

DISEÑO DE MÚLTIPLES GRÁFICOS BASE DE CONTROL DE PARIDAD DE BAJA DENSIDAD (LDPC)

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] Esta solicitud reivindica la prioridad y el beneficio de la solicitud provisional N.º 62/455.450, presentada en la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos el 6 de febrero de 2017, y la solicitud no provisional N.º 15/709.400, presentada en la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos el 19 de septiembre de 2017, cuyos contenidos se incorporan en la presente por referencia como si se expusieran en su totalidad a continuación y para todos los fines aplicables.

CAMPO TÉCNICO

[0002] La tecnología analizada a continuación se refiere en general a sistemas de comunicación inalámbrica, y, más particularmente, a la codificación del control de paridad de baja densidad (LDPC).

ANTECEDENTES

[0003] Los códigos de bloque, o códigos correctores de errores, se usan con frecuencia para proporcionar una transmisión confiable de mensajes digitales a través de canales ruidosos. En un código de bloque típico, un mensaje o secuencia de información se divide en bloques, y un codificador en el dispositivo transmisor luego agrega matemáticamente redundancia al mensaje de información. La explotación de esta redundancia en el mensaje de información codificado es la clave de la confiabilidad del mensaje, lo que permite corregir cualquier error de bit que se pueda producir debido al ruido. Es decir, un codificador en el dispositivo receptor puede aprovechar la redundancia para recuperar de manera confiable el mensaje de información a pesar de que se puedan producir errores de bit, en parte, debido a la adición de ruido al canal.

[0004] Muchos ejemplos de tales códigos de bloque correctores de errores son conocidos por las personas del oficio de nivel medio, inclusive los códigos de Hamming, códigos de Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH), códigos turbo y códigos de control de paridad de baja densidad (LDPC), entre otros. Muchas redes de comunicación inalámbrica existentes utilizan tales códigos de bloque, tales como las redes 3GPP LTE, que utilizan códigos turbo; y las redes Wi-Fi IEEE 802.11n, que utilizan códigos de LDPC.

[0005] Para futuras redes, tales como las redes de Nueva Radio de quinta generación

(5G), se puede continuar la implementación de los códigos de LDPC para soportar un amplio rango de longitudes de bloque de información y un amplio rango de tasas de código. Para lograr un alto rendimiento con la utilización eficiente de hardware, se desean mejoras adicionales de los códigos de LDPC.

SÍNTESIS

[0006] La siguiente sección presenta una síntesis simplificada de uno o más aspectos de la presente divulgación para proporcionar una comprensión básica de tales aspectos. Esta síntesis no es un panorama extensivo de todas las características contempladas de la divulgación, y no se pretende que identifique elementos clave o críticos de todos los aspectos de la divulgación ni que describa el alcance de cualquiera o de todos los aspectos de la divulgación. Su único fin es presentar algunos conceptos de uno o más aspectos de la divulgación de forma simplificada como un preludio a la descripción más detallada que se presenta más adelante.

[0007] Diversos aspectos de la divulgación se refieren a mecanismos de codificación del control de paridad de baja densidad (LDPC) mediante el uso de gráficos base de LDPC. Se pueden mantener múltiples gráficos base de LDPC, cada uno asociado con un rango diferente de longitudes de bloque de información, de manera tal que se superponen los rangos de longitud de bloque de información de los gráficos base de LDPC. Un gráfico base de LDPC particular se puede seleccionar para un bloque de información en función de la longitud de bloque de información del bloque de información. Las métricas adicionales que se pueden considerar cuando se selecciona el gráfico base de LDPC pueden incluir la tasa de código utilizada para codificar el bloque de información y/o el tamaño de elevación aplicado a cada gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información del bloque de información.

[0008] En un aspecto de la divulgación, se proporciona un método de codificación del control de paridad de baja densidad (LDPC). El método incluye mantener una pluralidad de gráficos base de LDPC, inclusive un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información, donde el segundo rango de longitud de bloque de información comprende un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información. El método incluye además seleccionar un gráfico base de LDPC selecto de la pluralidad de gráficos base de LDPC para un bloque de información en función, al menos en parte, de una longitud de bloque de información del bloque de información, codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC selecto para producir

una contraseña, y transmitir la contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica.

[0009] Otro aspecto de la divulgación proporciona un aparato configurado para codificar el control de paridad de baja densidad (LDPC). El aparato incluye un transceptor, una memoria y un procesador acoplado de manera comunicativa con el transceptor y la memoria. El procesador está configurado para mantener una pluralidad de gráficos base de LDPC, inclusive un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información, donde el segundo rango de longitud de bloque de información comprende un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información. El procesador está configurado adicionalmente para seleccionar un gráfico base de LDPC selecto de la pluralidad de gráficos base de LDPC para un bloque de información en función, al menos en parte, de una longitud de bloque de información del bloque de información, codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC selecto para producir una contraseña, y transmitir la contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica.

[0010] Otro aspecto de la divulgación proporciona un dispositivo de comunicación inalámbrica. El dispositivo de comunicación inalámbrica incluye medios para mantener una pluralidad de gráficos base de LDPC, inclusive al menos un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información, donde el segundo rango de longitud de bloque de información comprende un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información. El dispositivo de comunicación inalámbrica incluye además medios para seleccionar un gráfico base de LDPC selecto de la pluralidad de gráficos base de LDPC para un bloque de información en función, al menos en parte, de una longitud de bloque de información del bloque de información, medios para codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC selecto para producir una contraseña, y medios para transmitir la contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica.

[0011] Otro aspecto de la divulgación proporciona un medio legible por computadora no transitorio que almacena un código ejecutable por computadora para mantener una pluralidad de gráficos base de LDPC, inclusive un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información, donde el segundo rango de longitud de bloque de información comprende

un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información. El medio legible por computadora no transitorio incluye además seleccionar un código para seleccionar un gráfico base de LDPC selecto de la pluralidad de gráficos base de LDPC para un bloque de información en función, al menos en parte, de una longitud de bloque de información del bloque de información, codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC selecto para producir una contraseña, y transmitir la contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica.

[0012] A continuación se exponen ejemplos de aspectos adicionales de la divulgación. En algunos aspectos de la presente divulgación, el primer gráfico base de LDPC se puede seleccionar como el gráfico base de LDPC selecto de entre los gráficos base de LDPC mantenidos si solo el primer gráfico base de LDPC soporta la longitud de bloque de información del bloque de información. En algunos aspectos de la divulgación, el gráfico base de LDPC selecto se puede seleccionar adicionalmente en función, al menos en parte, de un tamaño de elevación. En algunos aspectos de la presente divulgación, el primer gráfico base de LDPC se puede seleccionar como el gráfico base de LDPC selecto si un primer tamaño de elevación aplicado al primer gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información es mayor que un segundo tamaño de elevación aplicado al segundo gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información

[0013] En algunos aspectos de la divulgación, el gráfico base de LDPC selecto se puede seleccionar adicionalmente en función, al menos en parte, de una tasa de código utilizada para codificar el bloque de información. En algunos aspectos de la presente divulgación, el primer gráfico base de LDPC está asociado con un primer rango de tasa de código y el segundo gráfico base de LDPC está asociado con un segundo rango de tasa de código, donde el segundo rango de tasa de código incluye un subconjunto del primer rango de tasa de código. En algunos aspectos de la presente divulgación, el segundo rango de tasa de código se superpone con el primer rango de tasa de código e incluye tasas de código adicionales por fuera del primer rango de tasa de código. En algunos aspectos de la presente divulgación, el primer gráfico base de LDPC se puede seleccionar como el gráfico base de LDPC selecto de entre los gráficos base de LDPC mantenidos si solo el primer rango de tasa de código incluye una tasa de código utilizada para codificar el bloque de información. En algunos aspectos de la divulgación, el gráfico base de LDPC selecto se puede seleccionar adicionalmente en función, al menos en parte, de un tamaño de elevación. En algunos aspectos de la presente divulgación, el primer gráfico base de LDPC se

puede seleccionar como el gráfico base de LDPC selecto si un primer tamaño de elevación aplicado al primer gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información es mayor que un segundo tamaño de elevación aplicado al segundo gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información

[0014] En algunos aspectos de la presente divulgación, el segundo rango de longitud de bloque de información se superpone con el primer rango de longitud de bloque de información e incluye longitudes de bloque de información adicionales por fuera del primer rango de longitud de bloque de información. En algunos aspectos de la presente divulgación, la pluralidad de gráficos base de LDPC incluye además un tercer gráfico base de LDPC asociado con un tercer rango de bloque de información, en donde el tercer rango de bloque de información incluye un subconjunto adicional del primer rango de bloque de información que incluye el segundo rango de bloque de información. En algunos aspectos de la divulgación, un gráfico de LDPC representado por el gráfico base de LDPC selecto se puede seleccionar para codificar el bloque de información.

[0015] Estos y otros aspectos de la invención se comprenderán mejor tras un análisis de la descripción detallada a continuación. Otros aspectos, características y formas de realización de la presente invención serán evidentes para las personas del oficio de nivel medio tras analizar la siguiente descripción de formas de realización específicas y de ejemplo de la presente invención junto con las figuras adjuntas. Si bien las características de la presente invención se pueden analizar con respecto a ciertas formas de realización y figuras a continuación, todas las formas de realización de la presente invención pueden incluir una o más de las características ventajosas analizadas en la presente. En otras palabras, si bien una o más formas de realización se pueden analizar como que tienen ciertas características ventajosas, una o más de tales características también se pueden usar de acuerdo con las diversas formas de realización de la invención analizadas en la presente. De manera similar, si bien se pueden analizar a continuación formas de realización de ejemplo como formas de realización de dispositivos, sistemas o métodos, debe entenderse que tales formas de realización de ejemplo se pueden implementar en diversos dispositivos, sistemas y métodos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0016] La Figura 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red de acceso de radio de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0017] La Figura 2 es una ilustración esquemática de una comunicación inalámbrica

que utiliza códigos de bloque de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0018] La Figura 3 ilustra un ejemplo de una matriz de control de paridad de baja densidad (LDPC) de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0019] La Figura 4 ilustra un ejemplo de un gráfico base de LDPC de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0020] La Figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de selección de entre dos o más gráficos base de LDPC de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0021] La Figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una implementación de hardware para un dispositivo de comunicación inalámbrica que emplea un sistema de procesamiento de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0022] La Figura 7 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para la codificación del LDPC de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0023] La Figura 8 es un diagrama de flujo de otro método de ejemplo para la codificación del LDPC de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0024] La Figura 9 es un diagrama de flujo de otro método de ejemplo para la codificación del LDPC de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

[0025] La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método para la decodificación del LDPC de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0026] La descripción detallada que se indica a continuación con respecto a los dibujos adjuntos es una descripción de diversas configuraciones y no representa las únicas configuraciones en las que los conceptos descritos en la presente se pueden poner en práctica. La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de los diversos conceptos. Sin embargo, será evidente para las personas del oficio de nivel medio que estos conceptos se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, se muestran estructuras y componentes conocidos en forma de diagrama de bloques a fin de evitar confundir dichos conceptos.

[0027] Los diversos conceptos presentados en esta divulgación se pueden implementar en una amplia variedad de sistemas de telecomunicación, arquitecturas de red y estándares de comunicación. Con respecto a la Figura 1, como un ejemplo ilustrativo sin limitación, se proporciona una ilustración esquemática simplificada de

una red de acceso de radio 100. La red de acceso de radio 100 puede ser una red de acceso de radio de próxima generación (por ejemplo, de quinta generación (5G) o Nueva Radio (NR)) o una red de acceso de radio heredada (3G o 4G). Además, uno o más nodos en la red de acceso de radio 100 pueden ser nodos de próxima generación o nodos heredados.

[0028] Como se usa en la presente, la expresión "red de acceso de radio heredada" se refiere a una red que emplea una tecnología de comunicación inalámbrica de tercera generación (3G) en función de un conjunto de estándares que cumple con las especificaciones de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000) o una tecnología de comunicación inalámbrica de cuarta generación (4G) en función de un conjunto de estándares que cumple con las especificaciones de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales avanzadas (ITU-Advanced). Por ejemplo, algunos de los estándares promulgados por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) y el Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2 (3GPP2) pueden cumplir con IMT-2000 y/o ITU-Advanced. Los ejemplos de tales estándares heredados definidos por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) incluyen, entre otros, Evolución a Largo Plazo (LTE), LTE-avanzado, Sistema de Paquetes Evolucionado (EPS) y Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Los ejemplos adicionales de diversas tecnologías de acceso de radio en función de uno o más de los estándares de 3GPP enumerados anteriormente incluyen, entre otros, Acceso de Radio Terrestre Universal (UTRA), Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada (eUTRA), Servicio de Radio de Paquete General (GPRS) y Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM (EDGE). Los ejemplos de tales estándares heredados definidos por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2 (3GPP2) incluyen, entre otros, CDMA2000 y Banda Ancha Ultra Móvil (UMB). Otros ejemplos de estándares que emplean la tecnología de comunicación inalámbrica 3G/4G incluyen el estándar IEEE 802.16 (WiMAX) y otros estándares adecuados.

[0029] Como se usa adicionalmente en la presente, la expresión "red de acceso de radio de próxima generación" se refiere en general a una red que emplea tecnologías de comunicación inalámbrica evolucionadas continuas. Esta puede incluir, por ejemplo, una tecnología de comunicación inalámbrica de quinta generación (5G) en función de un conjunto de estándares. Los estándares pueden cumplir con las pautas establecidas en el *White Paper* de 5G publicado por la Alianza de Redes Móviles de Próxima Generación (NGMN) el 17 de febrero de 2015. Por ejemplo, los estándares que se pueden definir por el 3GPP de acuerdo con LTE-avanzado o por el 3GPP2 de

acuerdo con CDMA2000 pueden cumplir con el *White Paper* de 5G de la Alianza de NGMN. Los estándares también pueden incluir esfuerzos previos al 3GPP especificados por el Verizon Technical Forum y Telecom SIG de Corea.

[0030] La región geográfica abarcada por la red de acceso de radio 100 se puede dividir en una cantidad de regiones celulares (celdas) que se pueden identificar de manera exclusiva mediante un equipo de usuario (UE) en función de una identificación transmitida a través de un área geográfica desde un punto de acceso o estación base. La Figura 1 ilustra las macroceldas 102, 104 y 106 y una pequeña celda 108, cada una de las cuales puede incluir uno o más sectores (no mostrados). Un sector es una subárea de una celda. Todos los sectores dentro de una celda son servidos por la misma estación base. Un enlace de radio dentro de un sector se puede identificar mediante una única identificación lógica que pertenece a ese sector. En una celda que se divide en sectores, los múltiples sectores dentro de una celda se pueden formar por grupos de antenas, en donde cada antena es responsable de la comunicación con los UE en una porción de la celda.

[0031] En general, una estación base (BS) respectiva sirve cada celda. En general, una estación base es un elemento de red en una red de acceso de radio responsable de la transmisión y recepción de radio en una o más celdas hacia un UE o desde uno. Las personas del oficio de nivel medio también pueden hacer referencia a una BS como una estación transceptora base (BTS), una estación base de radio, un transceptor de radio, una función transceptora, un conjunto de servicios básicos (BSS), un conjunto de servicios extendidos (ESS), un punto de acceso (AP), un Nodo B (NB), un eNodo B (eNB), un gNodo B (gNB), u otra terminología adecuada.

[0032] En la Figura 1, dos estaciones base 110 y 112 se muestran en las celdas 102 y 104; y una tercera estación base 114 se muestra controlando un cabezal de radio remoto (RRH) 116 en la celda 106. Es decir, una estación base puede tener una antena integrada o puede estar conectada a una antena o RRH mediante cables de alimentación. En el ejemplo ilustrado, las celdas 102, 104 y 106 se pueden denominar macroceldas, ya que las estaciones base 110, 112 y 114 soportan celdas que tienen un tamaño grande. Además, una estación base 118 se muestra en la celda pequeña 108 (por ejemplo, una microcelda, picocelda, femtocelda, estación base doméstica, Nodo B doméstico, eNodo B doméstico, etc.) que se puede superponer con una o más macroceldas. En este ejemplo, la celda 108 puede denominarse celda pequeña, ya que la estación base 118 soporta una celda que tiene un tamaño relativamente pequeño. El cálculo del tamaño de la celda se puede realizar de acuerdo con las

limitaciones de componentes y diseño del sistema. Debe entenderse que la red de acceso de radio 100 puede incluir cualquier cantidad de celdas y estaciones base inalámbricas. Además, un nodo de relé se puede desplegar para extender el tamaño o área de cobertura de una celda determinada. Las estaciones base 110, 112, 114, 118 proporcionan puntos de acceso inalámbrico a una red central para cualquier cantidad de aparatos móviles.

[0033] La Figura 1 incluye además un cuadricóptero o dron 120, que se puede configurar para funcionar como una estación base. Es decir, en algunos ejemplos, una celda puede no ser necesariamente estacionaria, y el área geográfica de la celda puede moverse de acuerdo con la ubicación de una estación base móvil, tal como el cuadricóptero 120.

[0034] En general, las estaciones base pueden incluir una interfaz de retorno para la comunicación con una porción de retorno (no mostrada) de la red. La red de retorno puede proporcionar un enlace entre una estación base y una red central (no mostrada), y, en algunos ejemplos, la red de retorno puede proporcionar interconexión entre las respectivas estaciones base. La red central puede ser una parte de un sistema de comunicación inalámbrica y puede ser independiente de la tecnología de acceso de radio usada en la red de acceso de radio. Se pueden emplear diversos tipos de interfaces de retorno, tales como una conexión física directa, una red virtual o similares mediante el uso de cualquier red de transporte adecuada.

[0035] La red de acceso de radio 100 se ilustra soportando la comunicación inalámbrica para múltiples aparatos móviles. Un aparato móvil se denomina por lo general equipo de usuario (UE) en estándares y especificaciones promulgadas por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), pero también puede denominarse por las personas del oficio de nivel medio una estación móvil (MS), una estación de abonado, una unidad móvil, una unidad de abonado, una unidad inalámbrica, una unidad remota, un dispositivo móvil, un dispositivo inalámbrico, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, un dispositivo remoto, una estación de abonado móvil, un terminal de acceso (AT), un terminal móvil, un terminal inalámbrico, un terminal remoto, un microteléfono, un terminal, un agente de usuario, un cliente móvil, un cliente u otra terminología adecuada. Un UE puede ser un aparato que le proporciona a un usuario acceso a servicios de red.

[0036] En la presente, un aparato "móvil" no tiene que tener necesariamente una capacidad para moverse y puede ser estacionario. El término "aparato móvil" o "dispositivo móvil" se refiere en general a una diversa matriz de dispositivos y

tecnologías. Por ejemplo, algunos ejemplos no limitativos de un aparato móvil incluyen un teléfono móvil, un teléfono celular, un teléfono inteligente, un teléfono con protocolo de inicio de sesión (SIP), una computadora portátil, una computadora personal (PC), una *notebook*, una *netbook*, un *smartbook*, una tableta, un asistente digital personal (PDA), y una amplia matriz de sistemas incrustados, por ejemplo, que corresponden a una “Internet de las cosas” (IoT). Un aparato móvil puede ser adicionalmente un automóvil u otro vehículo de transporte, un actuador o sensor remoto, un robot o dispositivo robótico, una radio satelital, un dispositivo de sistema de posicionamiento global (GPS), un dispositivo de seguimiento de objetos, un dron, un multicóptero, un cuadricóptero, un dispositivo de control remoto, un dispositivo de consumidor y/o portable, tal como anteojos, una cámara portable, un dispositivo de realidad virtual, un reloj inteligente, un dispositivo de control de la salud o de ejercicios, un reproductor de audio digital (por ejemplo, un reproductor MP3), una cámara, una consola de juegos, etc. Un aparato móvil puede ser adicionalmente un dispositivo doméstico digital o un dispositivo doméstico inteligente, tal como un dispositivo de audio, video y/o multimedia doméstico, un electrodoméstico, una máquina expendedora, iluminación inteligente, un sistema de seguridad para el hogar, un medidor inteligente, etc. Un aparato móvil puede ser adicionalmente un dispositivo de energía inteligente, un dispositivo de seguridad, un panel solar o matriz solar, un dispositivo de infraestructura municipal que controla energía eléctrica (por ejemplo, una red inteligente), iluminación, agua, etc.; un dispositivo de uso empresarial y de automatización industrial; un controlador de logística; un equipo agrícola; un equipo de defensa militar, vehículos, aeronaves, embarcaciones y arsenal, etc. Adicionalmente, un aparato móvil puede proporcionar soporte de medicina o telemedicina conectada, es decir, atención médica a la distancia. Los dispositivos de telesalud pueden incluir dispositivos de monitoreo de telesalud y dispositivos de administración de telesalud, a cuya comunicación se le puede otorgar tratamiento preferencial o acceso priorizado por sobre otros tipos de información, por ejemplo, en términos de acceso priorizado para el transporte del tráfico de datos críticos del usuario del servicio y/o QoS relevante para el transporte del tráfico de datos críticos del usuario del servicio.

[0037] Dentro de la red de acceso de radio 100, las celdas pueden incluir UE que pueden estar en comunicación con uno o más sectores de cada celda. Por ejemplo, los UE 122 y 124 pueden estar en comunicación con la estación base 110; los UE 126 y 128 pueden estar en comunicación con la estación base 112; los UE 130 y 132 pueden estar en comunicación con la estación base 114 mediante RRH 116; el UE

134 puede estar en comunicación con la estación base 118; y el UE 136 puede estar en comunicación con la estación base móvil 120. Aquí, cada estación base 110, 112, 114, 118 y 120 puede estar configurada para proporcionar un punto de acceso a una red central (no mostrada) para todos los UE en las respectivas celdas.

[0038] En otro ejemplo, un nodo de red móvil (por ejemplo, el cuadricóptero 120) puede estar configurado para que funciona como un UE. Por ejemplo, el cuadricóptero 120 puede funcionar dentro de la celda 102 mediante la comunicación con la estación base 110. En algunos aspectos de la divulgación, dos o más UE (por ejemplo, los UE 126 y 128) se pueden comunicar entre sí mediante señales de par a par (P2P) o de enlace lateral 127 sin transmitir esa comunicación a través de una estación base (por ejemplo, la estación base 112).

[0039] Las transmisiones de unidifusión o difusión amplia de la información de control y/o información de tráfico (por ejemplo, tráfico de datos del usuario) desde una estación base (por ejemplo, la estación base 110) a uno o más UE (por ejemplo, los UE 122 y 124) se pueden denominar transmisión de enlace descendente (DL), mientras que las transmisiones de la información de control y/o información de tráfico que se origina en un UE (por ejemplo, el UE 122) se pueden denominar transmisiones de enlace ascendente (UL). Además, la información de control de enlace ascendente y/o de enlace descendente y/o información de tráfico se puede dividir por tiempo en tramas, subtramas, ranuras, miniranuras y/o símbolos. Como se usa en la presente, un símbolo puede hacer referencia a una unidad de tiempo que, en una forma de onda multiplexada por división de frecuencia ortogonal (OFDM), tiene un elemento de recurso (RE) por subportadora. Una ranura puede tener 7 o 14 símbolos OFDM. Una miniranura puede tener menos de 7 símbolos OFDM o menos de 14 símbolos OFDM. Una subtrama puede hacer referencia a una duración de 1 ms. Múltiples subtramas se pueden agrupar juntas para formar una única trama o trama de radio. Por supuesto, estas definiciones no son necesarias, y se puede utilizar cualquier esquema para organizar formas de onda, y diversas divisiones de tiempo de la forma de onda pueden tener cualquier duración adecuada.

[0040] La interfaz de aire en la red de acceso de radio 100 puede utilizar uno o más algoritmos de acceso por multiplexación y múltiples para permitir la comunicación simultánea de los diversos dispositivos. Por ejemplo, se puede proporcionar acceso múltiple para las transmisiones de enlace ascendente (UL) o de enlace inverso desde los UE 122 y 124 a la estación base 110 mediante el uso de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso

múltiple por división de frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), acceso múltiple por código disperso (SCMA), acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA), acceso múltiple por dispersión de recursos (RSMA), u otros esquemas de acceso múltiple adecuados. Además, se pueden proporcionar transmisiones de enlace directo o de enlace descendente (DL) por multiplexación desde la estación base 110 a los UE 122 y 124 mediante el uso de multiplexación por división de tiempo (TDM), multiplexación por división de código (CDM), multiplexación por división de frecuencia (FDM), multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), multiplexación por código disperso (SCM), multiplexación por división de frecuencia de portadora única (SC-FDM), u otros esquemas de multiplexación adecuados.

[0041] Además, la interfaz de aire en la red de acceso de radio 100 puede utilizar uno o más algoritmos de duplexación. Dúplex se refiere a un enlace de comunicación de punto a punto donde ambos extremos se pueden comunicar entre sí en ambas direcciones. Dúplex completo significa que ambos extremos se pueden comunicar de manera simultánea entre sí. Medio dúplex significa que solo un extremo puede enviar información al otro a la vez. En un enlace inalámbrico, un canal de dúplex completo depende por lo general del aislamiento físico de un transmisor y receptor, y de tecnologías de cancelación de interferencia adecuadas. La emulación de dúplex completo se implementa con frecuencia para enlaces inalámbricos mediante el uso de dúplex por división de frecuencia (FDD) o dúplex por división de tiempo (TDD). En FDD, las transmisiones en diferentes direcciones funcionan en diferentes frecuencias de la portadora. En TDD, las transmisiones en diferentes direcciones en un canal determinado están separadas entre sí mediante el uso de multiplexación por división de tiempo. Es decir, en algunos momentos el canal se dedica a las transmisiones en una dirección, mientras que, en otros momentos, el canal se dedica a las transmisiones en la otra dirección, donde la dirección pueden cambiar de manera muy rápida, por ejemplo, varias veces por subtrama.

[0042] En la red de acceso de radio 100, la capacidad de un UE para comunicarse mientras se mueve, independientemente de su ubicación, se denomina movilidad. Los diversos canales físicos entre el UE y la red de acceso de radio por lo general se instalan, se mantienen y se liberan bajo el control de una entidad de gestión de movilidad (MME). En diversos aspectos de la divulgación, una red de acceso de radio 100 puede utilizar la movilidad a base de DL o la movilidad a base de UL para permitir movilidad y transferencias (es decir, la transferencia de la conexión de un UE desde un

canal de radio hacia otro). En una red configurada para la movilidad a base de DL, durante una llamada con una entidad de programación, o en cualquier otro momento, un UE puede monitorear diversos parámetros de la señal desde su celda de servicio, así como diversos parámetros de celdas vecinas. En función de la calidad de estos parámetros, el UE puede mantener la comunicación con una o más de las celdas vecinas. Durante este tiempo, si el UE se mueve de una celda a la otra, o si la calidad de la señal de una celda vecina excede la de la celda de servicio durante una cantidad determinada de tiempo, el UE puede someterse a un traspaso o transferencia desde la celda de servicio a la celda vecina (de destino). Por ejemplo, el UE 124 puede mover el área geográfica que corresponde a su celda de servicio 102 hacia el área geográfica que corresponde a su celda vecina 106. Cuando la intensidad o la calidad de la señal desde la celda vecina 106 excede la de la su celda de servicio 102 durante una cantidad determinada de tiempo, el UE 124 puede transmitir un mensaje informativo a su estación base de servicio 110 en el que indica esta condición. En respuesta, el UE 124 puede recibir un comando de transferencia, y el UE puede someterse a una transferencia a la celda 106.

[0043] En una red configurada para la movilidad a base de UL, las señales de referencia de UL de cada UE pueden ser utilizadas por la red para seleccionar una celda de servicio para cada UE. En algunos ejemplos, las estaciones base 110, 112 y 114/116 pueden transmitir señales de sincronización unificadas (por ejemplo, Señales de Sincronización Primaria unificadas (PSSs), Señales de Sincronización Secundaria unificadas (SSSs) y Canales de Transmisión Físicos unificados (PBCH)). Los UE 122, 124, 126, 128, 130 y 132 pueden recibir las señales de sincronización unificadas, derivar la frecuencia de la portadora y la temporización de subtrama de las señales de sincronización, y, en respuesta a la temporización derivada, transmitir una señal de referencia o piloto de enlace ascendente. La señal piloto de enlace ascendente transmitida por un UE (por ejemplo, el UE 124) puede ser recibida simultáneamente por dos o más celdas (por ejemplo, las estaciones base 110 y 114/116) dentro de la red de acceso de radio 100. Cada una de las celdas puede medir una intensidad de la señal piloto, y la red de acceso de radio (por ejemplo, una o más de las estaciones base 110 y 114/116 y/o un nodo central dentro de la red central) puede determinar una celda de servicio para el UE 124. A medida que el UE 124 se mueve a través de la red de acceso de radio 100, la red puede proceder a monitorear la señal piloto de enlace ascendente transmitida por el UE 124. Cuando la intensidad o la calidad de señal de la señal piloto medida por una celda vecina excede la de la intensidad o la calidad de

señal medida por la celda de servicio, la red 100 puede transmitir el UE 124 desde la celda de servicio a la celda vecina, notificándole o no al UE 124.

[0044] Aunque la señal de sincronización transmitida por las estaciones base 110, 112 114/116 puede estar unificada, la señal de sincronización puede no identificar una celda particular, sino que puede identificar una zona de múltiples celdas que funcionan en la misma frecuencia y/o con la misma temporización. El uso de zonas en redes 5G u otras redes de comunicación de próxima generación permite el marco de movilidad a base de enlace ascendente y mejora la eficacia tanto del UE como de la red, ya que se puede reducir la cantidad de mensajes de movilidad que deben ser intercambiados entre el UE y la red.

[0045] En diversas implementaciones, la interfaz de aire en la red de acceso de radio 100 puede utilizar espectro con licencia, espectro sin licencia o espectro compartido. El espectro con licencia proporciona el uso exclusivo de una porción del espectro, por lo general en virtud de la adquisición por parte de un operador de red móvil de una licencia a través de un ente regulatorio gubernamental. El espectro sin licencia proporciona el uso compartido de una porción del espectro sin la necesidad de una licencia otorgada por el gobierno. Si bien aún es necesario cumplir con algunas normas técnicas para obtener acceso al espectro sin licencia, por lo general, cualquier operador o dispositivo puede obtener acceso. El espectro compartido puede ser categorizado como espectro con licencia o sin licencia, en donde pueden ser necesarias limitaciones o normas técnicas para obtener acceso al espectro, pero el espectro aún puede ser compartido por múltiple operadores y/o múltiples RAT. Por ejemplo, el dueño de una licencia para una porción de espectro compartido puede proporcionar acceso compartido con licencia (LSA) para compartir ese espectro con otras partes, por ejemplo, con condiciones adecuadas determinadas por el licenciataria para obtener acceso.

[0046] En algunos ejemplos, se puede programar el acceso a la interfaz de aire, en donde una entidad de programación (por ejemplo, una estación base) asigna recursos para la comunicación entre algunos o todos los dispositivos y equipos dentro del área o celda de servicio. Dentro de la presente divulgación, como se analiza adicionalmente a continuación, la entidad de programación puede ser responsable de programar, asignar, reconfigurar y liberar recursos para una o más entidades programadas. Es decir, para la comunicación programada, las entidades programas utilizan recursos asignados por la entidad de programación.

[0047] Las estaciones base no son las únicas entidades que pueden funcionar como

una entidad de programación. Es decir, en algunos ejemplos, un UE puede funcionar como una entidad de programación, programando recursos para una o más entidades programadas (por ejemplo, uno o más de otros UE). En otros ejemplos, las señales de enlace lateral se pueden usar entre los UE sin depender necesariamente de la programación o la información de control desde una estación base. Por ejemplo, el UE 138 se ilustra en comunicación con los UE 140 y 142. En algunos ejemplos, el UE 138 funciona como una entidad de programación o un dispositivo de enlace lateral primario, y los UE 140 y 142 pueden funcionar como una entidad programada o un dispositivo de enlace lateral no primario (por ejemplo, secundario). En aun otro ejemplo, un UE puede funcionar como una entidad de programación en una red de dispositivo a dispositivo (D2D), de par a par (P2P) o de vehículo a vehículo (V2V), y/o en una red en malla. En un ejemplo de red en malla, los UE 140 y 142 pueden comunicarse de manera opcional directamente entre sí además de comunicarse con la entidad de programación 138.

[0048] La Figura 2 es una ilustración esquemática de la comunicación inalámbrica entre un primer dispositivo de comunicación inalámbrica 202 y un segundo dispositivo de comunicación inalámbrica 204. Cada dispositivo de comunicación inalámbrica 202 y 204 puede tener un equipo de usuario (UE), una estación base, o cualquier otro aparato o medio adecuado para la comunicación inalámbrica. En el ejemplo ilustrado, una fuente 222 dentro del primer dispositivo de comunicación inalámbrica 202 transmite un mensaje digital a través de un canal de comunicación 206 (por ejemplo, un canal inalámbrico) a un sumidero 244 en el segundo dispositivo de comunicación inalámbrica 204. Para proporcionar una comunicación confiable del mensaje digital, por lo general es beneficioso tener en cuenta el ruido 208 que afecta el canal de comunicación 206.

[0049] Los códigos de bloque, o códigos correctores de errores, se usan con frecuencia para proporcionar una transmisión confiable de mensajes digitales a través de tales canales. En un código de bloque típico, un mensaje o secuencia de información se divide en bloques, en donde cada bloque tiene una longitud de K bits. Un codificador 224 en el primer dispositivo de comunicación inalámbrica (transmisor) 202 agrega luego matemáticamente redundancia la mensaje de información, lo que da como resultado contraseñas que tienen una longitud de N, donde $N > K$. Aquí, la tasa de código R es la relación entre la longitud del mensaje y la longitud del bloque: es decir, $R = K / N$. La explotación de esta redundancia en el mensaje de información codificado es una clave de la confiabilidad del mensaje, lo que posiblemente permite la

corrección de errores de bit que se pueden producir debido al ruido 208 u otros efectos de propagación de señal. Es decir, un decodificador 242 en el segundo dispositivo de comunicación inalámbrica (receptor) 204 puede aprovechar la redundancia para posiblemente recuperar el mensaje de información a pesar de que se puedan producir errores de bits, en parte, debido a la adición de ruido al canal, etc.

[0050] Muchos ejemplos de tales códigos de bloque correctores de errores son conocidos por las personas del oficio de nivel medio, inclusive los códigos de Hamming, códigos de Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH), códigos turbo y códigos de control de paridad de baja densidad (LDPC), entre otros. Muchas redes de comunicación inalámbrica existentes utilizan tales códigos de bloque, tales como las redes 3GPP LTE, que utilizan códigos turbo; y las redes Wi-Fi IEEE 802.11n, que utilizan códigos de LDPC.

[0051] Los códigos de LDPC son códigos correctores de errores hacia adelante lineales, donde cada contraseña de longitud N contiene K bits de información y C bits de control de paridad ($N=K+C$). Los símbolos en una contraseña de LDPC satisfacen las ecuaciones de control de paridad C de la forma:

$$c_a \oplus c_b \oplus c_c \oplus \dots \oplus c_z = 0,$$

donde $c_a, c_b, c_c, \dots, c_z$ son los bits de código en la ecuación de control de paridad y $\oplus$ se refiere a la adición del módulo 2.

[0052] Los códigos de LDPC pueden definirse mediante una matriz de control de paridad dispersa H. Una matriz de control de paridad es una matriz binaria de fila C por columna N. Las filas representan las ecuaciones de control de paridad y las columnas representan los bits en la contraseña. Hay un "uno" en la fila i-ésima y en la columna j-ésima si el bit de código i-ésimo está contenido en la ecuación de control de paridad j-ésima. La matriz de control de paridad es dispersa en el sentido de que la matriz tiene una baja densidad de unos. Esta dispersión hace que la decodificación sea de baja complejidad y conlleva a una implementación sencilla.

[0053] Un ejemplo de una matriz de control de paridad H se muestra en Figura 3. En el ejemplo que se muestra en la Figura 3, la longitud (N) de la contraseña es de doce y el número de bits de control de paridad (C) es nueve. Por lo tanto, la matriz de control de paridad H es una matriz de 12x9, con nueve ecuaciones de control de paridad y doce bits. Cada ecuación de control de paridad se forma a partir de los bits de código c_1-c_{12} correspondientes a las ubicaciones distintas de cero en cada fila. Por ejemplo, la primera ecuación de control de paridad correspondiente a la primera fila puede representarse como $c_3 \oplus c_6 \oplus c_7 \oplus c_8 = 0$. Por lo tanto, la primera ecuación de control de

paridad incluye los bits de códigos c_3 , c_6 , c_7 , y c_8 en la contraseña. Se pueden realizar ecuaciones similares para cada una de las otras filas en función de las entradas distintas de cero en cada fila. La matriz H que se muestra en la Figura 3 representa un código de LDPC regular en el que cada bit de código está contenido en el mismo número de ecuaciones y cada ecuación contiene el mismo número de bits de código. Por ejemplo, en la Figura 3, cada bit de código c_1 – c_{12} está contenido en tres ecuaciones y cada ecuación contiene cuatro bits de código. En otros ejemplos, el código de LDPC puede ser irregular, que incluye un número variable de unos en las filas y columnas.

[0054] La decodificación de los códigos de LDPC puede entenderse mejor mediante una descripción gráfica. La Figura 4 ilustra un ejemplo de un gráfico de LDPC 400 que corresponde a la matriz de control de paridad H mostrada en la Figura 3. El gráfico 400 tiene dos tipos de nodos: nodos de bits (BN1-BN12) 402 y nodos de paridad (PN1-PN9) 404. Cada nodo de bit representa un bit de código y cada nodo de paridad representa una ecuación de control de paridad. Se dibuja una línea entre un nodo de bit y un nodo de paridad si el bit de código asociado al nodo de bit está contenido dentro de la ecuación de control de paridad asociada al nodo de paridad. Cada línea se puede denominar en la presente borde 406. Por ende, si un nodo de bit j -ésimo 402 está conectado a un nodo de paridad i -ésimo 404 por un borde 406, es decir, los dos nodos son vecinos, entonces hay un "1" en la columna i -ésima y en la fila j -ésima de la matriz de control de paridad H . Es decir, la intersección de una fila i -ésima y una columna j -ésima contiene un "1" donde un borde 406 une los nodos correspondientes 402 y 404 y un "0" donde no hay borde. Como tal, cada borde 406 corresponde a una entrada distinta de cero en la matriz de control de paridad. Dado que el gráfico mostrado en la Figura 4 corresponde a la matriz de control de paridad mostrada en la Figura 3, cada nodo de bit 402 tiene tres bordes 406 que lo conectan a los nodos de paridad 404 y cada nodo de paridad 404 tiene cuatro bordes 406 que lo conectan a los nodos de bit 402.

[0055] Una secuencia de bits asociada uno a uno con la secuencia de nodos de bits es una contraseña del código solo si, para cada nodo de paridad 404, los bits vecinos al nodo de paridad 404 (a través de su asociación con nodos de bits 402) equivalen a cero módulos dos, es decir, comprenden un número par de unos. En algunos casos, algunos de estos bits pueden ser reducidos o conocidos. La reducción se refiere al acto de eliminar bits de una contraseña para producir, en efecto, una contraseña más corta de una granularidad deseada. En el caso de los gráficos de LDPC, esto significa

que algunos de los nodos de bits 402 en el gráfico corresponden a bits que no se transmiten realmente.

[0056] El decodificador de LDPC y el algoritmo de decodificación utilizado para decodificar las contraseñas de LDPC funcionan intercambiando mensajes dentro del gráfico 400 a lo largo de los bordes 406 y actualizando estos mensajes al realizar cálculos en los nodos 402 y 404 en función de los mensajes entrantes. Cada nodo de bit 402 del gráfico 400 dispone inicialmente de un bit blando que indica una estimación de la probabilidad de que el bit sea un uno, como se determina mediante observaciones, por ejemplo, del canal de comunicaciones (por ejemplo, la estimación del canal). El nodo de bit 402 transmite este bit blando (estimación inicial) a los nodos de paridad 404 en los bordes 406 conectados a ese nodo de bit 402. Cada nodo de paridad 404, a su vez, genera las primeras nuevas estimaciones para los bits implicados en esa ecuación de control de paridad y devuelve estas primeras nuevas estimaciones en los bordes 406 a los nodos de bits 402. Las primeras nuevas estimaciones se calculan en función de todas las estimaciones iniciales proporcionadas al nodo de paridad.

[0057] Por ejemplo, considérese el primer nodo de paridad PN1 correspondiente a la ecuación $c_3 \oplus c_6 \oplus c_7 \oplus c_8 = 0$. Este nodo de paridad puede recibir estimaciones iniciales e_3 , e_6 , e_7 , and e_8 de los nodos de bits BN3, BN6, BN7 y BN8 correspondientes a los bits de código c_3 , c_6 , c_7 , and c_8 . La primera nueva estimación para el nodo de bit BN3 correspondiente al bit de código c_3 puede entonces calcularse como:

$$e'_3 = e_6(1 - e_7)(1 - e_8) + e_7(1 - e_6)(1 - e_8) + e_8(1 - e_6)(1 - e_7) + e_6e_7e_8.$$

Se pueden hacer cálculos similares para las nuevas estimaciones de los nodos de bits restantes.

[0058] Como resultado, cada nodo de bit 402 dispone de nuevas estimaciones diferentes por cada uno de los nodos de paridad 404 conectados a este. Cada nodo de bit 402 puede entonces determinar una segunda nueva estimación respectiva para cada uno de los nodos de paridad 404 conectados a este en función de la estimación del canal original junto con una combinación de las primeras nuevas estimaciones recibidas de cada nodo de paridad (excepto el nodo de paridad al que se envía la nueva estimación adicional). Por lo tanto, al determinar la segunda nueva estimación enviada desde el nodo de bit 402 a un nodo de paridad 404, el nodo de bit 404 ignora la primera nueva estimación recibida desde ese nodo de paridad 404. Por ejemplo, el nodo de bit BN3 ignorará la primera nueva estimación enviada desde el nodo de paridad PN1 al determinar la segunda nueva estimación para el nodo de paridad PN1.

La segunda nueva estimación para un nodo de paridad en particular se puede calcular luego, por ejemplo, como un producto normalizado de las primeras nuevas estimaciones recibidas de los otros nodos de paridad 404, teniendo en cuenta la estimación del canal original. Este proceso se repite con los nodos de paridad 404 que pasan los mensajes de borde (estimaciones) a los nodos de bits 402 y los nodos de bits 402 que pasan los mensajes de borde (estimaciones) a los nodos de paridad 404 hasta que se calcula una estimación final en cada nodo de bit 402 al calcular el producto normalizado de todas las estimaciones. Se puede tomar entonces una decisión difícil sobre cada bit comparando la estimación final con un umbral (por ejemplo, 0,5).

[0059] En algunos ejemplos, el gráfico 400 mostrado en la Figura 4 puede ser un gráfico de LDPC con dimensiones menores que las necesarias para producir la longitud mínima de la contraseña utilizada en una red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, la red de acceso de radio 100 mostrada en la Figura 1). Un grupo de gráficos de LDPC relacionados puede estar representado por uno de los gráficos de LDPC relacionados, al que se puede hacer referencia en la presente como un "gráfico base de LDPC". Por ejemplo, un gráfico base de LDPC puede ser representativo de aquellos gráficos de LDPC que tienen un número de nodos de bits K_b (columnas en la matriz) dentro de un rango particular de números de nodos de bits (por ejemplo, $x \leq K_b \leq y$, donde x e y definen el número mínimo y máximo de nodos de bits dentro del grupo de gráficos de LDPC relacionados). En algunos ejemplos, el gráfico base de LDPC es el gráfico de LDPC que tiene el número máximo de nodos de bits dentro del grupo de gráficos de LDPC relacionados.

[0060] Para producir un gráfico de LDPC correspondiente a una longitud de bloque de información deseada K y una tasa de código R , cada una de las entradas en la matriz de LDPC que representa el gráfico de LDPC puede ser elevada (por ejemplo, reemplazada por otra matriz) por un tamaño de elevación Z (por ejemplo, $K_b * Z = K$). Por ejemplo, si el gráfico de LDPC está representado por una matriz de 3×3 y se aplica un tamaño de elevación Z de tres al gráfico de LDPC, la matriz elevada resultante es una matriz de 9×9 . En efecto, la elevación es una técnica para generar un código de LDPC relativamente grande a partir de múltiples copias de un código más pequeño. El mayor tamaño de elevación $Z_{\text{máx}}$ representa el mayor grado de paralelismo que se puede conseguir por borde en el gráfico de LDPC, correspondiente a la mayor longitud de bloque de información $K_{\text{máx}}$ para un gráfico de LDPC.

[0061] El decodificador puede implementarse para calcular al menos un grupo de

mensajes de borde P en paralelo. En algunos ejemplos, el valor de P es igual a o mayor que el nivel de paralelismo necesario para alcanzar el rendimiento pico. Por ejemplo, P puede ser igual al mayor tamaño de elevación $Z_{\text{máx}}$ que se utiliza en el caso de rendimiento pico. En un ejemplo, para lograr una longitud máxima de bloque de información ($K_{\text{máx}}$) de 8192 bits, el correspondiente tamaño máximo de elevación ($Z_{\text{máx}}$) y, por lo tanto, el grado de paralelismo P pueden ser iguales a 320 para lograr un rendimiento pico de 20 Gb/s. Sin embargo, cuando el tamaño de elevación Z es menor que P , algunos de los recursos de hardware de decodificación pueden estar inactivos y no ser utilizados. Por ejemplo, a medida que K , y a su vez, el tamaño de elevación Z , se vuelven más pequeños, el rendimiento y la eficiencia de utilización de recursos del decodificador pueden disminuir.

[0062] En diversos aspectos de la divulgación, se pueden diseñar dos o más gráficos base de LDPC, cada uno de los cuales tiene un rango diferente de dimensiones de gráfico (por ejemplo, diferentes rangos de números de nodos de bits) para mejorar la utilización de los recursos del decodificador con valores más pequeños de K . Por lo tanto, cada gráfico base de LDPC puede soportar un rango diferente de longitud de bloque de información (por ejemplo, de K_{baja} a K_{alta}). Además, cada rango de longitud de bloque de información se puede superponer.

[0063] En algunos ejemplos, un gráfico base de LDPC de línea de base se puede diseñar para cubrir toda o una gran porción de las longitudes de bloque de información y las tasas de código utilizadas en una red de comunicación inalámbrica. El gráfico base de LDPC de línea de base puede establecer entonces la mayor longitud de bloque de información $K_{\text{máx}}$ y el mayor tamaño de elevación $Z_{\text{máx}}$ para el codificador y el decodificador. Uno o más gráficos base de LDPC adicionales se pueden diseñar adicionalmente para cubrir uno o más subconjuntos de las longitudes de bloque de información y las tasas de código. En algunos ejemplos, los gráficos base de LDPC adicionales pueden superponerse con el gráfico base de LDPC de línea de base, pero también pueden cubrir otras longitudes de bloque de información fuera del rango de longitud de bloque de información cubierto por el gráfico base de LDPC de línea de base. Por ejemplo, al menos uno de los gráficos base de LDPC puede incluir longitudes de bloque de información inferiores a las incluidas en el rango de longitud de bloque de información asociado con el gráfico base de LDPC de línea de base.

[0064] En algunos ejemplos, cada uno de los gráficos base adicionales de LDPC admite todas las mismas tasas de código que el gráfico base de LDPC de línea de base. En otros ejemplos, uno o más de los gráficos base de LDPC adicionales pueden

soportar un subconjunto de las tasas de código o una o más tasas de código diferentes. Por ejemplo, en función de una tabla de esquema de modulación y codificación (MCS), las tasas de código soportadas por un gráfico base de LDPC adicional pueden incluir aquellas tasas de código inmediatamente superiores e inferiores a una transición de orden de modulación (por ejemplo, de 16QAM a 32 QAM). Por lo tanto, uno o más de los gráficos base de LDPC adicionales pueden utilizar el tamaño máximo de elevación $Z_{\text{máx}}$ a valores más pequeños de K ($K < K_{\text{máx}}$). Los gráficos base de LDPC adicionales pueden diseñarse además para obtener otros beneficios de rendimiento. Por ejemplo, se puede diseñar un gráfico base de LDPC adicional para soportar tasas de código más bajas en relación con otros gráficos base de LDPC.

[0065] En algunos ejemplos, para un bloque de información de una longitud K a una tasa de código R determinada, un codificador o decodificador puede seleccionar el gráfico base de LDPC particular que maximiza el tamaño de elevación Z , donde $Z \leq Z_{\text{máx}}$. Por ejemplo, el codificador o decodificador puede seleccionar un primer gráfico base de LDPC cuando un primer tamaño de elevación aplicado al primer gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información es mayor que un segundo tamaño de elevación aplicado a un segundo gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información. De manera similar, el codificador o decodificador puede seleccionar el segundo gráfico base de LDPC cuando el segundo tamaño de elevación aplicado al primer gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información es mayor que el primer tamaño de elevación aplicado a un segundo gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información. El primer gráfico base de LDPC puede corresponder, en algunos ejemplos, al gráfico base de LDPC de línea de base, mientras que el segundo gráfico base de LDPC puede corresponder a un gráfico base de LDPC inferior (por ejemplo, un gráfico base de LDPC que incluye un menor número de nodos de bits).

[0066] En algunos ejemplos, el codificador o decodificador puede seleccionar un gráfico de LDPC particular en función de una limitación de paralelismo en el receptor. Por lo tanto, el gráfico base de LDPC particular se puede seleccionar en función de la longitud de bloque de información K y de la limitación de paralelismo P del decodificador, donde $P = Z_{\text{máx}}$ (por ejemplo, la limitación de paralelismo establece el tamaño máximo de elevación). Por ejemplo, al suponer un tamaño de bloque de información más pequeño K a una tasa R determinada soportado por múltiples gráficos base de LDPC, el codificador o decodificador puede seleccionar el gráfico

base de LDPC que proporciona el mayor tamaño de elevación Z . A medida que aumenta K , el codificador o decodificador puede proceder a seleccionar el mismo gráfico base de LDPC mientras que el tamaño de elevación es menor o igual a la limitación de paralelismo P . Sin embargo, en la longitud de bloque de información K , donde el tamaño de elevación Z actual de los gráficos base de LDPC excede P , el codificador o decodificador puede cambiar al gráfico base de LDPC que proporciona el mayor tamaño de elevación Z que es menor o igual a P . Este proceso se puede repetir hasta que se alcance la longitud máxima de bloque de información $K_{\text{máx}}$.

[0067] Como ejemplo, suponer que hay tres gráficos base de LDPC, un gráfico base de LDPC bajo ($8 \leq K_b \leq 10$), un gráfico base de LDPC medio ($16 \leq K_b \leq 20$), y un gráfico base de LDPC alto ($24 \leq K_b \leq 30$). Con una limitación de paralelismo o tamaño máximo de elevación de 320 y una tasa de código de $1/3$, para $K \leq 3200$, se puede seleccionar un gráfico base de LDPC a partir del gráfico base de LDPC bajo, para $3200 < K \leq 6400$, se puede seleccionar un gráfico base de LDPC a partir del gráfico base de LDPC medio y, para $6400 < K \leq 8192$ ($K_{\text{máx}}$), se puede seleccionar un gráfico base de LDPC a partir del gráfico base de LDPC alto.

[0068] En algunos ejemplos, se puede seleccionar un gráfico base de LDPC que no proporcione el mayor tamaño de elevación para mejorar otros factores, tales como el rendimiento. Además, se pueden utilizar otras métricas distintas del tamaño de elevación para seleccionar el gráfico base de LDPC. Por ejemplo, la velocidad de decodificación se puede utilizar para seleccionar el gráfico base de LDPC (por ejemplo, se puede seleccionar el gráfico base de LDPC que proporcione la velocidad de decodificación más alta que sea menor que el rendimiento pico alcanzado en la limitación de paralelismo P).

[0069] La Figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un dispositivo de comunicación inalámbrica 500 configurado para seleccionar entre dos o más gráficos base de LDPC de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación. En la Figura 5, antes de codificar un bloque de información, la tasa de código (CR) 502 y la longitud de circuitería bloque de información (IBL) 504 del bloque de información pueden proporcionarse a la circuitería de selección de base de LDPC 506. La circuitería de selección de base de LDPC 506 puede entonces seleccionarse de dos o más gráficos base de LDPC 508, cada uno con un rango diferente de dimensiones de gráfico (por ejemplo, diferentes rangos de números de nodos de bits). Por lo tanto, cada gráfico base de LDPC 508 puede soportar un rango de longitud de bloque de información diferente (por ejemplo, de K_{baja} a K_{alta}). Además, cada rango de longitud de

bloque de información soportado por los respectivos gráficos base de LDPC 508 puede superponerse. En algunos ejemplos, cada uno de los gráficos base de LDPC 508 está predeterminado y cargado en el dispositivo de comunicación inalámbrica 500 antes del despliegue del dispositivo de comunicación inalámbrica 500.

[0070] En algunos ejemplos, uno de los gráficos base de LDPC 508 puede ser un gráfico base de LDPC de línea de base que está diseñado para cubrir toda o una gran porción de las longitudes de bloque de información y las tasas de código utilizadas en una red de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, el gráfico base de LDPC de línea de base puede establecer la mayor longitud de bloque de información $K_{\text{máx}}$ y el mayor tamaño de elevación $Z_{\text{máx}}$ para el codificador y el decodificador. Otros gráficos base de LDPC 508 se pueden diseñar para cubrir uno o más subconjuntos de las longitudes de bloque de información y las tasas de código. En algunos ejemplos, cada uno de los otros gráficos base de LDPC puede superponerse con el gráfico base de LDPC de línea de base, pero también puede cubrir otras longitudes de bloque de información fuera del rango de longitud de bloque de información cubierto por el gráfico base de LDPC de línea de base. Por ejemplo, al menos uno de los gráficos base de LDPC 508 puede ser capaz de producir longitudes de bloque de información inferiores a aquellas producidas el gráfico base de LDPC de línea de base.

[0071] La circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 puede comparar inicialmente la IBL 504 del bloque de información con los rangos de longitud de bloque de información soportados por cada uno de los gráficos base de LDPC 508. Si solo uno de los gráficos base de LDPC 508 soporta la IBL 504 del bloque de información, la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 puede seleccionar el único gráfico base de LDPC 508 que soporta la IBL 504. Sin embargo, si más de un gráfico base de LDPC 508 soporta la IBL 504 del bloque de información, la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 puede utilizar otras métricas para seleccionar un gráfico base de LDPC 508 para el bloque de información.

[0072] En algunos ejemplos, si más de un gráfico base de LDPC 508 soporta la IBL 504, la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 puede considerar la CR 502 que puede ser utilizada para codificar el bloque de información para seleccionar el gráfico base de LDPC 508. Por ejemplo, cada gráfico base de LDPC puede soportar un respectivo rango de tasa de código. En los ejemplos en los que uno de los gráficos base de LDPC 508 es un gráfico base de LDPC de línea de base, el gráfico base de LDPC de línea de base puede soportar todas o una gran porción de las tasas de código utilizadas en una red de comunicación inalámbrica. Otros gráficos base de

LDPC 508 pueden soportar un subconjunto del rango de tasa de código del gráfico base de LDPC de línea de base y/o tasas de código diferentes. Por lo tanto, cada gráfico base de LDPC puede soportar un rango de tasa de código diferente. Si la CR 502 a ser utilizada para el bloque de información solo es soportada por uno de los gráficos base de LDPC, la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 puede seleccionar el gráfico base de LDPC 508 que soporta la CR 502.

[0073] Sin embargo, si más de un gráfico base de LDPC 508 soporta la CR 502, la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 puede seleccionar el gráfico base de LDPC en función del tamaño de elevación respectivo que se aplicará a cada uno de los gráficos base de LDPC 508 para producir la IBL 504 del bloque de información 504. En algunos ejemplos, la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 puede seleccionar el gráfico base de LDPC 508 que proporciona el mayor tamaño de elevación para producir la IBL 504. Por ejemplo, al considerar dos gráficos base de LDPC (por ejemplo, un primer gráfico base de LDPC y un segundo gráfico base de LDPC), la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 puede seleccionar el primer gráfico base de LDPC cuando el tamaño de elevación aplicado al primer gráfico base de LDPC para producir la IBL 504 es mayor que el tamaño de elevación aplicado al segundo gráfico base de LDPC para producir la IBL 504, y viceversa.

[0074] El gráfico base de LDPC 508 seleccionado puede ser introducido en la circuitería de selección del gráfico de LDPC 510 para seleccionar un gráfico de LDPC 512 en particular para su uso en la codificación del bloque de información. En determinados casos, cada gráfico base de LDPC 508 puede representar un conjunto de dos o más gráficos de LDPC 512. En algunos ejemplos, los gráficos base de LDPC 508 representan un grupo de gráficos de LDPC 512 relacionados que tienen un número de nodos de bits K_b (columnas en la matriz mostrada en la Figura 3) dentro de un rango particular de números de nodos de bits (por ejemplo, $x \leq K_b \leq y$, donde x e y definen el número mínimo y máximo de nodos de bits dentro del grupo de gráficos de LDPC relacionados). En algún ejemplo, el gráfico base de LDPC 508 corresponde a un gráfico de LDPC 512 que tiene el número máximo de nodos de bits dentro del grupo de gráficos de LDPC 512 relacionados. La circuitería de selección del gráfico de LDPC 510 puede seleccionar uno de los gráficos de LDPC 512, que puede ser el gráfico base de LDPC 508, dentro del grupo de gráficos de LDPC 512 relacionados para su uso en la codificación del bloque de información. El gráfico de LDPC 512 en particular se puede seleccionar en función, por ejemplo, de la CR 502, la IBL 504, el

tamaño de elevación u otros factores que puedan estar relacionados con el rendimiento del codificador y/o decodificador.

[0075] La Figura 6 es un diagrama conceptual que ilustra un ejemplo de una implementación de hardware para un dispositivo de comunicación inalámbrica 600 de ejemplo que emplea un sistema de procesamiento 614. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrica 600 puede ser un equipo de usuario (UE), una estación base, o cualquier otro aparato o medio adecuado para la comunicación inalámbrica.

[0076] El dispositivo de comunicación inalámbrica 600 puede implementarse con un sistema de procesamiento 614 que incluye uno o más procesadores 604. Los ejemplos de procesadores 604 incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), matrices de puertas programables in-situ (FPGA), dispositivos lógicos programables (PLD), máquinas de estado, lógica cerrada, circuitos de hardware discretos y otro hardware adecuado configurado para realizar las diversas funciones descritas a lo largo de esta divulgación. En diversos ejemplos, el dispositivo de comunicación inalámbrica 600 puede configurarse para realizar una o más de las funciones descritas en la presente. Es decir, el procesador 604, tal como se utiliza en un dispositivo de comunicación inalámbrica 600, puede utilizarse para implementar uno o más de los procesos descritos e ilustrados en las Figuras 7–9.

[0077] En este ejemplo, el sistema de procesamiento 614 puede implementarse con una arquitectura de bus, representada generalmente por el bus 602. El bus 602 puede incluir cualquier número de buses y puentes interconectados según la aplicación específica del sistema de procesamiento 614 y de las restricciones de diseño general. El bus 602 acopla comunicativamente diversos circuitos, incluso uno o más procesadores (representados en general por el procesador 604), una memoria 605 y medios legibles por computadora (representados en general por el medio legible por computadora 606). El bus 602 también puede enlazar diversos otros circuitos, tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión y circuitos de gestión de potencia, los cuales son conocidos en la técnica, y, por lo tanto, no se describirán de manera adicional. Una interfaz de bus 608 proporciona una interfaz entre el bus 602 y un transceptor 610. El transceptor 610 proporciona un medio para comunicarse con diversos otros aparatos a través de un medio de transmisión (por ejemplo, aire). Según la naturaleza del aparato, también se puede proporcionar una interfaz de usuario 612 opcional (por ejemplo, teclado, pantalla, altavoz, micrófono, *joystick*). Debe entenderse que la interfaz de usuario 612 puede no proporcionarse en algunos dispositivos, tales como una estación base.

[0078] El procesador 604 es responsable de la gestión del bus 602 y del procesamiento general, incluida la ejecución del software almacenado en el medio legible por computadora 606. El software, cuando es ejecutado por el procesador 604, hace que el sistema de procesamiento 614 realice las diversas funciones descritas a continuación para cualquier aparato en particular. El medio legible por computadora 606 y la memoria 605 también se pueden usar para almacenar datos que son manipulados por el procesador 604 cuando se ejecuta el software.

[0079] Uno o más procesadores 604 en el sistema de procesamiento pueden ejecutar el software. Software se interpretará en sentido amplio como instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicaciones, aplicaciones de software, paquetes de programas, rutinas, subrutinas, objetos, ejecutables, hilos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., ya se mencionen como software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware, o de otra manera. El software puede residir en un medio legible por computadora 606. El medio legible por computadora 606 puede ser un medio legible por computadora no transitorio. Un medio no transitorio legible por computadora incluye, por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento magnético (por ejemplo, un disco duro, un disquete, una banda magnética), un disco óptico (por ejemplo, un disco compacto (CD) o un disco versátil digital (DVD)), una tarjeta inteligente, un dispositivo de memoria flash (por ejemplo, una tarjeta, una tarjeta de memoria flash extraíble o una unidad de memoria), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una ROM programable (PROM), una PROM borrable (EPROM), una PROM eléctricamente borrable (EEPROM), un registro, un disco extraíble y cualquier otro medio adecuado para almacenar software y/o instrucciones a los que una computadora pueda acceder y leer. El medio legible por computadora podrá incluir también, por ejemplo, una onda portadora, una línea de transmisión y cualquier otro medio adecuado para transmitir software y/o instrucciones a los que una computadora pueda acceder y leer.

[0080] El medio legible por computadora 606 puede residir en el sistema de procesamiento 614, externo al sistema de procesamiento 614, o distribuido entre múltiples entidades, incluido el sistema de procesamiento 614. El medio legible por computadora 606 puede estar incorporado en un producto de programa informático. A modo de ejemplo, un producto de programa informático puede incluir un medio legible por computadora en los materiales de empaquetamiento. Las personas del oficio de nivel medio reconocerán la mejor manera de implementar la funcionalidad descrita que

se presenta a lo largo de la presente divulgación, según la aplicación particular y las limitaciones de diseño general impuestas en el sistema en su conjunto.

[0081] En algunos aspectos de la divulgación, el procesador 604 puede incluir una circuitería configurada para diversas funciones. Por ejemplo, el procesador 604 puede incluir una circuitería de codificación de control de paridad de baja densidad (LDPC) 642 configurada para recibir un bloque de información de una longitud de bloque determinada y para codificar el bloque de información mediante el uso de la codificación de LDPC en función de una tasa de código determinada. En algunos ejemplos, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede configurarse para seleccionar un gráfico base de LDPC de una pluralidad de gráficos base de LDPC 615 mantenidos, por ejemplo, en una memoria 605. Los gráficos base de LDPC 615 pueden corresponder a los gráficos base de LDPC 508 mostrados en la Figura 5. Además, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede incluir la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 y la circuitería de selección del gráfico de LDPC 510 que se muestra en la Figura 5. La circuitería de codificación de LDPC 642 luego puede seleccionar un gráfico de LDPC particular representado por el gráfico base de LDPC y utilizar el gráfico de LDPC seleccionado para codificar el bloque de información para producir una contraseña para su transmisión a través de una interfaz de aire inalámbrica a un dispositivo de comunicación inalámbrica receptor a través del transceptor 610. La contraseña contiene los bits de información del bloque de información y los bits de control de paridad generados utilizando el gráfico de LDPC seleccionado.

[0082] En algunos ejemplos, los gráficos base de LDPC 615 se pueden diseñar para la red de comunicación inalámbrica a través de la cual el dispositivo de comunicación inalámbrica se comunica y se almacena dentro de la memoria 605. Los gráficos base de LDPC 615 pueden incluir, por ejemplo, dos o más gráficos base de LDPC, cada uno asociado con un rango de bloque de información diferente. Por ejemplo, los gráficos base de LDPC 615 pueden incluir un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información. El primer rango de longitud de bloque de información puede cubrir, por ejemplo, un rango de longitud de bloque de información de línea de base soportado por la red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, entre 100 y 8192 bits). El segundo rango de longitud de bloque de información puede contener un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información de manera tal que la segunda longitud de bloque de

información esté contenida completamente dentro del primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 100 y 3200 bits) o se superponga al primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 50 y 3200 bits). También se pueden diseñar y mantener en la memoria 605 gráficos base de LDPC 615 adicionales. Por ejemplo, un tercer gráfico base de LDPC puede diseñarse para que esté asociado con un tercer rango de longitud de bloque de información. El tercer rango de longitud de bloque de información también puede contener un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información de manera tal que el tercer rango de longitud de bloque de información esté contenida completamente dentro del primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 100 y 6400 bits) o se superponga al primer y segundo rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 75 y 6400 bits).

[0083] La circuitería de codificación de LDPC 642 puede estar configurada además para seleccionar el gráfico base de LDPC de la pluralidad de gráficos base de LDPC 615 para codificar el bloque de información en función de la longitud de bloque de información del bloque de información. En algunos ejemplos, si solo uno de los gráficos base de LDPC 615 soporta la longitud de bloque de información del bloque de información, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar el único gráfico base de LDPC 615 que soporta la longitud de bloque de información. Sin embargo, si más de un gráfico base de LDPC 615 soporta la longitud de bloque de información del bloque de información, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede utilizar otras métricas para seleccionar un gráfico base de LDPC 615 para el bloque de información. Los ejemplos de otras métricas incluyen, entre otros, la tasa de código y el tamaño de elevación.

[0084] En algunos ejemplos, cada uno de los gráficos base de LDPC 615 cubre todas las tasas de código posibles que pueden utilizarse en la red de comunicación inalámbrica. En este ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar el gráfico base de LDPC 615 que utiliza el tamaño de elevación más alto para producir la longitud de bloque de información del bloque de información. En otros ejemplos, uno o más de los gráficos base de LDPC 615 pueden cubrir un rango de tasa de código diferente al de otros gráficos base de LDPC. Por ejemplo, el primer gráfico base de LDPC puede estar asociado con un primer rango de tasa de código, mientras que el segundo gráfico base de LDPC puede estar asociado con un segundo rango de tasa de código que se superpone al primer rango de tasa de código, pero también incluye otras tasas de código que no están dentro del primer rango de tasa de

código. En este ejemplo, si solo uno de los gráficos base de LDPC 615 soporta la tasa de código del bloque de información, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar el único gráfico base de LDPC 615 que soporta la tasa de código. Sin embargo, si más de un gráfico base de LDPC 615 soporta la tasa de código del bloque de información, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar el gráfico base de LDPC 615 que utiliza el tamaño de elevación más alto para producir la longitud de bloque de información del bloque de información.

[0085] En algunos ejemplos, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede considerar además una limitación de paralelismo en el dispositivo de comunicación inalámbrica receptor al seleccionar el gráfico base de LDPC 615. La limitación de paralelismo indica el número máximo de mensajes de borde que pueden ser procesados en paralelo por el dispositivo de comunicación inalámbrica receptor. En algunos ejemplos, la limitación de paralelismo es igual a o mayor que el nivel de paralelismo necesario para alcanzar el rendimiento pico. Por ejemplo, la limitación de paralelismo puede ser igual al mayor tamaño de elevación que se utiliza en el caso de rendimiento pico. En un ejemplo, para lograr una longitud máxima de bloque de información de 8192 bits, el correspondiente tamaño máximo de elevación y, por lo tanto, el grado de paralelismo pueden ser iguales a 320 para lograr un rendimiento pico de 20 Gb/s. En otros ejemplos, la limitación de paralelismo puede ser menor que el nivel de paralelismo necesario para alcanzar el máximo pico.

[0086] Mediante el ejemplo anterior de tres gráficos base de LDPC, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar el segundo gráfico base de LDPC cuando el tamaño de elevación aplicado al segundo gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información del bloque de información a codificar es menor o igual a la limitación de paralelismo. La circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar además el tercer gráfico base de LDPC cuando el tamaño de elevación aplicado al segundo gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información es mayor que la limitación de paralelismo y el tamaño de elevación aplicado al tercer gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información es menor o igual a la limitación de paralelismo. La circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar además el primer gráfico base de LDPC cuando el tamaño de elevación aplicado al tercer gráfico base de LDPC para producir la longitud de bloque de información es mayor que la limitación de paralelismo.

[0087] En algunos ejemplos, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar el gráfico base de LDPC en función de factores distintos a la longitud de

bloque de información, la tasa de código y/o el tamaño de elevación. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 puede seleccionar el gráfico base de LDPC en función de la velocidad de decodificación esperada en el dispositivo de comunicación inalámbrica receptor para cada gráfico base de LDPC (por ejemplo, en donde se puede seleccionar el gráfico base de LDPC que proporciona la velocidad de decodificación más alta que es menor que el rendimiento máximo en la limitación de paralelismo). La circuitería de codificación de LDPC 642 puede funcionar en coordinación con el software de codificación de LDPC 652.

[0088] El procesador 604 puede incluir además la circuitería de decodificación de LDPC 644 configurada para recibir una contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica desde un dispositivo de comunicación inalámbrica transmisor a través del transceptor 610 y decodificar la contraseña utilizando decodificación de LDPC para producir un bloque de información de una longitud de bloque determinada. En algunos ejemplos, la circuitería de decodificación de LDPC 644 puede configurarse para seleccionar un gráfico base de LDPC de una pluralidad de gráficos base de LDPC 615 mantenidos, por ejemplo, en una memoria 605. La circuitería de decodificación de LDPC 644 luego puede seleccionar un gráfico de LDPC representado por el gráfico base de LDPC y utilizar el gráfico de LDPC seleccionado para decodificar la contraseña para producir el bloque de información. La circuitería de decodificación de LDPC 644 puede seleccionar el gráfico base de LDPC para decodificar de la contraseña en función de al menos la longitud de bloque de información del bloque de información. La circuitería de decodificación de LDPC 644 puede utilizar además la tasa de código, el tamaño de elevación, la limitación de paralelismo de la circuitería de decodificación de LDPC 644, y/u otras métricas para seleccionar el gráfico base de LDPC. La circuitería de decodificación de LDPC 644 puede funcionar en coordinación con un software de decodificación de LDPC 654.

[0089] La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de ejemplo 700 para la codificación del control de paridad de baja densidad (LDPC) de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación. Como se describe más adelante, algunas o todas las características ilustradas pueden omitirse en una implementación particular dentro del alcance de la presente divulgación, y algunas características ilustradas pueden no ser necesarias para la implementación de todas las formas de realización. En algunos ejemplos, el proceso 700 puede llevarse a cabo por el dispositivo de comunicación inalámbrica ilustrado en la Figura 6. En algunos ejemplos, el proceso 700 puede llevarse a cabo por cualquier aparato o medio adecuado para llevar a cabo las

funciones o algoritmos que se describen más adelante.

[0090] En el bloque 702, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede mantener múltiples gráficos base de LDPC (por ejemplo, dos o más), cada uno asociado con un rango de longitud de bloque de información diferente. Por ejemplo, los gráficos base de LDPC pueden incluir un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información. El primer rango de longitud de bloque de información puede cubrir, por ejemplo, un rango de longitud de bloque de información de línea de base soportado por la red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, entre 100 y 8192 bits). El segundo rango de longitud de bloque de información puede incluir un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información de manera tal que el segundo rango de longitud de bloque de información esté contenido completamente dentro del primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 100 y 3200 bits) o se superponga al primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 50 y 3200 bits). También se pueden diseñar gráficos base de LDPC adicionales. Los gráficos base de LDPC pueden mantenerse, por ejemplo, en la memoria 605 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6.

[0091] En el bloque 704, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar un gráfico base de LDPC para codificar un bloque de información de un bloque de información determinado. El gráfico base de LDPC puede seleccionarse, por ejemplo, en función, al menos en parte, de la longitud del bloque de información determinada del bloque de información. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar un gráfico base de LDPC que soporta la longitud de bloque de información del bloque de información. Si más de un gráfico base de LDPC soporta la longitud de bloque de información del bloque de información, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede utilizar otras métricas, tales como la tasa de código y/o el tamaño de elevación para seleccionar el gráfico base de LDPC. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede seleccionar un gráfico base de LDPC para codificar el bloque de información.

[0092] En el bloque 706, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC seleccionado para producir una contraseña que contenga bits de información del bloque de información y bits de control de paridad producidos por el proceso de codificación de LDPC. En

algunos ejemplos, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar un gráfico de LDPC representado por el gráfico base de LDPC, que puede ser el gráfico base de LDPC, para codificar el bloque de información. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC selecto. En el bloque 708, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede transmitir la contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica al receptor (por ejemplo, un dispositivo de comunicación inalámbrica receptor). Por ejemplo, el transceptor 610 mostrado y descrito anteriormente en referencia a la Figura 6 puede transmitir la contraseña al dispositivo de comunicación inalámbrica receptor.

[0093] La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de ejemplo 800 para la codificación del control de paridad de baja densidad (LDPC) de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación. Como se describe más adelante, algunas o todas las características ilustradas pueden omitirse en una implementación particular dentro del alcance de la presente divulgación, y algunas características ilustradas pueden no ser necesarias para la implementación de todas las formas de realización. En algunos ejemplos, el proceso 800 puede llevarse a cabo por el dispositivo de comunicación inalámbrica ilustrado en la Figura 6. En algunos ejemplos, el proceso 800 puede llevarse a cabo por cualquier aparato o medio adecuado para llevar a cabo las funciones o algoritmos que se describen más adelante.

[0094] En el bloque 802, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede mantener múltiples gráficos base de LDPC (por ejemplo, dos o más), cada uno asociado con un rango de longitud de bloque de información diferente. Por ejemplo, los gráficos base de LDPC pueden incluir un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información. El primer rango de longitud de bloque de información puede cubrir, por ejemplo, un rango de longitud de bloque de información de línea de base soportado por la red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, entre 100 y 8192 bits). El segundo rango de longitud de bloque de información puede incluir un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información de manera tal que el segundo rango de longitud de bloque de información esté contenido completamente dentro del primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 100 y 3200 bits) o se superponga al primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 50 y 3200 bits). También se pueden diseñar gráficos base de LDPC adicionales. Los gráficos base de

LDPC pueden mantenerse, por ejemplo, en la memoria 605 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6.

[0095] En el bloque 804, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede recibir una longitud del bloque de información de un bloque de información a codificar mediante el uso de codificación de LDPC. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede recibir la longitud de bloque de información del bloque de información. En el bloque 806, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede determinar si más de un gráfico base de LDPC soporta la longitud de bloque de información del bloque de información.

[0096] Si solo un único gráfico base de LDPC soporta la longitud de bloque de información del bloque de información (rama N del bloque 806), en el bloque 808, la comunicación inalámbrica puede seleccionar el gráfico base de LDPC que soporta la longitud de bloque de información del bloque de información para codificar del bloque de información. Si más de un gráfico base de LDPC soporta la longitud de bloque de información del bloque de información (rama Y del bloque 806), en el bloque 810, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar el gráfico base de LDPC con el mayor tamaño de elevación requerido para producir la longitud de bloque de información del bloque de información. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede seleccionar un gráfico base de LDPC para codificar el bloque de información.

[0097] En el bloque 812, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC seleccionado para producir una contraseña que contenga bits de información del bloque de información y bits de control de paridad producidos por el proceso de codificación de LDPC. En algunos ejemplos, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar un gráfico de LDPC representado por el gráfico base de LDPC, que puede ser el gráfico base de LDPC, para codificar el bloque de información. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC selecto. En el bloque 814, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede transmitir la contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica al receptor (por ejemplo, un dispositivo de comunicación inalámbrica receptor). Por ejemplo, el transceptor 610 mostrado y descrito anteriormente en referencia a la Figura 6 puede transmitir la contraseña al dispositivo de comunicación inalámbrica receptor.

[0098] La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de ejemplo 900 para

la codificación del control de paridad de baja densidad (LDPC) de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación. Como se describe más adelante, algunas o todas las características ilustradas pueden omitirse en una implementación particular dentro del alcance de la presente divulgación, y algunas características ilustradas pueden no ser necesarias para la implementación de todas las formas de realización. En algunos ejemplos, el proceso 900 puede llevarse a cabo por el dispositivo de comunicación inalámbrica ilustrado en la Figura 6. En algunos ejemplos, el proceso 900 puede llevarse a cabo por cualquier aparato o medio adecuado para llevar a cabo las funciones o algoritmos que se describen más adelante.

[0099] En el bloque 902, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede mantener múltiples gráficos base de LDPC (por ejemplo, dos o más), cada uno asociado con un rango de longitud de bloque de información diferente. Por ejemplo, los gráficos base de LDPC pueden incluir un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información. El primer rango de longitud de bloque de información puede cubrir, por ejemplo, un rango de longitud de bloque de información de línea de base soportado por la red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, entre 100 y 8192 bits). El segundo rango de longitud de bloque de información puede incluir un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información de manera tal que el segundo rango de longitud de bloque de información esté contenido completamente dentro del primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 100 y 3200 bits) o se superponga al primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 50 y 3200 bits). También se pueden diseñar gráficos base de LDPC adicionales. Los gráficos base de LDPC pueden mantenerse, por ejemplo, en la memoria 605 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6.

[0100] En el bloque 904, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede recibir una longitud del bloque de información de un bloque de información a codificar por LDPC mediante el uso de una tasa de código particular. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede recibir la longitud de bloque de información del bloque de información. En el bloque 906, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede determinar si más de un gráfico base de LDPC soporta la longitud de bloque de información del bloque de información.

[0101] Si solo un único gráfico base de LDPC soporta la longitud de bloque de

información del bloque de información (rama N del bloque 906), en el bloque 908, la comunicación inalámbrica puede seleccionar el gráfico base de LDPC que soporta la longitud de bloque de información del bloque de información para codificar el bloque de información. Si más de un gráfico base de LDPC soporta la longitud de bloque de información del bloque de información (rama Y del bloque 906), en el bloque 910, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede determinar si más de un gráfico base de LDPC soporta la tasa de código para codificar el bloque de información.

[0102] Si solo un único gráfico base de LDPC soporta la tasa de código (rama N del bloque 910), en el bloque 912, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar el gráfico base de LDPC que soporta la tasa de código para codificar el bloque de información. Si más de un gráfico base de LDPC soporta la tasa de código (rama Y del bloque 910), en el bloque 914, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar el gráfico base de LDPC con el mayor tamaño de elevación requerido para producir la longitud de bloque de información del bloque de información. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede seleccionar un gráfico base de LDPC para codificar el bloque de información.

[0103] En el bloque 916, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC seleccionado para producir una contraseña que contenga bits de información del bloque de información y bits de control de paridad producidos por el proceso de codificación de LDPC. En algunos ejemplos, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar un gráfico de LDPC representado por el gráfico base de LDPC, que puede ser el gráfico base de LDPC, para codificar el bloque de información. Por ejemplo, la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede codificar el bloque de información mediante el uso del gráfico base de LDPC selecto. En el bloque 918, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede transmitir la contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica al receptor (por ejemplo, un dispositivo de comunicación inalámbrica receptor). Por ejemplo, el transceptor 610 mostrado y descrito anteriormente en referencia a la Figura 6 puede transmitir la contraseña al dispositivo de comunicación inalámbrica receptor.

[0104] La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de ejemplo 1000 para la decodificación del control de paridad de baja densidad (LDPC) de acuerdo con algunos aspectos de la presente divulgación. Como se describe más adelante, algunas o todas las características ilustradas pueden omitirse en una implementación particular

dentro del alcance de la presente divulgación, y algunas características ilustradas pueden no ser necesarias para la implementación de todas las formas de realización. En algunos ejemplos, el proceso 1000 puede llevarse a cabo por el dispositivo de comunicación inalámbrica ilustrado en la Figura 6. En algunos ejemplos, el proceso 1000 puede llevarse a cabo por cualquier aparato o medio adecuado para llevar a cabo las funciones o algoritmos que se describen más adelante.

[0105] En el bloque 1002, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede mantener múltiples gráficos base de LDPC (por ejemplo, dos o más), cada uno asociado con un rango de longitud de bloque de información diferente. Por ejemplo, los gráficos base de LDPC pueden incluir un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información. El primer rango de longitud de bloque de información puede cubrir, por ejemplo, una longitud de bloque de información de línea de base soportado por la red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, entre 100 y 8192 bits). El segundo rango de longitud de bloque de información puede incluir un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información de manera tal que el segundo rango de longitud de bloque de información esté contenido completamente dentro del primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 100 y 3200 bits) o se superponga al primer rango de longitud de bloque de información (por ejemplo, entre 50 y 3200 bits). También se pueden diseñar gráficos base de LDPC adicionales. Los gráficos base de LDPC pueden mantenerse, por ejemplo, en la memoria 605 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6.

[0106] En el bloque 1004, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede recibir una contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica desde un transmisor (por ejemplo, un dispositivo de comunicación inalámbrica transmisor). Por ejemplo, el transceptor 610 mostrado y descrito anteriormente en referencia a la Figura 6 puede recibir la contraseña. En el bloque 1006, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar un gráfico base de LDPC para decodificar la contraseña que contiene un bloque de información de un bloque de información determinado. El gráfico base de LDPC puede seleccionarse, por ejemplo, en función de la longitud del bloque de información determinada del bloque de información. Otras métricas, tales como la tasa de código y/o el tamaño de elevación, también pueden utilizarse para seleccionar un gráfico base de LDPC. Por ejemplo, la circuitería de decodificación de LDPC 644 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede

seleccionar un gráfico base de LDPC para decodificar el bloque de información.

[0107] En el bloque 1008, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede decodificar la contraseña mediante el uso del gráfico base de LDPC seleccionado para producir el bloque de información que contiene bits de información. En algunos ejemplos, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede seleccionar un gráfico de LDPC representado por el gráfico base de LDPC seleccionado, que puede ser el gráfico base de LDPC, para decodificar la contraseña. Por ejemplo, la circuitería de decodificación de LDPC 644 mostrada y descrita anteriormente en referencia a la Figura 6 puede decodificar la contraseña mediante el uso del gráfico base de LDPC selecto.

[0108] En una configuración, un aparato configurado para la codificación de control de paridad de baja densidad (LDPC) (por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrica 500 mostrado en la Figura 5 y/o el dispositivo de comunicación inalámbrica 600 mostrado en la Figura 6) incluye medios para mantener una pluralidad de gráficos base de LDPC, donde la pluralidad de gráficos base de LDPC incluye al menos un primer gráfico base de LDPC asociado con un primer rango de longitud de bloque de información y un segundo gráfico base de LDPC asociado con un segundo rango de longitud de bloque de información, y el segundo rango de longitud de bloque de información incluye un subconjunto del primer rango de longitud de bloque de información. El aparato incluye además medios para seleccionar un gráfico base de LDPC seleccionado de la pluralidad de gráficos base de LDPC para un bloque de información en función de una longitud del bloque de información del bloque de información, medios para codificar el bloque de información mediante el gráfico base de LDPC selecto para producir una contraseña, y medios para transmitir la contraseña a través de una interfaz de aire inalámbrica a un receptor.

[0109] En un aspecto, los medios para mantener la pluralidad de gráficos base de LDPC mencionados anteriormente pueden ser la memoria 605 mostrada en la Figura 6. En otro aspecto, los medios para seleccionar el gráfico base de LDPC selecto mencionados anteriormente pueden ser los procesadores 604 mostrados en la Figura 6 configurados para llevar a cabo las funciones enumeradas mediante los medios mencionados anteriormente. Por ejemplo, los medios para seleccionar el gráfico base de LDPC selecto mencionados anteriormente pueden incluir la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada en la Figura 6, la circuitería de selección del gráfico base de LDPC 506 mostrada en la Figura 5, y/o la circuitería de selección del gráfico de LDPC 510 mostrada en la Figura 5. En aún otro aspecto, los medios para

codificar el bloque de información mencionados anteriormente pueden ser los procesadores 604 mostrados en la Figura 6 configurados para llevar a cabo las funciones enumeradas mediante los medios mencionados anteriormente. Por ejemplo, los medios para codificar el bloque de información mencionados anteriormente pueden incluir la circuitería de codificación de LDPC 642 mostrada en la Figura 6. En aún otro aspecto, los medios para transmitir la contraseña mencionados anteriormente pueden ser el transceptor 610 mostrado en la Figura 6. En aún otro aspecto, los medios mencionados anteriormente pueden ser un circuito o cualquier aparato configurado para llevar a cabo las funciones enumeradas por los medios mencionados anteriormente.

[0110] Se han presentado diversos aspectos de una red de comunicación inalámbrica con referencia a una implementación de ejemplo. Como las personas del oficio de nivel medio apreciarán con facilidad, diversos aspectos descritos a lo largo de esta divulgación pueden extenderse a otros sistemas de telecomunicación, arquitecturas de red y estándares de comunicación.

[0111] A modo de ejemplo, diversos aspectos pueden implementarse dentro de otros sistemas definidos por 3GPP, tal como Evolución a Largo Plazo (LTE), el Sistema de Paquetes Evolucionado (EPS), y el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), y/o Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). También se pueden extender diversos aspectos a los sistemas definidos por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2 (3GPP2), tal como CDMA2000 y/o Evolución de Datos Optimizados (EV-DO). Pueden implementarse otros ejemplos dentro de sistemas que emplean IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Banda ultra ancha (UWB), Bluetooth, y/o otros sistemas adecuados. El estándar de telecomunicaciones, la arquitectura de red, y/o el estándar de comunicación reales empleados dependerán de la aplicación específica y las limitaciones de diseño general impuestas en el sistema en su conjunto.

[0112] Dentro de la presente divulgación, la palabra “de ejemplo” se usa para significar “servir como ejemplo, caso o ilustración”. Cualquier realización o aspecto descrito en la presente como “de ejemplo” no debe interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso sobre otros aspectos de la divulgación. Del mismo modo, el término “aspectos” no requiere que todos los aspectos de la divulgación incluyan la característica, la ventaja o modo de operación analizados. El término “acoplado” se usa en la presente para referirse al acoplamiento directo o indirecto entre dos objetos. Por ejemplo, si el objeto A toca físicamente el objeto B, y el objeto B toca el objeto C,

entonces los objetos A y C aún pueden considerarse acoplados entre sí, incluso si no se tocan físicamente de manera directa. Por ejemplo, un primer objeto puede acoplarse a un segundo objeto, aunque el primer objeto nunca esté directamente en contacto físico con el segundo objeto. Los términos “circuito” y “circuitería” se utilizan ampliamente, y tienen por objeto incluir implementaciones de hardware de dispositivos eléctricos y conductores que, cuando se conectan y configuran, permiten el desempeño de las funciones descritas en la presente divulgación, sin limitación en cuanto al tipo de circuitos electrónicos, así como implementaciones de software de información e instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador, permiten el desempeño de las funciones descritas en la presente divulgación.

[0113] Uno o más de los componentes, pasos, características, y/o funciones ilustrados en las Figuras 1-10 pueden reorganizarse y/o combinarse en un único componente, paso, característica o función o incorporarse en varios componentes, pasos, o funciones. También pueden agregarse elementos, componentes, pasos y/o funciones adicionales sin apartarse de los aspectos nuevos descritos en la presente. Los aparatos, dispositivos, y/o componentes ilustrados en las Figuras 1-6 pueden configurarse para llevar a cabo uno o más de los métodos, características o pasos descritos en la presente. Los nuevos algoritmos descritos en la presente también pueden implementarse de manera eficiente en software y/o pueden incorporarse en hardware.

[0114] Debe entenderse que el orden específico o la jerarquía de pasos en los métodos descritos es una ilustración de los procesos de ejemplo. Según las preferencias de diseño, se entiende que el orden o la jerarquía específicos de los pasos en los métodos pueden reorganizarse. Las reivindicaciones del método adjuntas presentan elementos de los diversos pasos en un orden de ejemplo, y no pretenden limitarse al orden o la jerarquía específicos presentados a menos que esté específicamente recitado en estos.