerca de una señal de referencia en la rejilla de recursos 400). Por el contrario, la información de control tal como las indicaciones de la matriz de precodificación (PMI) y las indicaciones de calidad de canal (CQI) pueden ser de menor importancia, y el transmisor 100 puede difundir estos tipos de información de control a través de la subtrama.

20 De este modo, en el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, el transmisor 100 implementa un procesamiento diferente para diferentes tipos de información de control. Por ejemplo, en el ejemplo mostrado, un primer tipo o tipos de información de control (representado en la presente memoria descriptiva por los bits de ACK/NAK 134 y los bits de RI 136) son introducidos en distribuidores de bits independientes para ser distribuidos a las diversas capas y codificados antes de ser combinados con cualesquiera palabras de código 130 de datos de usuario por el entrelazador 112. El transmisor 100 de realizaciones concretas está configurado para asegurar que este primer tipo de información de control se asigna en última instancia a símbolos vectoriales 140 que no contienen tampoco datos de usuario. Por el contrario, un segundo tipo o tipos de información de control (representada en la presente memoria descriptiva por una palabra de código CQI 132 que contiene información CQI codificada y/o PMI) es concatenado o son concatenados, en la realización de la figura 1, con una o varias palabras de código de datos de usuario 130, por un multiplexador 108, antes de entrelazarse con los otros tipos de información de control (en la presente memoria descriptiva, los bits de ACK/NAK 134 y los bits de RI 136). El segundo tipo o los segundos tipos de información de control puede acabar siendo transmitido en símbolos vectoriales 140 que contienen asimismo datos de usuario.

La realización del transmisor 100 mostrada por la figura 1 incluye uno o varios mapeadores de capas 104 y uno o varios distribuidores de bits 106 que asocian sus entradas con una o varias de las diversas capas para procesamiento. Más específicamente, los mapeadores de capas 104 reciben palabras de código de datos de usuario 130 (en este ejemplo, una palabra de código de datos de usuario 130a y una palabra de código de datos de usuario 130b) y palabras de código de CQI 132 y mapean los bits de estas palabras de código a una de las capas de transmisión para ser utilizadas por el transmisor 100 para la transmisión pertinente. El distribuidor de bits 106a recibe bits de ACK/NAK 134 no codificados y replica los bits de ACK/NAK 134 en cada una de las capas sobre las que se transmitirá información de control. En el ejemplo mostrado esto implica replicar ACK/NAK en todas las capas que se utilizarán para la transmisión. El distribuidor de bits 106b recibe bits de RI 136 no codificados y replica los bits de RI 136 en cada una de las capas sobre las que se transmitirá información de control. Como con los bits de ACK/NAK 134, esto puede implicar replicar los bits de RI 136 en todas las capas que se utilizarán para transmitir información de control.

45 Debido a que la realización mostrada del transmisor 100 en la figura 1 implementa un esquema de procesamiento por capa, cada capa de transmisión disponible para el transmisor 100 está asociada con una trayectoria de datos 102 separada que comprende diversos elementos responsables de procesar los datos de usuario y la información de control que se transmitirá sobre la capa de transmisión asociada. Como resultado, los distribuidores de bits 106a y 106b replican sus bits de entrada para cada trayectoria de datos 102 sobre la que se transmitirán primer tipo o los primeros tipos de información de control. Un codificador de canal 110a y un codificador de canal 110b en cada trayectoria de datos 102 codifican a continuación la información de control emitida por los distribuidores de bits 106a y b, respectivamente. La codificación realizada por los diversos codificadores de canal 110 en el transmisor 100 puede ser la misma para todos los codificadores de canal 110 o puede diferir en base, por ejemplo, a la capa de transmisión implicada o al tipo de información de control que se codifica. Los codificadores de canal 110a y 110b en cada trayectoria de datos 102 emiten a continuación una palabra de código de control a un entrelazador 112 asociado con la misma capa que los codificadores de canal 110 relevantes.

Mientras tanto, el mapeador de capas 104a emite uno o varios bits de la palabra de código de datos de usuario 130a o la palabra de código de datos de usuario 130b a cada una de las trayectorias de datos 102 asociadas con una capa sobre la que se transmitirá la palabra de código 130 de los datos de usuario relevante. Del mismo modo, el mapeador de capas 104b emite uno o varios bits de una palabra de código de control de un segundo tipo de

información de control (en este caso, CQI y/o PMI) a cada una de las trayectorias de datos 102 asociadas con una capa sobre la cual se transmitirá este segundo tipo de información de control.

En realizaciones concretas, el transmisor 100 puede mapear el segundo tipo de información de control a las diversas capas de una manera diseñada para facilitar la asignación eficiente de datos de usuario y de información de control a recursos de transmisión. Como ejemplo, en realizaciones concretas, el transmisor 100 codifica el segundo tipo de información de control antes de sus capas. Esta codificación se puede realizar con una adaptación de velocidad de transmisión, de tal manera que la longitud de la palabra de código de control resultante es un múltiplo par de Q' de,

$\sum_{l=1}^r Q_{m,l}$, donde $Q_{m,l}$ es el número de bits de cada símbolo de modulación de la capa l , y r es el número total de capas que se utilizarán para transmitir la palabra de código de datos de usuario 130 con la que esta palabra de código de control será multiplexada. Por lo tanto, el número de bits en la palabra de código de control resultante será igual a

$$Q' \cdot \sum_{l=1}^r Q_{m,l}$$

Como ejemplo adicional, el transmisor 100 puede mapear un número de bits igual a $Q' \cdot Q_{m,l}$ a cada una de las l capas en las cuales se transmitirá esta palabra de código de control (y su palabra de código de datos de usuario 130 multiplexada). Además, el transmisor 100 puede, como parte de estas capas de mapeo, segmentar la palabra de código de control en r partes, donde r es el número de capas utilizadas para transmitir esta palabra de código de control y donde la parte asignada a la capa l tiene la longitud $Q' \cdot Q_{m,l}$ bits.

Como ejemplo adicional del mapeo que el transmisor 100 puede utilizar para el segundo tipo de información de control, el transmisor 100 puede realizar una operación de serie a paralelo de los símbolos codificados en la palabra de código de control, de tal manera que,

$$CW_l(k) = CW \left(\left\lfloor \frac{k}{Q_{m,l}} \right\rfloor \cdot \sum_{\substack{\tilde{l}=1 \\ \tilde{l} \neq l}}^r Q_{m,\tilde{l}} + \sum_{\tilde{l}=1}^{l-1} Q_{m,\tilde{l}} + k \right),$$

en donde $CW_l(k)$ denota el bit de orden k (contando desde 0) de esta palabra de código de control mapeada a la capa l (contando desde 1) $CW(m)$ denota el bit de orden m (contando a partir de 0) de la palabra de código de control antes del mapeo de la capa a nivel de bits. Un beneficio de esta opción es que garantiza que se necesite el mismo número de símbolos modulados para el segundo tipo de información de control en todas las capas, lo que puede permitir un diseño en el que la información de control y los datos de usuario sean mapeados completamente a símbolos vectoriales separados.

De manera similar, el transmisor 100 puede realizar asimismo el mapeo de palabra de código a capa de las palabras de código de datos de usuario 130a - b de una manera diseñada para mejorar la asignación posterior de datos de usuario y de información de control a recursos de transmisión. Como ejemplo, el transmisor 100 puede realizar el mapeo de palabra de código a capa de las palabras de código de datos de usuario 130a - b utilizando una operación de serie a paralelo (S/P), de tal manera que en cada par de bits vecinos el primer bit se asigna a una capa y el resto se asigna a la otra capa. Esta opción tiene la ventaja de que es simple de implementar y no introduce ningún retraso adicional. Como ejemplo adicional, el mapeo de palabra de código a capa a nivel de bit de los datos puede incluir una operación de segmentación de bloque de código tal que la primera mitad de la palabra de código se asigna a una capa y la segunda mitad a la otra capa. Esta opción tiene la ventaja de permitir una cancelación de interferencia por capa por capas sucesivas del receptor, ya que es probable que haya segmentos de bloque enteros (incluyendo una comprobación de redundancia cíclica (CRC – Cyclic Redundancy Check, en inglés) asignada completamente a una sola capa.

Una vez que las palabras de código de datos de usuario 130 y las palabras de código de CQI 132 han sido mapeadas a varias capas para ser utilizadas por el transmisor 100 para la transmisión, un multiplexador 108 en cada trayectoria de datos 102 multiplexa a continuación los bits de las palabras de código de datos de usuario 130a - b y los bits de la palabra de código de CQI 132 procedentes de la trayectoria de datos 102 relevante, lo que resulta en que la palabra de código de CQI 132 es concatenada con las palabras de código de datos de usuario 130 en una o varias capas. La salida de cada multiplexador 108 es recibida entonces por un entrelazador 112 en la misma trayectoria de datos 102.

Cada entrelazador 112 asigna a continuación bits codificados de datos de usuario e información de control a recursos de transmisión en la capa asociada con ese entrelazador 112. Cada entrelazador 112 puede mapear datos de usuario e información de control a una rejilla de recursos tal como la rejilla de recursos de ejemplo mostrada por la figura 3. Los entrelazadores 112 asociados con las diversas trayectorias de datos 102 en el transmisor 100 pueden realizar este entrelazado de cualquier manera adecuada. En la realización mostrada en la figura 1, el transmisor 100 utiliza un esquema de procesamiento por capa para transmitir datos de usuario e información de

control. Como resultado, la realización mostrada puede utilizar técnicas de entrelazado convencionales en cada capa, incluyendo técnicas de entrelazado que se podrían utilizar asimismo en transmisiones de antena única.

Por ejemplo, realizaciones concretas del transmisor 100 pueden implementar el entrelazado de canales especificado por LTE versión 8 para cada capa. El entrelazado de LTE versión 8 utiliza una matriz de símbolos codificados (grupos de Q_m , bits, donde Q_m , es el número de bits que forman un símbolo de modulación). Cada columna de esta matriz corresponde a un símbolo DFTS - OFDM. Bajo el entrelazado de LTE versión 8, los símbolos codificados (grupos de Q_m , bits) de la palabra de código RI se introducen en las posiciones asignadas (tal como se indica en la rejilla de recursos de ejemplo de la figura 3). A continuación, se introducen las palabras de código de CQI / datos de usuario concatenadas (que resultan de la multiplexación de las palabras de código de CQI 132 y las palabras de código de datos de usuario 130) en torno a la palabra de código de RI en un orden de primero por filas. A continuación, se introducen símbolos codificados de la palabra de código de HARQ (grupos de Q_m , bits) en una capa concreta en las posiciones asignadas mostradas en la figura 3, pinchando los datos de usuario y potencialmente la información de CQI.

Adicionalmente, tal como se explicó anteriormente, los entrelazadores 112 para las diversas capas utilizadas por el transmisor 100 puede asignar datos de usuario e información de control de tal manera que una parte o la totalidad de la información de control puede ser asignada a símbolos vectoriales separados 140 que no lleven datos de usuario. Debido a que la realización mostrada en la figura 1 utiliza una técnica por capa para procesar datos de usuario e información de control a transmitir, los diversos entrelazadores 112 del transmisor de la figura 1 pueden lograr esta separación en parte realizando un entrelazado similar o idéntico en cada una de las capas utilizadas para una transmisión. Además, realizaciones concretas del transmisor 100 pueden utilizar asimismo el mismo esquema de modulación en todas las capas para un tipo dado de datos, dando como resultado una asignación idéntica de información de control y datos de usuario para transmitir recursos en cada capa.

Una vez que se ha realizado el entrelazado, la salida del entrelazador de canales en cada capa se lee de la matriz de entrelazado, una columna cada la vez. A continuación, estas salidas entrelazadas son aleatorizadas por aleatorizadores 114 en cada trayectoria de datos 102 y, posteriormente, moduladas por los moduladores de símbolos 116. En realizaciones concretas, las secuencias de aleatorización realizadas por los aleatorizadores 114 respectivos en cada una de las capas se inicializan utilizando una semilla diferente. Por ejemplo, los aleatorizadores 114 pueden aleatorizar la salida del entrelazador en su capa respectiva realizando la operación de aleatorización definida en § 5.3.1 de 3GPP TS 36.211 V9.1.0, "E-UTRA, Physical Channels and Modulation" pero con una secuencia de aleatorización específica de la capa, tal como una semilla generadora específica de una capa $c_{inic} = c_{inic}(q)$ para una capa q . Además, en realizaciones concretas, los aleatorizadores 114 utilizan una semilla de secuencia de aleatorización específica para una capa c_{inic} , definida por la siguiente ecuación:

$$c_{inic} = n_{RNTI} \cdot 2^{15} + q \cdot 2^{13} + \lfloor n_s / 2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{ID}^{celda}$$

donde q es la capa asociada con la secuencia de la semilla, n_{RNTI} , es un identificador temporal de la red de radio para el transmisor 100, n_s es un número de intervalo dentro de una trama de radio, y N_{ID}^{celda} es un identificador de celda asociado con una celda en la que han de transmitirse los símbolos vectoriales 140.

Después de que los moduladores de símbolos 116 para cada una de las capas generan símbolos de modulación a partir de la salida de sus aleatorizadores 114 correspondientes, un conjunto de símbolos de modulación de cada una de las trayectorias de datos 102 son introducidos conjuntamente en el modulador de portadoras 118 como uno o varios símbolos vectoriales 140. El modulador de portadoras 118 modula la información de los símbolos vectoriales 140 sobre una serie de señales de subportadora de radiofrecuencia (RF). Dependiendo de las tecnologías de comunicación soportadas por el transmisor 100, el modulador de portadoras 118 puede procesar asimismo los símbolos vectoriales 140 para prepararlos para la transmisión, tal como mediante la precodificación de los símbolos vectoriales 140. El funcionamiento de un ejemplo de realización del modulador de portadoras 118 para implementaciones LTE se describe con mayor detalle a continuación con respecto a la figura 2. Después de cualquier procesamiento apropiado, el modulador de portadoras 118 transmite a continuación las subportadoras moduladas sobre una serie de antenas de transmisión 120.

Tal como se ha explicado anteriormente, si cada uno de los entrelazadores 112 de canales en las diversas trayectorias de datos 102 están configurados para entrelazar bits de entrada de la misma manera (por ejemplo, leyendo en bits de una manera de una fila por columna y leyendo bits de una manera de una columna por fila), la información de control del primer tipo o los primeros tipos se emitirá en símbolos vectoriales 140 que contienen solo ese tipo de información de control y no incluyen ningún dato de usuario. Para el ejemplo mostrado, esto significa que los bits de las palabras de código ACK/NAK y las palabras de código RI están contenidos en símbolos vectoriales 140 que no contienen datos de usuario. Por el contrario, la información de control del segundo tipo (s) se mezclará con datos de usuario en los vectores símbolos 140 salida al modulador de portadoras 118. Para el ejemplo mostrado, esto significa que los bits de las palabras de código de CQI 132 están alojados en símbolos vectoriales 140 que pueden contener asimismo bits de datos de usuario en otras capas.

Por lo tanto, entrelazando información de control y datos de usuario de tal modo que los símbolos vectoriales 140 que contienen ciertos tipos de información de control no incluyen ningún otro tipo de datos, el transmisor 100 puede mejorar las ganancias de diversidad de transmisión logradas mediante las transmisiones de múltiples antenas por el transmisor 100. El transmisor 100 puede reducir asimismo la complejidad de cálculo en el procesamiento realizado tanto por el propio transmisor 100 como por dispositivos que reciben la información transmitida por el transmisor 100. Adicionalmente, aunque la descripción presente se centra en la implementación de las técnicas de asignación de recursos descritas en redes de comunicaciones inalámbricas LTE, la técnica de asignación de recursos descrita se puede utilizar junto con cualquier tecnología de comunicación apropiada incluyendo, pero no estando limitado a, LTE, acceso a paquetes de alta velocidad + (HSPA+ - High Speed Packet Access plus, en inglés) e interoperabilidad mundial para acceso a microondas (WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access, en inglés).

La figura 2 es un diagrama de bloques funcional que muestra más detalladamente el funcionamiento de una realización concreta del modulador de portadoras 118. En concreto, la figura 2 muestra una realización del modulador de portadoras 118 que podría ser utilizado por una realización del transmisor 100 que utiliza DFTS - OFDM tal como se necesita para las transmisiones de enlace ascendente en LTE. Realizaciones alternativas pueden estar configuradas para soportar cualquier otro tipo apropiado de modulación de portadoras. La realización mostrada del modulador de portadoras 118 incluye un DFT 202, un precodificador 204, un DFT inverso (IDFT) 206 y una serie de amplificadores de potencia (PA – Power Amplifier, en inglés) 208.

El modulador de portadoras 118 recibe símbolos vectoriales 140 producidos por el mapeador de capas 110. Tal como son recibidos por el modulador de portadoras 118, los símbolos vectoriales 140 representan cantidades en el dominio del tiempo. La DFT 202 mapea los símbolos vectoriales 140 al dominio de la frecuencia. La versión del dominio de la frecuencia de los símbolos vectoriales 140 se precodifican a continuación linealmente mediante el precodificador 204 utilizando una matriz de precodificación, W , que es de tamaño $(N_T \times r)$, donde N_T representa el número de antenas de transmisión 120 que ha de ser utilizadas por el transmisor 100 y r representa el número de capas de transmisión que serán utilizadas por el transmisor 100. Esta matriz de precodificación combina y mapea los r flujos de información sobre las N_T secuencias precodificadas. El precodificador 204 genera a continuación un conjunto de vectores de transmisión en el dominio de la frecuencia mapeando estos símbolos del dominio de la frecuencia precodificados a un conjunto de subportadoras que han sido asignadas a la transmisión.

Los vectores de transmisión del dominio de la frecuencia son convertidos de nuevo en el dominio del tiempo mediante la IDFT 206. En realizaciones concretas, la IDFT 206 también aplica un prefijo cíclico (CP – Cyclic Prefix, en inglés) a los vectores de transmisión del dominio del tiempo resultantes. Los vectores de transmisión del dominio del tiempo son amplificados a continuación mediante amplificadores de potencia 208 y emitidos desde el modulador de portadoras 118 a las antenas 120, que son utilizadas por el transmisor 100 para transmitir los vectores de transmisión del dominio del tiempo a través de un canal de radio a un receptor.

Tal como se ha explicado anteriormente, las técnicas de asignación descritas pueden ser implementadas en una variedad de formas diferentes por diferentes realizaciones del transmisor 100. Las figuras 4A a 8B muestran con mayor detalle la funcionalidad de diversas realizaciones del transmisor 100 que son capaces de implementar las técnicas de asignación descritas.

Las figuras 4A a 4C y 5A a 5C muestran una variación en una porción particular del transmisor 100. Específicamente, la figura 4A muestra una realización del transmisor 100 que incluye una vista ampliada del mapeador de capas 104b responsable de mapear las palabras de código del segundo tipo de información de control (de nuevo, palabras de código de CQI 132 para los propósitos del ejemplo de la figura 1) a las diversas capas de transmisión. En esta vista ampliada, el mapeador de capas 104b incluye un distribuidor de control a datos 402 y un mapeador de palabra de código a capa 404. En la realización mostrada, el mapeador de palabra de código a capa 404 es idéntico al mapeador de capas 104a para palabras de código de datos de usuario 130. En esta realización del transmisor 100, el distribuidor de control a datos 402 distribuye bits de palabras de código de CQI 132 sobre varios conjuntos de bits, estando cada conjunto asociado con una palabra de código de datos de usuario 130 (aunque algunos de estos conjuntos pueden estar vacíos). El mapeador de palabra de código a capa 404 mapea a continuación las diversas porciones de la palabra de código de CQI 132 a diferentes capas de transmisión basándose en la palabra de código de datos de usuario 130 a la que ha sido asignada la porción pertinente de la palabra de código de CQI 132.

La figura 4B muestra un funcionamiento de ejemplo para una porción particular del transmisor 100 que está configurada tal como se muestra en la figura 4A. En el ejemplo mostrado, el mapeador de palabra de código a capa 104 recibe dos palabras de código de datos de usuario 130a - b y el distribuidor de control a datos 402 distribuye una única palabra de código de CQI 132 entre las dos palabras de código de datos de usuario 130a - b. El mapeador de capas 104a y el mapeador de palabra de código a capa 404, a continuación, mapean las palabras de código de datos de usuario 130a - b y la palabra de código de CQI 132 distribuida, respectivamente, a capas de transmisión asociadas, tal como se muestra en la figura 4B.

La figura 4C muestra una realización relacionada del transmisor 100 en la que el distribuidor de control a datos 402 utiliza una función de distribución específica. En concreto, la figura 4C muestra una realización en la que el

distribuidor de palabra de código de control a palabra de código de datos 402 mapea la palabra de código de CQI 132 relevante solo a una de las dos palabras de código de datos de usuario 130 que se han de transmitir.

Las realizaciones alternativas del transmisor 100 pueden producir una salida idéntica utilizando otras configuraciones del mapeador de palabra de código a capa 104 y el multiplexador 108. Por ejemplo, la figura 5A muestra otra realización de la misma porción del transmisor 100 en la que el mapeador de palabra de código a capa 104 es movido a detrás del multiplexador 108 en la trayectoria de datos relevante 102. A pesar de esta modificación, la combinación de componentes puede ser configurada para producir la misma salida que la realización mostrada en la figura 4A, tal como se muestra mediante el ejemplo de funcionamiento de la figura 5B. De forma similar, la figura 5C muestra otra configuración de la misma porción del transmisor 100. Tal como en la figura 4C, la figura 5C muestra un ejemplo específico de la figura 5A en la cual el distribuidor de control a datos 402 mapea la palabra de CQI 132 codificada solo a una de las dos palabras de código de datos de usuario 130 a ser transmitidas. Por lo tanto, tal como muestran las figuras 4A - 4C y las figuras 5A - 5C, el transmisor 100 puede ser configurado para funcionar de la misma manera, independientemente de si el mapeo de capas se produce antes o después de la multiplexación de los datos de usuario y de control realizada por el multiplexador 108.

Además, como variación en la realización por capa del transmisor 100 mostrada en la figura 1, realizaciones concretas del transmisor 100 pueden ser capaces de realizar un procesamiento "por palabra de código" de las palabras de código de datos de usuario 130 introducidas, mediante el cual una trayectoria de datos 602 separada está asociada con cada palabra de código de datos de usuario 130 a ser transmitida en oposición a cada capa de transmisión que se va a utilizar.

La figura 6 muestra una realización alternativa del transmisor 100 en la que las técnicas de asignación descritas anteriormente se implementan modificando los procedimientos convencionales de entrelazado y codificación de canales. La figura 6 muestra tal realización del transmisor 100. Específicamente, la realización mostrada en la figura 6 incluye un entrelazador de canal extendido 612 y un codificador de canal extendido 610 que realizan versiones modificadas del entrelazado y la codificación de canal realizadas, por ejemplo, por el equipo de usuario LTE versión 8 cuando transmite de datos de usuario e información de control multiplexados sobre el PUSCH.

En realizaciones concretas, el codificador de canal extendido 610 realiza codificación convencional de canal a bits no codificados de un primer tipo o tipos de información de control. Para el ejemplo de la figura 6, estos tipos de información de control incluyen de nuevo Información de RI e información de retroalimentación de HARQ. Además de esta codificación de canal, el codificador de canal extendido 610 puede realizar asimismo operaciones adicionales para facilitar la utilización de las técnicas de asignación descritas anteriormente. En realizaciones concretas, esto puede implicar la replicación de bits codificados de la información de control para hacer coincidir el número de copias de cada bit codificado con el número de capas para transmitir la palabra de código relevante.

Por ejemplo, la figura 7 muestra en mayor detalle una realización concreta del codificador de canal extendido 610. Tal como se muestra en la figura 7, la realización mostrada del codificador de canal extendido 610 incluye un codificador de canal 620 que puede funcionar de manera similar o idéntica al codificador de canal 110 de la figura 1. Adicionalmente, la realización mostrada del codificador de canal extendido 610 incluye un replicador de capas 622. El replicador de capas 622 recibe una secuencia de entrada de bits de información de control codificados y repite cada bit de la secuencia una vez para cada capa en la que se transmitirá la palabra de código asociada con la trayectoria de datos relevante. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 7, para un ejemplo de secuencia de bits de entrada de o_0o_1 , el codificador de canal 620 codifica los bits de entrada para generar una secuencia de bits codificada, q_0q_1 . Dependiendo del número de capas que se utilizarán para transmitir la palabra de código de datos de usuario 130 asociada con el replicador de capas relevante 622, el replicador de capas 622 puede replicar bits individuales de la secuencia codificada de tal manera que la secuencia de bits replicada resultante incluya copias múltiples de cada bit en la secuencia codificada. Específicamente, la secuencia de bits replicada incluye un número de copias de cada bit codificado igual al número de capas que se utilizarán para transmitir la palabra de código de los datos de usuario 130 asociada con esta trayectoria de datos 102. El ejemplo del codificador de canal extendido 610 mostrado en la figura 7 se supone que está asociado con una palabra de código de datos de usuario 130 que se transmitirá en dos capas de transmisión. De este modo, el replicador de capas 622 replica cada bit de la secuencia de bits codificada (q_0q_1) una vez de tal manera que la secuencia de bits replicada incluye dos copias de cada bit aleatorizado ($q_0q_0q_1q_1$).

Volviendo a la figura 6, la realización mostrada del transmisor 100 combina la codificación de canal modificada proporcionada por el codificador de canal extendido 610 con una técnica de entrelazado modificada proporcionada por el entrelazador de canal extendido 612. Como con el codificador de canal extendido 610, el entrelazador de canal extendido 612 realiza una versión de una técnica de entrelazado convencional (por ejemplo, el entrelazado especificado por LTE versión 8) que ha sido modificada para implementar las técnicas de asignación descritas anteriormente con respecto a la figura 1. Más específicamente, un entrelazador convencional que implementa el entrelazado especificado por LTE versión 8 utiliza una matriz de símbolos codificados (grupos de Q_m bits, donde Q_m es el número de bits que forman un símbolo de modulación). Cada columna de esta matriz corresponde a un símbolo DFTS - OFDM. Bajo el entrelazado LTE versión 8, los símbolos codificados (grupos de Q_m bits) de la palabra de código de RI son introducidos en las posiciones asignadas (tal como se indica en la rejilla de recursos de ejemplo de la figura 4). A continuación, las palabras de código de CQI / datos de usuario concatenadas (que resultan

de la multiplexación de las palabras de código de CQI 132 y las palabras de código de datos de usuario 130) son introducidas en torno a la palabra de código de RI en un orden de fila primero. A continuación, se introducen símbolos codificados de las palabras de código de ACK/NAK (grupos de Q_m , bits) en las posiciones asignadas mostradas en la figura 4, perforando los datos de usuario y potencialmente la información de CQI.

- 5 En realizaciones concretas, el esquema de entrelazado de la versión 8 se modifica para la utilización por el entrelazador de canal extendido 612 de tal manera que cada columna en la matriz de entrelazado representa los símbolos DFTS - OFDM que han de ser transmitidos en paralelo sobre las capas asociadas con la palabra de código de datos de usuario correspondiente 130. Además, el patrón de entrelazado concreto implementado por el entrelazador de canal extendido 612 bajo este esquema de entrelazado extendido depende del número de capas a las que se mapea una palabra de código concreta de control o de datos de usuario. Si una palabra de código es mapeada a L capas, entonces cada símbolo de orden L codificado (grupo de Q_m bits) en una columna es asociado con la misma capa. Es decir, los símbolos codificados de las diferentes capas están entrelazados. Además, la matriz de entrelazado se rellena en grupos de $L \cdot Q_m$ bits codificados (contrariamente al entrelazado convencional, que se rellena en grupos de Q_m bits). El agrupamiento de $L \cdot Q_m$ bits codificados garantiza la alineación en el tiempo entre las capas asociadas con una palabra de código concreta, de una manera similar o idéntica a la descrita anteriormente con respecto a la realización de la figura 1.

20 Cuando el entrelazado del entrelazador de canal extendido 612 se combina con la replicación de símbolos codificados de un primer tipo o tipos de información de control (información de HARQ y de RI, en este ejemplo) que está realizada por el codificador de canal extendido 610, se repetirán los símbolos codificados del primer tipo o tipos de información de control en todas las capas de los símbolos vectoriales 140 resultantes que contienen el primer tipo de información de control. De este modo, el primer tipo o tipos de información de control será aislado en símbolos vectoriales 140 separados de los datos de usuario, siendo la información de control relevante transmitida sobre símbolos vectoriales 140 que no contienen datos de usuario.

25 En consecuencia, con las extensiones al entrelazado convencional y las operaciones de codificación de canal descritas anteriormente, la realización del procesamiento por palabra de código del transmisor 100 mostrada en la figura 7 es capaz de implementar las mismas técnicas de asignación descritas anteriormente con respecto a la realización de por capa mostrada en la figura 1. Además, si las operaciones de aleatorización de la realización por capa y la realización por palabra de código se seleccionan apropiadamente, la salida de las dos realizaciones puede ser idéntica al nivel de bit a bit. Por ejemplo, si se utilizan dos secuencias para el procesamiento de palabra de código (una para cada palabra de código), entonces se puede implementar la formulación del procesamiento por capa con las secuencias de aleatorización divididas en las dos capas asociadas, de tal manera que cada uno de los otros grupos de Q_m bits es mapeado a cada una de las otras capas asociadas. Por el contrario, si se utilizan cuatro secuencias separadas para el procesamiento por capa, las dos asociadas con una única palabra de código pueden entrelazarse en grupos de Q_m bits para formar una secuencia de aleatorización por palabra de código. Para cada uno de estos casos, la salida de la realización por capa y la realización por palabra de código (con entrelazador extendido y codificadores de canal) será idéntica.

35 Las figuras 8A y 8B proporcionan un ejemplo que demuestra este punto. La figura 8A muestra la señalización de PUSCH y la multiplexación de UCI para una realización del procesamiento por capa del transmisor 100 similar a la mostrada en la figura 1. En concreto, la figura 8A representa una realización del transmisor 100 que incorpora la configuración de mapeo de capa y multiplexación de CQI/PMI y de datos de usuario mostrada en la figura 5C, pero se pueden conseguir exactamente los mismos resultados con la configuración mostrada en la figura 4C. Para cada parte del procesamiento, la salida en las ramas se muestra a través de las matrices 800a - c, donde cada columna corresponde a un símbolo DFTS - OFDM. En concreto, la matriz 800a muestra el mapeo de información de control y datos de usuario sobre una primera capa de los símbolos vectoriales 140 resultantes, y la matriz 800b muestra lo mismo para una segunda capa. La matriz 800c muestra la salida del entrelazador de canal 112 para la primera capa.

45 La figura 8B muestra la señalización de PUSCH y la multiplexación de UCI para una realización del procesamiento por palabra de código similar a la de la figura 7. Como con la figura 8A, se utilizan las matrices 810a - c para mostrar la salida de ramas concretas donde cada columna corresponde a un símbolo DFTS - OFDM (o a símbolos DFTS - OFDM entrelazados como salida mediante el entrelazador de canal extendido 612). En concreto, la matriz 810a muestra el mapeo de información de control y datos de usuario sobre una primera capa de los símbolos vectoriales 140, y la matriz 810b muestra lo mismo para una segunda capa. La matriz 810c muestra la salida del entrelazador de canal extendido 612.

55 En general, las figuras 8A y 8B muestran el procesamiento de datos de usuario codificados, se muestran símbolos de CQI, RI y ACK de HARQ para una realización del procesamiento por capa y por palabra de código, respectivamente. En las figuras se muestra una transmisión de cuatro capas y la palabra de código de CQI se multiplexa con la primera palabra de código de datos de usuario. Tal como se puede ver en la salida final de cada capa, el mapeo de recursos resultante es el mismo en ambas figuras. Se llega a la misma conclusión análogamente para otros rangos de transmisión y mapeos de palabra de código CQI a datos.

60 La figura 9 es un diagrama de bloques estructural que muestra con mayor detalle el contenido de una realización concreta 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 concretas, el transmisor 100 representa un terminal inalámbrico, tal como un equipo de usuario (UE) de LTE. Tal como se muestra en la figura 9, la realización mostrada del transmisor 100 incluye un procesador 910, una memoria 920, un transceptor 930 y una serie de antenas 120.

5 El procesador 910 puede representar o incluir cualquier forma de componente de procesamiento, incluyendo microprocesadores exclusivos, ordenadores de utilización general u otros dispositivos capaces de procesar información electrónica. Ejemplos del procesador 910 incluyen matrices de puertas programables por campo (FPGA – Field Programmable Gate Arrays, en inglés), microprocesadores programables, procesadores de señales digitales (DSP – Digital Signal Processors, en inglés), circuitos integrados específicos para una aplicación (ASIC – Application Specific Integrated Circuits, en inglés) y cualquier otro procesador específico o de utilización general adecuado. Aunque la figura 9 muestra, por razones de sencillez, una realización del transmisor 100 que incluye un único procesador 910, el transmisor 100 puede incluir cualquier número de procesadores 910 configurados para interactuar de cualquier manera apropiada. En realizaciones concretas, algunas o todas las funcionalidades descritas anteriormente con respecto a las figuras 1 a 2 y 4 a 8B pueden ser implementadas por el procesador 910 ejecutando instrucciones y/o funcionando de acuerdo con su lógica cableada. De manera similar, en algunas realizaciones concretas, algunos o todos los bloques funcionales descritos anteriormente con respecto a las figuras 1 a 2 y 4 a 8B pueden representar el software de ejecución del procesador 910.

La memoria 920 almacena instrucciones de procesador, parámetros de ecuación, asignaciones de recursos y/o cualesquiera otros datos utilizados por el transmisor 920 durante el funcionamiento. La memoria 920 puede comprender cualquier conjunto y disposición de dispositivos volátiles o no volátiles, locales o remotos adecuados para almacenar datos, tales como una memoria de acceso aleatorio (RAM – Random Access Memory, en inglés), una memoria de solo lectura (ROM – Read Only Memory, en inglés), un almacén magnético, un almacén óptico o cualquier otro tipo adecuado de componentes de almacenamiento de datos. Aunque se muestra como un único elemento en la figura 9, la memoria 920 puede incluir uno o varios componentes físicos locales o remotos del transmisor 100.

El transceptor 930 transmite y recibe señales de RF a través de las antenas 340a a d. El transceptor 930 puede representar cualquier forma adecuada de transceptor de RF. Aunque la realización de ejemplo en la figura 9 incluye un cierto número de antenas 340, realizaciones alternativas del transmisor 100 pueden incluir cualquier número apropiado de antenas 340. Adicionalmente, en realizaciones concretas, el transceptor 930 puede representar, total o parcialmente, una parte de procesador 910.

La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra el ejemplo de funcionamiento de una realización concreta del transmisor 100 en la asignación de datos de usuario y de información de control a recursos de transmisión. En concreto, la figura 10 muestra un ejemplo de funcionamiento para una realización concreta del transmisor 100 que transmite ciertos tipos de información de control (en este caso, información de ACK/NAK y de RI) en símbolos vectoriales 140 que contienen solo información de control, mientras transmiten otros tipos (en este caso, información de CQI/PMI) en símbolos vectoriales 140 que incluyen información de control y datos de usuario. Las etapas mostradas en la figura 10 se pueden combinar, modificar o eliminar cuando sea apropiado. También se pueden añadir etapas adicionales al funcionamiento de ejemplo. Además, las etapas descritas pueden ser realizadas en cualquier orden adecuado.

La operación comienza en el ejemplo mostrado codificando el transmisor 100 los diversos tipos de información a transmitir durante una subtrama concreta. Por lo tanto, en la etapa 1002 el transmisor 100 codifica bits de un primer tipo de información de control para formar una o varias palabras de código de control. En la etapa 1004, el transmisor 100 codifica bits de un segundo tipo de información de control para formar una o varias palabras de código de control. El transmisor 100 codifica asimismo bits de datos de usuario, en la etapa 1006, para formar una o varias palabras de código de datos de usuario. Dependiendo de los tipos de información a transmitir y de los requisitos de funcionamiento del sistema de comunicación, el transmisor 100 puede utilizar un esquema de codificación común o múltiples esquemas de codificación diferentes para codificar la información. En realizaciones concretas, el transmisor 100 puede replicar bits del primer tipo de información de control (antes o después de la codificación) para asegurar que, en cualquier símbolo vectorial 140 que contiene el primer tipo de información de control, el primer tipo de información de control se mapea a todas las capas de transmisión utilizadas para la transmisión. Adicionalmente, en determinadas realizaciones, el transmisor 100 puede codificar bits del segundo tipo de información de control a una velocidad para formar una primera palabra de código, de tal manera que un número

de bits en la primera palabra de código sea igual a $Q' \times \sum_{l=1}^r Q_{m,l}$, donde Q' es un número entero y $Q_{m,l}$ es el número de bits de cada símbolo de modulación en la capa l y r es el número total de capas sobre las cuales se transmitirá una palabra de código de datos de usuario que se multiplexará con el segundo tipo de información de control. Esto puede asegurar que el segundo tipo de información de control es mapeado a las mismas capas de transmisión en todos los símbolos vectoriales 140 que contienen el segundo tipo de información de control, incluso si se utilizan otras capas de transmisión para transmitir datos de usuario.

Después de que toda la información que ha de ser transmitida durante la subtrama relevante ha sido codificada, el transmisor 100 combina la información de control a transmitir con los datos de usuario. En realizaciones concretas, el transmisor 100 puede combinar diversos tipos de información de control con datos de usuario de diferentes maneras. Por ejemplo, en la realización mostrada, en la etapa 1008, el transmisor 100 multiplexa ciertos tipos de información de control (es decir, información de CQI codificada) con palabras de código de datos de usuario, antes de asignar información de control y datos de usuario a recursos de transmisión. El transmisor 100 puede distribuir esta información de control a una o varias palabras de código de datos de usuario de tal manera que los bits codificados de la información de control se concatenen con la o las palabras de código de datos de usuario relevantes. Por ejemplo, en realizaciones concretas, el transmisor 100 segmenta cada palabra de código de control del segundo tipo en un número de partes que es igual al número total de capas (r) sobre las cuales se transmitirán la palabra o las palabras de código de datos de usuario relevantes a multiplexar. El transmisor 100 puede realizar esta segmentación de tal manera que, cuando el transmisor 100 asigna posteriormente los diversos tipos de información de control y datos de usuario a recursos de transmisión, la parte de palabra de código de control segmentada asignada a una capa (l) concreta tendrá una longitud igual a ($Q' \times Q_{m,l}$) bits. Alternativamente, el transmisor 100 puede distribuir el segundo tipo de palabra de código de control de tal manera que:

$$CW_l^{CQI/PMI}(k) = CW^{CQI/PMI} \left(\left\lfloor \frac{k}{Q_{m,l}} \right\rfloor \cdot \sum_{\substack{\tilde{l}=1 \\ \tilde{l} \neq l}}^r Q_{m,\tilde{l}} + \sum_{\tilde{l}=1}^{l-1} Q_{m,\tilde{l}} + k \right)$$

donde $CW_l^{CQI/PMI}(k)$ denota el bit de orden k (empezando desde 0) de la palabra de código de control mapeada a la capa l (empezando desde 1) y $CW^{CQI/PMI}(m)$ denota el bit de orden m (empezando desde 0) de la palabra de código antes del mapeo de capa.

El transmisor 100 genera a continuación una serie de símbolos de vector 140 basados en las palabras de código de control y las palabras de código de datos de usuario. Cada símbolo vectorial 140 comprende una serie de símbolos de modulación que están asociados, cada uno, con una capa de transmisión sobre la que se transmitirá el símbolo de modulación asociado. Como parte de la generación de estos símbolos vectoriales 140, el transmisor 100 entrelaza bits del primer tipo de información de control con bits de una o varias palabras de código de control de datos de usuario, incluyendo cualesquiera bits del segundo tipo de información de control que se han concatenado con palabras de código de datos de usuario en la etapa 1010. En realizaciones concretas, el transmisor 100 entrelaza la información de control y los datos de usuario de tal manera que la información de control de un tipo concreto es mapeada a las mismas capas en todos los símbolos vectoriales 140 transmitidos durante el la subtrama pertinente que contiene el tipo relevante de información de control. Además, en realizaciones concretas, el transmisor 100 entrelaza la información de control y los datos de usuario de una manera tal que la información de control de ciertos tipos (por ejemplo, información de ACK/NACK e información de RI) es mapeada a símbolos vectoriales 140 separados de los datos de usuario. Además, en realizaciones concretas, el transmisor 100 entrelaza la información de control y los datos de usuario de una manera tal que otros tipos de información de control son asignados a símbolos vectoriales 140 a los que también se mapean datos de usuario. Sin embargo, en otras formas de realización concretas, estos otros tipos de información de control siguen siendo mapeados al mismo conjunto de capas de transmisión en todos los símbolos vectoriales 140 transmitidos durante la subtrama que contienen el tipo o tipos relevantes de información de control.

Después de entrelazar los bits de información de control y de datos de usuario, el transmisor 100 puede aleatorizar los bits entrelazados. Por lo tanto, en el ejemplo mostrado, el transmisor 100 genera una secuencia o secuencias de aleatorización, en la etapa 1012, y aplica la secuencia de aleatorización a grupos de bits entrelazados en la etapa 1014. En realizaciones concretas, el transmisor genera una secuencia de aleatorización para cada capa particular en base a una semilla de secuencia (C_{inic}) asociada con esa capa. Por ejemplo, el transmisor 100 puede generar una

secuencia de aleatorización basada en una semilla de secuencia $C_{\text{inic}} = n_{\text{RNTI}} \cdot 2^{15} + q \cdot 2^{13} + \lfloor n_s/2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{celda}}$, donde q es la capa asociada con esta semilla de secuencia, n_{RNTI} es un identificador temporal de radio terminal, n_s

es un número de intervalo dentro de una trama de radio, y $N_{\text{ID}}^{\text{celda}}$ es un identificador de celda asociado con una celda en la que los símbolos vectoriales 140 han de ser transmitidos. Después de generar la secuencia o secuencias de aleatorización, en tales realizaciones, el transmisor 100 aleatoriza cada grupo de bits entrelazados mediante su secuencia de aleatorización correspondiente, tal como se muestra en la etapa 1014.

Una vez que el transmisor 100 ha generado símbolos vectoriales 140 y realizado cualquier procesamiento adecuado, el transmisor 100 transmite los símbolos vectoriales 140 generados en la etapa 1016. Tal como se ha explicado anteriormente, en realizaciones concretas, cada tipo de información de control se asigna a las mismas capas en todos los símbolos vectoriales 140 que contienen ese tipo de información de control. Además, ciertos tipos de información de control (por ejemplo, la información de ACK/NAK y la información de RI en esta memoria) se mapean a símbolos vectoriales 140 separados de tal manera que ningún símbolo vectorial que contiene estos tipos

de información de control contiene asimismo datos de usuario. Sin embargo, otros tipos de información de control (por ejemplo, información de CQI en esta memoria) pueden ser mapeados a símbolos vectoriales 140 que también contienen datos de usuario. El funcionamiento del transmisor 100 con respecto a la transmisión de la información de control relevante y los datos de usuario puede entonces finalizar tal como se muestra en la figura 10.

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

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para transmitir de manera inalámbrica datos de usuario e información de control utilizando una serie de capas de transmisión, que comprende:

5 codificar (1002, 1004) bits de un primer tipo de información de control para formar una o varias palabras de código de control del primer tipo de información de control;

codificar (1004) bits de un segundo tipo de información de control para formar una o varias palabras de control del segundo tipo de información de control;

codificar (1006) bits de datos de usuario para formar una o varias palabras de código de datos de usuario;

10 generar (1008, 1010, 1012, 1014) una serie de símbolos vectoriales basados en las palabras de código de control y las palabras de código de datos de usuario, comprendiendo cada símbolo vectorial una serie de símbolos de modulación que están asociados cada uno con una capa de transmisión sobre la que se transmitirá el símbolo de modulación asociado, en el que generar la serie de símbolos vectoriales comprende entrelazar (1010) bits de una o varias palabras de código de control del primer tipo, bits de una o varias palabras de control del segundo tipo, y bits de una o varias palabras de código de datos de usuario de tal manera que:

15 el primer tipo de información de control está contenido en símbolos de modulación asociados con todas las capas de transmisión en todos los símbolos vectoriales transmitidos durante la subtrama que contiene el primer tipo de información de control; y

por lo menos uno de los símbolos vectoriales generados que contiene información de control del segundo tipo también contiene datos de usuario; y

20 transmitir (1016) la serie de símbolos vectoriales a un receptor en una serie de capas de transmisión.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la serie de símbolos vectoriales comprende mapear bits de por lo menos una palabra de código de control del segundo tipo de información de control a un símbolo vectorial de una manera tal que:

$$CW_l(k) = CW \left(\left\lfloor \frac{k}{Q_{m,l}} \right\rfloor \cdot \sum_{\substack{l=1 \\ j=1}}^r Q_{m,\bar{l}} + \sum_{l=1}^{l-1} Q_{m,\bar{l}} + k \right)$$

25 en donde $CW(m)$ es un bit de orden m de la palabra de código de control mapeada, empezando m en cero, en donde $CW_l(k)$ es un bit de orden k de un grupo de bits asociado con una capa l en el símbolo vectorial correspondiente, empezando k en cero y empezando l en uno, y en donde r es el número de capas de transmisión sobre las que está mapeada la por lo menos una palabra de código de control del segundo tipo de información de control.

30 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que codificar (1004) bits del segundo tipo de información de control comprende codificar bits de información de control a una velocidad para formar una primera palabra de código tal que un número de bits en la primera palabra de código es igual a:

$$Q' \times \sum_{l=1}^r Q_{m,l}$$

35 en la que Q' es un número entero y $Q_{m,l}$, es un número de bits de cada símbolo de modulación de la capa l y r es el número total de capas sobre las cuales se transmitirá una palabra de código de datos de usuario para ser multiplexada con el segundo tipo de información de control.

40 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar (1008, 1010, 1012, 1014) la serie de símbolos vectoriales comprende segmentar por lo menos una palabra de código de control del segundo tipo de información de control en un número de partes que es igual al número total de capas sobre las cuales se transmitirá la palabra de código de datos de usuario a multiplexar, y en la que una parte asignada a una capa concreta l tiene una longitud igual a $Q' \times Q_{m,l}$ bits, en la que Q' es un número entero y $Q_{m,l}$ es el número de bits de cada símbolo de modulación de la capa l .

5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el segundo tipo de información de control comprende por lo menos una de una indicación de calidad de canal, CQI, y una indicación de matriz de precodificación, PMI.

45 6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la serie de símbolos vectoriales comprende mapear bits de por lo menos una palabra de código de control a un símbolo vectorial, de tal manera que para cada par de bits vecinos en la palabra de código de control un primer bit del par es mapeado por lo menos a una primera capa de

un símbolo vectorial correspondiente, y un segundo bit del par es mapeado por lo menos a una segunda capa del correspondiente símbolo vectorial diferente de la primera capa.

7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la serie de símbolos vectoriales comprende:

segmentar por lo menos una palabra de código en por lo menos dos segmentos; y

5 mapear bits de un primer segmento de la palabra de control a por lo menos una primera capa de un símbolo vectorial correspondiente; y

mapear bits de un segundo segmento de la palabra de control a por lo menos una segunda capa del símbolo vectorial correspondiente diferente de la primera capa.

8. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar (1008, 1010, 1012, 1014) la serie de símbolos vectoriales comprende generar por lo menos un símbolo vectorial mediante:

replicar uno o varios bits de información de control para su transmisión a una serie de codificadores;

codificar la información de control en paralelo en la serie de codificadores; y

mapear la información de control codificada en cada capa del símbolo vectorial.

9. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el primer tipo de palabras de código de control comprende palabras de código que contienen los bits de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ.

10. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el primer tipo de palabras de código de control comprende palabras de código que contienen los bits de indicación de rango, RI.

11. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que generar la serie de símbolos vectoriales comprende:

20 generar (1012) una secuencia de aleatorización para cada capa de transmisión en base a una semilla de secuencia C_{inic} asociada con esa capa;

aleatorizar (1014) cada símbolo de modulación de los símbolos vectoriales mediante una secuencia de aleatorización correspondiente a una capa de transmisión asociada con ese símbolo de modulación;

en donde

$$C_{\text{inic}} = n_{\text{RNTI}} \cdot 2^{15} + q \cdot 2^{13} + \lfloor n_s/2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{celda}}$$

25 y en la que q es la capa asociada con la semilla de secuencia, n_{RNTI} es un identificador temporal de radio, n_s es un número de intervalo dentro de una trama de radio y $N_{\text{ID}}^{\text{celda}}$ es un identificador de celda asociado con una celda en la que se van a transmitir los símbolos vectoriales.

12. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los bits de entrelazado de una o varias palabras de código de control y los bits de una o varias palabras de código de datos de usuario comprenden:

30 multiplexar (1008) una primera palabra de código de control y una primera palabra de código de usuario antes de entrelazar los bits de una o varias palabras de código de control y los bits de una o varias palabras de código de datos de usuario; y

entrelazar (1010) bits de la primera palabra de código de control multiplexada y de la primera palabra de código de datos de usuario con bits de una segunda palabra de código de control.

35 13. Aparato (100) para transmitir de manera inalámbrica datos de usuario e información de control utilizando una serie de capas de transmisión, comprendiendo el aparato:

una serie de antenas (120);

un transceptor (930) que funciona para transmitir símbolos vectoriales sobre una serie de capas de transmisión utilizando la serie de antenas; y

40 un procesador (910) que funciona para:

codificar bits de un primer tipo de información de control para formar una o varias palabras de código de control del primer tipo de información de control;

codificar bits de un segundo tipo de información de control para formar una o varias palabras de código del segundo tipo de información de control;

codificar bits de datos de usuario para formar una o varias palabras de código de datos de usuario;

generar una serie de símbolos vectorial basados en las palabras de código de control y en las palabras de código de datos de usuario, comprendiendo cada símbolo vectorial una serie de símbolos de modulación asociados cada uno con una capa de transmisión sobre la que se transmitirá el símbolo de modulación asociado, en el que generar la serie de símbolos vectoriales comprende entrelazar bits de las una o varias palabras de código de control del primer tipo, bits de las una o varias palabras de código de control del segundo tipo y bits de las una o varias palabras de código de datos de usuario, de tal manera que el primer tipo de información de control está contenido en símbolos de modulación asociados con todas las capas de transmisión en todos los símbolos vectoriales transmitidos durante la subtrama que contienen el primer tipo de información de control; y de tal manera que por lo menos uno de los símbolos vectoriales generados que contiene información de control del segundo tipo también contiene datos de usuario; y

transmitir la serie de símbolos vectoriales a un receptor sobre una serie de capas de transmisión que utilizan el transceptor.

14. Aparato (100) según la reivindicación 13, en el que el procesador (910) funciona para generar la serie de símbolos vectoriales mapeando bits de por lo menos una palabra de código de control del segundo tipo de información de control a un símbolo vectorial de una manera tal que:

$$CW_i(k) = CW \left(\left[\frac{k}{Q_{m,l}} \right] \cdot \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq l}}^r Q_{m,i} + \sum_{i=1}^{l-1} Q_{m,i} + k \right)$$

en donde $CW(m)$ es un bit de orden m de la palabra de código de control mapeada, empezando m en cero, donde $CW_i(k)$ es un bit de orden k de un grupo de bits asociado con una capa l en el símbolo vectorial correspondiente, empezando k en cero y empezando l en uno, y en donde r es el número de capas de transmisión en las cuales está mapeada la por lo menos una palabra de código de control del segundo tipo de información de control.

15. Aparato según la reivindicación 13, en el que el primer tipo de palabras de código de control comprende palabras de código que contienen bits de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ, o comprende palabras de código que contienen bits de indicación de rango, RI.

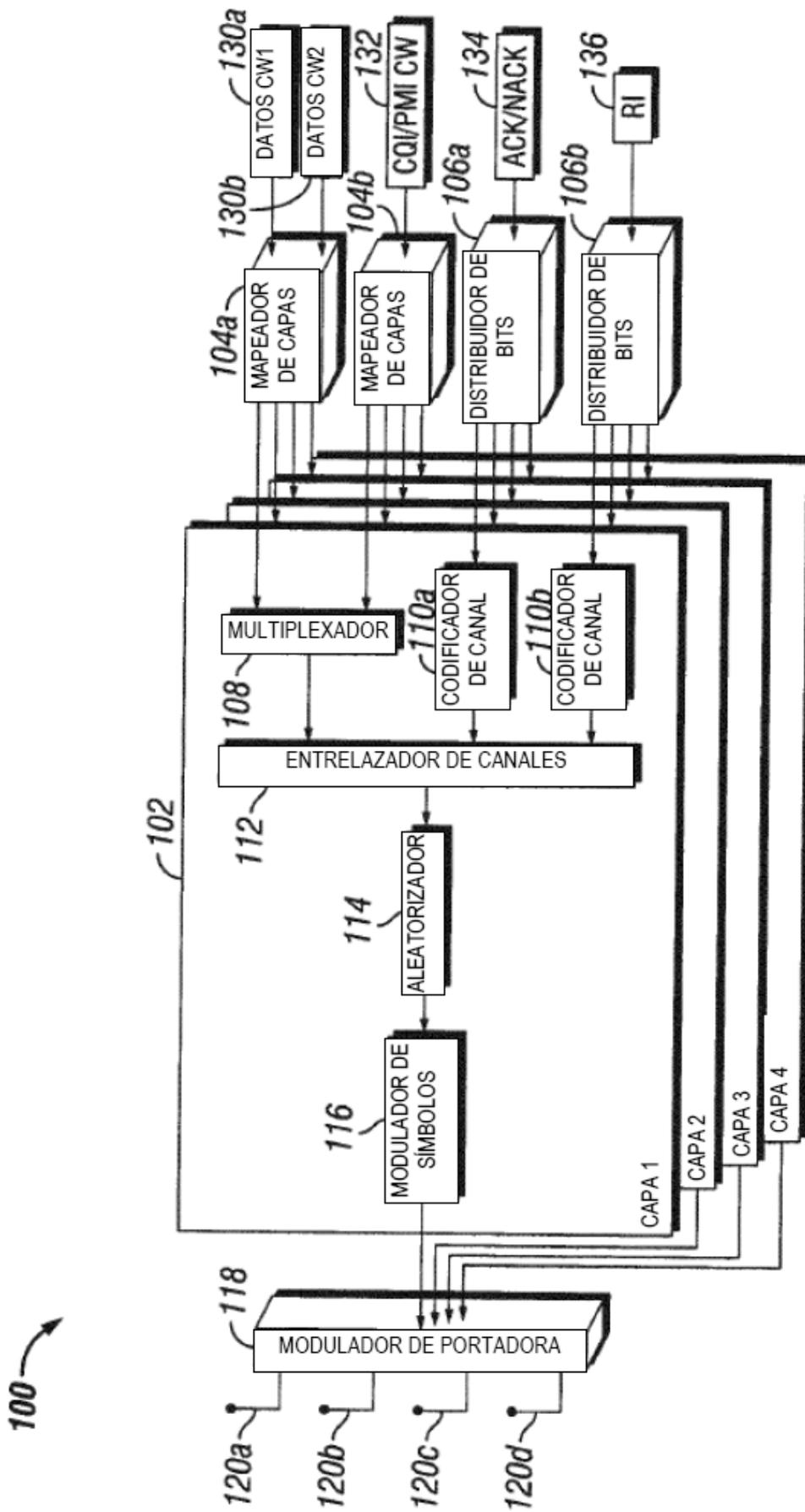


FIG. 1

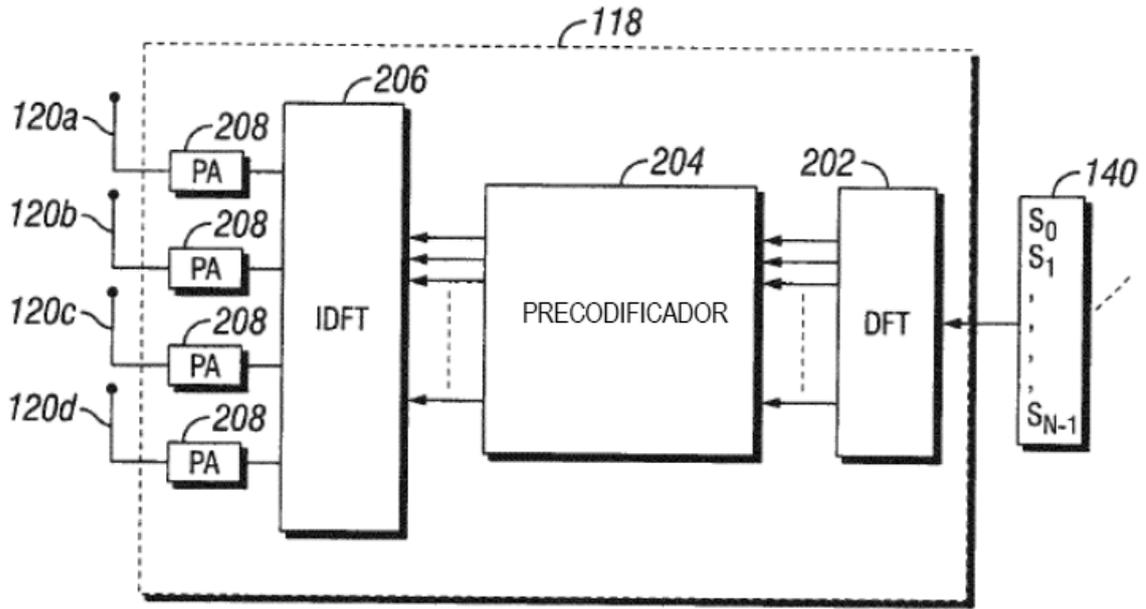


FIG. 2

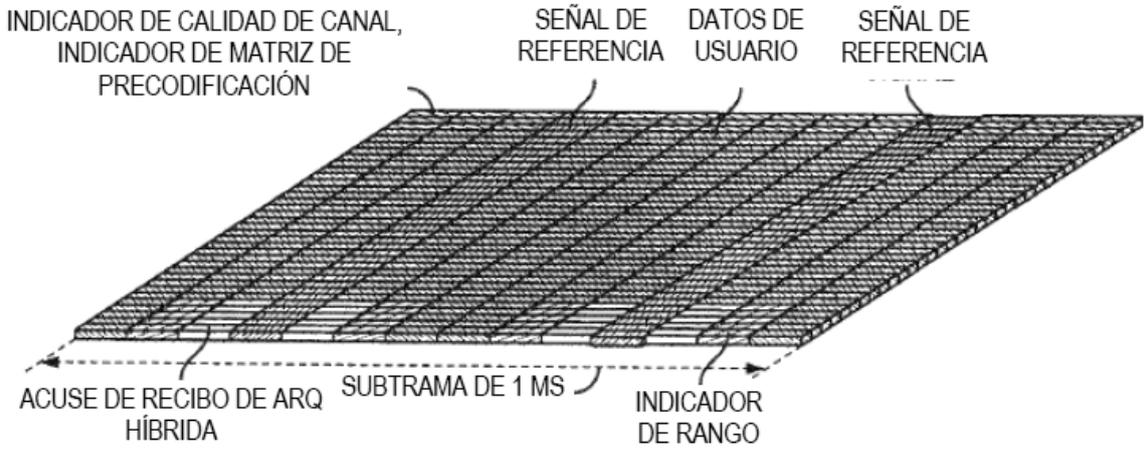


FIG. 3

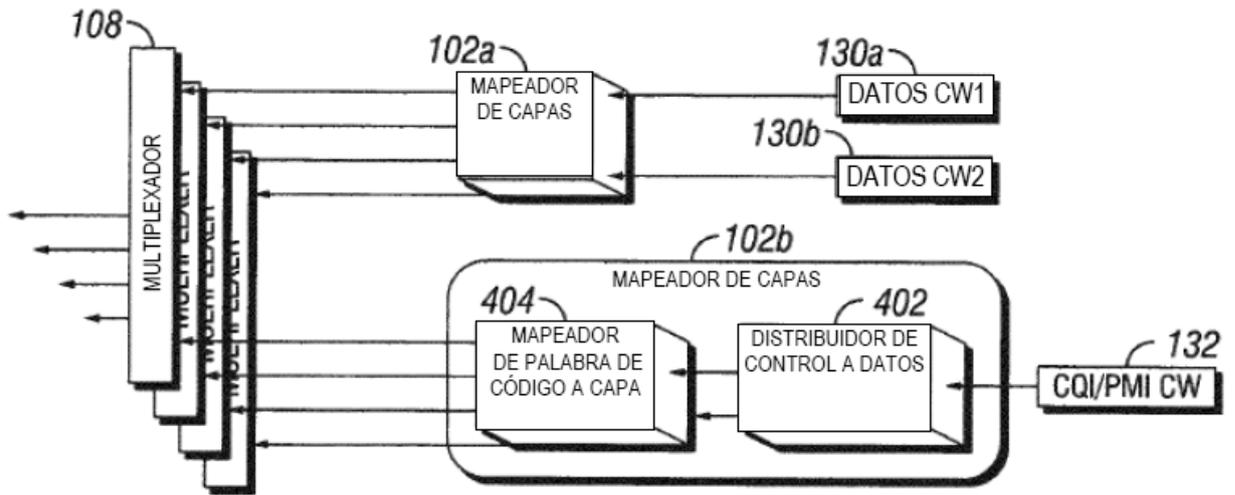


FIG. 4A

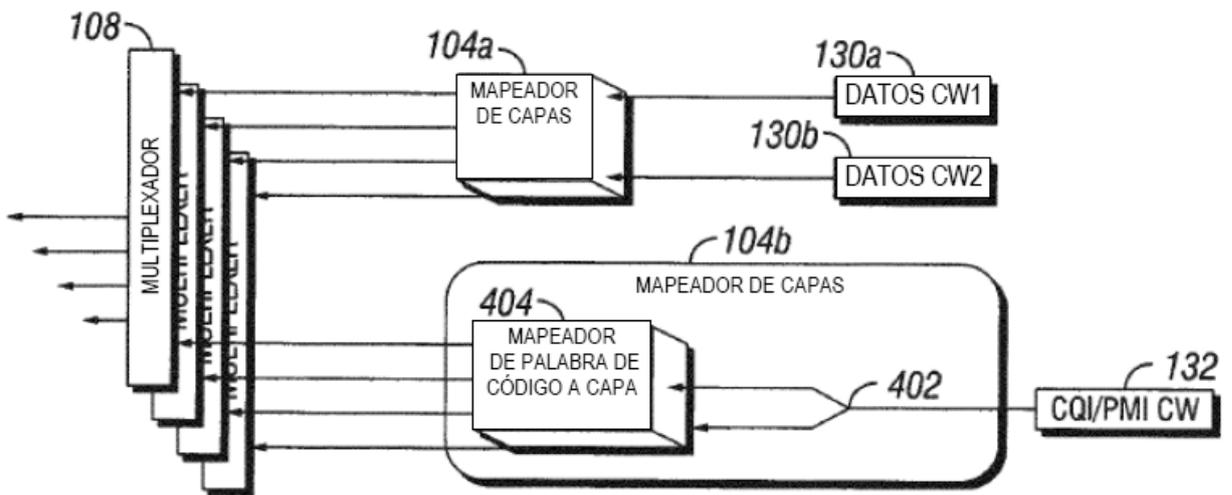


FIG. 4C

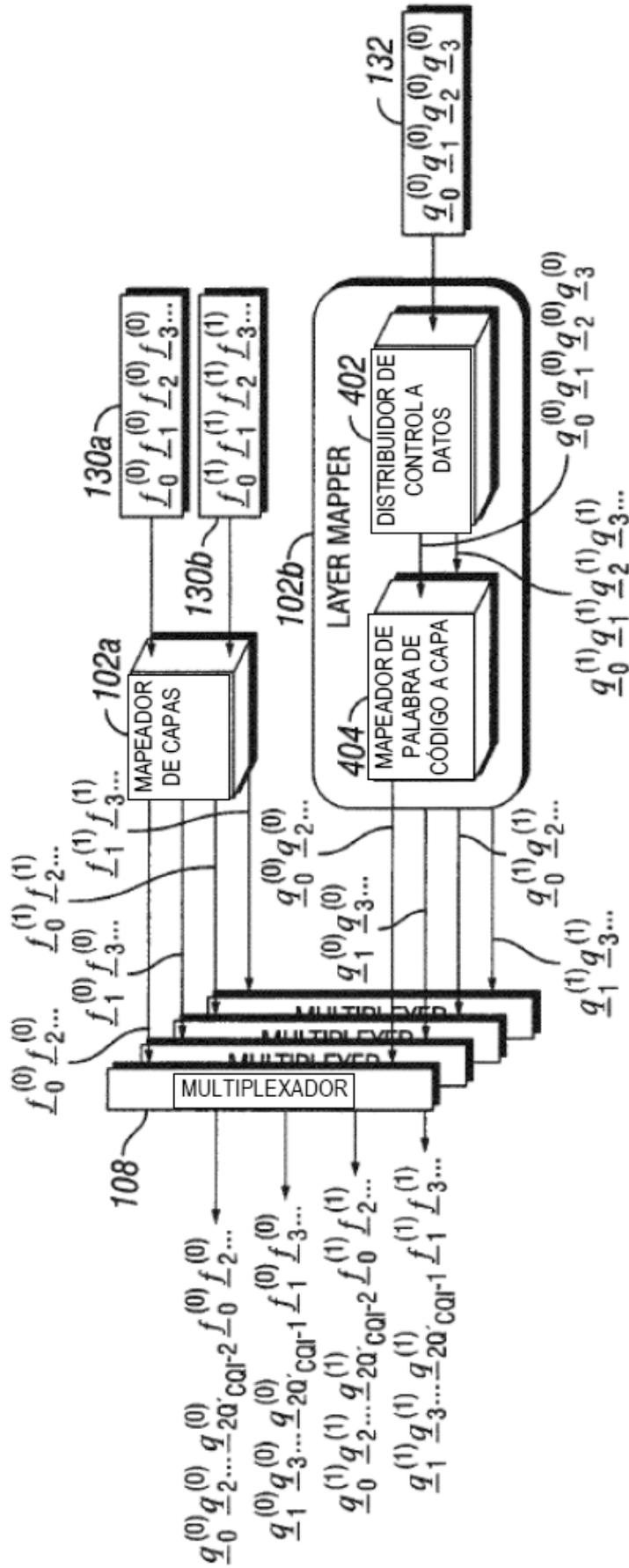


FIG. 4B

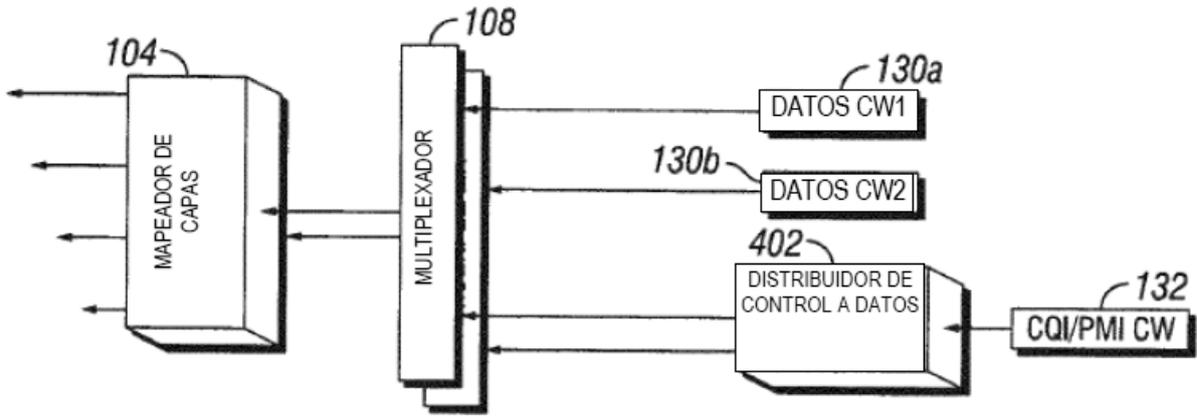


FIG. 5A

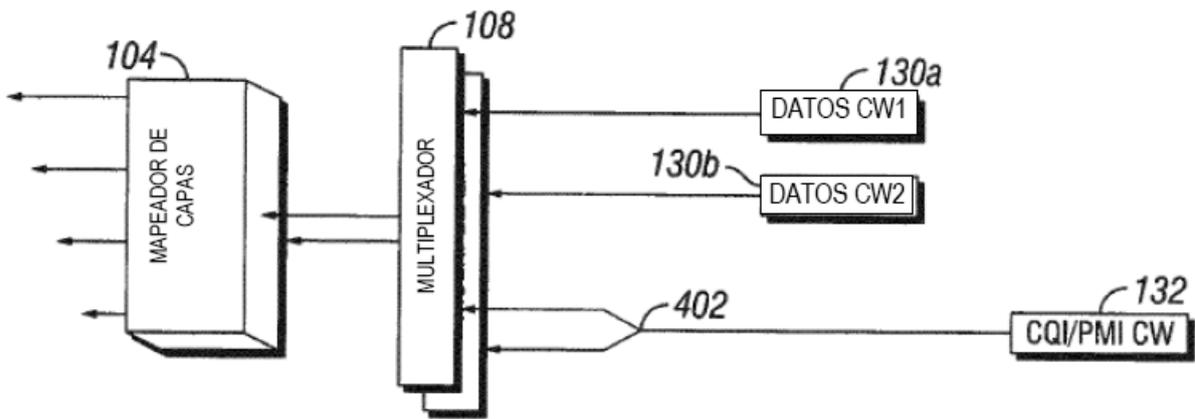


FIG. 5C

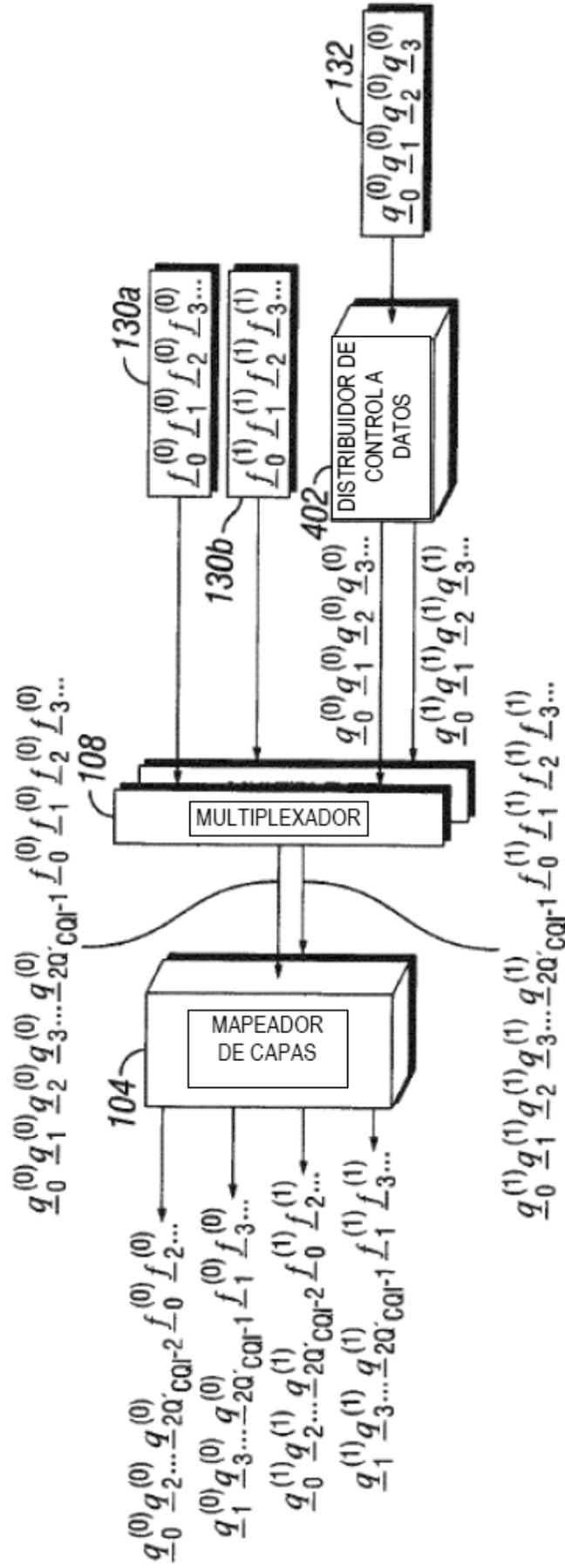


FIG. 5B

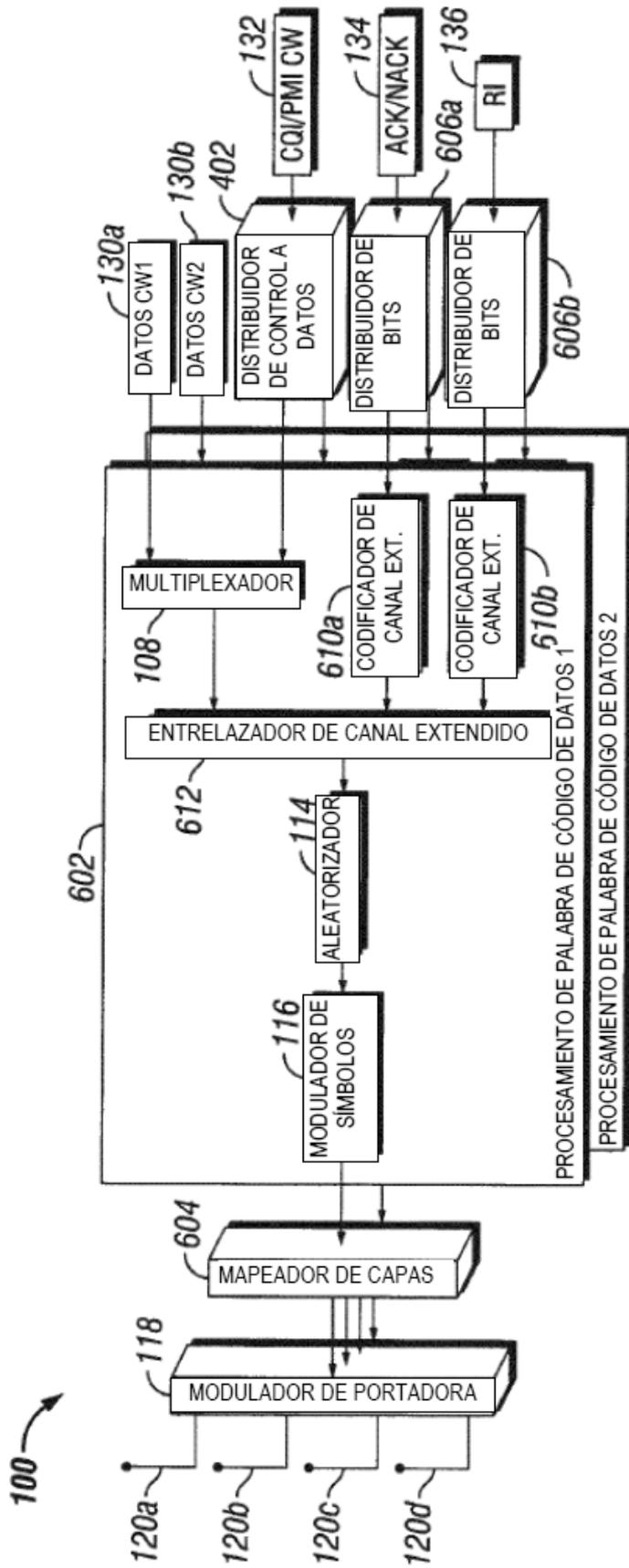


FIG. 6

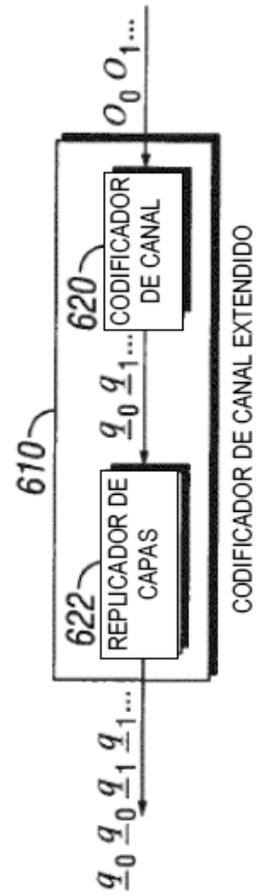


FIG. 7

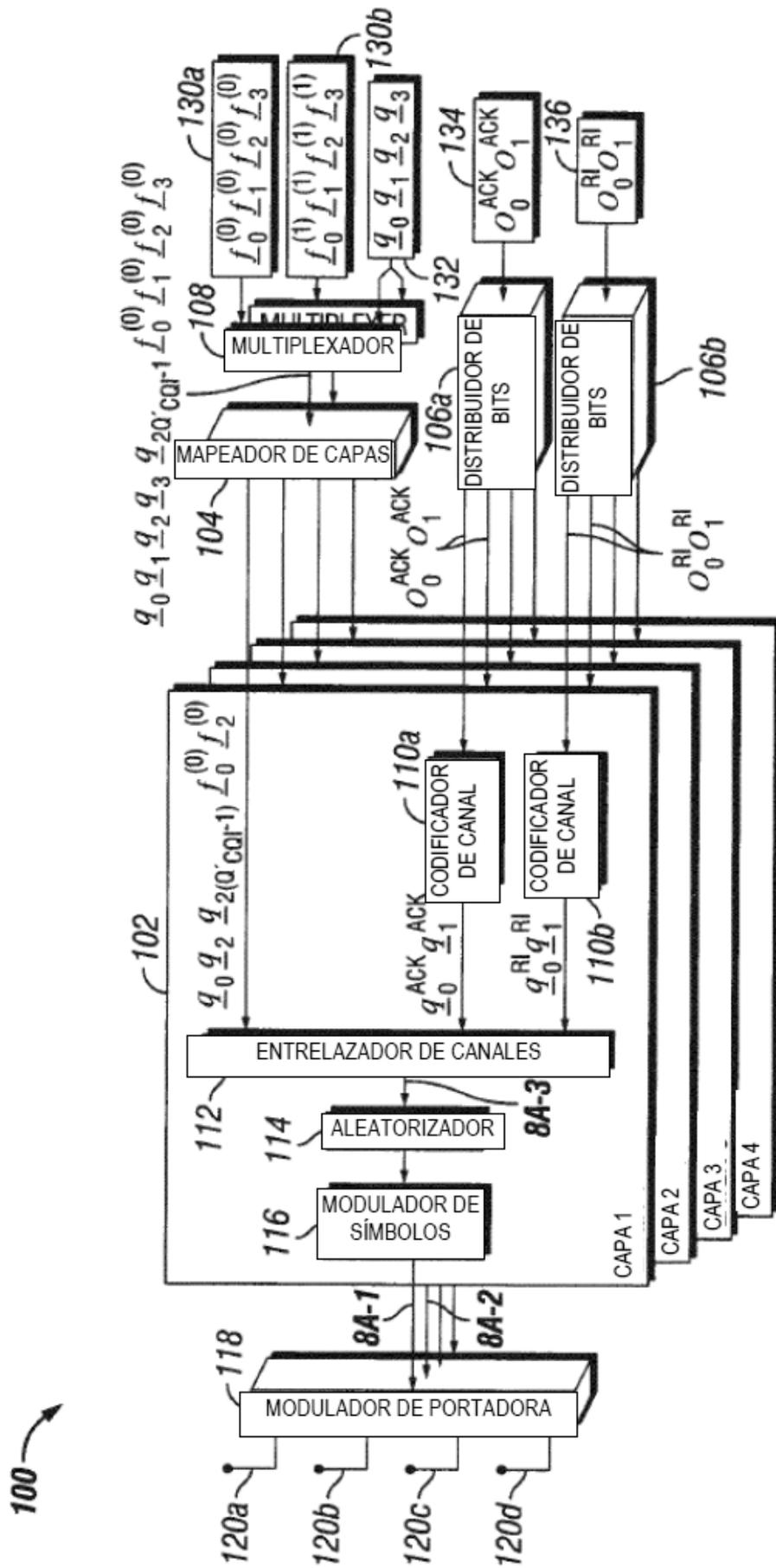


FIG. 8A

800a

\tilde{q}_0	\tilde{q}_2	\tilde{q}_4		\tilde{q}_6	$\tilde{q}_8^{(0)}$	\tilde{q}_{10}	\tilde{q}_{12}	\tilde{q}_{14}	\tilde{q}_{16}		\tilde{q}_{18}	\tilde{q}_{20}	\tilde{q}_{22}
\tilde{q}_{24}	$\tilde{q}_{...}$	$\tilde{q}_{...}$		$\tilde{q}_{...}$	q_{2Q-2}	$\tilde{f}_0^{(0)}$	$\tilde{f}_2^{(0)}$	$\tilde{f}_4^{(0)}$	$\tilde{f}_6^{(0)}$		$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$
\vdots			\vdots			\vdots				\vdots			\vdots
$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_4^{RI}	\tilde{q}_4^{ACK}		$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$		\tilde{q}_5^{ACK}	\tilde{q}_5^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$
$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_0^{RI}	\tilde{q}_0^{ACK}		\tilde{q}_3^{ACK}	\tilde{q}_3^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_2^{RI}	\tilde{q}_2^{ACK}		\tilde{q}_1^{ACK}	\tilde{q}_1^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$

PRIMERA CAPA DE SÍMBOLOS VECTORIALES

FIG. 8A-1

800b

\tilde{q}_1	\tilde{q}_3	\tilde{q}_5		\tilde{q}_7	\tilde{q}_9	\tilde{q}_{11}	\tilde{q}_{13}	\tilde{q}_{15}	\tilde{q}_{17}		\tilde{q}_{19}	\tilde{q}_{21}	\tilde{q}_{23}
\tilde{q}_{25}	$\tilde{q}_{...}$	$\tilde{q}_{...}$		$\tilde{q}_{...}$	q_{2Q-1}	$\tilde{f}_1^{(0)}$	$\tilde{f}_3^{(0)}$	$\tilde{f}_5^{(0)}$	$\tilde{f}_7^{(0)}$		$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$
\vdots			\vdots			\vdots				\vdots			\vdots
$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_4^{RI}	\tilde{q}_4^{ACK}		$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$		\tilde{q}_5^{ACK}	\tilde{q}_5^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$
$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_0^{RI}	\tilde{q}_0^{ACK}		\tilde{q}_3^{ACK}	\tilde{q}_3^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_2^{RI}	\tilde{q}_2^{ACK}		\tilde{q}_1^{ACK}	\tilde{q}_1^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$

SEGUNDA CAPA DE SÍMBOLOS VECTORIALES

FIG. 8A-2

800c

\underline{q}_0	\underline{q}_2	\underline{q}_4		\underline{q}_6	\underline{q}_8	\underline{q}_{10}	\underline{q}_{12}	\underline{q}_{14}	\underline{q}_{16}		\underline{q}_{18}	\underline{q}_{20}	\underline{q}_{22}
\underline{q}_{24}	$\underline{q}_{...}$	$\underline{q}_{...}$		$\underline{q}_{...}$	q_{2Q-2}	$\underline{f}_0^{(0)}$	$\underline{f}_2^{(0)}$	$\underline{f}_4^{(0)}$	$\underline{f}_6^{(0)}$		$\underline{f}_{...}^{(0)}$	$\underline{f}_{...}^{(0)}$	$\underline{f}_{...}^{(0)}$
\vdots			\vdots			\vdots				\vdots			\vdots
$\underline{f}_{...}^{(0)}$	\underline{q}_4^{RI}	\underline{q}_4^{ACK}		$\underline{f}_{...}^{(0)}$	$\underline{f}_{...}^{(0)}$	$\underline{f}_{...}^{(0)}$	$\underline{f}_{...}^{(0)}$	$\underline{f}_{...}^{(0)}$	$\underline{f}_{...}^{(0)}$		\underline{q}_5^{ACK}	\underline{q}_5^{RI}	$\underline{f}_{...}^{(0)}$
$\underline{f}_{...}^{(0)}$	\underline{q}_0^{RI}	\underline{q}_0^{ACK}		\underline{q}_3^{ACK}	\underline{q}_3^{RI}	$\underline{f}_{...}^{(0)}$	$\underline{f}_{...}^{(0)}$	\underline{q}_2^{RI}	\underline{q}_2^{ACK}		\underline{q}_1^{ACK}	\underline{q}_1^{RI}	$\underline{f}_{...}^{(0)}$

SALIDA DEL ENTRELAZADOR

FIG. 8A-3

810a

\tilde{q}_0	\tilde{q}_2	\tilde{q}_4		\tilde{q}_6	$\tilde{q}_8^{(0)}$	\tilde{q}_{10}	\tilde{q}_{12}	\tilde{q}_{14}	\tilde{q}_{16}		\tilde{q}_{18}	\tilde{q}_{20}	\tilde{q}_{22}
\tilde{q}_{24}	$\tilde{q}_{...}$	$\tilde{q}_{...}$		$\tilde{q}_{...}$	q_{2Q-2}	$\tilde{f}_0^{(0)}$	$\tilde{f}_2^{(0)}$	$\tilde{f}_4^{(0)}$	$\tilde{f}_6^{(0)}$		$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$
\vdots				\vdots		\vdots		\vdots		\vdots		\vdots	
$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_4^{RI}	\tilde{q}_4^{ACK}		$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$		\tilde{q}_5^{ACK}	\tilde{q}_5^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$
$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_0^{RI}	\tilde{q}_0^{ACK}		\tilde{q}_3^{ACK}	\tilde{q}_3^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_2^{RI}	\tilde{q}_2^{ACK}		\tilde{q}_1^{ACK}	\tilde{q}_1^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$

PRIMERA CAPA DE SÍMBOLOS VECTORIALES

FIG. 8B-1

810b

\tilde{q}_1	\tilde{q}_3	\tilde{q}_5		\tilde{q}_7	\tilde{q}_9	\tilde{q}_{11}	\tilde{q}_{13}	\tilde{q}_{15}	\tilde{q}_{17}		\tilde{q}_{19}	\tilde{q}_{21}	\tilde{q}_{23}
\tilde{q}_{25}	$\tilde{q}_{...}$	$\tilde{q}_{...}$		$\tilde{q}_{...}$	q_{2Q-1}	$\tilde{f}_1^{(0)}$	$\tilde{f}_3^{(0)}$	$\tilde{f}_5^{(0)}$	$\tilde{f}_7^{(0)}$		$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$
\vdots				\vdots		\vdots		\vdots		\vdots		\vdots	
$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_4^{RI}	\tilde{q}_4^{ACK}		$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$		\tilde{q}_5^{ACK}	\tilde{q}_5^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$
$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_0^{RI}	\tilde{q}_0^{ACK}		\tilde{q}_3^{ACK}	\tilde{q}_3^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$	\tilde{q}_2^{RI}	\tilde{q}_2^{ACK}		\tilde{q}_1^{ACK}	\tilde{q}_1^{RI}	$\tilde{f}_{...}^{(0)}$

SEGUNDA CAPA DE SÍMBOLOS VECTORIALES

FIG. 8B-2

810c

q_0	q_2	q_4		q_6	q_8	q_{10}	q_{12}	q_{14}	q_{16}		q_{18}	q_{20}	q_{22}
q_1	q_3	q_5		q_7	q_9	q_{11}	q_{13}	q_{15}	q_{17}		q_{19}	q_{21}	q_{23}
q_{24}	q_{\dots}	q_{\dots}		q_{\dots}	q_{2Q-2}	$f_{0}^{(0)}$	$f_{2}^{(0)}$	$f_{4}^{(0)}$	$f_{6}^{(0)}$		$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$
$q_{25}^{(0)}$	$q_{\dots}^{(0)}$	$q_{\dots}^{(0)}$		$q_{\dots}^{(0)}$	$q_{2Q-1}^{(0)}$	$f_{1}^{(0)}$	$f_{3}^{(0)}$	$f_{5}^{(0)}$	$f_{7}^{(0)}$		$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$
⋮			⋮			⋮		⋮		⋮			⋮
$f_{\dots}^{(0)}$	q_4^{RI}	q_4^{ACK}		$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$		q_5^{ACK}	q_5^{RI}	$f_{\dots}^{(0)}$
$f_{\dots}^{(0)}$	q_4^{RI}	q_4^{ACK}		$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$		q_5^{ACK}	q_5^{RI}	$f_{\dots}^{(0)}$
$f_{\dots}^{(0)}$	q_0^{RI}	q_0^{ACK}		q_3^{ACK}	q_3^{RI}	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	q_2^{RI}	q_2^{ACK}		q_1^{ACK}	q_1^{RI}	$f_{\dots}^{(0)}$
$f_{\dots}^{(0)}$	q_0^{RI}	q_0^{ACK}		q_3^{ACK}	q_3^{RI}	$f_{\dots}^{(0)}$	$f_{\dots}^{(0)}$	q_2^{RI}	q_2^{ACK}		q_1^{ACK}	q_1^{RI}	$f_{\dots}^{(0)}$

SALIDA DEL ENTERLAZADOR EXTENDIDO

FIG. 8B-3

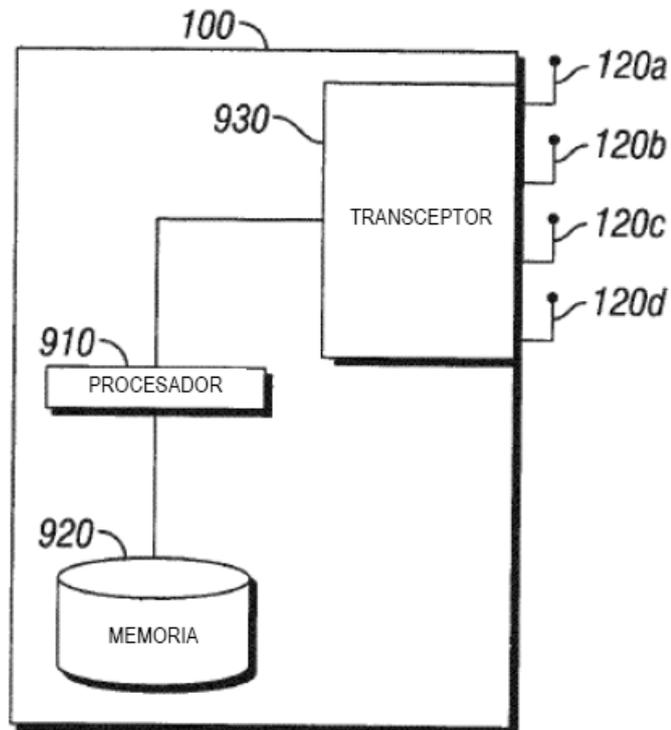


FIG. 9

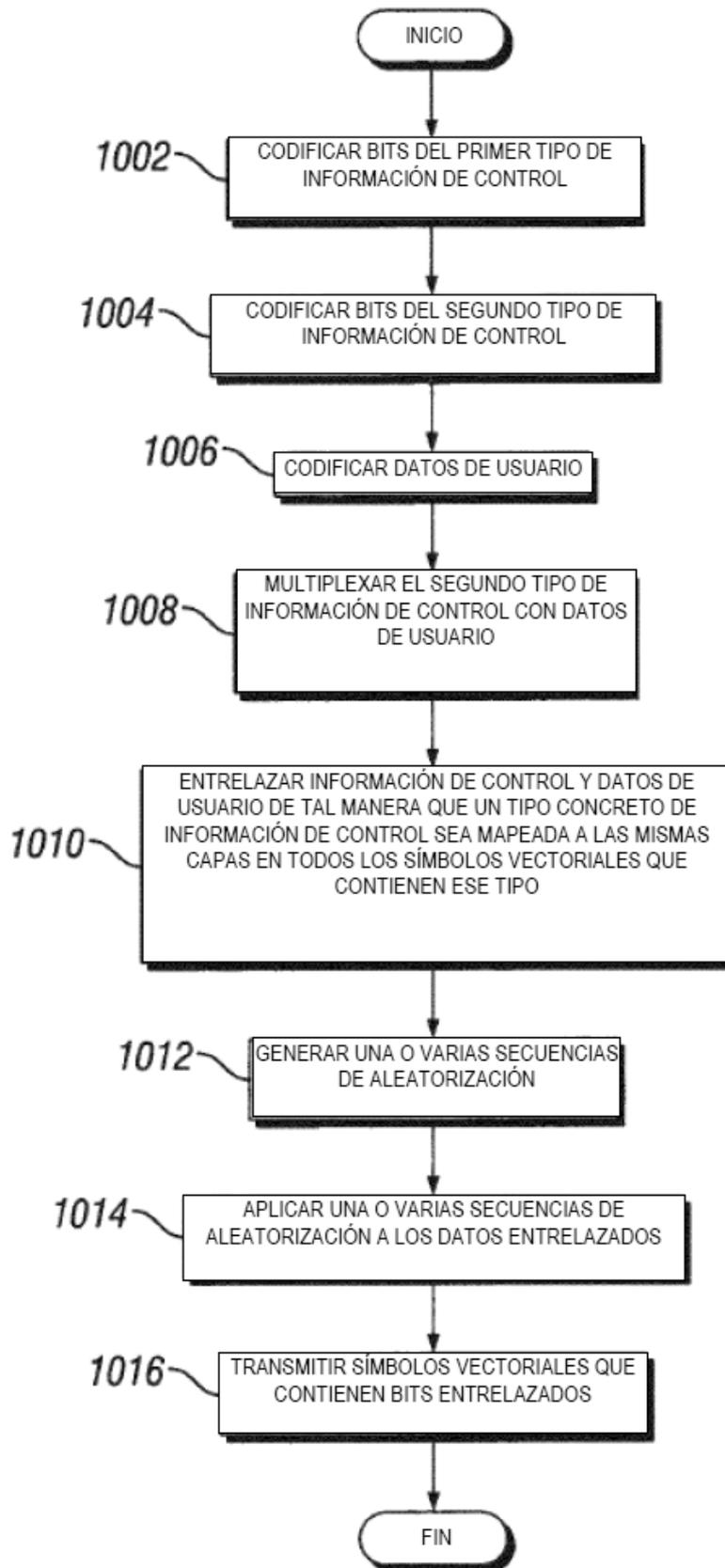


FIG. 10