

CONMUTACIÓN DINÁMICA DEL ANCHO DE BANDA PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Peter Pui Lok Ang, Joseph Patrick Burke, Tingfang Ji, Naga Bhushan, Krishna Kiran Mukkavilli, Joseph Binamira Soriaga, John Edward Smee

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad y el beneficio de la solicitud de patente provisional estadounidense N.º 62/073.603, presentada el 31 de octubre de 2014, que reivindica la prioridad a la fecha de presentación de la solicitud de patente provisional estadounidense N.º 14/846.051, presentada el 4 de septiembre de 2015, ambas se incorporan en la presente por referencia.

CAMPO TÉCNICO

[0002] Esta solicitud se refiere a sistemas de comunicación inalámbrica y más en particular, a formatos de señalización con distinto ancho de banda de señal y adaptación asociada de transceptores para conservar el consumo de energía en dispositivos móviles y estaciones base.

ANTECEDENTES

[0003] La demanda de servicios de datos inalámbricos continúa aumentando exponencialmente. Como la demanda de datos va creciendo, las técnicas capaces de suministrar tasas de datos más rápidas a dispositivos móviles continúa siendo de interés. Una forma de proporcionar tasas de datos más rápidas consiste en incrementar el ancho de banda espectral disponible para sistemas de comunicación inalámbrica.

[0004] Reflejando la tendencia a usar mayor ancho de banda, las corrientes versiones de redes de Evolución a largo plazo (LTE) del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) tienen hasta 100 megahertz (MHz) disponibles para comunicación. Más aún, es posible que futuras redes tales como redes de quinta generación (o 5G) puedan utilizar varios cientos de MHz o más en un intento por satisfacer la futura demanda de servicios de datos.

[0005] Como el ancho de banda del sistema aumenta, la transmisión de datos puede incrementar más o menos proporcionalmente sin incurrir en un aumento proporcional similar en la sobrecarga de control. Así, en futuros sistemas de multiplexación por división de tiempo (TDM) que multiplexan los canales de control y de datos, puede haber escenarios en los que sería ineficaz ocupar para los canales de control tanto ancho de banda como canales de datos. Hay ineficacias tanto porque los recursos espectrales se

pueden usar innecesariamente que se podrían utilizar mejor para otros fines, como porque los dispositivos móviles se sintonizarían a un ancho de banda más grande que el necesario, desperdiciando así recursos energéticos. Así, hay una necesidad de un control múltiple de mayor eficacia y canales de datos cuando el ancho de banda disponible aumenta en sistemas de comunicación inalámbrica.

SÍNTESIS

[0006] En un aspecto de la descripción, un método de comunicación inalámbrica incluye transmitir una señal de control a un dispositivo móvil usando un primer ancho de banda y transmitir una señal de datos al dispositivo móvil usando un segundo ancho de banda más ancho que el primer ancho de banda, en donde la señal de control y la señal de datos se transmiten en una única frecuencia portadora.

[0007] En un aspecto adicional de la descripción, un método de comunicación inalámbrica en un dispositivo móvil incluye recibir una señal de control que tiene un primer ancho de banda y recibir una señal de datos que tiene un segundo ancho de banda más ancho que el primer ancho de banda, en donde la señal de control y la señal de datos son recibidas en una única frecuencia portadora.

[0008] En un aspecto adicional de la descripción, un producto de programa de computadora para comunicaciones inalámbricas incluye un medio legible por computadora no transitorio que tiene un código de programa registrado, donde el código de programa incluye un código para hacer que el transmisor transmita una señal de control a un dispositivo usando un primer ancho de banda. El código de programa también incluye un código para hacer que el transmisor transmita una señal de datos al dispositivo usando un segundo ancho de banda más ancho que el primer ancho de banda, en donde la señal de control y la señal de datos se transmiten en una única frecuencia portadora.

[0009] En un aspecto adicional de la descripción, un producto de programa de computadora para comunicaciones inalámbricas incluye un medio legible por computadora no transitorio que tiene un código de programa registrado, donde el código de programa incluye código para hacer que un receptor reciba una señal de control que tiene un primer ancho de banda. El código de programa también incluye un para hacer que el receptor reciba una señal de datos que tiene un segundo ancho de banda más ancho que el primer ancho de banda, en donde la señal de control y la señal de datos son recibidas en una única frecuencia portadora.

[0010] En un aspecto adicional de la descripción, un dispositivo móvil incluye un extremo frontal de radiofrecuencia (RF) ajustable configurado para recibir una señal de

control que tiene un primer ancho de banda y recibir una señal de datos que tiene un segundo ancho de banda más ancho que el primer ancho de banda, en donde la señal de control y la señal de datos son recibidas en una única frecuencia portadora.

[0011] En un aspecto adicional de la descripción, un aparato de comunicación inalámbrica incluye un amplificador, un convertidor analógico a digital (ADC), un filtro analógico acoplado entre el amplificador y el ADC y un procesador de control acoplado con el amplificador, el ADC y el filtro analógico. El procesador de control se configura, en respuesta a la recepción de información de control de una señal de control que tiene un primer ancho de banda, para establecer el ancho de banda del amplificador y el ADC en un segundo ancho de banda más ancho que el primer ancho de banda y establecer la tasa de muestreo del ADC de acuerdo con el segundo ancho de banda.

[0012] En un aspecto adicional de la descripción, un aparato de comunicación inalámbrica incluye un procesador de control configurado para acoplarse con un extremo frontal de RF, ajustar el extremo frontal de RF para recibir una señal de control que tiene un primer ancho de banda y ajustar el extremo frontal de RF para recibir una señal de datos que tiene un segundo ancho de banda más ancho que el primer ancho de banda, en donde la señal de control y la señal de datos son recibidas en una única frecuencia portadora.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0013] Fig. 1 ilustra una red de comunicación inalámbrica, de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0014] Fig. 2 es un diagrama de bloques de alto nivel de un receptor ajustable de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0015] Fig. 3 ilustra un formato de trama y el correspondiente consumo de energía de un extremo frontal de RF de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0016] Fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para recibir señales de control y de datos de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0017] Fig. 5 ilustra otro formato de trama y el correspondiente consumo de energía de un extremo frontal de RF durante la recepción del formato de trama ilustrado de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0018] Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra otro método de ejemplo para recibir señales de control y de datos de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0019] Fig. 7 ilustra una estructura de trama y señal de ejemplo para un sistema de

multiplexación por división de frecuencia (FDM) de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0020] Fig. 8 es un diagrama de protocolo que ilustra transmisiones entre una estación base y un UE para un sistema de FDM de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0021] Fig. 9 es un diagrama de protocolo que ilustra aspectos de señalización entre un UE y una estación base para soportar una conmutación dinámica del ancho de banda de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0022] Fig. 10 es un diagrama de bloque de un transceptor de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

[0023] Figs. 11-16 ilustra formas de realización adicionales de un formato de trama de acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0024] La descripción detallada establecida a continuación, en conexión con los dibujos anexos, pretende ser una descripción de varias configuraciones y no pretende representar las únicas configuraciones en las que se pueden poner en práctica los conceptos descritos en la presente. La descripción detallada incluye detalles específicos a los fines de proporcionar una mejor comprensión de los distintos conceptos. Sin embargo, será obvio para los expertos en el arte que estos conceptos se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En ciertas instancias, se muestran estructuras bien conocidas y componentes en forma de diagrama de bloques para evitar el oscurecimiento de tales conceptos.

[0025] Las técnicas descritas en la presente se pueden usar para varias redes de comunicación inalámbrica tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras redes. Las expresiones “red” y “sistema” se usan a menudo de forma indistinta. Una red de CDMA puede implementar una radiotecnología tales como radioacceso terrestre universal (Universal Terrestrial Radio Access, UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. cdma2000 cubre los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red de TDMA puede implementar una radiotecnología como sistema global para comunicaciones móviles (Global System for Mobile Communications, GSM). Una red de OFDMA puede implementar una radiotecnología tales como UTRA evolucionado (E-UTRA), banda ancha ultramóvil (Ultra Mobile Broadband, UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDMA, etc. UTRA y E-UTRA son parte del sistema de telecomunicación móvil universal (UMTS). Evolución a largo plazo 3GPP (LTE) y LTE avanzado (LTE-A)

son nuevas versiones de UMTS que usan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de una organización denominada “3rd Generation Partnership Project” (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de una organización denominada “3rd Generation Partnership Project 2” (3GPP2). Las técnicas descritas en la presente se pueden usar para redes inalámbricas y radiotecnologías mencionadas con anterioridad, así como otras redes inalámbricas y radiotecnologías, tales como una red de próxima generación (por ejemplo, quinta generación (5G)).

[0026] Esta descripción reconoce que cuando el ancho de banda del sistema aumenta, el ancho de banda utilizado por las señales de datos se puede incrementar (y así se puede incrementar la tasa de datos) sin los aumentos correspondientes en la señalización del canal de control. Se revelan formatos de trama que utilizan señales de control de banda estrecha y señales de datos de banda ancha. Los formatos de trama proporcionan ajustes para hacer en los receptores del dispositivo móvil para recibir señales de control en un ancho de banda y señales de datos en anchos de banda más anchos. Un receptor puede utilizar un modo de menor energía para recibir una señal de control y luego incrementar el ancho de banda y el consumo de energía para recibir una señal de datos. Un intervalo o período de transición puede ser insertado entre una señal de control y una señal de datos para permitir que el tiempo del receptor se ajuste a los diversos anchos de banda de señales.

[0027] El consumo de energía en un receptor de comunicación inalámbrica escala con el ancho de banda de la señal recibida. Esta descripción se refiere en general a redes de comunicación inalámbrica que emplean señales de control y señales de datos de diferentes anchos de banda. Los receptores en tales redes se proporcionan para sacar ventaja y ajustar a los diferentes anchos de banda para reducir el consumo de energía. Por ejemplo, el consumo de energía en dispositivos inalámbricos se puede reducir porque las señales de control pueden ocupar un menor ancho de banda que en sistemas convencionales.

[0028] Fig. 1 ilustra una red de comunicación inalámbrica 100, de acuerdo con diversos aspectos de la descripción. La red de comunicación inalámbrica 100 puede ser una red de LTE o una red de próxima generación (por ejemplo, 5G). La red inalámbrica 100 puede incluir una cantidad de estaciones base 110. Una estación base 110 puede incluir un nodo B mejorado en el contexto de LTE. Una estación base también se puede mencionar como una estación transceptora o un punto de acceso.

[0029] Las estaciones base 110 se comunican con equipos de usuarios (UEs) 120 como se muestra. Un UE 120 se puede comunicar con una estación base 110 por medio de

un enlace ascendente y un enlace descendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde una estación base 110 con un UE 120. El enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde un UE 120 a una estación base 110.

[0030] Los UEs 120 se pueden dispersar a través de la red inalámbrica 100 y cada UE 120 puede ser fijo o móvil. Un UE también se puede mencionar como un terminal, una estación móvil, una unidad de suscriptor, etc. Un UE 120 puede ser un teléfono celular, un smartphone, un asistente digital personal, un módem inalámbrico, una computadora laptop, una computadora tablet, etc. La red de comunicación inalámbrica 100 es un ejemplo de una red a la que se aplican diversos aspectos de la descripción. Otros ejemplos son WLANs.

[0031] Fig. 2 es un diagrama de bloques de alto nivel de un receptor ajustable 200. El receptor ajustable 200 se puede incluir en un UE 120. El receptor ajustable 200 puede incluir una o más antenas 210. Si el receptor ajustable 200 incluye múltiples antenas 210, se puede emplear cualquier técnica para comunicación de entrada múltiple-salida múltiple (MIMO). Por conveniencia, la descripción se enfocará en una antena 210a y sus componentes asociados con la comprensión de que la descripción se aplica a cada antena y sus componentes asociados.

[0032] En este ejemplo, el receptor ajustable 200 incluye un extremo frontal de RF 212a. En este ejemplo, el extremo frontal de RF 212a incluye un amplificador 215a, un mezclador 220a, un filtro analógico 225a y un convertidor analógico a digital (ADC) 230a en comunicación con la antena 210a como se muestra. El receptor ajustable 200 emplea una arquitectura de frecuencia intermedia cero (IF) en la que una señal recibida en la antena 210a es amplificada por el amplificador 215a y luego se vuelve a convertir directamente a banda base por el mezclador 220a junto con el oscilador local (LO) 240. Un amplificador de radiofrecuencia (RF), como un amplificador de ruidos bajos (LNA), es un ejemplo del amplificador 215a.

[0033] El filtro analógico 225a puede ser un filtro de paso bajo con un ancho de banda ajustable. La señal recibida es típicamente una suma de una señal portadora de datos deseada, interferencia y ruido. En algunos escenarios, el ancho de banda del filtro analógico 225a se fija para evitar los alias, permitir que la señal deseada pase con una distorsión relativamente pequeña a ADC 230a y atenúa la interferencia de banda y ruido.

[0034] El ADC 230a recibe una señal analógica en su entrada y muestrea y digitaliza la señal analógica para producir una salida digital. La tasa de muestreo del ADC 230a es suficiente para evitar o limitar de modo suficiente los alias de la señal y generalmente

es al menos dos veces el componente de máxima frecuencia de la señal de entrada. La tasa de muestreo del ADC 230a puede ser ajustable para satisfacer la tasa de muestreo deseada de acuerdo con señales con diferentes anchos de banda de entrada.

[0035] El receptor ajustable 250 también incluye un procesador de banda base 245. El procesador de banda base 245 recibe las señales de todas las cadenas receptoras y realiza la demodulación y decodificación (de ser necesario) de las señales recibidas.

[0036] El receptor ajustable también incluye un procesador de control 255. El procesador de control 255 puede dirigir la operación del receptor ajustable 200. El procesador de control 255 genera una o varias señales de comando (representadas por líneas de puntos) pretendidas para amplificadores 215, filtros analógicos 225, ADCs 230, y/o el procesador de banda base 245. Las señales de comando también se pueden mencionar en la presente como señales de control internas para distinguir la nomenclatura de las señales de control de enlace ascendente y enlace descendente transmitidas por canales inalámbricos.

[0037] El receptor ajustable 200 también incluye una memoria 250. La memoria 250 puede ser cualquier componente electrónico capaz de almacenar información y/o instrucciones. Por ejemplo, la memoria 250 puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de sólo lectura (ROM), dispositivos de memoria flash en RAM, medios de almacenamiento ópticos, memoria de sólo lectura programable borrable (EPROM), registros o combinaciones de ellos. En una forma de realización, la memoria 250 incluye un medio legible por computadora no transitorio.

[0038] Las instrucciones o el código se pueden almacenar en la memoria 250 que son ejecutables por el procesador de banda base 245 y/o el procesador de control 255. Los términos “instrucciones” y “código” se han de interpretar ampliamente para incluir cualquier tipo de declaraciones legibles por computadora. Por ejemplo, los términos “instrucciones” y “código” se pueden referir a uno o varios programas, rutinas, subrutinas, funciones, procedimientos, etc. “Instrucciones” y “código” pueden incluir una declaración individual legible por computadora o varias declaraciones legibles por computadora.

[0039] El procesador de control 255 se puede implementar usando un procesador de fines generales, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de compuerta programable en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, compuerta discreta o transistor lógico, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de ellos diseñados para realizar las funciones descritas en la presente. El procesador de control 255 también se

puede implementar como una combinación de dispositivos de computación, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o varios microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración.

[0040] Los amplificadores 215, filtros analógicos 225, y/o ADCs 230 pueden ser componentes con parámetros ajustables de modo que el receptor ajustable 200 sea capaz de adaptarse para recibir señales de diferentes anchos de banda de modo tal que el consumo de energía varíe de acuerdo con ancho de banda. El consumo de energía en general se reduce con menor ancho de banda. Por ejemplo, los amplificadores 215 y filtros analógicos 225 pueden tener anchos de banda que son ajustables, con los anchos de banda establecidos de acuerdo con las correspondientes señales de comando. Por otra parte, los ADCs 230 pueden tener una tasa de muestreo ajustable, fijando las tasas de muestreo de acuerdo con la correspondiente señal de comando.

[0041] Considerar un escenario de ejemplo en el que el receptor ajustable 200 espera una señal de banda relativamente estrecha seguido por una señal de banda relativamente ancha. Antes de recibir la señal de banda estrecha, el procesador de control 255 puede fijar los anchos de banda de los amplificadores 215 y los filtros analógicos 225 de forma concordante y puede fijar la tasa de muestreo de los ADCs 230 de forma concordante. Después de recibir la señal de banda estrecha pero antes de recibir la señal de banda ancha, el procesador de control 255 puede incrementar los anchos de banda de los amplificadores 215 y los filtros analógicos 225 para acomodar el ancho de banda más ancho y puede aumentar la tasa de muestreo de los ADCs también para acomodar el ancho de banda más ancho. Cuando mayor sea el ancho de banda de la señal por recibir, menos energía se necesitará para procesar la señal.

[0042] Se entiende que la arquitectura IF cero de la Fig. 2 es una de muchas arquitecturas de receptores que son capaces de ajustarse para recibir señales de diversos anchos de banda. Muchas arquitecturas diferentes de receptores de acuerdo con la presente descripción pueden emplear amplificadores, filtros y ADCs en diversas combinaciones cuyos parámetros se pueden ajustar.

[0043] Esta descripción se refiere a cualquier tipo de esquema de modulación, pero se usa multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) como una modulación representativa. OFDM es un esquema de modulación flexible que proporciona el ajuste del ancho de banda de la señal transmitida de una manera directa.

[0044] La modulación de OFDM utiliza una cantidad de subportadores. El espacio entre los subportadores se puede fijar y la cantidad total de subportadores utilizados puede

cambiar según el ancho de banda de la señal. Por ejemplo, el espacio entre subportadores puede ser de 4 kHz y la cantidad de subportadores puede ser de 100, en cuyo caso el ancho de banda de la señal es aproximadamente de 400 kHz (cantidad de subportadores por espacio entre subportadores), no contando bandas de guarda. Así, una vía de escalada del ancho de banda usando OFDM es escalar la cantidad de subportadores. Hay otras formas bien conocidas para escalar el ancho de banda de señales de OFDM, como escalada del espacio de frecuencia entre subportadores. OFDM se demodula usando una transformada rápida de Fourier (FFT) y el tamaño de FFT puede variar de acuerdo con la cantidad de subportadores. Así, el procesador de banda base 245 puede incluir al menos un FFT ajustable por antena para adaptar la demodulación a diferentes anchos de banda de señales. El procesador de control 255 puede controlar el procesador de banda base 245 para indicar el tamaño de FFT u otros parámetros para adaptar el procesador de banda base 245 a señales de OFDM con parámetros que varían de acuerdo con el ancho de banda. Después de formar una señal de OFDM, se puede transmitir usando un portador de alta frecuencia individual separado, a veces mencionado como un portador de RF. Los recursos disponibles de tiempo-frecuencia se pueden dividir en bloques de recursos. Cada bloque de recurso puede cubrir N subportadores (por ejemplo, 12 subportadores) en una duración de símbolo de OFDM.

[0045] La operación del receptor ajustable 200 se describe también con referencia a la Fig. 3. Fig. 3 ilustra un formato de trama 310 y el correspondiente consumo de energía 360 de un extremo frontal de RF de ejemplo, como extremo frontal de RF 212a, durante la recepción del formato de trama ilustrado. El formato de trama 310 es un formato de TDM en donde el tiempo se divide en intervalos de tiempo de transmisión (TTIs). Las señales de control y señales de datos son multiplexadas por división de tiempo dentro de TTI. Fig. 3 ilustra una secuencia de señales transmitidas de ejemplo dentro de este formato de trama 310.

[0046] Un TTI puede referirse a la duración de una transmisión en un radioenlace. Un TTI se puede relacionar con el tamaño de los bloques de datos pasados de las capas de redes superiores a la capa de radioenlace. En algunas formas de realización, la duración de los símbolos de datos, tales como símbolos de OFDM, es fija y hay una cantidad predeterminada de períodos de símbolos de datos durante cada TTI. Por ejemplo, cada TTI puede ser cualquier cantidad de períodos de símbolos, tales como 8, 10 ó 12 períodos de símbolos como ejemplos.

[0047] En sistemas de comunicación inalámbrica, una señal de control de enlace

descendente puede incluir información para un UE relacionada con el establecimiento, el mantenimiento o finalización de una sesión de datos. Por ejemplo, una señal de control de enlace descendente en un TTI puede proporcionar información a un UE sobre si una señal de datos de enlace descendente sigue en el TTI, y, si es así, la señal de control puede indicar un ancho de banda de la señal de datos.

[0048] El formato de trama 310 se diseña con una finalidad de reducir el consumo de energía en receptores de UE. Una señal de control 315 se transmite al comienzo de cada TTI. La señal de control usa un ancho de banda relativamente estrecho en comparación con las señales de datos. El ancho de banda de las señales de control es suficiente para trasladar información de control a los UE(s) pretendidos y no es necesario usar los anchos de banda más anchos utilizados para señales de datos para la cantidad relativamente pequeña de información de control. En un TTI, la señal de control indica si hay una señal de datos que sigue a señal de control. En algunas formas de realización, el ancho de banda usado para señales de datos es variable, en cuyo caso la señal de control también indica el ancho de banda usado para la señal de datos que sigue. Alternativamente, en algunas formas de realización, las señales de datos siempre ocupan cierto ancho de banda (como el ancho de banda entero), en cuyo caso el ancho de banda de la señal de datos se entiende o está implicada y no hay necesidad de que la señal de control transmita información de ancho de banda.

[0049] Cada una de las señales transmitidas se transmite usando una frecuencia portadora individual f_c . El uso de un portador individual simplifica los receptores en comparación con sistemas que usan agregación de portadoras. La agregación de portadoras requiere típicamente el uso de múltiples LOs, mientras que los esquemas de señalización descritos en la presente pueden usar aquí sólo un LO. Sin embargo, los enfoques descritos en la presente descripción también se pueden aplicar a múltiples frecuencias portadoras.

[0050] Los formatos de trama revelados en la presente, como formato de trama 310, pueden aplicarse sin tener en cuenta la cantidad de antenas empleadas en la entidad de transmisión o la entidad de recepción. Por ejemplo, en un sistema SISO, la señal se transmite desde la antena de transmisión y se recibe en la antena de recepción. Como otro ejemplo, en un sistema MIMO, los formatos de trama ilustrados se transmiten desde al menos una antena. Cada antena de entre una pluralidad de antenas puede transmitir la misma o una diferente estructura piloto. En una forma de realización, el formato de trama 310 ilustrado será recibido por una antena de recepción y puede ser parte de una señal compuesta que es una suma de señales de una pluralidad de antenas.

[0051] En este ejemplo, en el n^{th} TTI (TTI_n), la señal de control 315 indica al UE designado que no sigue ningún dato en el TTI. El receptor ajustable 200 se puede usar para recibir la señal de control 315. Después de que el receptor ajustable 200 recibe la señal de control 315 en TTI_n , los componentes de extremo frontal de RF 215, 225 y 230 se pueden apagar temporariamente o pueden ser cerrados por el procesador de control 255, poniendo al receptor ajustable 200 en un estado de “microrreposo”. Por ejemplo, se puede poner una conmutación entre un componente como un amplificador 215, un filtro analógico 225, y/o un ADC 230 y su alimentación de energía, con el conmutador abierto durante un período de tiempo para cerrar la corriente al componente. Otro ejemplo de “microrreposo” es colocar un componente en un estado de inactividad en donde recibe una cantidad reducida de energía para operar en una capacidad reducida.

[0052] El consumo de energía de RF 360 de un extremo frontal de RF, como el extremo frontal de RF 212a en un receptor ajustable 200, se ilustra en la Fig. 3 durante la recepción de varias señales. Por ejemplo, durante la recepción de la señal de control 315 en TTI_n , el consumo de energía está representado por 365. Después de determinar que no hay datos, el receptor ajustable 200 pasa a un estado de microrreposo y el consumo de energía durante la transición está representado por 370. La reducción del consumo de energía se representa como una reducción lineal en el tiempo, pero la reducción real del consumo de energía puede ser, sin embargo, no lineal pero decreciente en función del tiempo. Durante el intervalo en TTI_n después de colocar en microrreposo, el consumo de energía de RF es mucho menor que cuando una señal es recibida porque los amplificadores 215, filtros analógicos 225 y ADCs 230 fueron cerrados.

[0053] Un tiempo corto antes de TTI_{n+1} , el procesador de control 255 informa a los amplificadores 215, filtros analógicos 225 y ADCs 230 de encenderse antes de recibir la señal de control 315 durante TTI_{n+1} . El consumo de energía durante esa transición está representado por 375 y el consumo de energía durante la recepción de la señal de control 315 en TTI_{n+1} está representado por 380. Los componentes en el receptor 200 que fueron cerrados necesitan un período de tiempo para encenderse de modo suficiente para recibir una señal.

[0054] En este ejemplo, la señal de control 315 es seguida por una señal de datos 325 en TTI_{n+1} . El procesador de banda base 245 demodula la señal de control 315 y proporciona la señal de información de control al procesador de control 255. La información en la señal de control 315 indica al procesador de control 255 que seguirá una señal de datos. En algunos escenarios, la señal de datos 325 es un ancho de banda

más ancho que la señal de control 315. En respuesta, el procesador de control 255 informa a los amplificadores 215, filtros analógicos 225 y ADCs 230 que se ajusten apropiadamente para el ancho de banda más ancho. Es decir, los anchos de banda de los amplificadores 215 y filtros analógicos 225 se incrementan y la tasa de muestreo de los ADCs 230 también se incrementa. En algunas formas de realización, el procesador de control 255 también informa al procesador de banda base 245 que se adapte de forma concordante al mayor ancho de banda. Por ejemplo, para la demodulación de las señales de OFDM, el procesador de control 255 informa al procesador de banda base 245 que ajuste el tamaño de FFT u otros parámetros de forma apropiada, a fin de demodular la señal de datos entrante.

[0055] El formato de trama 310 también puede proporcionar multiplexación por división de frecuencia (FDM) entre los usuarios. Por ejemplo, la señal de datos 325 de ancho de banda B se puede dividir en el dominio de frecuencia con diferentes porciones del ancho de banda B asignado a diferentes usuarios. El extremo frontal de RF 212 para un usuario se puede ajustar ya apropiadamente para el ancho de banda B con extracción y demodulación de la porción deseada realizadas digitalmente en el dominio de frecuencia usando técnicas de OFDM.

[0056] En una forma de realización, la señal de control 315 indica no sólo que los datos seguirán, sino que también indica el ancho de banda de la señal de datos 325. En este caso, el procesador de control 255 determina el ancho de banda. En otras formas de realización, la señal de datos 325 siempre ocupa el mismo ancho de banda, como todo el ancho de banda disponible, en cuyo caso el ancho de banda de la señal de datos se puede entender como cierto valor y no hay necesidad de incluir una indicación en la señal de control. Si el ancho de banda de la señal de datos se deja variar, los componentes del receptor ajustable 200 se ajustan de señal de datos a señal de datos para recibir usando justo el ancho de banda suficiente para cubrir el ancho de banda de la señal de datos de interés, en vez de sintonizar siempre para recibir usando todo el ancho de banda disponible del sistema.

[0057] Hay un período de transición 320 entre el canal de control 315 y la señal de datos 325 para permitir que el receptor ajustable 200 se ajuste al ancho de banda diferente. El período de transición 320 se puede referir a un intervalo de conmutación porque el receptor 200 conmuta de un ancho de banda a otro. El intervalo de conmutación se puede cuantificar en un número entero de períodos de símbolos como períodos de símbolos de OFDM. El consumo de energía durante este período de transición 320 está representado por 385 y el consumo de energía durante la recepción de la señal de datos

325 está representado por 390.

[0058] Hay un período de transición 330 entre la señal de datos 325 y la siguiente señal de control 315 en TTI_{n+2} . El período de transición 330 le permite al receptor ajustable 200 tiempo para pasar a un ancho de banda más pequeño para la señal de control 315. La energía consumida durante el período de transición 330 está representada por 395.

[0059] Algunos sistemas de TDM convencionales no incluyen típicamente los períodos de transición 320 y 330 para permitir un ajuste del receptor. Una razón es que en algunos sistemas convencionales de TDM, la señal de control se transmite usando el mismo ancho de banda que la señal de datos de modo que los receptores no necesiten la transición entre diferentes anchos de banda. De este modo, la energía consumida durante períodos de transición 320 y 330 representan una penalización de potencia para el esquema de señalización en la Fig. 3 en comparación con algunos sistemas convencionales. Sin embargo, hay un ahorro de energía sustancial durante la recepción de la señal de control 315 en el formato de trama ilustrado en la Fig. 3. El ahorro de energía incluye la diferencia de energía entre la energía de RF consumida durante la recepción de la señal de datos y la energía de RF consumida durante la recepción de la señal de control. El correspondiente ahorro de energía se computa como un área debajo de las curvas de energía. En algunas condiciones, el ahorro de energía total excede la penalidad de energía, en cuyo caso el formato de trama y el correspondiente receptor ajustable 200 extienden la vida de la batería en comparación con sistemas convencionales de TDM.

[0060] Fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 400 para recibir señales de control y señales de datos. El método 400 se puede implementar en el receptor ajustable 200 y el método 400 se describe con referencia al receptor ajustable 200. Las señales que son recibidas en el método 400 se transmiten por una estación base 110 u otro tipo de punto de acceso. Las instrucciones o el código se pueden almacenar en la memoria 250 que son ejecutables por el procesador de control 255 en el receptor ajustable 200 de la Fig. 2 para implementar el método 400.

[0061] El método 400 comienza en el bloque 410. En el bloque 410 se recibe una señal de control de banda estrecha y es procesada por el receptor ajustable 200. La señal de control se refiere a una señal de control de banda estrecha porque su ancho de banda es típicamente inferior a la señal de datos, como se ilustra en el esquema de señalización en la Fig. 3. En el bloque 415, se toma una decisión si una señal de datos sigue la señal de control en el TTI actual. La señal de control contendrá esta información y la señal de control se demodula para extraer esta información.

[0062] Si se determina que no sigue ninguna señal de datos a la señal de control en el TTI actual, el método sigue en el bloque 440, en donde la energía proporcionada a ciertos componentes de extremo frontal de RF, tales como amplificadores 215, filtros analógicos 225, y/o ADCs 230, se reduce para ubicar los componentes en un estado de microrreposito. El procesador de control 255 puede enviar señales a los componentes en el receptor 200 para controlar su estado como se describió con anterioridad. Después de un período de tiempo, en el bloque 445, los componentes se dirigen a la activación o “despertador” para prepararse para recibir otra señal de control en el bloque 410. El receptor 200 puede esperar justo antes de comenzar con el siguiente TTI para solicitar que los componentes de extremo frontal de RF se activen.

[0063] Si se determina en el bloque 415 que una señal de datos sigue la señal de control, el método procede al bloque 420. En el bloque 420, un extremo frontal de RF 212a del receptor 200 se ajusta para recibir la señal de datos. Como se describió antes, la señal de control puede contener información sobre el ancho de banda de la señal de datos esperado. Alternativamente, el ancho de banda de la señal de datos se puede entender como cierto valor. En cada caso, el extremo frontal de RF se ajusta. El procesador de control 255 controla el ajuste. El procesador de banda base 245 también se puede ajustar.

[0064] A continuación en el bloque 425, se recibe la señal de datos y se procesa. Después de recibir la señal de datos en el bloque 425, el extremo frontal de RF se ajusta para recibir una señal de control en el bloque 430 y el método retorna al bloque 410 para volver a comenzar. El método 400 continúa siempre que se desee para una sesión de comunicación. En algunas formas de realización, una señal de control se transmite al comienzo de cada TTI y no se transmiten otras señales de control dentro de cada TTI. En otras formas de realización, al menos una señal de control adicional se transmite en cada TTI. Por ejemplo, puede haber una señal de control al comienzo de un TTI y otra señal de control en el medio del TTI.

[0065] Fig. 5 ilustra otro formato de trama 510 y el consumo de energía de un extremo frontal de RF 560 durante la recepción del formato de trama ilustrado. El formato de trama 510 es un formato de TDM en el cual el tiempo se divide en intervalos de tiempo de transmisión (TTIs) y señales de control y señales de datos se multiplexan por división de tiempo. La Figura 5 ilustra una secuencia de señal transmitida dentro de este formato de trama 510.

[0066] La secuencia de señal transmitida en el formato de trama 510 es diferente del formato de trama 310 en donde, si se transmite una señal de datos, la siguiente la señal

de control se transmite usando el ancho de banda como la señal de datos de modo que no hay tiempo de conmutación o intervalo de conmutación para ajustar un extremo frontal de RF. Si bien no hay necesidad de ajustar el extremo frontal de RF, una señal de datos se puede transmitir hasta el límite de TTI. El formato de señalización maneja el potencial de ahorro de energía con una señal de control de banda más estrecha respecto del beneficio de ser capaz de eliminar el tiempo muerto para la señalización debido a la conmutación. Así, el esquema de señalización usa señales de control de banda estrecha y banda ancha, según si la señal de control sigue una señal de datos.

[0067] Las similitudes y diferencias entre el esquema de señalización ilustrado en la Fig. 5 y el esquema de señalización en la Fig. 3 se puede entender con referencia a la Fig. 6. La Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 600 para recibir señales de control y señales de datos. En la Fig. 6, los bloques 410-425, 440 y 445 son los mismos que en los correspondientes bloques en la Fig. 4.

[0068] Después de recibir una señal de datos en el bloque 425, el método 600 procede al bloque 610 en donde se recibe una señal de control de banda ancha. La señal de control se puede referir a una señal de control de banda ancha porque el ancho de banda es el mismo que el ancho de banda de la señal de datos previamente recibida y el ancho de banda de la señal de datos es típicamente mayor que el ancho de banda de la señal de control de banda estrecha. La señal de control 515 en el formato de trama 510 en la Fig. 5 es un ejemplo de señal de control de banda estrecha y la señal de control 530 es un ejemplo de señal de control de banda ancha. La señal de control de banda angosta 515 es seguida por un período de transición 520 para permitir el ajuste de un extremo frontal de RF para recibir la señal de datos 525. No hay período de transición necesario entre la señal de datos 525 y la señal de control 530 porque los anchos de banda son iguales.

[0069] Como se trató previamente con respecto a la Fig. 3, el formato de trama 510 también puede proporcionar FDM entre usuarios. Por ejemplo, la señal de datos 525 de ancho de banda B se puede dividir en el dominio de frecuencia con diferentes porciones del ancho de banda B asignado a diferentes usuarios. Del mismo modo, la señal de control 530 se puede dividir de modo similar. El extremo frontal de RF 212 para un usuario se puede ajustar ya apropiadamente para el ancho de banda B con extracción y demodulación de la porción deseada realizada digitalmente en el dominio de frecuencia usando técnicas de OFDM.

[0070] A continuación en el bloque de decisión 615, se hace una determinación de si una señal de datos sigue la señal de control de banda ancha en el TTI. Si los datos

siguen la señal de control de banda ancha, en una forma de realización, entonces los datos se transmiten al mismo ancho de banda como la señal de control, así no hay necesidad de ajustar el extremo frontal de RF y la señal de datos es recibida en el bloque 620. En otra forma de realización, los datos se transmiten en general en un ancho de banda B que puede ser más grande o más pequeño que el ancho de banda de la señal de control, de modo que puede haber un período de transición durante el cual se ajuste el extremo frontal de RF para recibir la señal de datos.

[0071] Por el otro lado, si no hay señal de datos que siga la señal de control de banda ancha, entonces el método 600 sigue al bloque 440. En el bloque 440, la energía proporcionada a ciertos componentes del extremo frontal de RF, tales como amplificadores 215, filtros analógicos 225, y/o ADCs 230, se reduce para poner a los componentes en un estado de microrreposo. Después de un período de tiempo, en el bloque 445, los componentes se dirigen a activación o “despertador” para prepararse para recibir otra señal de control en el bloque 410. El receptor 200 puede esperar hasta justo antes de comenzar con el siguiente TTI para solicitar que los componentes de extremo frontal de RF se despierten. Como parte del proceso de activación, el ancho de banda y las tasas de muestreo del extremo frontal de RF se fijan para recibir una señal de control de banda estrecha. Las instrucciones o el código se puede almacenar en la memoria 250 del receptor ajustable 200 que son ejecutables por el procesador de control 255 para implementar el método 600.

[0072] Fig. 7 ilustra una trama de ejemplo y estructura de señal para un sistema de FDM. La frecuencia portadora para datos designados para un UE dado no es fija y puede variar. En el esquema de FDM, el ancho de banda del sistema total se puede dividir en una pluralidad de bandas de frecuencia, de modo tal que las señales de datos para diferentes UEs se pueden transmitir simultáneamente en diferentes bandas de frecuencia. Por ejemplo, la señal de datos para UE₁ 710 y la señal de datos para UE₂ 720 se superponen en tiempo durante TTI₁ pero no se superponen en frecuencia. Una señal portadora en la frecuencia central de cada una de las señales de datos ilustrada en la Fig. 7 se usa para transmitir las diversas señales de datos.

[0073] El ancho de banda asignado para señales de datos para un UE dado puede variar con el tiempo, como se ilustra por comparación de las señales de datos 710 y 730 dirigidas a UE₁, por ejemplo. Una estación base puede decidir variar el ancho de banda para un UE particular debido a variaciones de la cantidad de datos disponibles para la transmisión versus el tiempo, por ejemplo.

[0074] Algunos esquemas convencionales de FDM transmiten señales de OFDM

usando todo el ancho de banda disponible para transmisiones de enlace descendente, con diferentes grupos de subportadores dentro de la señal completa asignada a diferentes UEs. Como consecuencia, cada UE procesa típicamente todo el ancho de banda para extraer los grupos de subportadores asignados al UE. En comparación, cuando la frecuencia portadora de RF se deja variar de transmisión a transmisión, cada UE es notificado de qué portadora de RF se está usando para sus señales. Sin embargo, el beneficio del enfoque con múltiples portadoras de RF es el ancho de banda que se puede usar más eficazmente si se deja que señales de datos usen diferentes portadoras de RF de modo que cada UE no tenga que procesar todo el ancho de banda y pueda usar la portadora de RF asignada.

[0075] Fig. 8 es un diagrama de protocolo que ilustra aspectos de la señalización entre un UE 120 y una estación base 110 para soportar FDM con anchos de banda variables. En este ejemplo, las señales de control se transmiten por medio de un canal diferente de señales de datos. El canal de control puede estar en una banda de frecuencia diferente o en una ranura temporal diferente, como un ejemplo. Una señal de control indica la frecuencia central (si la frecuencia central es dinámica) y el ancho de banda de una señal de datos asociada. La señal de datos luego se envía usando el ancho de banda designado y la frecuencia central. En un intervalo de tiempo entre la señal de control y la señal de datos, el receptor de UE 120 se pasa a la señal de datos ancho de banda. Este proceso se repite siempre que haya datos para transmitir entre la estación base 110 y UE 120.

[0076] La estación base 110 puede coordinar este proceso a través de diferentes UEs 120 para utilizar eficazmente el ancho de banda espectral disponible. Un ejemplo de este proceso coordinado se describió con respecto a la Fig. 7.

[0077] Fig. 9 es un diagrama de protocolo que ilustra aspectos de señalización entre a UE 120 y una estación base 110 para soportar la señalización variable del ancho de banda. Primero, el UE 120 transmite un mensaje de capacidad a la estación base 110. El mensaje de capacidad puede proporcionar una o varias indicaciones correspondientes a una cantidad de parámetros y capacidades del UE 110. El mensaje de capacidad puede incluir una indicación de si el UE 110 es capaz de conmutar dinámicamente entre señales de diversos anchos de banda. El mensaje de capacidad también puede incluir una indicación de latencia de conmutación para el UE 120, de modo que la estación base 110 pueda responder por inserción o reserva de un intervalo de tiempo entre señales de control y señales de datos para permitir que el UE 120 ajuste su extremo frontal de RF. El intervalo de tiempo acomoda la latencia de conmutación

indicada por un UE.

[0078] A continuación, la estación base 110 transmite un mensaje de respuesta en respuesta al mensaje de capacidad. El mensaje de respuesta puede proporcionar una o varias indicaciones correspondientes a una cantidad de parámetros y capacidades. Por ejemplo, el mensaje de respuesta puede indicar que está activada la conmutación del ancho de banda dinámica. La conmutación del ancho de banda dinámica se puede activar o desactivar con la frecuencia deseada durante una conexión. Así, los mensajes que indican que está activada o desactivada la conmutación del ancho de banda dinámica pueden ser transmitidos por la estación base 110 con la frecuencia deseada.

[0079] El mensaje de respuesta también puede indicar la compensación de tiempo entre una señal de control y la correspondiente señal de datos en un TTI. La compensación de tiempo se puede basar en la latencia de conmutación indicada en el mensaje de capacidad. La compensación de tiempo acomodará la latencia necesaria para decodificar la señal de control y permitir que el extremo frontal de RF conmute los anchos de banda. El mensaje de respuesta también puede indicar si el ancho de banda se mantiene en un ancho de banda ancho de la señal de datos para la siguiente señal de control, como se ilustra en la Fig. 5 o regresa a un ancho de banda estrecho, como se ilustra en la Fig. 3. Alternativamente, una señal de control previa también puede indicar si el ancho de banda se mantiene en un amplio ancho de banda de la señal de datos para una siguiente señal de control, como se ilustra en la Fig. 5 o retorna a un ancho de banda más estrecho, como se ilustra en la Fig. 3.

[0080] Alternativamente, la estación base 110 puede decidir no activar la conmutación dinámica del ancho de banda. Si la conmutación dinámica del ancho de banda no está activada, las señales de control ocupan el mismo ancho de banda que las señales de datos y no hay compensación de tiempo entre señales de control y señales de datos.

[0081] Después de intercambiar el mensaje de capacidad y el mensaje de respuesta, se puede proceder con la transmisión de información de control y de datos de ser necesario. En el ejemplo mostrado en la Fig. 9, una señal de control se transmite por medio de la estación base 120 y es recibida por el UE 110. A continuación, el UE 110 ajusta su extremo frontal de RF y luego una señal de datos es transmitida por la estación base 120 y recibida por el UE 110.

[0082] Fig. 10 es un diagrama de bloque de un transceptor 900 que implementa aspectos de esta descripción. El transceptor 900 comprende antenas 210, procesador de banda base 245, memoria 250 y controlador/procesador 255 como se describió previamente. El transceptor también incluye RF extremos frontales de recepción (Rx)

910. Cada extremo frontal RF Rx 910 puede incluir un amplificador, un filtro analógico y un ADC como se describió con respecto a la Fig. 2. Otras arquitecturas de extremos frontales RF Rx son compatibles con esta descripción. Por ejemplo, algunas arquitecturas de extremos frontales RF Rx realizan la mayor parte del procesamiento en el dominio analógico y algunas arquitecturas de extremos frontales RF Rx realizan la mayor parte del procesamiento en el dominio digital. Por otra parte, algunas arquitecturas de extremos frontales RF Rx realizan la mayor parte del procesamiento a una frecuencia intermedia (IF), más que banda base. Estos extremos frontales RF Rx pueden hacerse ajustables para acomodar las diferencias en los anchos de banda de señales de control y de señales de datos.

[0083] El transceptor también incluye extremos frontales de transmisión de RF (Tx) 920. Cada extremo frontal RF Tx 920 acepta una corriente de símbolos de datos digitales del procesador de banda base y convierte los símbolos de datos digitales a una señal analógica para transmisión a través de la correspondiente antena 210.

[0084] El transceptor 900 es apropiado para una estación base 110 o un UE 120. Cuando el transceptor 900 está en un modo de transmisión, los extremos frontales RF Tx 920 se acoplan y el controlador/procesador 255 controla los extremos frontales RF Tx 920 así como el procesador de banda base 245 para generar señales de varios anchos de banda. La combinación de extremo frontal RF Tx 920 y procesador de banda base 245 es un ejemplo de un transmisor. La combinación de extremo frontal RF Rx 910 y procesador de banda base 245 es un ejemplo de un receptor. Un extremo frontal RF Rx 910 puede comprender el extremo frontal de RF 212 descrito previamente.

[0085] Además de las capacidades descritas más adelante para la demodulación de símbolos de OFDM, el proceso de banda base 245 puede ser configurado adicionalmente para modular los símbolos de OFDM. La modulación de símbolos OFDM es bien conocida en el arte y en algunas formas de realización, se realiza FFT inverso (IFFT) para convertir los datos del dominio de frecuencia en el dominio temporal. Como se describió más arriba, hay varias técnicas para cambiar los anchos de banda de las señales de OFDM. Una técnica implica variar las cantidades de subportadores usados para generar señales de OFDM.

[0086] La información y las señales se pueden representar usando cualquiera de la variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y chips que se pueden mencionar a lo largo de toda la descripción pueden ser representados por voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos magnéticos o partículas, campos ópticos o partículas o

cualquiera de sus combinaciones.

[0087] Fig. 11 ilustra otro formato de trama 1110. El formato de trama es un formato de TDM en el que el tiempo se divide en TTIs y señales de control y señales de datos se multiplexan por tiempo. Fig. 11 ilustra una secuencia de señales transmitidas dentro de este formato de trama 1110.

[0088] Las señales de control 1115 son señales de control de banda estrecha. En una forma de realización, una estación base permite una duración entera de TTI para demora de conmutación del ancho de banda de un receptor. Hay al menos dos opciones para la señalización usando señales de control 1115. En una primera opción, la señal de control 1115 en TTI_n tiene un indicador de conmutación de ancho de banda para activar la amplitud del extremo frontal de RF ancho de banda para recibir datos de ancho de banda más ancho en TTI_{n+1} . En esta opción, la señal de control 1115 en TTI_{n+1} indica qué rango de frecuencia se asigna a los datos en TTI_{n+1} . En una segunda opción, la asignación al bloque de radio de datos 1125 en TTI_{n+1} se asigna o preprograma usando la señal de control 1115 en TTI_n . Una vez fijado un ancho de banda del extremo frontal de radio ancho front end ancho de banda para TTI_{n+1} , la programación puede volver a normalidad (es decir, no preprogramación) para posteriores TTIs. Por ejemplo, la señal de control 1115 en TTI_{n+2} indica el uso de recursos de datos 1135 y 1145 en TTI_{n+2} .

[0089] Una ventaja de la primera opción es que el programador en una estación base sólo necesita conocer que el UE será programado en el siguiente TTI para fijar el indicador. El programador de la estación base no necesita realizar la preprogramación y evita un correspondiente aumento de complejidad. Una ventaja de la segunda opción es que hay un ahorro del recurso de canales de control porque no hay indicador de conmutación del ancho de banda.

[0090] La envolvente del ancho de banda del receptor se indica en la Fig. 11. La envolvente del ancho de banda del receptor representa el rango de frecuencia versus el tiempo utilizado por un receptor, como receptor ajustable 200, en el formato de trama de interés. Durante el período de transición 1120, el receptor ancho de banda puede pasar de un ancho de banda relativamente estrecho para la recepción de la señal de control 1115 a un ancho de banda relativamente ancho (en esta forma de realización, todo el ancho de banda del sistema o todo el ancho de banda disponible para los datos) para la recepción de datos. Del mismo modo, durante el período de transición 1130, el receptor ancho de banda puede pasar de un ancho de banda relativamente ancho a un ancho de banda relativamente estrecho, como se muestra.

[0091] Fig. 12 ilustra otro formato de trama 1210. En este formato de trama, una señal

de datos se puede asignar para sólo una fracción o porción posterior de un TTI, de modo tal que haya suficiente tiempo para que el ancho de banda del receptor pase de un ancho de banda estrecho para recibir una señal de control a un ancho de banda más ancho para recibir una señal de datos. Por ejemplo, en TTI_n la señal de control 1215 puede indicar que habrá una señal de datos 1225 más tarde en el TTI. Así, una menor duración de un TTI que el ejemplo en la Fig. 11 puede estar disponible para la conmutación del ancho de banda del receptor. Durante el período de transición 1220, se incrementa el ancho de banda del receptor. Uno de tales incrementos del receptor de ejemplo se ilustra por la envolvente del ancho de banda del receptor en la Fig. 12.

[0092] Una vez que el receptor pasa a un ancho de banda más ancho en TTI_n , la asignación de datos podría extenderse en todo el TTI, incluyendo la opción de multiplexar con el canal de control en frecuencia. Por ejemplo, la señal de control 1215 en TTI_{n+1} puede indicar los anchos de banda de señales de datos 1235 y 1245. Las señales de control que se transmiten después de transmitir el receptor a un mayor ancho de banda se pueden mencionar como señales de control de banda ancha y en algunas formas de realización, una la señal de control de banda ancha se refiere a una señal de control y una o varias señales de datos que se transmiten simultáneamente en diferentes bandas de frecuencia (es decir, división de frecuencia multiplexada). Un ejemplo de una señal de control de banda ancha es la señal de control 1215 en TTI_{n+1} en la Fig. 12 y esta señal de control es multiplexada por división de frecuencia con señales de datos 1235 y 1245. En algunas formas de realización, durante un intervalo de tiempo en el que se transmite una señal de control de banda ancha, la señal transmitida incluye una porción de señal de control y una porción de señal de datos.

[0093] Fig. 12 también ilustra un mecanismo de conteo para retorno del receptor a una banda estrecha para la recepción de señales de control. En TTI_{n+2} , la señal de control 1215 indica que no hay datos dentro de TTI_{n+2} . Así, TTI_{n+2} es un candidato para retorno del ancho de banda del receptor a un ancho de banda estrecho usando mecanismos descritos previamente – por ejemplo con respecto a la Fig. 2. Sin embargo, más que tener una transición del receptor frecuentemente entre anchos de banda, se usa un mecanismo de conteo. En el primer TTI en el que no hay datos para transmitir, se establece un contador a un valor máximo, como cuatro, tres, dos, uno o cualquier valor entero. En la forma de realización en la Fig. 12, el valor máximo es uno. El contador se decrementa en cada TTI consecutivo sucesivo que no contiene datos. Si un TTI contiene datos, el contador se resetea al valor máximo. En el ejemplo de la Fig. 12, en TTI_{n+3} , si no hay datos para transmitir, el contador se decrementa a cero. Un valor de contador de

cero indica que el receptor debería reducir luego de ello su ancho de banda. Por ejemplo, en TTI_{n+3} , el receptor reduce su ancho de banda como se muestra (la envolvente del receptor pasa de un ancho de banda ancho a un ancho de banda estrecho durante el período de transición 1230). Una alternativa del contador regresivo es que el receptor ancho de banda se reduce a un ancho de banda estrecho en el primer TTI que no contiene datos.

[0094] Fig. 13 ilustra otro formato de trama 1310. El formato de trama 1310 es similar al formato de trama 1110, excepto porque para el formato de trama 1310, se mejora una forma de realización de un receptor con adaptación del ancho de banda de acuerdo con la asignación de datos. Por ejemplo, en la Fig. 11 durante TTI_{n+1} el ancho de banda del receptor se fija al ancho de banda del sistema o al ancho de banda de datos máximo soportado, mientras que en la Fig. 13, el ancho de banda del receptor durante TTI_{n+1} se fija tan grande como para recibir señales de datos 1325 mientras queda simétrico alrededor de la frecuencia central f_c .

[0095] Además, como en la Fig. 11, hay al menos dos opciones para la señalización usando señales de control 1115. En una primera opción, la señal de control 1115 en TTI_n tiene un indicador de conmutación del ancho de banda más información de ancho de banda para activar la ampliación del ancho de banda del extremo frontal de RF para ser suficientemente ancho para recibir datos de ancho de banda más anchos en TTI_{n+1} . En una segunda opción, la asignación del bloque de radio de datos 1125 en TTI_{n+1} se asigna o preprograma usando la señal de control 1115 en TTI_n . Una vez que el ancho de banda del extremo frontal de radio ancho se fija para TTI_{n+1} , la programación puede retornar a normalidad (es decir, no preprogramación) para los posteriores TTIs. Por ejemplo, la señal de control 1115 en TTI_{n+4} indica el uso de recursos de datos 1335 en TTI_{n+4} . Como otro ejemplo, las señales de control 1115 en TTI_{n+2} y TTI_{n+3} indican que no hay datos en los respectivos TTIs, de modo que el ancho de banda del receptor quede más estrecho y el receptor pueda pasar a un estado de microrreposeo.

[0096] Fig. 14 ilustra otro formato de trama 1410. Cuando este formato de trama 1410 se usa, la frecuencia central puede no quedar independiente TTI. Este formato de trama facilita el uso de un receptor que puede variar su frecuencia central y su ancho de banda de extremo frontal de RF. Se indica la envolvente del ancho de banda del receptor.

[0097] El ancho de banda de un receptor se centra en una frecuencia en el centro de la señal de control 1415 en TTI_n y luego el centro se desplaza durante el período de transición 1420 a la frecuencia en el centro de la señal de datos 1445.

[0098] Este formato de trama 1410 combinado con preprogramación de las señales de

datos 1445, 1455 y 1465 usando la señal de control 1415 implica que las señales de control 1425 pueden ser ignoradas por un receptor configurado para recibir señales de datos 1445, 1455 y 1465. Como se ilustra en la Fig. 14, se puede llevar a cabo la preprogramación de TTIs fraccionales para señales de datos. Por ejemplo, las señales de datos 1445 y 1465 ocupan una fracción de un intervalo de tiempo TTI y la duración de las señales de datos se puede indicar por medio de la señal de control 1415. Después de la señal de datos 1465, el extremo frontal de RF se puede regresar a un ancho de banda para la señal de control 1435 durante el período de transición 1430.

[0099] Fig. 15 ilustra otro formato de trama 1510. El formato de trama 1510 es un formato de TDM de ejemplo en donde las señales de control y las señales de datos son recibidas por un UE y mensajes de confirmación (ACKs) son transmitidos por el UE en respuesta a la recepción de señales de datos. En una forma de realización, se usa un ACK para indicar si todo o una parte de una señal de datos precedente se recibió correctamente. En este formato de trama 1510, el ancho de banda del extremo frontal de RF de un receptor se mantiene en el ancho de banda del sistema o el ancho de banda de datos máximo disponible hasta recibir un TTI que no tenga una asignación de datos. Por ejemplo, en TTI_{n+2} , la señal de control 1535 indica que no hay datos en el TTI de modo que un receptor pueda reducir su ancho de banda durante el período de transición 1530 como se muestra. Los períodos de guarda puede ser insertados en cada lado de un ACK. Por ejemplo, los períodos de guarda 1544 y 1546 se insertan en cada lado de ACK 1445.

[0100] Una forma de realización de ejemplo de programación de señales de datos de acuerdo con el formato de trama 1510 es la siguiente. La señal de control 1515 en TTI_n se puede usar para programar señal de datos 1565 para una fracción de TTI. Después de recibir la señal de control 1515, un receptor pasa su ancho de banda de extremo frontal de RF para recibir señal de datos 1565 como se muestra. Alternativamente (no ilustrado), la señal de control 1515 en TTI_n podría llevar un indicador de conmutación del ancho de banda o información de preprogramación, similar al esquema descrito en la Fig. 11 y la asignación de datos se aplaza hasta TTI_{n+1} . Este esquema evita la asignación de datos RBs sólo por una fracción de TTI (como en 1565), a expensas de un inicio demorado para la transferencia de datos. De ahora en más, el ancho de banda del extremo frontal RF se mantiene en un ancho de banda ancho hasta que una señal de control en un TTI indica que no hay datos en TTI. La señal de control de banda estrecha 1525 indica que señal de datos 1575 está presente, de modo que el receptor se configura para recibir la señal de datos. La señal de control 1525 puede usar un

subgrupo de subportadores disponibles y la porción de la señal de datos 1575 que es simultánea a la señal de control 1525 puede ocupar los demás subportadores disponibles. La señal de control 1535 indica que no hay datos en TTI_{n+2} , así que el receptor reduce su ancho de banda de extremo frontal de RF y también puede pasar a un estado de microrreposo durante el período de transición 1530.

[0101] Ciertas ventajas del formato de trama 1510 incluyen lo siguiente. Primero, para una asignación consecutiva de datos de TTI, una vez que se paga la sobrecarga para la ampliación del ancho de banda RF (causando el inicio demorado de los bloques de radio de datos), en el posterior TTI, no hay sobrecarga de bloques de radio de datos. En segundo lugar, también se pueden aplicar mejoras para las transiciones de banda ancha a banda estrecha, como un contador o un indicador de conmutación del ancho de banda descrito con respecto a la Fig. 12.

[0102] Fig. 16 ilustra otro formato de trama 1610. El formato de trama 1610 es un formato de TDM de ejemplo en donde las señales de control y las señales de datos son recibidas por un UE y ACKs se transmiten por UE en respuesta a la recepción de las señales de datos. Una forma de realización de ejemplo de programación de señales de datos de acuerdo con el formato de trama 1610 es la siguiente. La señal de control 1615 en TTI_n puede usarse para programar señales de datos 1620 para una fracción de TTI. Después de recibir la señal de control 1615, un receptor pasa a su ancho de banda de extremo frontal de RF para recibir señal de datos 1620 como se muestra. El receptor cambia otra vez a un ancho de banda estrecho para la recepción de cada señal de control como se muestra. Por ejemplo, el receptor pasa a un ancho de banda estrecho durante el período de transición 1640 y luego recibe la señal de control 1625 usando un ancho de banda estrecho como se muestra. Una ventaja del formato de trama 1610 puede incluir que el comportamiento de conmutación del ancho de banda es el mismo a través de los TTIs.

[0103] Una vez apreciado cómo los formatos de trama en la Fig. 3 y 5 se pueden implementar usando el receptor ajustable 200 como se describió previamente, se entenderá con facilidad que los formatos de trama en las Figs. 11-16 se pueden implementar en una manera directa usando el receptor ajustable 200.

[0104] Los diversos bloques ilustrativos y módulos descritos en conexión con la revelación en la presente se pueden implementar o realizar con un procesador multipropósito, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de compuerta programable en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, compuerta discreta o lógica de

transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de ellos designados para realizar las funciones descritas en la presente. Un procesador multipropósito puede ser un microprocesador, pero alternativamente, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estado convencionales. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos de computación, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, microprocesadores múltiples, uno o varios microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración.

[0105] Las funciones descritas en la presente se pueden implementar en hardware, software ejecutado por un procesador, firmware o cualquier combinación de ellos. Si se implementa en software ejecutado por un procesador, las funciones se pueden almacenar o transmitir como una o varias instrucciones o código en un medio legible por computadora. Otros ejemplos e implementaciones están dentro del alcance de la revelación y reivindicaciones anexas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software, las funciones descritas con anterioridad se pueden implementar usando software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, hardwiring o combinaciones de cualquiera de ellos. Las características que implementan funciones también se pueden ubicar físicamente en diversas posiciones, incluyendo la distribución de tales partes de funciones se implementan en diferentes locaciones físicas. Además, como se usa en la presente, incluyendo las reivindicaciones, “o” como se usa en la lista de ítems (por ejemplo, una lista de ítems precedidos por una frase como “al menos uno de” o “uno o varios de”) indica una lista inclusiva como, por ejemplo, una lista de [al menos uno de A, B o C] significa A o B o C o AB o AC o BC o ABC (es decir, A y B y C).

[0106] Como algunos expertos en el arte apreciarán ahora y según la aplicación particular a mano, se pueden hacer muchas modificaciones, sustituciones y variaciones en los materiales, aparatos, configuraciones y métodos de uso de los dispositivos de la presente descripción sin apartarse de su espíritu y su alcance. A la luz de ello, el alcance de la presente descripción no deberá limitarse a las formas de realización particulares ilustradas y descritas en la presente, ya que están meramente a modo de ejemplo, sino más bien deberían estar acordes con el de las reivindicaciones anexas y sus equivalentes funcionales.

RESUMEN

Se revelan sistemas, métodos, aparatos y productos de programas para computadora para realizar conmutación dinámica del ancho de banda entre señales de control y señales de datos de diferentes anchos de banda. Se revelan formatos de trama en donde las señales de control se transmiten en diferentes anchos de banda a las señales de datos. Se revelan arquitecturas de receptores para recibir formatos de señalización. Un receptor puede recibir una señal de control de banda relativamente estrecha mientras consume una energía relativamente baja y luego se ajustan dinámicamente las características de diversos componentes para recibir una señal de datos con un mayor ancho de banda mientras consume una energía relativamente mayor.