



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 112016006676-6 B1

(22) Data do Depósito: 25/09/2014

(45) Data de Concessão: 16/05/2023

(54) Título: TÉCNICAS DE CONFIGURAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE QUADRO ADAPTATIVA PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO UTILIZANDO ESPECTRO DE FREQUÊNCIA DE RÁDIO NÃO LICENCIADO

(51) Int.Cl.: H04W 28/18.

(30) Prioridade Unionista: 24/09/2014 US 14/494,779; 27/09/2013 US 61/883,958.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): NAGA BHUSHAN; YONGBIN WEI; PETER GAAL; TAO LUO; TINGFANG JI; WANSI CHEN; HAO XU; DURGA PRASAD MALLADI; ALEKSANDAR DAMNJANOVIC.

(86) Pedido PCT: PCT US2014057340 de 25/09/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/048216 de 02/04/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/03/2016

(57) Resumo: TÉCNICAS DE CONFIGURAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE QUADRO ADAPTATIVA PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO UTILIZANDO ESPECTRO DE FREQUÊNCIA DE RÁDIO NÃO LICENCIADO. Determinados aspectos da presente descrição referem-se às técnicas para configuração de uma estrutura de quadro adaptativa para sistemas de comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado. Uma estação base (BS) pode determinar se outro dispositivo está transmitindo em um canal no espectro de frequência de rádio não licenciado ou uma ou mais outras condições de rede pertencentes ao canal, determina uma estrutura de quadro a partir de uma pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para as comunicações de dados com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede, onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente, e comunicam com um equipamento de usuário (UE) utilizando a estrutura de quadro determinada. Um UE pode determinar uma estrutura de quadro a partir de uma pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para as comunicações de dados, onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente, e comunicam com uma BS utilizando a estrutura de quadro determinada.

"TÉCNICAS DE CONFIGURAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE QUADRO
ADAPTATIVA PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO UTILIZANDO ESPECTRO DE
FREQUÊNCIA DE RÁDIO NÃO LICENCIADO"

Referência Cruzada a Pedidos Relacionados

[0001] O presente pedido de patente reivindica a prioridade do pedido provisório U.S. No. 61/883.958, depositado em 27 de setembro de 2013, que é cedido para o cessionário do presente pedido e incorporado expressamente aqui por referência em sua totalidade.

Fundamentos

Campo da Descrição

[0002] A presente descrição refere-se geralmente à comunicação sem fio, e mais particularmente, a técnicas para configuração das estruturas de quadro adaptativas para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado.

Descrição da Técnica Relacionada

[0003] As redes de comunicação sem fio são amplamente desenvolvidas para fornecer vários serviços de comunicação tal como voz, vídeo, dados em pacote, envio de mensagens, difusão, etc. Essas redes sem fio podem ser redes de acesso múltiplo capazes de suportar múltiplos usuários pelo compartilhamento dos recursos de rede disponíveis. Exemplos de tais redes de acesso múltiplo incluem redes de Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA), redes de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA), redes de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência (FDMA), redes FDMA Ortogonais (OFDMA), e redes FDMA de Portador Único (SC-FDMA).

[0004] Uma rede de comunicação sem fio pode incluir um número de eNodeBs que pode suportar a comunicação para vários equipamentos de usuário (UEs). Um UE pode se comunicar com um eNodeB através de downlink e

uplink. Downlink (ou link de avanço) se refere ao link de comunicação do eNodeB para o UE, e uplink (ou link reverso) se refere ao link de comunicação do UE para o eNodeB.

[0005] À medida que a demanda por acesso à banda larga móvel continua a aumentar, a utilização de LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado tem sido considerada como uma solução para o problema de congestionamento de espectro para necessidades sem fio futuras, não apenas para corresponder à demanda cada vez maior por acesso à banda larga móvel, mas para avançar e melhorar a experiência do usuário com comunicações móveis. No entanto, o espectro de frequência de rádio não licenciado pode portar outras transmissões, exigindo técnicas tal como procedimento de ouça antes de falar (LBT) (por exemplo, determinação de canal liberado (CCA)) para obter acesso ao espectro de frequência de rádio não licenciado. Essas técnicas apresentam desafios quando da utilização de formatos de quadro de rádio atuais.

Sumário

[0006] As técnicas de configuração de uma estrutura de quadro adaptativa para sistemas de evolução de longo termo (LTE) utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado são descritas aqui.

[0007] De acordo com um aspecto, um método para comunicações sem fio por uma estação base (BS) é descrito. O método geralmente inclui a determinação de uma ou mais condições de rede, determinação de uma estrutura de quadro a partir de uma pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para comunicações de dados com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede, onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente, e a comunicação com um

equipamento de usuário (UE) utilizando a estrutura de quadro determinada.

[0008] De acordo com um aspecto, um método para comunicações sem fio por um equipamento de usuário (UE) é descrito. O método inclui geralmente a determinação de uma estrutura de quadro a partir de uma pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para comunicações de dados, onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente, e a comunicação com uma estação base (BS) utilizando a estrutura de quadro determinada.

[0009] De acordo com um aspecto, um método para comunicações sem fio. O método inclui geralmente a determinação de uma estrutura de quadro a partir de uma pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para comunicações de dados, onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente, e a comunicação com um aparelho utilizando a estrutura de quadro determinada.

[0010] De acordo com um aspecto, um aparelho para comunicações sem fio é descrito. O aparelho inclui geralmente um processador configurado para determinar uma ou mais condições de rede, determinar uma estrutura de quadro a partir de uma pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para comunicações de dados com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede, onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente, e comunica com um equipamento de usuário (UE) utilizando a estrutura de quadro determinada, e uma memória acoplada ao processador.

[0011] De acordo com um aspecto, um aparelho para comunicações sem fio é descrito. O aparelho inclui geralmente um processador configurado para determinar uma

estrutura de quadro a partir de uma pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para comunicações de dados, onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente, e comunicar com uma estação base (BS) utilizando a estrutura de quadro determinada, e uma memória acoplada ao processador.

[0012] De acordo com um aspecto, um aparelho para comunicações sem fio é descrito. O aparelho inclui geralmente um processador configurado para determinar uma estrutura de quadro a partir de uma pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para comunicações de dados, onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente, e comunica com outro aparelho utilizando a estrutura de quadro determinada, e uma memória acoplada ao processador.

[0013] Vários aspectos e características da descrição são descritos em maiores detalhes abaixo com referência a vários exemplos como ilustrado nos desenhos em anexo. Enquanto a presente descrição é apresentada abaixo com referência a vários exemplos, deve-se compreender que a presente descrição não está limitada a isso. Os versados na técnica tendo acesso aos ensinamentos apresentados aqui reconhecerão implementações, modificações e exemplos adicionais, além de outros campos de utilização, que estão dentro do escopo da presente descrição como descrito aqui, e com relação aos quais a presente descrição pode ter utilidade significativa.

Breve Descrição dos Desenhos

[0014] A fim de facilitar uma compreensão mais profunda da presente descrição, referência será feita agora aos desenhos em anexo, nos quais elementos similares são referidos com referências numericas similares. Esses

desenhos não devem ser considerados limitadores da presente descrição, mas devem ser ilustrativos apenas.

[0015] A figura 1 é um diagrama em bloco ilustrando de forma conceitual um exemplo de um sistema de telecomunicações de acordo com um aspecto da presente descrição;

[0016] A figura 2 é um diagrama em bloco ilustrando de forma conceitual um exemplo de uma estrutura de quadro de downlink em um sistema de telecomunicações de acordo com um aspecto da presente descrição;

[0017] A figura 3 é um diagrama em bloco ilustrando de forma conceitual um eNodeB ilustrativo e um UE ilustrativo configurados de acordo com um aspecto da presente descrição;

[0018] A figura 4 ilustra vários mapeamentos de elemento de recurso de subquadro ilustrativos, de acordo com os aspectos da presente descrição;

[0019] A figura 5 ilustra a agregação de portador contíguo, de acordo com aspectos da presente descrição;

[0020] A figura 6 ilustra a agregação de portador não contíguo, de acordo com aspectos da presente descrição;

[0021] A figura 7 ilustra uma lista de configurações de subquadro de uplink/downlink, de acordo com os aspectos da presente descrição;

[0022] A figura 8 ilustra um exemplo de interferência entre transmissões de uplink e downlink em múltiplas células, de acordo com aspectos da presente descrição;

[0023] A figura 9 ilustra várias configurações de subquadro de uplink-downlink possuindo subquadros âncora e subquadros não âncora, de acordo com os aspectos da presente descrição;

[0024] A figura 10 ilustra operações ilustrativas que podem ser realizadas por um dispositivo de comunicações sem fio, de acordo com aspectos da presente descrição;

[0025] A figura 11 ilustra operações ilustrativas que podem ser realizadas por uma estação base (BS), de acordo com determinados aspectos da presente descrição;

[0026] A figura 12 ilustra um exemplo de várias estruturas de quadro adaptativas, de acordo com aspectos da presente descrição;

[0027] A figura 13 ilustra operações ilustrativas que podem ser realizadas por um equipamento de usuário (UE), de acordo com determinados aspectos da presente descrição;

[0028] A figura 14 ilustra uma estrutura de quadro de downlink adaptativa utilizando CCAs reais com permissão para transmitir e CCAs virtuais sem permissão para permitir, de acordo com os aspectos da presente descrição;

[0029] A figura 15 ilustra uma estrutura de quadro de uplink adaptativa ilustrativa possuindo periodicidade CCA de uplink e periodicidade CCA de downlink diferentes, de acordo com os aspectos da presente descrição;

[0030] A figura 16 ilustra uma estrutura de quadro adaptativa ilustrativa com várias indicações de sinalização de uma mudança de estrutura de quadro, de acordo com os aspectos da presente descrição;

[0031] A figura 17 ilustra as configurações de subquadro de âncora e subquadro de referência ilustrativas para LTE através da largura de banda não licenciada, de acordo com os aspectos da presente descrição;

[0032] A figura 18 ilustra uma configuração ilustrativa para LTE independente (SA) através do espectro

de frequência de rádio não licenciado, de acordo com aspectos da presente descrição;

[0033] A figura 19 ilustra uma configuração ilustrativa para LTE independente (SA) através de espectro de frequência de rádio não licenciado com uma periodicidade CCA variável, de acordo com os aspectos da presente descrição;

[0034] A figura 20 ilustra um diagrama em bloco que ilustra um exemplo de uma arquitetura UE de acordo com várias modalidades;

[0035] A figura 21 ilustra um diagrama em bloco que ilustra um exemplo de uma arquitetura de estação base de acordo com várias modalidades.

Descrição Detalhada

[0036] A demanda por serviços de comunicações sem fio continua a crescer. Os operadores de rede se deparam com dificuldades em corresponder a essa demanda com o espectro de frequência de rádio licenciado existente em muitas áreas. A implementação de LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado pode ajudar a aliviar os problemas de congestionamento de espectro de frequência de rádio licenciado para demanda por sem fio futura. As modificações para implementação das comunicações LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado podem resultar na implementação, por exemplo, do procedimento de ouvir antes de falar (LBT) (por exemplo, determinação de canal liberado (CCA)), a fim de obter acesso ao espectro de frequência de rádio não licenciado. Modificações para implementação de comunicações LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado também podem incluir alteração dos formatos de quadro (por exemplo, pela seleção de um formato de quadro mais curto do que um formato de quadro LTE no espectro de frequência de rádio licenciado). Por exemplo,

as comunicações sem fio podem ter uma estrutura de quadro adaptativa selecionada a partir do quadro de rádio de durações de 2 ms, 5 ms ou 10 ms.

[0037] Aspectos da presente descrição fornecem técnicas para configuração de uma estrutura de quadro adaptativa para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado. Por exemplo, tais técnicas podem permitir que as comunicações sem fio tenham uma estrutura de quadro adaptativa (por exemplo, com durações de quadro de rádio variáveis) utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado.

[0038] A descrição detalhada apresentada abaixo com relação aos desenhos em anexo deve servir como uma descrição de várias configurações e não deve representar as únicas configurações nas quais os conceitos descritos aqui podem ser praticados. A descrição detalhada inclui detalhes específicos para fins de fornecimento de uma compreensão profunda de vários conceitos. No entanto, será aparente aos versados na técnica que esses conceitos podem ser praticados sem esses detalhes específicos. Em alguns casos, estruturas e componentes bem conhecidos são ilustrados na forma de diagrama em bloco a fim de evitar obscurecer tais conceitos.

[0039] As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas para várias redes de comunicação sem fio tal como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outras redes. Os termos "rede" e "sistema" são frequentemente utilizados de forma intercambiável. Uma rede CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como o Acesso a Rádio Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA inclui CDMA de Banda Larga (WCDMA) e outras variações de CDMA. cdma2000 cobre os padrões IS-2000 e IS-856. Uma rede TDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como o Sistema Global para

Comunicações Móveis (GSM). Uma rede OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como UTRA Evoluída (E-UTRA), Banda Larga Ultra Móvel (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDMA, etc. UTRA e E-UTRA são parte do Sistema de Telecomunicação Móvel Universal (UMTS). Evolução de Longo Termo 3GPP (LTE) e LTE-Avançada (LTE-A) são novas versões de UMTS que utilizam E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A e GSM são descritos em documentos de uma organização chamada "Projeto de Parceria de 3a. Geração" (3GPP). cdma2000 e UMB são descritos em documentos de uma organização chamada de "Projeto de Parceira de 3a. Geração 2" (3GPP2). As técnicas descritas podem ser utilizadas para as redes sem fio e tecnologias de rádio mencionadas acima além de outras redes sem fio e tecnologias de rádio. Por motivos de clareza, determinados aspectos das técnicas são descritos abaixo para LTE, e a terminologia LTE é utilizada em muito da descrição abaixo.

[0040] Vários aspectos dos sistemas de telecomunicação serão agora apresentados com referência a vários aparelho e métodos. Esse aparelho e métodos serão descritos na descrição detalhada a seguir e ilustrados nos desenhos em anexo por vários blocos, módulos, componentes, circuitos, etapas, processos, algoritmos, etc. (coletivamente referidos como "elementos"). Esses elementos podem ser implementados utilizando-se hardware, software, ou combinações dos mesmos. Se tais elementos são implementados como hardware ou software depende da aplicação em particular e das restrições de desenho impostas ao sistema como um todo.

[0041] Por meio de exemplo, um elemento, ou qualquer parte de um elemento, ou qualquer combinação de elementos pode ser implementado com um "sistema de processamento" que inclui um ou mais processadores.

Exemplos de processadores incluem microprocessadores, micro controladores, processadores de sinal digital (DSPs), conjuntos de porta programáveis em campo (FPGAs), dispositivos lógicos programáveis (PLDs), máquinas de estado, lógica com porta, circuitos de hardware discretos, e outro hardware adequado configurado para realizar as várias funcionalidades descritas por toda essa descrição. Um ou mais processadores no sistema de processamento podem executar software. Software deve ser considerado de forma ampla para significar instruções, conjuntos de instruções, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicativos, aplicativos de software, pacotes de software, firmware, rotinas, sub-rotinas, objetos, elementos executáveis, sequências de execução, procedimentos, funções, etc., sejam referidos como software/firmware, middleware, microcódigo, linguagem de descrição de hardware ou de outra forma.

[0042] De acordo, em uma ou mais modalidades ilustrativas, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, ou combinações dos mesmos. Se implementadas em software, as funções podem ser armazenadas em ou codificadas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. O meio legível por computador inclui o meio de armazenamento em computador. O meio de armazenamento pode ser qualquer meio disponível que possa ser acessado por um computador. Por meio de exemplo, e não de limitação, tal meio legível por computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, PCM (memória de mudança de fase), memória flash, CD-ROM ou outro armazenamento em disco óptico, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outro meio que possa ser utilizado para portar ou armazenar código de programa desejado na forma de instruções ou

estruturas de dados e que possa ser acessado por um computador. Disquete e disco, como utilizados aqui, incluem disco compacto (CD), disco a laser, disco ótico, disco versátil digital (DVD), disquete e disco Blu-ray onde disquetes normalmente reproduzem os dados magneticamente, enquanto discos reproduzem os dados óticamente com lasers. A combinação do acima exposto também deve ser incluída no escopo de meio legível por computador.

[0043] A figura 1 é um diagrama em bloco ilustrando de forma conceitual um exemplo de um sistema de rede de telecomunicações 100 onde um aspecto da presente descrição pode ser praticado. Por exemplo, o sistema de rede de telecomunicações 100 pode ser uma rede LTE. O sistema de rede de telecomunicações 100 pode incluir um número de Nós B evoluídos (eNodeBs) 110 e de equipamentos de usuário (UEs) 120 e outras entidades de rede. Um eNodeB 110 pode ser uma estação que comunica com os UEs 120 e também pode ser referido como uma estação base, um ponto de acesso, etc. Um Nó B é outro exemplo de uma estação que comunica com os UEs 120. Um eNodeB ou Nó B pode realizar as operações 1100, apresentadas na figura 11, de acordo com os aspectos da presente descrição. De forma similar, um UE pode realizar as operações 1300, apresentadas na figura 13, de acordo com os aspectos da presente descrição.

[0044] Cada eNodeB 110 pode fornecer uma cobertura de comunicação para uma área geográfica particular. Em 3GPP, o termo "célula" pode se referir a uma área de cobertura de um eNodeB 110 e/ou um subsistema eNodeB servindo a área de cobertura, dependendo do contexto no qual o termo é utilizado.

[0045] Um eNodeB 110 pode fornecer cobertura de comunicação para uma macro célula, uma pico célula, uma femto célula e/ou outros tipos de célula. Uma macro célula

pode cobrir uma área geográfica relativamente grande (por exemplo, vários quilômetros de raio) e pode permitir o acesso irrestrito pelos UEs 120 com assinatura de serviço. Uma pico célula pode cobrir uma área geográfica relativamente pequena e pode permitir acesso irrestrito aos UEs 120 com assinatura de serviço. Uma femto célula pode cobrir uma área geográfica relativamente pequena (por exemplo, uma residência) e pode permitir o acesso restrito pelos UEs 120 possuindo associação com a femto célula (por exemplo, UEs 120 podem ter assinatura de um Grupo de Assinantes Fechado (CSG), UEs 120 para usuários na residência, etc.). Um eNodeB 110 para uma macro célula pode ser referido como um macro eNodeB. Um eNodeB 110 para uma pico célula pode ser referido como um pico eNodeB. Um eNodeB 110 para uma femto célula pode ser referido como um femto eNodeB ou um eNodeB doméstico. No exemplo ilustrado na figura 1, os eNodeBs 110a, 110b e 110c podem ser macro eNodeBs para macro células 102a, 102b e 102c, respectivamente. O eNodeB 110x pode ser um pico eNodeB para uma pico célula 102x. Os eNodeBs 110y e 110z podem ser femto eNodeBs para as femto células 102y e 102z, respectivamente. Um eNodeB 110 pode fornecer cobertura de comunicação para uma ou mais células (por exemplo, três).

[0046] O sistema de rede de telecomunicações 100 pode incluir uma ou mais estações retransmissoras 110r e 120r, que também podem ser referidas como um eNodeB retransmissor, uma retransmissora, etc. A estação retransmissora 110r pode ser uma estação que recebe uma transmissão de dados e/ou outra informação de uma estação a montante (por exemplo, um eNodeB 110 ou um UE 120) e envia a transmissão recebida de dados e/ou outras informações para uma estação a jusante (por exemplo, um UE 120 ou um eNodeB 110). A estação retransmissora 120r pode ser um UE

que retransmite as transmissões para outros UEs (não ilustrados). No exemplo ilustrado na figura 1, a estação retransmissora 110r pode se comunicar com o eNodeB 110a e o UE 120r a fim de facilitar a comunicação entre o eNodeB 110a e o UE 120r. As estações retransmissoras 110r e 120r podem realizar as operações 1100, apresentadas na figura 11 e/ou operadores 1300, apresentadas na figura 13, de acordo com os aspectos da presente descrição.

[0047] O sistema de rede de telecomunicações 00 pode ser uma rede heterogênea que inclui eNodeBs 110 de diferentes tipos, por exemplo, macro eNodeBs 110a-c, pico eNodeBs 110x, femto eNodeBs 110y-z, estações retransmissoras 110r, etc. Esses tipos diferentes de eNodeBs 110 podem ter diferentes níveis de energia de transmissão, diferentes áreas de cobertura, e diferente impacto na interferência no sistema de rede de telecomunicações 100. Por exemplo, macro eNodeBs 110a-c podem ter um nível de energia de transmissão alto (por exemplo, 20 Watts) ao passo que pico eNodeBs 110x, femto eNodeBs 110y-z e retransmissoras 110r podem ter um nível de energia de transmissão mais baixo (por exemplo, 1 Watt).

[0048] O sistema de rede de telecomunicações 100 pode suportar a operação sincronizada e assíncrona. Para operação sincronizada, os eNodeBs 110 podem ter uma temporização de quadro similar, e transmissões de diferentes eNodeBs 110 e podem ser quase alinhados em tempo. Para a operação assíncrona, os eNodeBs 110 podem ter diferentes temporizações de quadro e transmissões de diferentes eNodeBs 110 e podem não estar alinhados em tempo. As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas para a operação sincronizada e a operação assíncrona.

[0049] Um controlador de rede 130 pode ser acoplado a um conjunto de eNodeBs 110 e fornece coordenação

e controle para esses eNodeBs 110. O controlador de rede 130 pode comunicar com os eNodeBs 110 através de um canal de acesso de retorno (não ilustrado). Os eNodeBs 110 também podem se comunicar um com o outro, por exemplo, direta ou indiretamente através do canal de acesso de retorno de linha com ou sem fio (por exemplo, interface X2) (não ilustrada).

[0050] Os UEs 120 (por exemplo, 120x, 120y, etc.) podem ser distribuídos por todo o sistema de rede de telecomunicações 100, e cada UE 120 pode ser estacionário ou móvel. Por exemplo, o UE 120 pode ser referido como um terminal, uma estação móvel, uma unidade de assinante, uma estação, etc. Em outro exemplo, o UE 120 pode ser um telefone celular, um assistente digital pessoal (PDA), um modem sem fio, um dispositivo de comunicação sem fio, um dispositivo portátil, um computador laptop, um telefone sem fio, uma estação de circuito local sem fio (WLL), um tablet, um netbook, um smartbook, etc. O UE 120 pode ser capaz de comunicar com macro eNodeBs 110a-c, pico eNodeBs 110x, femto eNodeBs 110y-z, retransmissoras 110r, etc. Por exemplo, na figura 1, uma linha sólida com setas duplas pode indicar as transmissões desejadas entre um UE 120 e um eNodeB servidor 110, que é um eNodeB 110 designado para servir o UE 120 em downlink e/ou uplink. Uma linha tracejada com setas duplas pode indicar transmissões de interferência entre um UE 120 e um eNodeB 110.

[0051] LTE pode utilizar a multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) em downlink e multiplexação por divisão de frequência de portador único (SC-FDM) em uplink. OFDM e SC-FDM podem dividir a largura de banda do sistema em múltiplos subportadores ortogonais (K), que também são comumente referidos como tons, compartimentos, etc. Cada subportador pode ser modulado com

dados. Em geral, os símbolos de modulação podem ser enviados no domínio de frequência com OFDM e no domínio de tempo com SC-FDM. O espaçamento entre subportadores adjacentes pode ser fixo, e o número total de subportadores (K) pode depender da largura de banda do sistema. Por exemplo, o espaçamento dos subportadores pode ser de 15 kHz e a alocação de recurso mínima (chamada de "bloco de recurso") pode ter 12 subportadores (ou 180 kHz). Consequentemente, o tamanho da Transformação Fourier Rápida (FFT) nominal pode ser igual a 128, 256, 512, 1024 ou 2048 para largura de banda do sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ou 20 mega-hertz (MHz), respectivamente. A largura de banda do sistema pode ser dividida em sub-bandas. Por exemplo, uma sub-banda pode cobrir 1,08 MHz (isto é, 6 blocos de recurso), e pode haver 1, 2, 4, 8 ou 16 sub-bandas para a largura de banda do sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ou 20 MHz, respectivamente.

[0052] A figura 2 é um diagrama em bloco ilustrando de forma conceitual um exemplo de uma estrutura de quadro de downlink em um sistema de telecomunicações de acordo com um aspecto da presente descrição. A linha de tempo de transmissão para downlink pode ser dividida em unidades de quadros de rádio. Cada quadro de rádio pode ter uma duração predeterminada (por exemplo, 10 milissegundos (ms)) e pode ser dividido em 10 subquadros com índices de 0 a 9. Cada subquadro pode incluir duas partições. Cada quadro de rádio pode, dessa forma, incluir 20 partições com índices de 0 a 19. Cada partição pode incluir L períodos de símbolo, por exemplo, 7 períodos de símbolo para um prefixo cíclico normal (como ilustrado na figura 2) ou 6 períodos de símbolo para um prefixo cíclico estendido (não ilustrado). Os $2L$ períodos de símbolo em cada subquadro podem receber índices de 0 a $2L-1$. Os recursos de

frequência de tempo disponíveis podem ser divididos em blocos de recurso. Cada bloco de recurso pode cobrir N subportadores (por exemplo, 12 subportadores) em uma partição.

[0053] Em LTE, por exemplo, um eNodeB pode enviar um sinal de sincronização primária (PSS) e um sinal de sincronização secundária (SSS) para cada célula na área de cobertura do eNodeB. O sinal de sincronização primária (PSS) e o sinal de sincronização secundária (SSS) podem ser enviados em períodos de símbolo 6 e 5, respectivamente, em cada subquadro 0 e 5 de cada quadro de rádio com prefixo cíclico normal, como ilustrado na figura 2. Os sinais de sincronização podem ser utilizados pelos UEs para detecção e aquisição de célula. O eNodeB pode enviar informação de sistema em um Canal de Difusão Físico (PBCH) em períodos de símbolo 0 a 3 da partição 1 do subquadro 0.

[0054] O eNodeB pode enviar a informação em um Canal Indicador de Formato de Controle Físico (PCFICH) em apenas uma parte do primeiro período de símbolo de cada subquadro, apesar de apresentado em todo o primeiro período de símbolo na figura 2. PCFICH pode portar o número de períodos de símbolo (M) utilizados para os canais de controle, onde M pode ser igual a 1, 2 ou 3 e pode mudar de subquadro para subquadro. M também pode ser igual a 4 para uma largura de banda de sistema pequena, por exemplo, com menos de 10 blocos de recurso. No exemplo ilustrado na figura 2, $M = 3$. O eNodeB pode enviar informação em um Canal Indicador HARQ Físico (PHICH) e um Canal de Controle de Downlink Físico (PDCCH) nos primeiros M períodos de símbolo de cada subquadro ($M = 3$ na figura 2). PHICH pode portar informação para suportar a retransmissão automática híbrida (HARQ). PDCCH pode portar informação em alocação de recurso de uplink e downlink para UEs e informação de

controle de energia para canais de uplink. Apesar de não ilustrado no primeiro período de símbolo na figura 2, pode ser compreendido que PDCCH e PHICH também estão incluídos no primeiro período de símbolo. De forma similar, PHICH e PDCCH também estão ambos nos segundo e terceiro períodos de símbolo, apesar de não ser ilustrado dessa forma na figura 2. O eNodeB pode enviar informação em um Canal Compartilhado de Downlink Físico (PDSCH) nos períodos de símbolo restantes de cada subquadro. PDSCH pode portar dados para UEs programados para a transmissão de dados em downlink. Os vários sinais e canais em LTE são descritos em 3GPP TS 36.211, intitulado "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation", que está publicamente disponível.

[0055] O eNodeB pode enviar PSS, SSS e PBCH em torno de 1,08 MHz central da largura de banda do sistema utilizada pelo eNodeB. O eNodeB pode enviar o PCFICH e PHICH através de toda a largura de banda do sistema em cada período de símbolo onde esses canais são enviados. O eNodeB pode enviar PDCCH para grupos de UEs em determinadas partes da largura de banda do sistema. O eNodeB pode enviar PDSCH para especificar os UEs em partes específicas da largura de banda do sistema. O eNodeB pode enviar PSS, SSS, PBCH, PCFICH e PHICH em forma de difusão para todos os UEs na área de cobertura. O eNodeB pode enviar PDCCH em forma de unidifusão para UEs específicos na área de cobertura. O eNodeB também pode enviar PDSCH em forma de unidifusão para UEs específicos na área de cobertura.

[0056] Vários elementos de recurso podem estar disponíveis em cada período de símbolo. Cada elemento de recurso pode cobrir um subportador em um período de símbolo e pode ser utilizado para enviar um símbolo de modulação, que pode ser um valor real ou complexo. Os elementos de

recurso não utilizados para um sinal de referência em cada período de símbolo podem ser dispostos em grupos de elemento de recurso (REGs). Cada REG pode incluir quatro elementos de recurso em um período de símbolo. PCFICH pode ocupar quatro REGs, que podem ser espaçados quase que igualmente através da frequência, no período de símbolo 0. PHICH pode ocupar três REGs, que podem ser espalhados através da frequência, em um ou mais períodos de símbolo configuráveis. Por exemplo, os três REGs para PHICH podem pertencer ao período de símbolo 0 ou podem ser espalhados em períodos de símbolo 0, 1 e 2. PDCCH pode ocupar 9, 18, 32 ou 64 REGs, que podem ser selecionados a partir dos REGs disponíveis, nos primeiros M símbolos. Apenas determinadas combinações dos REGs podem ser permitidos para PDCCH.

[0057] Um UE pode conhecer os REGs específicos utilizados para PHICH e PCFICH. O UE pode buscar combinações diferentes de REGs para PDCCH. O número de combinações para busca é tipicamente inferior ao número de combinações permitidas para PDCCH. Um eNodeB pode enviar PDCCH para o UE em qualquer uma das combinações que o UE buscará.

[0058] Um UE pode estar dentro das áreas de cobertura de múltiplos eNodeBs. Um desses eNodeBs pode ser selecionado para servir o UE. O eNodeB servidor pode ser selecionado com base em vários critérios tal como energia recebida, perda de percurso, razão de sinal para ruído (SNR), etc.

[0059] A figura 3 é um diagrama em bloco ilustrando de forma conceitual um eNodeB ilustrativo 310 e um UE ilustrativo 350 configurado de acordo com um aspecto da presente descrição. Por exemplo, a estação base/eNodeB 310 e o UE 350, como ilustrado na figura 3, pode ser um dentre as estações base/eNodeBs 110 e um dos UEs 120 na

figura 1. A estação base 310 pode ser equipada com antenas 334_{1-t} , e o UE 350 pode ser equipado com antenas 352_{1-r} , onde t e r são inteiros maiores que ou iguais a um.

[0060] Na estação base 310, um processador de transmissão de estação base 320 pode receber dados de uma fonte de dados de estação base 312 e informação de controle de um controlador/processador de estação base 340. A informação de controle pode ser portada no PBCH, PCFICH, PHICH, PDCCH, etc. Os dados podem ser portados em PDSCH, etc. O processador de transmissão de estação base 320 pode processar (por exemplo, codificar e mapear em símbolo) os dados e a informação de controle para obter símbolos de dados e símbolos de controle, respectivamente. O processador de transmissão de estação base 320 também pode gerar símbolos de referência, por exemplo, para PSS, SSS e sinal de referência específico de célula (RS). Um processador de transmissão (TX) de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO) de estação base 330 pode realizar o processamento espacial (por exemplo, a pré-codificação) nos símbolos de dados, símbolos de controle, e/ou símbolos de referência, se aplicável, e pode fornecer sequências de símbolos de saída para os moduladores/demoduladores de estação base (MODs/DEMODs) 332_{1-t} . Cada MOD/DEMOD de estação base 332 pode processar uma sequência de símbolo de saída respectiva (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter uma sequência de amostras de saída. Cada modulador/demodulador de estação base 332 pode processar adicionalmente (por exemplo, converter em analógico, amplificar, filtrar e converter ascendentemente) a sequência de amostras de saída para obter um sinal de downlink. Sinais de downlink de moduladores/demoduladores 332_{1-t} podem ser transmitidos através das antenas 334_{1-t} , respectivamente.

[0061] No UE 350, as antenas UE 352_{1-r} podem receber sinais de downlink da estação base 310 e podem fornecer sinais recebidos para os moduladores/demoduladores UE (MODs/DEMODs) 354_{1-r}, respectivamente. Cada MOD/DEMOD UE 354 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter descendentemente, e digitalizar) um sinal recebido respectivo para obter amostras de entrada. Cada modulador/demodulador UE 354 pode processar adicionalmente as amostras de entrada (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter símbolos recebidos. Um detector MIMO UE 356 pode obter símbolos recebidos de todos os moduladores/demoduladores UE 354_{1-r}, e realizar a detecção MIMO nos símbolos recebidos, se aplicável, e fornecer símbolos detectados. Um processador de recepção UE 358 pode processar (por exemplo, demodular, desintercalar e decodificar) os símbolos detectados, fornecer dados decodificados para o UE 350 para um depósito de dados UE 360, e fornecer informação de controle decodificada para um controlador/processador UE 380.

[0062] Em uplink, no UE 350, um processador de transmissão UE 364 pode receber e processar dados (por exemplo, para PUSCH) a partir de uma fonte de dados UE 362 e informação de controle (por exemplo, para PUCCH) a partir do controlador/processador UE 380. O processador de transmissão UE 364 também pode gerar símbolos de referência para um sinal de referência. Os símbolos do processador de transmissão UE 364 podem ser pré-codificados por um processador MIMO TX UE 366, se aplicável, processados adicionalmente pelo modulador/demoduladores UE 354_{1-r} (por exemplo, para SC-FDM, etc.) e transmitidos para a estação base 310. Na estação base 310, os sinais de uplink do UE 350 podem ser recebidos pelas antenas de estação base 334, processados pelos moduladores/demoduladores de estação base

332, detectados por um detector MIMO de estação base 336, se aplicável, e processados adicionalmente por um processador de recepção de estação base 338 para obtenção de dados decodificados e informação de controle enviados pelo UE 350. O processador de recepção de estação base 338 pode fornecer dados decodificados para um depósito de dados de estação base 346 e a informação de controle decodificada para o controlador/processador da estação base 340.

[0063] O controlador/processador de estação base 340 e o controlador/processador UE 380 pode direcionar a operação na estação base 310 e UE 350, respectivamente. O controlador/processador de estação base 340 e/ou outros processadores e módulos na estação base 310 podem realizar ou direcionar, por exemplo, a execução de vários processos para as técnicas descritas aqui. Por exemplo, o controlador/processador de estação base 340 pode realizar ou direcionar as operações 1100 apresentadas na figura 11. O controlador/processador UE 380 e/ou outros processadores e módulos no UE 350 também podem realizar ou direcionar, por exemplo, a execução das operações 1300 apresentadas na figura 13, e/ou processos para as técnicas descritas aqui. A memória da estação base 342 e a memória UE 382 podem armazenar dados e códigos de programa para a estação base 310 e o UE 350, respectivamente. Um programador 344 pode programar os UEs 350 para transmissão de dados em downlink e/ou uplink.

[0064] Em uma configuração, a estação base 310 pode incluir meios para gerar uma Informação de Controle de Downlink compacta (DCI) para pelo menos uma dentre as transmissões em uplink (UL) e downlink (DL), onde DCI compacta compreende um número reduzido de bits quando comparada com determinados formatos DCI padrão; e meios para transmitir a DCI. Em um aspecto, os meios mencionados

acima podem ser o controlador/processador da estação base 340, a memória da estação base 342, o processador de transmissão da estação base 320, os moduladores/demoduladores de estação base 332, e as antenas de estação base 334 configurados para realizar as funções mencionadas pelos meios mencionados acima. Em outro aspecto, os meios mencionados acima podem ser um módulo ou qualquer aparelho configurado para realizar as funções mencionadas pelos meios citados acima. Em uma configuração, o UE 350 pode incluir meios para receber a Informação de Controle de Downlink (DCI) para pelo menos uma dentre transmissões em uplink (UL) ou downlink (DL), onde a DCI compreende um número reduzido de bits de um formato DCI padrão; e meios para processamento da DCI. Em um aspecto, os meios mencionados acima podem ser o controlador/processador UE 380, a memória UE 382, o processador de recepção UE 358, detector MIMO UE 356, moduladores/demoduladores UE 354, e antenas UE 352 configuradas para realizar as funções mencionadas pelos meios mencionados acima. Em outro aspecto, os meios mencionados acima podem ser um módulo ou qualquer aparelho configurado para realizar as funções mencionadas pelos meios mencionados acima.

[0065] A figura 4 ilustra vários mapeamentos de elemento de recurso de subquadro ilustrativos de acordo com um aspecto da presente descrição. Por exemplo, a figura 4 ilustra dois formatos de subquadro ilustrativos 410 e 420 para downlink com o prefixo cíclico normal. Os recursos de frequência de tempo disponíveis para downlink podem ser divididos em blocos de recurso. Cada bloco de recurso pode incluir 12 subportadores em uma partição e pode incluir vários elementos de recurso. Cada elemento de recurso pode corresponder a um subportador em um período de símbolo e

pode ser utilizado para enviar um símbolo de modulação, que pode ser um valor real ou complexo.

[0066] O formato de subquadro 410 pode ser utilizado para um eNodeB equipado com duas antenas. Um sinal de referência comum (CRS) pode ser transmitido a partir das antenas 0 e 1 nos períodos de símbolo 0, 4, 7 e 11. Um sinal de referência comum (CRS) é um sinal que é conhecido antecipadamente por um transmissor e um receptor e também pode ser referido como um sinal piloto. Um sinal de referência comum (CRS) pode ser um sinal de referência que é específico para uma célula, por exemplo, gerado com base em uma identidade de célula (ID). Na figura 4, para um elemento de recurso determinado com rótulo Ra, um símbolo de modulação pode ser transmitido nesse elemento de recurso a partir da antena a, e nenhum símbolo de modulação pode ser transmitido nesse elemento de recurso de outras antenas. O formato de subquadro 420 pode ser utilizado para um eNodeB equipado com quatro antenas. Um sinal de referência comum (CRS) pode ser transmitido a partir das antenas 0 e 1 nos períodos de símbolo 0, 4, 7 e 11 e das antenas 2 e 3 nos períodos de símbolo 1 e 8. Para ambos os formatos de subquadro 410 e 420, um CRS pode ser transmitido em subportadores igualmente espaçados, que podem ser determinados com base no ID de célula. Diferentes eNodeBs podem transmitir seus CRSs nos mesmos ou em outros subportadores, dependendo de seus IDs de célula. Para ambos os formatos de subquadro 410 e 420, os elementos de recurso não utilizados para CRS podem ser utilizados para transmissão de dados (por exemplo, dados de tráfego, dados de controle e/ou outros dados).

[0067] PSS, SSS, CRS e PBCH em LTE são descritos em 3GPP TS 36.211, intitulado "Evolved Universal

Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation", que está publicamente disponível.

[0068] Uma estrutura de entrelaçamento pode ser utilizada para cada um dentre downlink e uplink para FDD em uma rede de comunicação (por exemplo, a rede LTE). Por exemplo, Q entrelaçamentos com índices de 0 a $Q-1$ podem ser definidos, onde Q pode ser igual a 4, 6, 8, 10 ou algum outro valor. Cada entrelaçamento pode incluir subquadros que podem ser espaçados por Q subquadros. Em particular, o entrelaçamento q pode incluir subquadros q , $q+Q$, $q + 2Q$, etc., onde $q \in (0, 1, \dots, Q - 1)$.

[0069] A rede de comunicação sem fio pode suportar a retransmissão automática híbrida (HARQ) para transmissão de dados em downlink e uplink. Para HARQ, um transmissor (por exemplo, em um eNodeB) pode enviar uma ou mais transmissões para um pacote de dados até que o pacote de dados seja decodificado corretamente por um receptor (por exemplo, em um UE) ou alguma outra condição de encerramento ser encontrada. Para HARQ sincronizada, todas as transmissões do pacote de dados podem ser enviadas em subquadros de um único entrelaçamento. Para HARQ assíncrona, cada transmissão de pacote de dados pode ser enviada em qualquer subquadro.

[0070] Um UE pode ser localizado dentro da área de cobertura geográfica de múltiplos eNodeBs. Um dos eNodeBs pode ser selecionado para servir o UE e pode ser chamado de "eNodeB servidor", enquanto outros eNodeBs podem ser chamados de "eNodeBs vizinhos". O eNodeB servidor pode ser selecionado com base em vários critérios tal como intensidade de sinal recebido, qualidade de sinal recebido, perda de percurso, etc. A qualidade do sinal recebido pode ser quantificada por uma razão de sinal para ruído e interferência (SINR), ou uma qualidade recebida do sinal de

referência (RSRQ), ou alguma outra métrica. O UE pode operar em uma situação de interferência dominante onde o UE pode observar uma alta interferência de um ou mais eNodeBs vizinhos.

[0071] UEs (por exemplo, UEs ativados por LTE-Avançada) podem utilizar o espectro de larguras de banda de até 20 MHz para cada portador de componente. Uma pluralidade de portadores de componente pode ser alocada em uma configuração de agregação de portador de até um total de 100 MHz (5 portadores de componente) utilizados para transmissão e recepção. Para sistemas de comunicação sem fio ativados por LTE-Avançada, dois tipos de métodos de agregação de portador (CA) foram propostos, CA contínuo e não contíguo, que são ilustrados nas figuras 5 e 6, respectivamente.

[0072] A figura 5 ilustra CA contíguo 500, onde múltiplos portadores de componente disponíveis 510 adjacentes um ao outro ao longo da banda de frequência são agregados. Como ilustrado, os portadores de componente 510a, 510b, e 510c são adjacentes um ao outro ao longo da banda de frequência e agregados em uma configuração CA contígua. Enquanto três portadores de componente são ilustrados, mais ou menos portadores de componente podem ser agregados em uma configuração CA contígua.

[0073] A figura 6 ilustra CA não contíguo 600, onde múltiplos portadores de componente disponíveis 610 separados ao longo da banda de frequência são agregados. Como ilustrado, os portadores de componente 610a, 610b e 610c são separados ao longo da banda de frequência e agregados junto sem uma configuração CA não contígua. Enquanto três portadores de componente são ilustrados, mais ou menos portadores de componente podem ser agregados em uma configuração CA não contígua.

[0074] Ambos CA não contíguo e contíguo podem agregar múltiplos portadores de componente para servir um único UE LTE-Avançada. Em vários exemplos, o UE operando em um sistema de múltiplos portadores (também referido como agregação de portador) é configurado para agregar determinadas funções de múltiplos portadores, tal como funções de controle e retorno, no mesmo portador, que pode ser referido como um "portador de componente primário" (PCC) ou "portador primário". Os portadores restantes que dependem do portador primário para suporte podem ser referidos como "portadores de componente secundários" (SCC) ou "portadores secundários associados". Por exemplo, as funções de controle, tal como as fornecidas pelo canal dedicado opcional (DCH), as concessões não programadas, um canal de controle de uplink físico (PUCCH), e/ou um canal de controle de downlink físico (PDCCH) para múltiplos portadores de componente podem ser portados/transmitidos em um PCC de uma célula.

[0075] Em determinadas redes de comunicações sem fio, tal como as redes LTE, ambas as estruturas de quadro de Duplexação por Divisão de Frequência (FDD) e Duplexação por Divisão de Tempo (TDD) são suportadas. Em uma rede utilizando FDD, BSs transmitem e UEs recebem em um primeiro conjunto de frequências, enquanto UEs transmitem e BSs recebem em um segundo conjunto de frequências. A estrutura de quadro FDD pode ser uma estrutura de rádio possuindo dez subquadros de mesmo comprimento, e todos os subquadros podem ser utilizados para uplink ou downlink. Em uma rede utilizando TDD, BSs transmitem e UEs recebem em determinados momentos, enquanto UEs transmitem e BSs recebem em outros momentos determinados, tudo no mesmo conjunto de frequências. De acordo, a estrutura de quadro TDD pode ser um quadro de rádio possuindo dez subquadros de

mesmo comprimento, com alguns subquadros utilizados para uplink, outros subquadros utilizados para downlink, e alguns subquadros, referidos como subquadros especiais, utilizados para comutação de downlink para uplink.

[0076] A figura 7 ilustra 7 possíveis configurações de subquadro DL e UL suportadas pelas redes LTE utilizando TDD. Pode-se notar que existem 2 periodicidades de comutação, 5 ms e 10 ms. As configurações 0, 1, 2, e 6 possuem uma periodicidade de comutação de 5 ms. e as configurações 3, 4, 5 possuem uma periodicidade de comutação de 10 ms. Para periodicidade de comutação de 5 ms, existem dois subquadros especiais (S) em um quadro de rádio (por exemplo, com duração de 10 ms). Para periodicidade de comutação de 10 ms, existe um subquadro especial (S) em um quadro de rádio. Os outros subquadros são designados como subquadros de downlink (D) ou subquadros de uplink (U). Os presentes métodos e aparelho podem ser empregados quando um número maior ou menor de configurações de subquadro é suportado.

[0077] Em LTE Rel-12, é possível se adaptar dinamicamente diferentes configurações de subquadro TDD DL/UL com base nas necessidades de tráfego reais, também conhecidas como gerenciamento de interferência evoluído para adaptação de tráfego (eIMTA). Por exemplo, se uma grande rajada de dados em downlink for necessária durante um período de tempo curto, a configuração de subquadro pode ser alterada de forma adaptativa, por exemplo, da configuração uplink-downlink No. 1 (6 subquadros DL e 4 subquadros UL) para a configuração uplink-downlink No. 5 (9 subquadros DL e 1 subquadro UL). Em alguns casos, a adaptação da configuração TDD não deve ser mais inferior a 640 ms. Em um caso extremo, a adaptação pode ser tão rápida quanto 10 ms.

[0078] Como notado acima, o uso de espectro de frequência de rádio não licenciado pode melhorar os sistemas de comunicações sem fio pelo fornecimento de largura de banda adicional.

[0079] Por exemplo, a implementação de LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado tem sido considerada responsável pelo alívio dos problemas de congestionamento de espectro para necessidades sem fio futuras. A implementação de LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado pode exigir modificações das implementações LTE no espectro de frequência de rádio licenciado. Modificações para implementação de comunicações LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado podem resultar, por exemplo, na implementação do procedimento de ouvir antes de falar (LBT) incluindo uma determinação de canal liberado (CCA) a fim de obter acesso ao espectro de frequência de rádio não licenciado. LBT pode incluir o recebimento em um canal e a determinação de se ou não um sinal pode ser demodulado do que foi recebido no canal. CCA pode incluir o recebimento em um canal e a determinação de se uma quantidade de energia detectada no canal durante um período de tempo excede uma quantidade limite de energia. Um procedimento LBT (por exemplo, CCA) pode ser realizado antes de qualquer mudança de direção (de uplink para downlink ou de downlink para uplink), depois de qualquer tempo de inatividade, ou periodicamente. As comunicações no espectro de frequência de rádio não licenciado podem incluir otimização de formatos de quadro para reduzir o overhead LBT através de uma adaptação dentre uma pluralidade de estruturas de quadro possuindo diferentes durações de quadro.

[0080] Nos padrões LTE anteriores, (por exemplo, Rel-8), várias formas de estruturas de canal adaptativas

foram propostas ou adotadas. Por exemplo, a duplexação por divisão de tempo (TDD) com eIMTA permite que a direção de uplink ou downlink mude quando houver mais tráfego "de rajada" em uma direção. Outro exemplo é a duplexação por divisão de frequência (FDD) com novo tipo de portador (NCT), que permite de forma adaptativa a transmissão descontínua em downlink em uma escala de milissegundos quando não existe qualquer tráfego em um canal. Outra proposta é a operação de célula pequena com dormência oportunista, que pode ocorrer através de um tempo maior do que a transmissão descontínua.

[0081] TDD com eIMTA e outras técnicas de estrutura de canal adaptativas podem resultar na interferência entre transmissões em uplink e downlink. Por exemplo, uma célula pode selecionar de forma adaptativa a configuração uplink-downlink 5 (9 subquadros DL e 1 subquadro UL) a fim de acomodar uma grande rajada de tráfego DL. No exemplo, uma célula vizinha pode selecionar de forma adaptativa a configuração de uplink-downlink 1 (6 subquadros DL e 4 subquadros UL). Um UE servido pela primeira célula que é localizada perto da borda da célula vizinha pode tentar receber uma transmissão DL em subquadro 3 e pode receber interferência de um UE servido pela célula vizinha que está transmitindo uma transmissão UL. De forma similar, BS da célula vizinha tentando receber uma transmissão UL no subquadro 3 pode receber interferência de uma transmissão DL na primeira célula.

[0082] A figura 8 ilustra um exemplo da interferência entre transmissões de uplink e downlink em múltiplas células de acordo com um aspecto da presente descrição. Uma transmissão de interferência é ilustrada no subquadro 3, onde a Célula 1 está esperando um sinal de uplink e a Célula 2 está transmitindo em downlink na mesma

banda de frequência. Entre eNBs, tal situação pode fazer com que o eNB recipiente (por exemplo, a Célula 1) sofra interferência severa do eNB transmissor (por exemplo, Célula 2). A interferência entre os UEs também pode ocorrer, por exemplo, um UE 802 servido pela Célula 2 esperando uma transmissão de downlink pode sofrer interferência de um UE vizinho 804 servido pela Célula 1 que está realizando uma transmissão em uplink.

[0083] A fim de evitar a interferência entre transmissões em uplink e downlink, uma rede pode implementar eIMTA para TDD com determinados subquadros designados como subquadros "âncora" que são sempre iguais. Isso é, a rede pode designar um ou mais subquadros em cada quadro como subquadros âncora que são sempre subquadros DL, e um ou mais outros subquadros como subquadros âncora que são sempre subquadros UL. Uma célula dessa rede pode programar as transmissões nos subquadros âncora para evitar a interferência entre transmissões em uplink e downlink. Por exemplo, uma célula pode servir a dois UEs, com um primeiro UE perto da BS da célula, e um segundo UE perto de uma borda de célula. No exemplo, BS pode programar transmissões UL do segundo UE nos subquadros UL âncora para evitar a interferência UL DL, enquanto programa as transmissões UL para o primeiro UE em subquadros não âncora. No exemplo, as transmissões UL do primeiro UE, que sofrem interferência pelas transmissões DL de outra célula, serão mais facilmente recebidas pela BS devido à proximidade do UE com a BS.

[0084] A figura 9 ilustra várias configurações de subquadro uplink-downlink 900 possuindo subquadros âncora e subquadros não âncora de acordo com os aspectos da presente descrição. Pode ser notado que as configurações de subquadro ilustradas na figura 9 são idênticas às

configurações ilustradas na figura 7. Um desenho com base em subquadro âncora pode ser utilizado para reduzir a interferência. Em um aspecto, os subquadros âncora podem ser subquadros 0-1 e subquadros 5-6, como ilustrado na figura 9.

[0085] Para comunicações sem fio no espectro de frequência de rádio não licenciado, o manuseio de interferência pode ser diferente do manuseio de interferência em um eIMTA. Em eIMTA, quando a interferência está presente, a qualidade do sinal recebido pode ser degradada, mas o eNB e o UE ainda podem continuar a se comunicar. Nas comunicações no espectro de frequência de rádio não licenciado, a interferência pode fazer com que CCA falhe. Isso é, um eNB ou um UE pode detectar a interferência (por exemplo, interferência UL-DL, como ilustrado na figura 8) quando realizando uma CCA e determinar que o canal está ocupado. Devido à falha da CCA, o eNB e o UE podem não ser autorizados a transmitir.

[0086] A estrutura de quadro pode diferir entre eIMTA e comunicações no espectro de frequência de rádio não licenciado. Em eIMTA, as configurações de subquadro dos quadros podem ser restringidas a sete configurações, cada uma possuindo subquadros âncora garantidos em cada quadro de 10 milissegundos, como ilustrado na figura 9. Devido às exigências de regulamentação, as células implementando as comunicações no espectro de frequência de rádio não licenciado podem ser limitadas a uma transmissão garantida menos frequente do que uma vez a cada quadro de 10 ms (por exemplo, apenas durante os tempos de Transmissão Sem CCA (CET), que podem compreender uma janela para transmissão de sinais de downlink e/ou uplink que ocorrem uma vez a cada 80 milissegundos). As comunicações no espectro de frequência de rádio não licenciado podem seguir o

comprimento de quadro de 10 milissegundos de eIMTA e também suportar várias outras configurações; por exemplo, as comunicações no espectro de frequência de rádio não licenciado também podem permitir uma duração de quadro de 2 milissegundos.

[0087] Taxas de adaptação também podem diferir entre eIMTA e comunicações no espectro de frequência de rádio não licenciado. eIMTA pode suportar a adaptação rápida com sinalização dinâmica através da presença de subquadros âncora pelo menos a cada 10 milissegundos. As comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado podem ter uma adaptação com sinalização garantida a cada 80 milissegundos. As comunicações sem fio utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado também podem fornecer intervalos mais curtos entre CCAs e um impacto correspondente do overhead superior.

[0088] Devido às exigências de regulamentação para difusões em espectros de frequência de rádio não licenciados, os procedimentos LBT (por exemplo, uma CCA) podem ser necessários quando da realização das comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado. Um procedimento LBT (por exemplo, uma CCA) pode ser realizado antes de qualquer mudança de direção (de uplink para downlink ou de downlink para uplink) depois de qualquer tempo de inatividade, ou periodicamente. Adicionalmente, as transmissões nos espectros de frequência de rádio não licenciado podem exigir detecção de radar. No lado eNB, a detecção de radar pode resultar em se levar tempo suficiente para ouvir os sinais de radar antes de transmitir para evitar que as transmissões em downlink colidam com sinais de radar. A partir do lado UE, as

transmissões em uplink podem ser permitidas sem detecção de radar, se os sinais de radar forem suficientemente fortes.

[0089] A figura 10 apresenta operações ilustrativas 1000, realizadas, por exemplo, por uma estação base, eNodeB, equipamento de usuário (UE) ou outro dispositivo para adaptação da estrutura de quadro para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado, de acordo com os aspectos da presente descrição.

[0090] Operações 1000 podem, opcionalmente, começar em 1002, pela determinação de uma ou mais condições de rede, onde as condições de rede podem, por exemplo, compreender condições de tráfego de rede, condições de interferência, detecção de radar, ou outras condições de rede. Em 1004, as operações 1000 continuam pela determinação de uma estrutura de quadro para comunicações, onde a estrutura de quadro determinada é uma dentre uma pluralidade de estruturas de quadro que podem ser utilizadas para comunicações e onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente. A estrutura de quadro pode, por exemplo, ser determinada com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede. Em um exemplo, cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro pode ter qualquer uma dentre todas os subquadros como subquadros de uplink, ou todos os subquadros como subquadros de downlink, e a estrutura de quadro pode ser determinada com base em um processo de competição de determinação de canal liberado (CCA). As operações 1000 pode, opcionalmente, continuar em 1006 pela realização de uma determinação de canal liberado antes da comunicação com um UE em um ou mais subquadros de downlink da estrutura de quadro. A determinação de canal liberado opcional pode, por exemplo, ser realizada com base

em um valor de desvio de um limite de quadro e diferentes valores de desvio podem ser designados para fornecer diferentes prioridades para diferentes entidades transmissoras. Em 1008, as operações 1000 podem, opcionalmente, continuar pela determinação de uma permissão de transmissão antes da comunicação com um aparelho. As operações 1000 continuam, em 1010, pela comunicação com o aparelho utilizando a estrutura de quadro determinada.

[0091] Em 1012, as operações 1000 pode, opcionalmente, continuar pela determinação de uma configuração de subquadro, com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede. As operações 1000 podem, opcionalmente, continuar em 1014 pela determinação da periodicidade da determinação de canal liberado (CCA). A periodicidade CCA determinada pode ser, opcionalmente, baseada pelo menos em parte em uma estrutura de quadro de menor comprimento dentre a pluralidade de estruturas de quadro, e pode ser diferente de uma periodicidade CCA do aparelho. Em 1016, as operações 1000 podem, opcionalmente, continuar pela comunicação de uma indicação da estrutura de quadro determinada para o aparelho. A indicação opcional pode ser comunicada através, por exemplo, de uma transmissão isenta de determinação de canal liberado, um sinal de controle comum, um portador de componente primário, e/ou outras técnicas. Em 1018, as operações 1000 podem continuar pelo recebimento do retorno de ou transmissão do retorno para o aparelho em um ou mais subquadros da estrutura de quadro. Os subquadros nos quais o retorno é recebido ou transmitido podem, por exemplo, compreender subquadros possuindo uma mesma direção de uplink ou downlink como subquadros em uma configuração de subquadro de referência e/ou subquadros que são designados

como subquadros de uplink em cada uma dentre as múltiplas configurações de subquadro disponíveis.

[0092] Como notado acima, as operações 1000 podem ser realizadas por um UE (por exemplo, para comunicar com um eNodeB) ou por um eNodeB (por exemplo, para comunicar com um UE). A figura 11 ilustra operações ilustrativas que podem ser realizadas por um eNodeB, enquanto a figura 13 ilustra operações ilustrativas que podem ser realizadas por um UE. Dessa forma, essas figuras podem ser consideradas exemplos específicos de dispositivo das operações 1000 ilustradas na figura 10.

[0093] A figura 11 apresenta operações ilustrativas 1100, realizadas, por exemplo, por uma estação base (BS) para adaptação da estrutura de quadro para sistemas LTE utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado, de acordo com os aspectos da descrição. As operações 1100 podem, opcionalmente, começar em 1102. Em 1102, a BS pode determinar uma ou mais condições de rede. Por exemplo, BS pode determinar que uma grande rajada de dados em downlink é necessária. Em outro exemplo, a BS pode detectar a interferência de outras BSs ou UEs. Em outros exemplos, a BS pode detectar sinais de radar. Em 1104, a BS pode determinar uma estrutura de quadro para comunicações, onde a estrutura de quadro determinada é uma dentre uma pluralidade de estruturas de quadro que podem ser utilizada para comunicações e onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente. Por exemplo, uma estrutura de quadro pode ter uma duração de 10 subquadros, enquanto outra estrutura de quadro pode ter uma duração de 2 subquadros ou uma duração de 5 subquadros. Pode ser apreciado pelos versados na técnica que uma estrutura de quadro pode ter qualquer número de subquadros. Em um exemplo, cada uma dentre a

pluralidade de estruturas de quadro pode ter todos os subquadros como subquadros de uplink ou todos os subquadros como subquadros de downlink, e a estrutura de quadro pode ser determinada com base em um processo de competição de determinação de canal liberado (CCA). Em um aspecto, a determinação pode ser baseada pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede determinadas em 1102. As operações 1100 pode, opcionalmente, continuar em 1106 pela BS realizando uma determinação de canal liberado antes da comunicação com um UE em um ou mais subquadros de downlink da estrutura de quadro. A determinação de canal liberado opcional pode, por exemplo, ser realizada com base em um valor de desvio de um limite de quadro e valores de desvio diferentes podem ser designados para fornecer prioridades diferentes para entidades transmissoras diferentes. Em 1108, as operações 1100 podem, opcionalmente, continuar pela BS determinando uma permissão de transmissão antes da comunicação com o UE em um ou mais subquadros de downlink da estrutura de quadro. Em 1110, a BS pode comunicar com um UE utilizando a estrutura de quadro determinada.

[0094] Em 1112, as operações 1100 podem, opcionalmente, continuar pela BS determinando uma configuração de subquadro, com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede. As operações 1100 pode, opcionalmente, continuar em 1114 pela BS determinando uma periodicidade de determinação de canal liberado (CCA). A periodicidade CCA determinada pode ser opcionalmente baseada pelo menos em parte em uma estrutura de quadro de comprimento menor dentre a pluralidade de estruturas de quadro, e pode ser diferente de uma periodicidade CCA do UE. Em 1116, as operações 1100 podem, opcionalmente, continuar pela BS comunicando uma indicação da estrutura de quadro determinada para o UE. A indicação opcional pode ser

comunicada através, por exemplo de uma transmissão isenta de determinação de canal liberado, um sinal de controle comum, um portador de componente primário e/ou outras técnicas. Em 1118, as operações 1100 podem continuar pela BS recebendo um retorno do UE em um ou mais subquadros da estrutura de quadro. Os subquadros nos quais o retorno é recebido podem, por exemplo, compreender subquadros possuindo uma mesma direção de uplink como subquadros em uma configuração de subquadro de referência e/ou subquadros que são projetados como subquadros de uplink em cada uma dentre as múltiplas configurações de subquadro disponíveis.

[0095] De acordo com determinados aspectos, a BS pode determinar uma configuração de subquadro da estrutura de quadro com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede. Por exemplo, uma parte do quadro pode não possuir qualquer tráfego de dados. A estrutura de quadro pode ser dinamicamente configurada pela BS para ter subquadros inativos para a parte do quadro que não possui tráfego de dados. Em um aspecto envolvendo alta carga de tráfego para o UE, a BS pode configurar a estrutura de quadro para ter mais subquadros de downlink a fim de acomodar o tráfego de dados de downlink. Em um aspecto envolvendo alta carga de tráfego do UE, a BS pode configurar a estrutura de quadro para ter mais subquadros de uplink a fim de acomodar o tráfego de dados de uplink.

[0096] De acordo com determinados aspectos, uma ou mais condições de rede podem compreender pelo menos uma dentre condições de tráfego de rede, condições de interferência, e detecção de radar. Por exemplo, na região regulada pela Comissão de Comunicações Federal (FCC), a detecção de radar pode ocorrer a cada 2 ms, e uma BS pode determinar uma estrutura de quadro sem transmissões DL a pelo menos cada 2 ms, de modo que a BS possa realizar a

detecção de radar necessária. Na região regulamentada pelo Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicações (ETSI), a detecção de radar pode ocorrer a cada 1,5 ms, e uma BS pode determinar uma estrutura de quadro permitindo a detecção de radar (por exemplo, sem transmissões DL durante os tempos de detecção de radar) pelo menos a cada 1,5 ms.

[0097] De acordo com determinados aspectos, a BS pode realizar uma determinação de canal liberado (CCA) antes da comunicação com o UE em um ou mais subquadros de downlink da estrutura de quadro. A CCA pode ser realizada para verificar se o canal de comunicação no espectro de frequência de rádio não licenciado está ocupado. Em determinados aspectos, o desempenho de uma CCA pela BS antes da comunicação com o UE pode compreender a determinação de uma periodicidade de determinação de canal liberado com base pelo menos em parte em uma estrutura de quadro de comprimento menor dentre a pluralidade de estruturas de quadro. Isso pode ajudar a garantir que cada período CCA coincida com uma oportunidade de transmissão possível, independentemente de qual estrutura de quadro está de fato sendo utilizada. Por exemplo, em um sistema onde uma BS seleciona dinamicamente entre as estruturas de quadro de 2 ms, 4 ms, 8 ms ou 10 ms, a BS pode utilizar uma periodicidade CCA de 2 ms. Como outro exemplo, em um sistema onde uma BS seleciona dinamicamente entre as estruturas de quadro de 5 ms ou 10 ms, a BS pode utilizar uma periodicidade CCA de 5 ms. Em ambos esses exemplos, visto que a periodicidade CCA é um fator integral de comprimentos de cada estrutura de quadro, a BS pode evitar precisar mudar as periodicidades CCA quando comutando dinamicamente entre diferentes estruturas de quadro.

[0098] De acordo com determinados aspectos, o desempenho de uma CCA pela BS antes da comunicação com o UE

pode compreender a determinação de uma periodicidade de determinação de canal liberado com base pelo menos em parte em uma transmissão de dados programada. Por exemplo, uma BS pode determinar que a BS irá programar uma transmissão para um UE em 4 ms., e determina uma periodicidade CCA de 4 ms.

[0099] De acordo com determinados aspectos, a BS pode realizar a determinação de canal liberado com uma periodicidade diferente dos UEs na célula servida pela BS. Por exemplo, uma BS pode realizar CCA com uma periodicidade de dez subquadros, enquanto um UE servido realiza CCA com uma periodicidade de dois subquadros.

[0100] De acordo com determinados aspectos, a BS pode realizar uma CCA com base em um valor de desvio de um limite de quadro. Por exemplo, a CCA pode ser realizada em um período de tempo configurável (por exemplo, 30 microssegundos antes) a partir de um limite de quadro.

[0101] Em um aspecto, diferentes valores de desvio podem ser designados para fornecer prioridades diferentes para entidades transmissoras diferentes. Por exemplo, um valor de desvio CCA menor pode ser designado para entidades transmissoras de prioridade inferior, enquanto um valor de desvio CCA maior pode ser designado para as entidades transmissoras de prioridade mais alta. No exemplo, uma entidade transmissão de prioridade mais alta determinará que o canal está liberado e ocupará o canal antes de uma entidade transmissora de prioridade inferior, visto que o valor de desvio CCA maior faz com que a entidade de prioridade mais alta comece e complete a CCA antes da entidade de prioridade mais baixa.

[0102] De acordo com determinados aspectos, o UE pode ter uma periodicidade de determinação de canal liberado (CCA), que é diferente da periodicidade CCA da estação base servidor de UE. Por exemplo, a periodicidade

CCA UE pode ser determinada por um comprimento mais curto possível da estrutura de quadro. No exemplo, se o comprimento de estrutura de quadro mais curto que a BS servidora de um UE utilizará é de 2 milissegundos, o UE pode ter uma periodicidade de determinação de canal liberado de 2 milissegundos.

[0103] De acordo com determinados aspectos, o UE só pode ser permitido transmitir em determinados subquadros correspondentes à periodicidade de determinação de canal liberado de UE. Por exemplo, se um UE possuir uma periodicidade de canal liberado dos quatro subquadros, o UE só poderá transmitir em cada quarto subquadro.

[0104] De acordo com determinados aspectos, a BS pode sinalizar uma indicação de uma estrutura de quadro adaptada para o UE servido. A indicação pode ser sinalizada através de pelo menos um dentre: uma transmissão isenta de determinação de canal liberado (CET), um sinal de controle comum, ou um portador de componente primário (por exemplo, a sinalização de portador cruzado de um portador componente primário enquanto utiliza a agregação de portador). A indica pode compreender uma indicação de pelo menos um dentre uma razão de subquadros de uplink para downlink (por exemplo, sete subquadros DL para três subquadros UL), uma estrutura de quadro selecionada (por exemplo, configuração de subquadro 4 ilustrada na figura 7), ou uma configuração CCA e prioridade (por exemplo, realizar CCA com um período de 2 ms e uma prioridade de um em uma escala de um para quatro). A estrutura de quadro ou configuração CCA pode ser uma que é preferida pela BS e, em qualquer momento determinado, a estrutura de quadro real ou configuração CCA em uso pela BS pode ser diferente, por exemplo, com base em mudanças nas condições de rede. Por exemplo, a estrutura de quadro real em uso por uma BS pode ser selecionada pela BS

com base em uma transmissão detectada durante uma CCA. No exemplo, no entanto, para simplificar a operação UE e reduzir o overhead de sinalização, um UE pode basear a periodicidade CCA na estrutura de quadro preferida ou configuração CCA preferida.

[0105] De acordo com determinados aspectos, a BS pode receber o retorno do UE em determinados subquadros da estrutura de quadro. Os subquadros podem compreender, por exemplo, subquadros que são designados como subquadros de uplink em uma configuração de subquadro de referência, ou subquadros que são designados como subquadros de uplink em cada uma das múltiplas configurações de subquadro disponíveis, similares aos subquadros âncora como discutido acima. Um exemplo de subquadros âncora para uma estrutura de quadro adaptativa para sistemas de comunicações sem fio utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado é o primeiro ou primeiros (por exemplo, três) subquadros da estrutura de quadro adaptativa sempre designados como subquadros de downlink e o último ou últimos (por exemplo, dois) subquadros da estrutura de quadro adaptativo sempre designados como subquadros de uplink.

[0106] A figura 12 ilustra uma linha de tempo ilustrativa 1200 incluindo várias estruturas de quadro adaptativas ilustrativas, de acordo com os aspectos da presente descrição. Na figura 12, os subquadros rotulados "D" são subquadros de downlink, os subquadros rotulados "S" são subquadros especiais onde a direção de transmissão pode mudar de downlink para uplink, e subquadros rotulados "I" são subquadros inativos. Um sinal de controle comum (por exemplo, no espectro de frequência de rádio licenciado) pode ser enviado, por exemplo, no momento 1202, a partir de uma estação base para permitir uma adaptação rápida das estruturas de quadro. A estrutura de quadro adaptativa pode

permitir a adaptação de carga de tráfego. Um sinal de controle comum pode permitir dinamicamente subquadros inativos onde não existem transmissões a serem realizadas, por exemplo, onde o espectro de frequência de rádio não licenciado é utilizado para um downlink suplementar (SDL) e não existem transmissões a serem realizadas no SDL, como ilustrado em 1204 e 1210. Para cargas de tráfego grandes, a estrutura de quadro adaptativa (e sinal de controle comum) podem ser configuradas para duração de quadro de 10 milissegundos, como ilustrado em 1206. Para cargas de baixo tráfego, a estrutura de quadro adaptativa pode ser configurada com uma duração de quadro menor; por exemplo, um comprimento de quadro de 2 milissegundos, como ilustrado em 1208. Uma CCA pode ser realizada periodicamente de acordo com a estrutura de quadro possuindo uma duração de quadro especificada. As mudanças de direção podem ser realizadas para cada período de quadro.

[0107] Uma estrutura de quadro adaptativa também pode suportar a detecção de radar, por exemplo, suportando uma estrutura de quadro onde os quadros são tão curtos quanto ou mais curtos do que um período de detecção de radar necessário. A detecção de radar pode ser programada em um quadro de tempo dependente de região; por exemplo, algumas regiões podem exigir a detecção de radar a cada 2 milissegundos, enquanto outras regiões podem exigir a detecção de radar a cada 1,5 milissegundos. A adaptação dependente de carregamento (por exemplo, tempo de inatividade adicional) pode auxiliar na detecção de radar, por exemplo, permitindo a detecção de radar adicional durante o tempo de inatividade.

[0108] A figura 13 apresenta operações ilustrativas 1300, realizadas, por exemplo, por um equipamento de usuário (UE), para adaptação da estrutura de

quadro para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado, de acordo com os aspectos da presente descrição. As operações 1300 podem ser consideradas complementares às operações 1100, descritas acima com referência à figura 11. Um UE pode iniciar, opcionalmente, operações 1300 em 1302, pela determinação de uma ou mais condições de rede, onde as condições de rede podem, por exemplo, compreender condições de tráfego de rede, condições de interferência, detecção de radar ou outras condições de rede. Em 1304, o UE pode determinar uma estrutura de quadro para comunicações, onde a estrutura de quadro determinada é uma dentre uma pluralidade de estruturas de quadro que pode ser utilizada para comunicações e onde cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente. A estrutura de quadro pode, por exemplo, ser determinada com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede. Em um exemplo, cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro pode ter todos os subquadros como subquadros de uplink ou todos os subquadros como subquadros de downlink, e a estrutura de quadro pode ser determinada com base em um processo de competição de determinação de canal liberado (CCA). Em outro exemplo, a estrutura de quadro pode ser determinada com base em uma indicação recebida de uma BS. As operações 1300 pode, opcionalmente, continuar em 1306 pela realização de uma determinação de canal liberado antes da comunicação com a BS em um ou mais subquadros de uplink da estrutura de quadro. A determinação de canal liberado opcional pode, por exemplo, ser realizada com base em um valor de desvio de um limite de quadro, e diferentes valores de desvio podem ser designados para fornecer prioridades diferentes para diferentes entidades transmissoras. Em 1308, as operações

1300 podem, opcionalmente, continuar pela determinação de uma permissão de transmissão antes da comunicação com a BS em um ou mais subquadros de uplink da estrutura de quadro. Por exemplo, o UE pode não poder transmitir durante um período de tempo futuro devido à comunicação por outra entidade de rede utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado. Em tais casos, o período CCA pode ser referido como uma "CCA virtual", visto que o UE pode realizar uma CCA para o período de tempo, mas se abster de transmitir apesar de a CCA indicar que o canal está liberado. Em alguns casos, o UE pode não realizar de fato a CCA se não puder transmitir. Em 1310, o UE comunica com a BS utilizando a estrutura de quadro determinada.

[0109] As operações 1300 podem, opcionalmente, continuar em 1314 pelo UE determinando uma periodicidade de determinação de canal liberado (CCA). A periodicidade CCA determinada pode ser opcionalmente baseada pelo menos em parte em uma estrutura de quadro de comprimento mais curto dentre a pluralidade de estruturas de quadro, e pode ser diferente de uma periodicidade CCA da BS. Em 1318, as operações 1300 podem continuar pelo UE transmitindo o retorno para a BS em um ou mais subquadros da estrutura de quadro. Os subquadros nos quais o retorno é transmitido, podem, por exemplo, compreender subquadros possuindo uma mesma direção de uplink que os subquadros em uma configuração de subquadro de referência e/ou subquadros que são designados como subquadros de uplink em cada uma dentre as múltiplas configurações de subquadro disponíveis.

[0110] De acordo com determinados aspectos, o UE pode realizar uma determinação de canal liberado antes da comunicação com a BS em um ou mais subquadros de uplink da estrutura de quadro. Por exemplo, uma BS pode programar um UE para realizar uma transmissão de uplink (UL) em uma

frequência no espectro de frequência de rádio não licenciado. No exemplo, o UE realiza uma CCA na frequência e deve encontrar a frequência liberada antes de iniciar a transmissão UL. Ainda no exemplo, se o UE não encontrar a frequência liberada, o UE não realizará a transmissão UL e pode transmitir uma solicitação de programação (SR) ou realizar outras etapas para obter uma nova concessão UL da BS.

[0111] De acordo com determinados aspectos, o UE pode ter uma periodicidade de determinação de canal liberado determinada por um comprimento mais curto da estrutura de quadro. Por exemplo, um UE pode suportar estruturas de quadro onde o comprimento dos quadros varia de 2 ms para 10 ms. No exemplo, o UE é configurado para ter uma periodicidade CCA de 2 ms, visto que é o comprimento mais curto das estruturas de quadro suportadas. Em um aspecto, o UE pode só ser permitido transmitir em determinados subquadros correspondendo à periodicidade de determinação de canal liberado UE. Por exemplo, um UE pode ser configurado com uma periodicidade CCA de 4 ms, e o UE só pode transmitir em cada quarto subquadro, depois da realização de uma CCA.

[0112] De acordo com determinados aspectos, o UE pode determinar uma periodicidade de determinação de canal liberado com base pelo menos em parte em uma transmissão de dados programada. Por exemplo, um UE pode ser programado de forma semipersistente para realizar uma transmissão de dados em cada oitavo subquadro, e o UE pode determinar uma periodicidade CCA de 8 ms, com base nas transmissões de dados programadas de forma semipersistente.

[0113] De acordo com determinados aspectos, o UE pode realizar uma determinação de canal claro com base em um valor de desvio de um limite de quadro. Por exemplo, a

CCA pode ser realizada em um período de tempo configurável (por exemplo, 20 microssegundos antes) de um limite de quadro.

[0114] De acordo com determinados aspectos, diferentes valores de desvio podem ser designados para fornecer prioridades diferentes para entidades transmissoras diferentes. Por exemplo, um valor de desvio CCA de vinte microssegundos pode ser designado para UEs de uma célula, enquanto um valor de desvio CCA de trinta microssegundos pode ser designado para uma BS de uma célula vizinha. No exemplo, a BS determinará que o canal está liberado e ocupará o canal (por exemplo, para realizar uma transmissão DL) antes dos UEs.

[0115] De acordo com determinados aspectos, a determinação de uma estrutura de quadro, como apresentado na figura 13, pode compreender o recebimento de sinalização de uma indicação da estrutura de quadro adaptada pelo UE. A indicação pode ser recebida através de pelo menos um dentre uma transmissão isenta de determinação de canal liberado, um sinal de controle comum, ou de outro portador de componente. A indicação pode compreender uma indicação de pelo menos um dentre uma razão de subquadros de uplink para downlink (por exemplo, três subquadros UL para sete subquadros DL), uma prioridade CCA, ou uma estrutura de quadro (por exemplo, três subquadros DL seguidos por um subquadro especial, então um subquadro UL, e então cinco subquadros inativos). Por exemplo, um UE pode receber um sinal da BS servidora do UE que a razão dos subquadros de downlink para uplink no espectro de frequência de rádio não licenciado de oito para dois, e o sinal pode ser enviado através de um portador de componente primário no espectro de frequência de rádio licenciado.

[0116] De acordo com determinados aspectos, o UE pode transmitir retorno para a BS em determinados subquadros da estrutura de quadro. De acordo com determinados aspectos, determinados subquadros podem compreender subquadros que são designados como subquadros de uplink em uma configuração de subquadro de referência ou subquadros que são designados como subquadros de uplink em cada uma das múltiplas configurações de subquadro disponíveis. Por exemplo, o subquadro 1 pode ser designado como um subquadro de uplink em todas as configurações de subquadro disponíveis de uma célula implementando a estrutura de quadro adaptativa para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado, e um UE pode transmitir um retorno para a BS servidora de UE no subquadro 1 de cada quadro.

[0117] De acordo com determinados aspectos, o UE pode realizar a determinação de canal liberado de uplink dependente do sucesso da determinação de canal liberado de downlink. Por exemplo, quando múltiplos operadores compartilham o mesmo espectro, cada uma das estações base do operador pode realizar uma CCA DL. No exemplo, os resultados das CCAs DL podem determinar qual operador estará utilizando o quadro (por exemplo, se as CCAs DL das estações base do operador indicarem o canal como estando liberado, esse operador pode utilizar o quadro e outros operadores não), e apenas os UEs desse mesmo operador podem realizar CCA UL. Ainda no exemplo, os UEs de outros operadores não podem utilizar o quadro visto que os UEs de outros operadores não podem realizar CCA UL.

[0118] De acordo com determinados aspectos, CCA DL e UL podem ocorrer em um limite de quadro, e a mesma direção de transmissão pode ser utilizada durante toda a duração de quadro. Por exemplo, se CCA DL for bem-sucedida,

todo o quadro pode ser utilizado para transmissão DL. No exemplo, se CCA UL for bem-sucedida, todo o quadro pode ser utilizado para a transmissão UL.

[0119] Como mencionado acima, quando da implementação de LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado, um procedimento LBT (por exemplo, uma CCA) deve ser realizada antes de cada mudança na direção de transmissão (por exemplo, downlink para uplink ou uplink para downlink). Pela configuração de uma CCA de uma duração que é curta o suficiente, a detecção da energia na CCA pode ser mais rápida do que a detecção de um sinal, e, portanto, a realização da CCA curta o suficiente pode exigir menos overhead do que a detecção de um sinal.

[0120] Em alguns casos, para se corresponder às exigências de regulamentação e permitir um limite de uplink/downlink adaptativo, uma CCA virtual, como descrito acima com referência à figura 13, pode ser implementado nos dispositivos implementando a estrutura de quadro adaptativa para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado. Como descrito acima, uma CCA virtual geralmente se refere a um período CCA que coincide com um período de transmissão quando o dispositivo não transmite um sinal, mesmo se a CCA indicar que o canal está livre (por exemplo, o dispositivo não possui permissão de transmissão). Um dispositivo implementando a estrutura de quadro adaptativa para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado pode precisar realizar um procedimento LBT (por exemplo, uma CCA) em cada mudança na direção de transmissão, e o dispositivo pode ser configurado para realizar um procedimento LBT em cada mudança na direção de transmissão.

[0121] A figura 14 ilustra uma linha de tempo ilustrativa 1400 incluindo uma estrutura de quadro de

downlink adaptativa utilizando CCAs reais com permissão para transmitir e CCAs virtuais sem permissão para transmitir de acordo com um aspecto da presente descrição. Uma combinação de CCAs reais e CCAs virtuais pode ser utilizada para se conformar às exigências de regulamentação e permitir mudanças adaptativas nas estruturas de quadro possuindo diferentes durações de quadro. Uma CCA real pode ser realizada por um UE ou BS que possui permissão para transmitir (por exemplo, o UE ou BS realizou uma solicitação de envio e permuta de sinal de liberado para envio (RTS/CTS)), e uma CCA virtual pode ser realizada quando um UE não tem permissão para transmitir. Em um aspecto, uma CCA real ou uma CCA virtual podem ser realizadas depois de um período de tempo igual à duração de quadro mais curta (um "período CCA") das estruturas de quadro utilizadas para comunicar entre o UE e a estação base. Por exemplo, em um aspecto das comunicações entre um UE e BS incluindo uma estrutura de quadro possuindo uma duração de quadro de 10 milissegundos (por exemplo, estrutura de quadro LTE padrão) e uma estrutura de quadro adaptativa possuindo uma duração de quadro de 2 milissegundos, a periodicidade CCA pode ser configurada para 2 milissegundos (por exemplo, uma CCA real ou CCA virtual pode ser realizada a cada 2 milissegundos). Enquanto a duração de quadro é maior do que o período CCA, como em 1410, uma CCA real pode ser realizada no começo de cada quadro, como ilustrado em 1402 e 1404. Entre os inícios de quadro, uma CCA virtual 1406 pode ser realizada a cada período CCA. Quando a duração de quadro é alterada de forma adaptativa para ser igual ao período CCA, como em 1412, uma CCA real 1408 pode ser realizada no começo de cada quadro, e CCAs virtuais podem não ser necessárias até

que a duração de quadro seja alterada de forma adaptativa para ser diferente do período CCA.

[0122] A figura 15 ilustra uma linha de tempo ilustrativa 1500 para transmissões em uma célula implementando diferentes periodicidades CCA entre um eNB e um UE dentro de uma estrutura de quadro adaptativa, de acordo com os aspectos da presente descrição. Essa linha de tempo pode ser utilizada com a agregação de portador ou para uso independente do espectro de frequência de rádio não licenciado. Visto que eNB controla a programação do tráfego de dados de downlink e, portanto, possui a informação referente à adaptação de várias estruturas de quadro à frente do tempo, a periodicidade CCA para o eNB pode ser determinada pelo eNB e pode ser mais eficiente do que a periodicidade CCA para o UE. Por exemplo, no lado de downlink, uma CCA 1502 pode ser realizada a cada 10 milissegundos (por exemplo, no começo de cada quadro LTE) para permitir tráfego de dados de downlink pesado. No lado de uplink, pode haver três tipos diferentes de CCAs de uplink: CCAs com sinal de sinalização de utilização de canal (CUBS) 1504; CCAs sem CUBS 1506; e CCAs virtuais 1508 quando o UE não tem permissão para transmitir dados. Em uma CCA com CUBS, um dispositivo realiza uma CCA e transmite um sinal no canal tão logo o dispositivo determine que o canal está liberado, de modo que outros dispositivos realizando CCAs ouçam o sinal e determinem que o dispositivo irá transmitir no canal. O UE pode adaptar uma periodicidade CCA, com base pelo menos em parte em uma transmissão de canal. Por exemplo, em 1510, o UE recebe uma transmissão indicando uma nova configuração TDD para os quadros no espectro de frequência de rádio não licenciado, e adapta uma nova periodicidade CCA para CCAs com CUBS 1504.

[0123] Visto que o UE pode não conhecer o tráfego de dados antecipadamente, o UE pode adaptar uma periodicidade CCA que combina a duração de quadro menor a fim de permitir a transmissão utilizando a estrutura de quadro possuindo a duração de quadro menos. Por exemplo, o UE pode adaptar uma periodicidade CCA igual à duração de quadro menor dentre a pluralidade de estruturas de quadro utilizadas para comunicar entre o eNB e o UE.

[0124] A figura 16 ilustra uma linha de tempo ilustrativa 1600 para transmissões em uma célula utilizando uma estrutura de quadro adaptativa com vários sinais para indicar uma mudança de estrutura de quadro, de acordo com os aspectos da presente descrição. Em cada CET, como em 1602, a estrutura de quadro preferida pode ser difundida. Uma razão de uplink/downlink preferida ou prioridade CCA também pode ser difundida. Em outro aspecto, um sinal de controle comum pode ser enviado no começo de cada quadro, ou antes de cada quadro, como em 1604, a fim de indicar a estrutura de quadro do quadro. O sinal de controle comum pode ser uma indicação dinâmica e pode ser multidifundida para todos os usuários associados com um operador. Em um sistema utilizando a agregação de portador, a sinalização de controle pode ser realizada para todos os portadores agregados no PCC. Por exemplo, uma célula pode utilizar agregação de portador com um PCC no espectro de frequência de rádio licenciado, um SCC no espectro de frequência de rádio licenciado, e um SCC no espectro de frequência de rádio não licenciado. No exemplo, a célula pode programar as transmissões no PCC e ambos SCCs utilizando sinalização transmitida no PCC.

[0125] A figura 17 ilustra uma linha de tempo ilustrativa 1700 de transmissões para uma célula utilizando TDD em um portador de componente primário e uma estrutura

de quadro adaptativa para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado em um portador de componente secundário utilizado como um downlink secundário (SDL), incluindo subquadros âncora 1702 e subquadros de referência 1704, de acordo com os aspectos da presente descrição. Subquadros âncora em configurações TDD diferentes podem suportar HARQ em SDL. Por exemplo, uma célula pode configurar u SDL utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado e realizar eIMTA em um portador de componente primário. No exemplo, a célula pode receber HARQ ACK/NAKs, para transmissões em SDL, em subquadros âncora no portador de componente primário. Ainda no exemplo, os UEs podem ser configurados para transmitir todos os ACK/NAKs HARQ nos subquadros âncora, de modo que ACK/NAKs HARQ sempre encontrem uma interferência mínima. Em outro aspecto, os subquadros de referência de um subconjunto comum de configurações TDD (por exemplo, subquadros UL de uma configuração de subquadro de referência) podem suportar HARQ em um SDL.

[0126] De acordo com determinados aspectos, um quadro em um portador de componente no espectro de rádio não licenciado pode ser utilizado totalmente para transmissões em downlink, ou totalmente para transmissões em uplink. Uma BS pode realizar uma CCA de downlink no começo de um quadro a fim de determinar se o portador de componente está disponível para transmissões em downlink durante o quadro. Uma BS pode transmitir um sinal de sinalizador de utilização de canal (CUBS) depois da finalização bem-sucedida da CCA. O recebimento de CUBS pelos UEs e outras BSs pode fazer com que as CCAs realizadas pelos UEs e BSs indiquem que o canal está ocupado.

[0127] De acordo com determinados aspectos, as estações base operadas por diferentes operadores podem utilizar os mesmos limites de quadro no espectro de frequência de rádio não licenciado. Pela utilização dos mesmos limites de quadro, as BSs podem realizar CCAs na mesma linha de tempo. Adicionalmente, as BSs controladas por esses operadores podem utilizar um quadro para uplink ou downlink da mesma forma que as BSs vizinhas. Isso pode reduzir as interferências eNB-eNB, UE-UE e eNB-UE no espectro de frequência de rádio não licenciado.

[0128] De acordo com determinados aspectos, diferentes operadores podem engatar em um protocolo com base em competição para determinar a direção DL ou UL para um quadro bloquear outros dispositivos a partir da transmissão na direção oposta durante a duração de quadro. A competição CCA pode ser realizada no limite do quadro para ambos UL e DL, além de para operadores diferentes. De acordo com esses aspectos, para resolver qual operador pode utilizar um canal no espectro compartilhado não licenciado, um processo de competição pode ser utilizado. O processo de competição pode designar prioridades para operadores diferentes. As prioridades designadas para operadores diferentes podem fazer com que os operadores diferentes realizem CCA em momentos diferentes (por exemplo, um desvio de tempo curto entre as CCAs realizadas pelos operadores diferentes). Um operador possuindo uma prioridade mais alta pode iniciar uma CCA mais cedo do que outros operadores possuindo uma prioridade inferior, e o operador que realiza a CCA anterior pode fechar o canal (por exemplo, pela transmissão de CUBS) e impedir outras transmissões durante a duração do quadro. Por exemplo, o operador A e o operador B podem, cada um, operar uma BS em uma célula utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado, com um

acordo entre o operador A e o operador B que utilizarão os limites de quadro sincronizados e que o operador A tenha uma prioridade mais alta. No exemplo, o operador A pode utilizar um desvio CCA de trinta microssegundos, enquanto o operador B pode utilizar um desvio CCA de vinte microssegundos. No exemplo, a BS do operador A pode programar uma transmissão no espectro de frequência de rádio não licenciado em um quadro e começar uma CCA trinta microssegundos antes do começo do quadro. Ainda no exemplo, a BS do operador B também pode programar uma transmissão no espectro de frequência de rádio não licenciado no quadro e começar uma CCA vinte microssegundos antes do começo do quadro. No exemplo, a CCA da BS do operador A será completada antes da CCA da BS do operador B, e a BS do operador A pode encerrar o canal (por exemplo, pela transmissão de CUBS) para evitar que a BS do operador B transmita no espectro de frequência de rádio não licenciado.

[0129] De acordo com determinados aspectos, um processo de competição pode incluir designar uma prioridade para uma CCA de downlink e uma CCA de uplink. Por exemplo, CCAs DL podem ser priorizadas à frente das CCAs UL, de modo que uma BS possa realizar uma CCA DL e transmitir CUBS antes de um UE completar uma CCA UL. No exemplo, o UE realizando a CCA UL pode receber CUBS, que faz com que a CCA UL pelo UI indique que o canal não está liberado.

[0130] De acordo com determinados aspectos, a prioridade das CCAs DL e UL pode ser ajustada, que pode permitir que uma CCA UL seja completada antes de uma CCA DL ser completada. Um UE completando uma CCA UL pode transmitir CUBS. As estações base realizando CCAs DL podem receber CUBS, que podem fazer com que CCA DL pelas estações base indiquem que o canal não está liberado. Por exemplo,

uma entidade de rede núcleo pode determinar que o congestionamento de rede causou um acúmulo de backlog de dados UL nos UEs servidos por uma BS. No exemplo, a rede núcleo pode fazer com que a BS transmita um sinal de controle alterando a prioridade de CCAs DL e CCAs UL, de modo que as CCAs UL tenham uma prioridade maior. Ainda no exemplo, UEs com dados para transmitir podem completar CCAs UL e transmitir CUBS antes das entidades realizando CCAs DL (por exemplo, femto nós e nós retransmissores) e os UEs podem realizar transmissões UL no espectro de frequência de rádio não licenciado para ajudar a liberar o backlog de dados do UE a ser transmitido.

[0131] De acordo com determinados aspectos, as oportunidades CCA para os operadores são compartilhadas entre os operadores em DL com limites de subquadro fixos. De acordo com esses aspectos, um UE pode realizar uma CCA interoperador, e se a CCA interoperador for bem-sucedida, o UE pode realizar uma CCA intraoperador. Isso é, um UE pode realizar uma CCA interoperador para determinar que nenhum outro operador esteja utilizando o canal e então realiza uma CCA intraoperador para determinar que os UEs e as BSs associados com o operador do UE não estejam utilizando o canal. De acordo com outro aspecto, o limite CCA UL pode ser diferente através dos operadores, mas dependente da CCA DL, visto que se uma CCA DL for bem-sucedida, uma CCA UL do mesmo operador pode ser permitida. No entanto, se uma CCA DL falhar, então uma CCA UL pode não ser permitida.

[0132] De acordo com determinados aspectos, estruturas de quadro adaptativas para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado podem ser implementadas com FDD implementada no espectro de frequência de rádio licenciado e um SDL no espectro de frequência de rádio não licenciado. Tal implementação pode

ter um comprimento de transmissão de downlink variável. Mudanças dinâmicas de estrutura de quadro CCA e duração de transmissão DL podem ser utilizadas para adaptação de tráfego, redução de interferência, e detecção de radar.

[0133] De acordo com determinados aspectos, as estruturas de quadro adaptativas para comunicações sem fio utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado podem ser implementadas com TDD implementada em um espectro de frequência de rádio licenciado com eIMTA e um SDL no espectro de frequência de rádio não licenciado. Em um aspecto, uma configuração de referência para a sinalização SDL de espectro de frequência de rádio não licenciado pode ser definida e sinalizada. Uma configuração de referência é uma configuração de subquadro que é utilizada pelos UEs em uma célula em todos os quadros, enquanto a BS da célula pode comutar para outras configurações de subquadro que podem ser similares à configuração de referência. Independentemente da configuração eIMTA real do PCC, a configuração de referência pode ser seguida pelas operações de SDL do espectro de frequência de rádio não licenciado. A configuração de referência pode ser atualizada e sinalizada para UEs através de difusão, difusão em grupo, ou sinalização por unidifusão. O uso de um SDL pode permitir reduções na necessidade por reconfiguração pesada de DL, e isso pode ser considerado com referência à seleção de configuração. De acordo com determinados aspectos, um eNB pode selecionar configurações TDD pesadas de UL para PCC, visto que o espectro de frequência de rádio não licenciado fornece SDL. A configuração de referência pode ser uma configuração de um subconjunto de subquadros em um quadro, onde as direções de "subquadro" são comuns para todas as configurações TDD que a BS pode selecionar.

[0134] Em outro aspecto, outros subquadros da configuração eIMTA podem ser utilizados para sinalização SDL do espectro de frequência de rádio não licenciado. Subquadros âncora podem fornecer sinalização garantida e podem estar disponíveis independentemente da configuração eIMTA selecionada. Um SDL pode não ser diretamente impactado pela adaptação dinâmica do portador licenciado. Um eNB também pode utilizar subquadros âncora para suportar HARQ para SDL com uma redução na eficiência quando comparado com a técnica de utilização de subquadros de referência para suportar HARQ em SDL, descrito acima.

[0135] De acordo com determinados aspectos, estruturas de quadro adaptativas para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado podem ser implementadas com a agregação de portador. Nesses aspectos, PCC pode estar no espectro de frequência de rádio licenciado, enquanto o espectro de frequência de rádio não licenciado fornece um ou mais SCCs. Em um aspecto, a sinalização da configuração desejada da estrutura de quadro adaptativa para uso no espectro de frequência de rádio não licenciado pode ser realizada em um SCC em sinais CET, que podem ser transmitidos uma vez a cada 80 milissegundos. De acordo com outro aspecto, a sinalização da configuração desejada pode ser realizada a partir de PCC, o que pode permitir a adaptação em menos de 80 milissegundos.

[0136] Em aspectos, as estruturas de quadro adaptativas para comunicações sem fio utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado podem ser implementadas com agregação de portador, com FDD implementado no espectro de frequência de rádio licenciado e TDD com eIMTA implementado no espectro de frequência de rádio não licenciado. Em um aspecto, dois períodos CCA diferentes podem ser implementados para transmissões em

downlink e transmissões em uplink no espectro de frequência de rádio não licenciado operando com eIMTA. Downlink pode utilizar um período CCA mais longo para eficiência (por exemplo, um período CCA mais longo significa que menos CCAs são realizadas), enquanto uplink pode utilizar um período CCA mais curto para permitir uma adaptação mais rápida em ambas as direções (por exemplo, CCAs são utilizadas quando da permuta de direções). Em cada período de adaptação eIMTA, a reconfiguração CCA DL/UL pode ser aplicada. Em um desenho ilustrativo, as oportunidades para CCAs de downlink e CCAs de uplink ocorrem com um período de 2 milissegundos, mas algumas CCAs DL e CCAs UL não são realizadas visto que as transmissões DL e UL correspondentes possuem uma prioridade mais baixa ou não são permitidas.

[0137] De acordo com os aspectos da presente descrição, a configuração eIMTA em uma área (por exemplo, uma célula ou uma região maior) no espectro de frequência de rádio não licenciado pode ser realizada por operador, e cada operador pode determinar independentemente a configuração eIMTA que o operador utilizará.

[0138] Em um aspecto, quando as CCAs UL e DL colidem, uma nova configuração pode ser sinalizada a partir de um PCC a fim de determinar a direção de transmissão. Por exemplo, UEs em uma área podem tentar uma CCA UL enquanto eNBs na mesma área estão tentando uma CCA DL, e a CCA UL e CCAs DL podem colidir, de modo que nenhuma das transmissões UL nem DL ocorram. No exemplo, os eNBs podem transmitir uma nova configuração utilizando um sinal em um PCC para determinar a direção de transmissão a ser utilizada na área.

[0139] De acordo com um aspecto, uma razão de tráfego de downlink/uplink para cada período de adaptação eIMTA pode ser sinalizada. De acordo com esse aspecto, um

mapeamento das razões para regras de configuração CCA pode ser definido. Em cada período de adaptação eIMTA, a reconfiguração CCA DL/UL pode ser aplicada. A configuração eIMTA pode ser realizada de acordo com o operador, e cada operador pode determinar independentemente a configuração eIMTA que o operador implementará. Em um desenho ilustrativo, downlink e uplinks podem seguir uma estrutura de quadro de 2 milissegundos para procedimentos LBT (por exemplo, CCA). A sinalização de uma nova configuração de um PCC para determinar a direção de transmissão pode ser utilizada quando as oportunidades CCA colidem, como descrito acima.

[0140] De acordo com os aspectos da presente descrição, TDD pode ser implementada em um portador de componente (CC) no espectro de frequência de rádio licenciado e em um portador de componente no espectro de frequência de rádio não licenciado. Um ou ambos os portadores de componente TDD podem implementar eIMTA. Em um aspecto utilizando eIMTA em um portador de componente no espectro de frequência de rádio licenciado, os subquadros de uma configuração de referência ou subquadros âncora podem ser utilizados para HARQ e sinalização de controle do espectro de frequência de rádio não licenciado TDD CC. Em um aspecto utilizando eIMTA em um portador de componente no espectro de frequência de rádio não licenciado, TDD CC no espectro de frequência de rádio licenciado pode ser utilizado para manusear HARQ para CC eIMTA de espectro de frequência de rádio não licenciado. Em um aspecto utilizando eIMTA em ambos os portadores de componente de espectro de frequência de rádio licenciado e não licenciado, ambos CC TDD de espectro de frequência de rádio licenciado e CCs TDD de espectro de frequência de rádio não licenciados podem ter a mesma configuração.

[0141] De acordo com os aspectos da presente descrição, as estruturas de quadro adaptativas para comunicações sem fio utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado também podem ser implementadas em situações de espectro de frequência de rádio não licenciado independente (SA). Uma situação SA ilustrativa pode resultar em um portador SA com eIMTA no espectro de frequência de rádio não licenciado. Um desenho SA ilustrativo pode ser similar aos desenhos CA como discutido acima, exceto que a sinalização de uma razão DL/UL eIMTA ou uma prioridade CCA nos canais de transmissão isentos CCA (CET) pode ser realizada uma vez a cada 80 milissegundos. No desenho SA ilustrativo, os UEs podem monitorar CET para ajustar as razões DL/UL e/ou prioridade CCA. Prioridade CCA de downlink/uplink pode ser ajustada com base, por exemplo, em transmissões permitidas ou não. Isso é, uma BS pode transmitir um sinal em um período CET para elevar a prioridade das transmissões UL quando um número desproporcional de transmissões UL for impedido em um período de tempo recente (por exemplo, devido ao fato de as CCAs indicarem que o canal se encontra ocupado), ou elevar a prioridade das transmissões DL quando um número desproporcional de transmissões DL for impedido em um período de tempo recente.

[0142] A figura 18 ilustra uma linha de tempo ilustrativa 1800 para transmissões em uma célula utilizando a estrutura de quadro adaptativo para comunicações sem fio utilizando espectro de frequência de rádio não licenciado implementado em espectro de frequência de rádio não licenciado independente sem qualquer portador de componente no espectro de frequência de rádio licenciado. Na linha de tempo ilustrativa, uma BS transmite um canal de difusão físico evoluído (EPBCH) durante um período de transmissão

isento de CCA (CET) 1802 sinalizando uma estrutura de quadro selecionada para um ou mais portadores de componente no espectro de frequência de rádio não licenciado. Como ilustrado, CETs podem ocorrer uma vez a cada 80 milissegundos. Em um aspecto, uma BS pode utilizar um período CCA de 10 subquadros, enquanto um UE pode utilizar um período CCA de 2 subquadros onde a periodicidade de CCAs reais pelos UEs (por exemplo, CCAs UL) pode variar dependendo, por exemplo, de tráfego de dados. Isso é, similar a outros aspectos, uma BS pode realizar uma CCA DL 1804 a cada 10 subquadros, enquanto um UE pode realizar uma CCA UL a cada 2 subquadros. As CCAs UL podem compreender CCAs virtuais UL 1806, CCAs UL com CUBS 1808, e CCAs UL sem CUBS 1810. A periodicidade de cada tipo de CCA UL pode variar dependendo, por exemplo, de permissão de transmissão, e o UE realiza as CCAs (por exemplo, uma CCA virtual, uma CCA com CUBS, ou uma CCA sem CUBS) de acordo com sua periodicidade CCA configurada.

[0143] A figura 19 ilustra uma linha de tempo ilustrativa 1900 para transmissões em uma célula utilizando a estrutura de quadro adaptativa para comunicações sem fio implementada no espectro de frequência de rádio não licenciado independente com eIMTA e um período CCA variável, de acordo com os aspectos da presente descrição. Na linha de tempo ilustrativa, uma BS transmite um canal de difusão físico evoluído (EPBCH) durante um período de transmissão isento de CCA (CET) 1902 sinalizando uma razão de subquadro DL/UL ou uma de quadro selecionada para um ou mais portadores de componentes no espectro de frequência de rádio não licenciado. Como ilustrado, CETs podem ocorrer uma vez a cada 80 milissegundos. Como descrito acima com relação à figura 18, uma BS pode realizar uma CCA DL 1904 a cada 10 subquadros. Em um aspecto, a periodicidade CCA UE

pode não ser fixa, como discutido acima, e pode variar. Por exemplo, um UE pode determinar quando realizar uma operação de uplink (por exemplo, com base nas transmissões programadas pelo UE) e pode variar a periodicidade CCA do UE de acordo. Na linha de tempo ilustrativa 1900, o UE é programado para transmitir uma transmissão UL no primeiro subquadro UL de cada quadro, e, portanto, utiliza uma periodicidade CCA igual à duração de quadro, transmitindo uma CCA UL com CUBS 1906 uma vez a cada 10 ms. Além disso, o UE pode ajustar a periodicidade CCA durante as transições de uma configuração de quadro para uma configuração de quadro diferente, como ilustrado em 1908. Um UE também pode ajustar o período CCA de uplink do UE durante uma transição de uma configuração TDD para outra.

[0144] A figura 20 ilustra um exemplo de um UE 120 configurado para a estrutura de quadro adaptativo para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado. O UE 120 pode ter várias outras configurações e pode ser incluído em ou pode ser parte de um computador pessoal (por exemplo, computador laptop, computador netbook, computador tablet, etc.), um telefone celular, um PDA, um gravador de vídeo digital (DVR), um aparelho conectado à Internet, um console de jogos, um e-reader, etc. O UE 120 pode ter um suprimento de energia interno (não ilustrado), tal como uma bateria pequena, para facilitar a operação móvel. O UE 120 pode ser configurado para implementar pelo menos algumas das características e funções descritas acima com relação às figuras de 1 a 19. Por exemplo, o UE 120 pode ser capaz de realizar as operações apresentadas nas figuras 10 e 13.

[0145] O UE 120 pode incluir um módulo processador 2010, um módulo de memória 2020, um módulo transceptor 2040, antenas 2050, e um módulo de modos UE

2060. Cada um desses componentes pode estar em comunicação com o outro, direta ou indiretamente, através de um ou mais barramentos 2005.

[0146] O módulo de memória 2020 pode incluir memória de acesso randômico (RAM) e memória de leitura apenas (ROM). O módulo de memória 2020 pode armazenar código de software legível por computador e executável por computador (SW) 2025 contendo instruções que são configuradas para, quando executadas, fazer com que o módulo de processador 2010 realize várias funções descritas aqui para utilização das comunicações com base em LTE em um canal não licenciado. Alternativamente, o código de software 2025 pode não ser diretamente executável pelo módulo processador 2010, mas pode ser configurado para fazer com que o computador (por exemplo, quando compilado e executado) realize as funções descritas aqui.

[0147] O módulo processador 2010 pode incluir um dispositivo de hardware inteligente, por exemplo, uma unidade de processamento central (CPU), um micro controlador, um circuito integrado específico de aplicativo (ASIC), etc. O módulo processador 2010 pode processar a informação recebida através do módulo transceptor 2040 e/ou pode ser enviado para o módulo transceptor 2040 para transmissão através das antenas 2050. O módulo processador 2010 pode manusear, sozinho ou com relação ao módulo dos modos UE 2060, vários aspectos de utilização de comunicações com base em LTE em um canal não licenciado.

[0148] O módulo transceptor 2040 pode ser configurado para comunicar de forma bidirecional com as estações base (por exemplo, estações base 110). O módulo transceptor 2040 pode ser implementado como um ou mais módulos transmissores e um ou mais módulos receptores separados. O módulo transceptor 2040 pode suportar as

comunicações em um espectro de frequência de rádio licenciado e em um espectro de frequência de rádio não licenciado. O módulo transceptor 2040 pode incluir um modem configurado para modular os pacotes e fornecer os pacotes modulados para as antenas 2050 para transmissão, e para demodular os pacotes recebidos das antenas 2050. Enquanto o UE 120 pode incluir uma única antena, pode haver modalidades nas quais o UE 120 inclui múltiplas antenas 2050.

[0149] De acordo com a arquitetura da figura 20, o UE 120 pode incluir adicionalmente um módulo de gerenciamento de comunicações 2030. O módulo de gerenciamento de comunicações 2030 pode gerenciar as comunicações com vários pontos de acesso. O módulo de gerenciamento de comunicações 2030 pode ser um componente do UE 120 em comunicação com alguns ou todos os outros componentes do UE 120 através de um ou mais barramentos 2005. Alternativamente, a funcionalidade do módulo de gerenciamento de comunicações 2030 pode ser implementada como um componente do módulo transceptor 2040, como um produto de programa de computador, e/ou como um ou mais elementos controladores do módulo processador 2010.

[0150] O módulo de modos UE 2060 pode ser configurado para realizar e/ou controlar parte ou todas as funções ou aspectos descritos com relação à figura 13 e relacionados com a utilização de comunicações com base em LTE em um canal não licenciado. Por exemplo, o módulo de modos UE 2060 pode ser configurado para suportar um modo de downlink suplementar, um modo de agregação de portador, e/ou um modo independente. O módulo de modos UE 2060 pode incluir um módulo LTE 2061 configurado para manusear as comunicações LTE no espectro de frequência de rádio licenciado e um módulo de frequência de rádio não

licenciado 2062 configurado para manusear as comunicações LTE e comunicações além de LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado. O módulo de modos UE 2060, ou partes do mesmo, pode ser um processador. Ademais, parte ou toda a funcionalidade do módulo de modos UE 2060 pode ser realizada pelo módulo processador 2010 e/ou com relação ao módulo processador 2010.

[0151] Voltando-se à figura 21, um diagrama 2100 é ilustrado mostrando uma estação base ou eNB 110a configurado para a estrutura de quadro adaptativa para comunicações sem fio utilizando o espectro de frequência de rádio não licenciado. O eNodeB 110a pode ser configurado para implementar pelo menos algumas das características e funções descritas acima com relação às figuras 1 a 19. Por exemplo, eNodeB 110a pode ser capaz de realizar as operações ilustradas nas figuras 10 e 11. O eNodeB 110a pode incluir um módulo processador 2110, um módulo de memória 2120, um módulo transceptor 2130, antenas 2140 e um módulo de modos de estação base 2190. As estações base 110 também podem incluir um ou ambos um módulo de comunicações de estação base 2160 e um módulo de comunicações de rede 2170. Cada um desses componentes pode estar em comunicação com outro, direta ou indiretamente, através de um ou mais barramentos 2105.

[0152] O módulo de memória 2120 pode incluir RAM e ROM. O módulo de memória 2120 também pode armazenar código de software legível por computador e executável por computador (SW) 2125 contendo instruções que são configuradas para, quando executadas, fazer com que o módulo processador 2110 realize várias funções descritas aqui para utilização de comunicações com base em LTE em um canal não licenciado. Alternativamente, o código de software 2125 pode não ser diretamente executável pelo

módulo processador 2110, mas pode ser configurado para fazer com que o computador, por exemplo, quando compilado e executado, realize as funções descritas aqui.

[0153] O módulo processador 2110 pode incluir um dispositivo de hardware inteligente, por exemplo, uma CPU, um micro controlador, um ASIC, etc. O módulo processador 2110 pode processar a informação recebida através do módulo transceptor 2130, o módulo de comunicações de estação base 2160 e/ou o módulo de comunicações de rede 2170. O módulo processador 2110 também pode processar informação a ser enviada para o módulo transceptor 2130 para transmissão através das antenas 2140, para o módulo de comunicações de estação base 2160, e/ou para o módulo de comunicações de rede 2170. O módulo processador 2110 pode manusear, sozinho ou com relação ao módulo de modos de estação base 2190, vários aspectos da utilização de comunicações com base em LTE em um canal não licenciado.

[0154] O módulo transceptor 2130 pode incluir um modem configurado para modular os pacotes e fornecer os pacotes modulados para as antenas 2140 para transmissão, e para demodular os pacotes recebidos das antenas 2140. O módulo transceptor 2130 pode ser implementado como um ou mais módulos transmissores e um ou mais módulos receptores separados. O módulo transceptor 2130 pode suportar as comunicações em um espectro de frequência de rádio licenciado e em um espectro de frequência de rádio não licenciado. O módulo transceptor 2130 pode ser configurado para comunicar de forma bidirecional, através das antenas 2140, com um ou mais UEs 120. O eNodeB 110a pode incluir tipicamente múltiplas antenas 2140 (por exemplo, um conjunto de antenas). O eNodeB 110a pode comunicar com um controlador de rede 130-a através do módulo de comunicações de rede 2170. O eNodeB 110a pode comunicar com outras

estações base, tal como o eNodeB 110b e o eNodeB 110c, utilizando o módulo de comunicações de estação base 2160.

[0155] De acordo com a arquitetura da figura 21, o eNodeB 110a pode incluir adicionalmente um módulo de gerenciamento de comunicações 2150. O módulo de gerenciamento de comunicações 2150 pode gerenciar as comunicações com estações e/ou outros dispositivos. O módulo de gerenciamento de comunicações 2150 pode estar em comunicação com alguns ou todos os outros componentes do eNodeB 110a através do barramento ou barramentos 2105. Alternativamente, a funcionalidade do módulo de gerenciamento de comunicações 2150 pode ser implementada como um componente do módulo transceptor 2130, como um produto de programa de computador, e/ou como um ou mais elementos controladores do módulo processador 2110.

[0156] O módulo de modos de estação base 2190 pode ser configurado para realizar e/ou controlar algumas ou todas as funções ou aspectos descritos nas figuras 10 e 11 relacionados à utilização de comunicações com base em LTE em um canal não licenciado. Por exemplo, o módulo de modos de estação base 2190 pode ser configurado para suportar um modo de downlink suplementar, um modo de agregação de portador, e/ou um modo independente. O módulo de modos de estação base 2190 pode incluir um módulo LTE 2191 configurado para manusear as comunicações LTE no espectro de frequência de rádio licenciado e um módulo de espectro de frequência de rádio não licenciado 2192 configurado para manusear comunicações LTE no espectro de frequência de rádio não licenciado. O módulo de modos de estação base 2190, ou partes do mesmo, pode ser um processador. Ademais, parte ou toda a funcionalidade do módulo de modos da estação base 2190 pode ser realizada

pelo módulo processador 2110 e/ou com relação ao módulo processador 2110.

[0157] Os versados na técnica compreenderão que a informação e os sinais podem ser representados utilizando-se qualquer uma dentre uma variedade de diferentes tecnologias e técnicas. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informação, sinais, bits, símbolos, e chips que podem ser referidos por toda a descrição acima podem ser representados por voltagens, correntes, ondas eletromagnéticas, partículas ou campos magnéticos, partículas ou campos óticos, ou qualquer combinação dos mesmos.

[0158] Os versados na técnica apreciarão adicionalmente que os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos, circuitos e etapas de algoritmo descritos com relação à descrição apresentada aqui podem ser implementados como hardware eletrônico, software de computador, ou combinações de ambos. Para se ilustrar com clareza essa capacidade de intercâmbio de hardware e software, vários componentes ilustrativos, blocos, módulos, circuitos e etapas foram descritos acima geralmente em termos de sua funcionalidade. Se tal funcionalidade é implementada como hardware ou software depende da aplicação particular e das restrições de desenho impostas ao sistema como um todo. Os versados na técnica podem implementar a funcionalidade descrita de várias formas para cada aplicação em particular, mas tais decisões de implementação não devem ser interpretadas como responsáveis pelo distanciamento do escopo da presente descrição.

[0159] Os vários blocos lógicos, módulos e circuitos ilustrativos descritos com relação à descrição apresentada aqui podem ser implementados ou realizados com um processador de finalidade geral, um processador de sinal

digital (DSP), um circuito integrado específico de aplicativo (ASIC), um conjunto de porta programável em campo (FPGA), ou outro dispositivo lógico programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos, ou qualquer combinação dos mesmos projetada para realizar as funções descritas aqui. Um processador de finalidade geral pode ser um microprocessador, mas na alternativa, o processador pode ser qualquer processador convencional, controlador, micro controlador, ou máquina de estado. Um processador também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP ou qualquer outra configuração similar.

[0160] As etapas de um método ou algoritmo descrito com relação à descrição apresentada aqui podem ser consubstanciadas diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador, ou em uma combinação dos dois. Um módulo de software pode residir na memória RAM, memória flash, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, registros, disco rígido, disco removível, CD-ROM, ou qualquer outra forma de meio de armazenamento conhecido da técnica. Um meio de armazenamento ilustrativo é acoplado ao processador de modo que o processador possa ler informação a partir de e escrever informação no meio de armazenamento. Na alternativa, o meio de armazenamento pode ser integral ao processador. O processador e o meio de armazenamento residem em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Na alternativa, o processador e o meio de armazenamento podem residir como componentes discretos em um terminal de usuário.

[0161] Em um ou mais desenhos ilustrativos, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware ou qualquer combinação dos mesmos. Se implementadas em software, as funções podem ser armazenadas em ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. O meio legível por computador inclui ambos o meio de armazenamento em computador e meio de comunicação incluindo qualquer meio que facilite a transferência de um programa de computador de um lugar para outro. Um meio de armazenamento pode ser qualquer meio disponível que possa ser acessado por um computador de finalidade geral ou especial. Por meio de exemplo, e não de limitação, tal meio legível por computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento em disco ótico, armazenamento em disco magnético, ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outro meio que possa ser utilizado para portar ou armazenar o meio de código de programa desejado na forma de instruções ou estruturas de dados e que possam ser acessados por um computador de finalidade geral ou finalidade especial, ou um processador de finalidade geral ou finalidade especial. Além disso, qualquer conexão é adequadamente chamada de meio legível por computador. Por exemplo, se o software for transmitido a partir de um sítio da rede, servidor, ou outra fonte remota utilizando um cabo coaxial, um cabo de fibra ótica, um par torcido, uma linha de assinante digital (DSL), ou tecnologias sem fio tal como infravermelho, rádio e micro-ondas, então o cabo coaxial, o cabo de fibra ótica, par torcido, DSL ou tecnologias sem fio tal como infravermelho, rádio e micro-ondas são incluídos na definição de meio. Disquete e disco, como utilizado aqui, inclui disco compacto (CD), disco a laser, disco ótico, disco versátil

digital (DVD), disquete e disco Blu-ray, onde disquetes normalmente reproduzem os dados magneticamente, enquanto discos reproduzem os dados óticamente com lasers. Combinações do acima exposto também devem ser incluídas no escopo de meio legível por computador.

[0162] Como utilizada aqui, a expressão "pelo menos um dentre a ou b" significa a inclusão de a, b ou a combinação de ambos a e b.

[0163] A descrição anterior é fornecida para permitir que qualquer pessoa versada na técnica crie ou faça uso da descrição. Várias modificações à descrição serão prontamente aparentes aos versados na técnica, e os princípios genéricos definidos aqui podem ser aplicados a outras variações sem se distanciar do espírito ou escopo da descrição. Dessa forma, a descrição não deve ser limitada aos exemplos e desenhos descritos aqui, mas deve ser acordado o escopo mais amplo consistente com os princípios e características de novidade descritos aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método (1000; 1100; 1300) para comunicações sem fio, compreendendo:

determinar (1004; 1104; 1304) uma estrutura de quadro utilizada para comunicações, onde a estrutura de quadro determinada é uma dentre uma pluralidade de estruturas de quadro que podem ser utilizadas para comunicações; e

comunicar-se (1010; 1110; 1310) com um aparelho utilizando a estrutura de quadro determinada.

caracterizado pelo fato de que cada uma dentre a pluralidade de estruturas de quadro possui uma duração de quadro diferente e cada um das pluralidades de estrutura de quadro tem uma configuração diferente dos sub-quadros de downlink.

2. Método (1000; 1100; 1300), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente:

determinar (1002; 1102; 1302) uma ou mais condições de rede; e

onde a estrutura de quadro é determinada com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede.

3. Método (1000; 1100), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente a configuração de uma configuração de subquadro (1012; 1112) da estrutura de quadro com base pelo menos em parte em uma ou mais condições de rede.

4. Método (1000; 1100; 1300), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** uma ou mais condições de rede compreendem pelo menos uma das condições de tráfego de rede, condições de interferência ou detecção de radar.

5. Método (1000; 1100; 1300), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente a realização de uma determinação de canal liberado antes da comunicação com o aparelho em um ou mais subquadros da estrutura de quadro.

6. Método (1000; 1100; 1300), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente determinar (1014; 1114; 1314) uma periodicidade de determinação de canal liberado, CCA, com base pelo menos em parte em uma estrutura de quadro de comprimento menor dentre a pluralidade de estruturas de quadro.

7. Método (1000; 1100; 1300), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente determinar (1014; 1114; 1314) uma periodicidade de determinação de canal liberado, CCA, onde a periodicidade CCA determinada é diferente de uma periodicidade CCA do aparelho.

8. Método (1000; 1100; 1300), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente a determinação de uma permissão de transmissão antes da comunicação com o aparelho em um ou mais subquadros da estrutura de quadro.

9. Método (1000; 1100; 1300), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** a determinação de canal liberado é realizada com base em um valor de desvio de um limite de quadro e valores de desvio diferentes são designados para fornecer prioridades diferentes para entidades transmissoras diferentes.

10. Método (1000; 1100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente comunicar-se (1016; 1116) uma indicação da estrutura de quadro determinada para o aparelho.

11. Método (1000; 1100), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a indicação é comunicada através de pelo menos um dentre: uma transmissão isenta de determinação de canal liberado, um sinal de controle comum, ou um portador de componente primário.

12. Método (1000; 1100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente receber (1018; 1118) retorno de ou transmissão de retorno para o aparelho em um ou mais subquadros da estrutura de quadro, em que os um ou mais subquadros compreendem pelo menos um dentre:

subquadros possuindo uma mesma direção de uplink ou downlink como subquadros em uma configuração de subquadro de referência; e

subquadros que são designados como subquadros de âncora em cada uma das múltiplas configurações de subquadro disponíveis.

13. Método (1000; 1100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que:**

o aparelho compreende uma estação base; e

a determinação é baseada na sinalização recebida da estação base.

14. Aparelho para comunicações sem fio, **caracterizado pelo fato de que** compreende meios para realizar as etapas do método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13.

15. Memória **caracterizada pelo fato de que** compreende instruções que, quando executadas por um processador, realizam o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13.

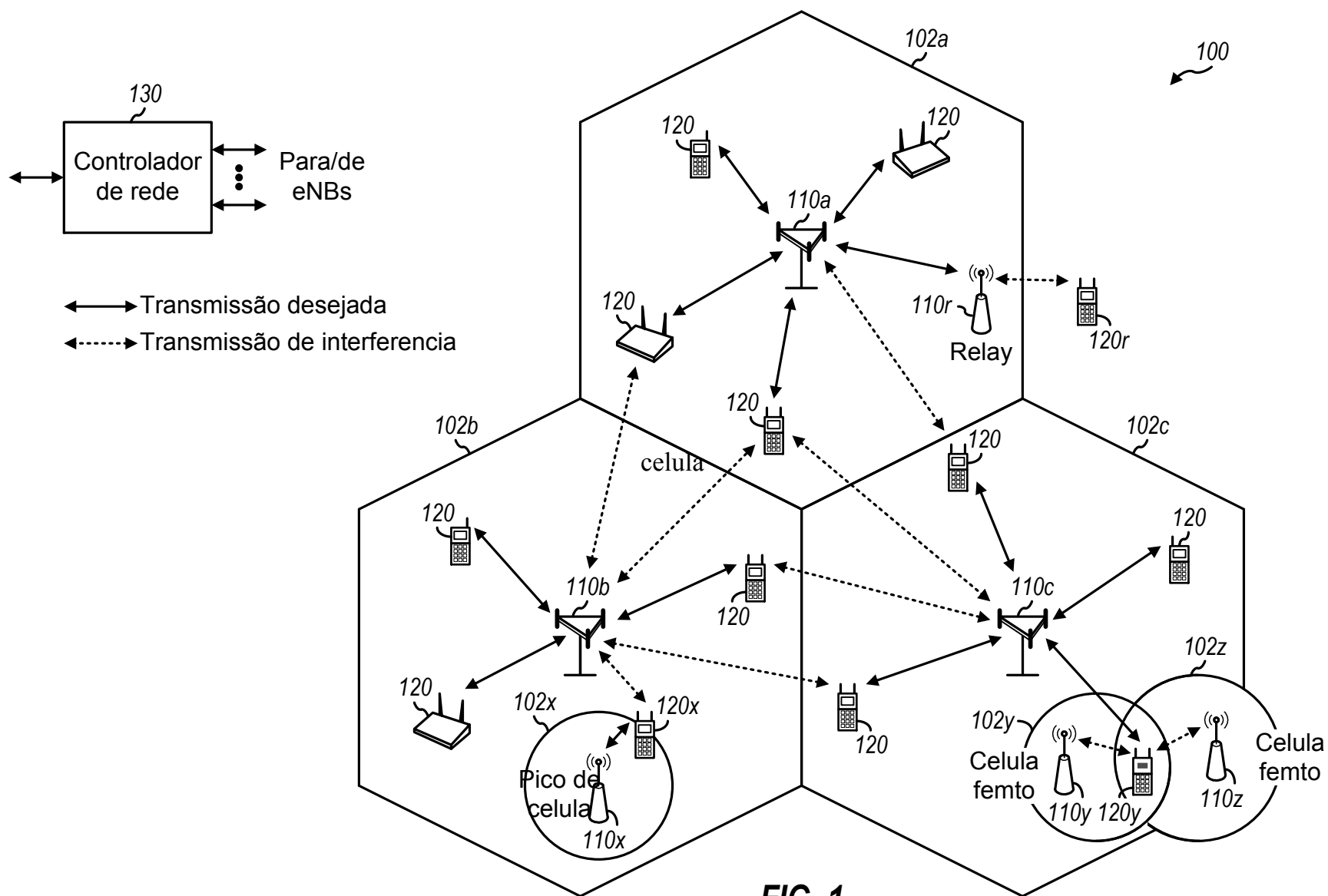


FIG. 1

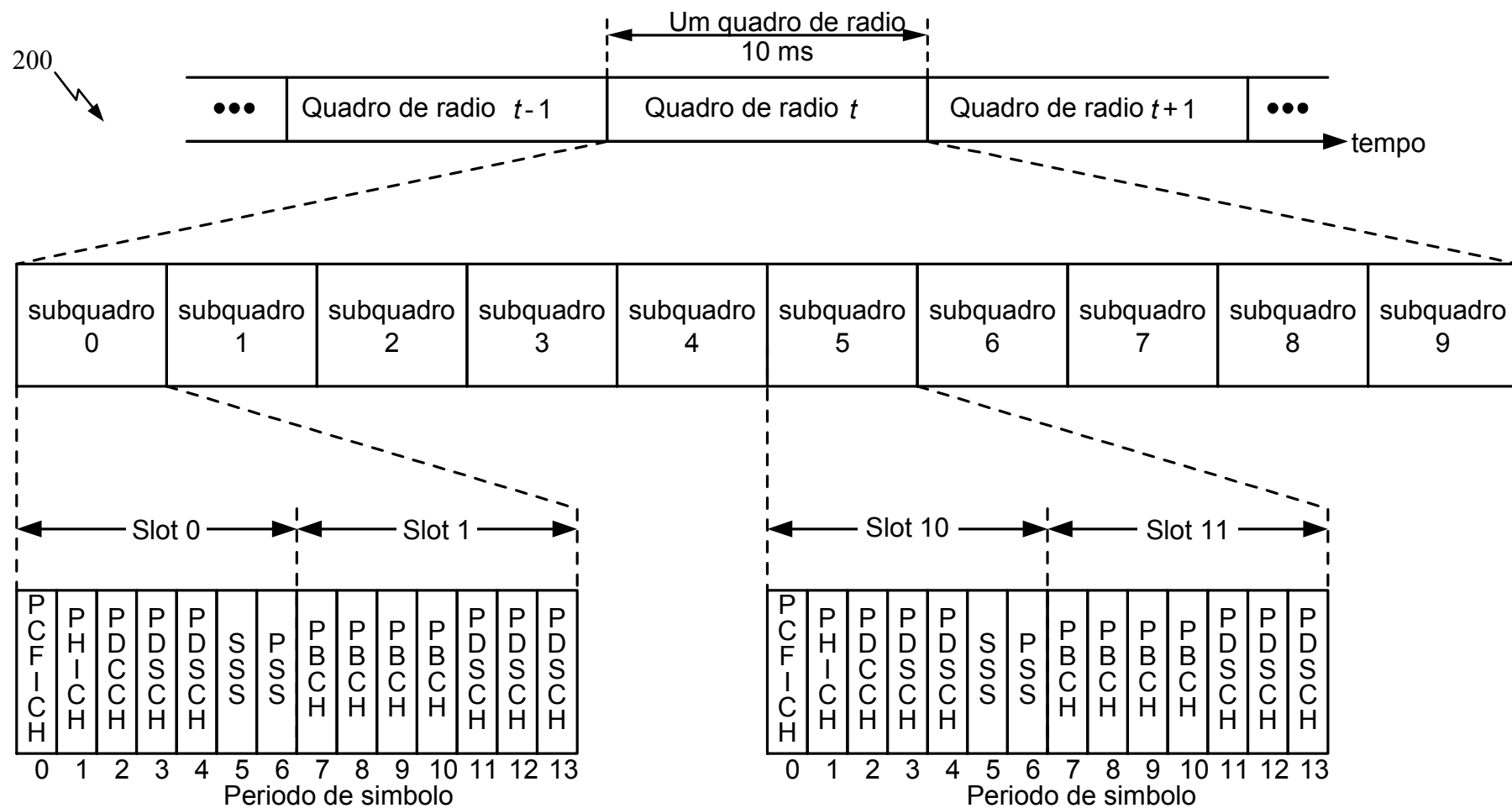


FIG. 2

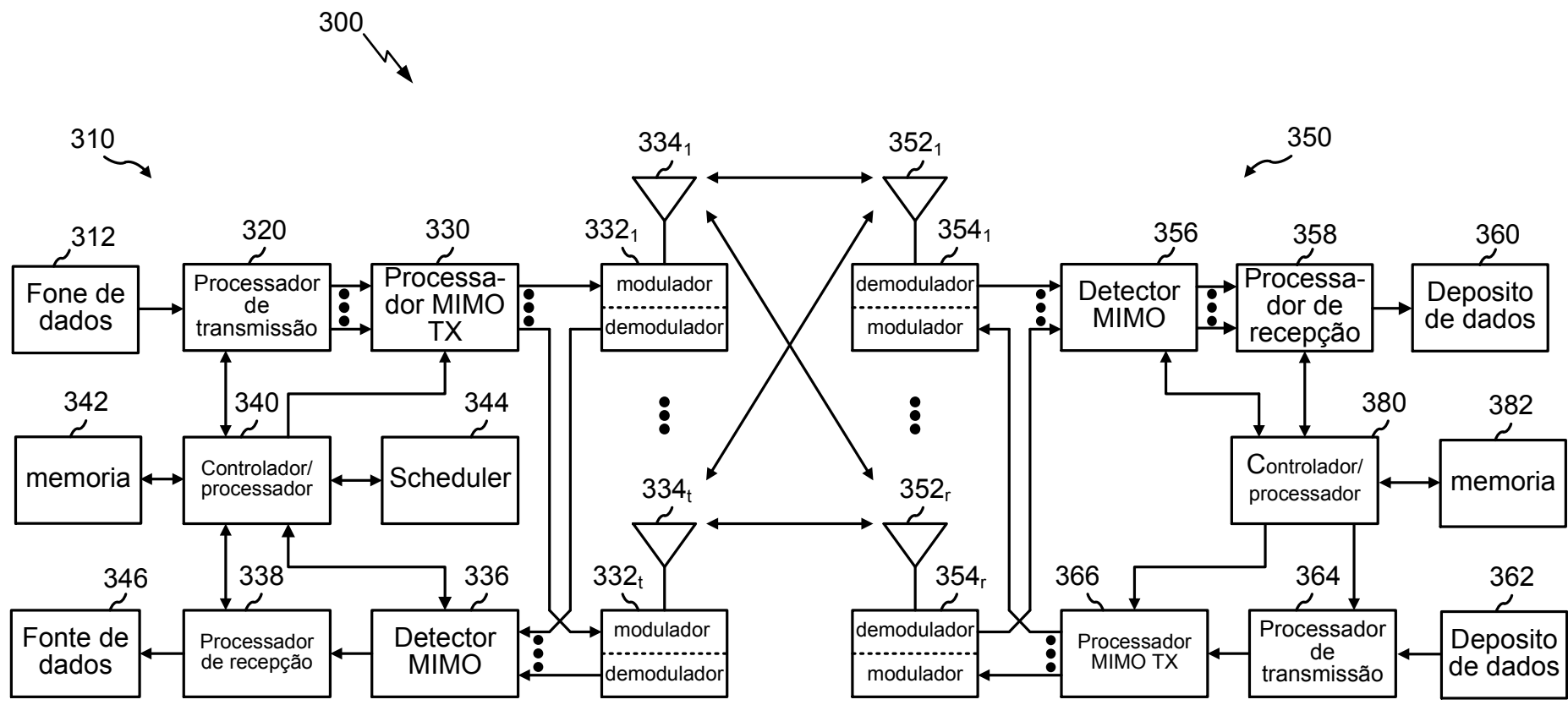
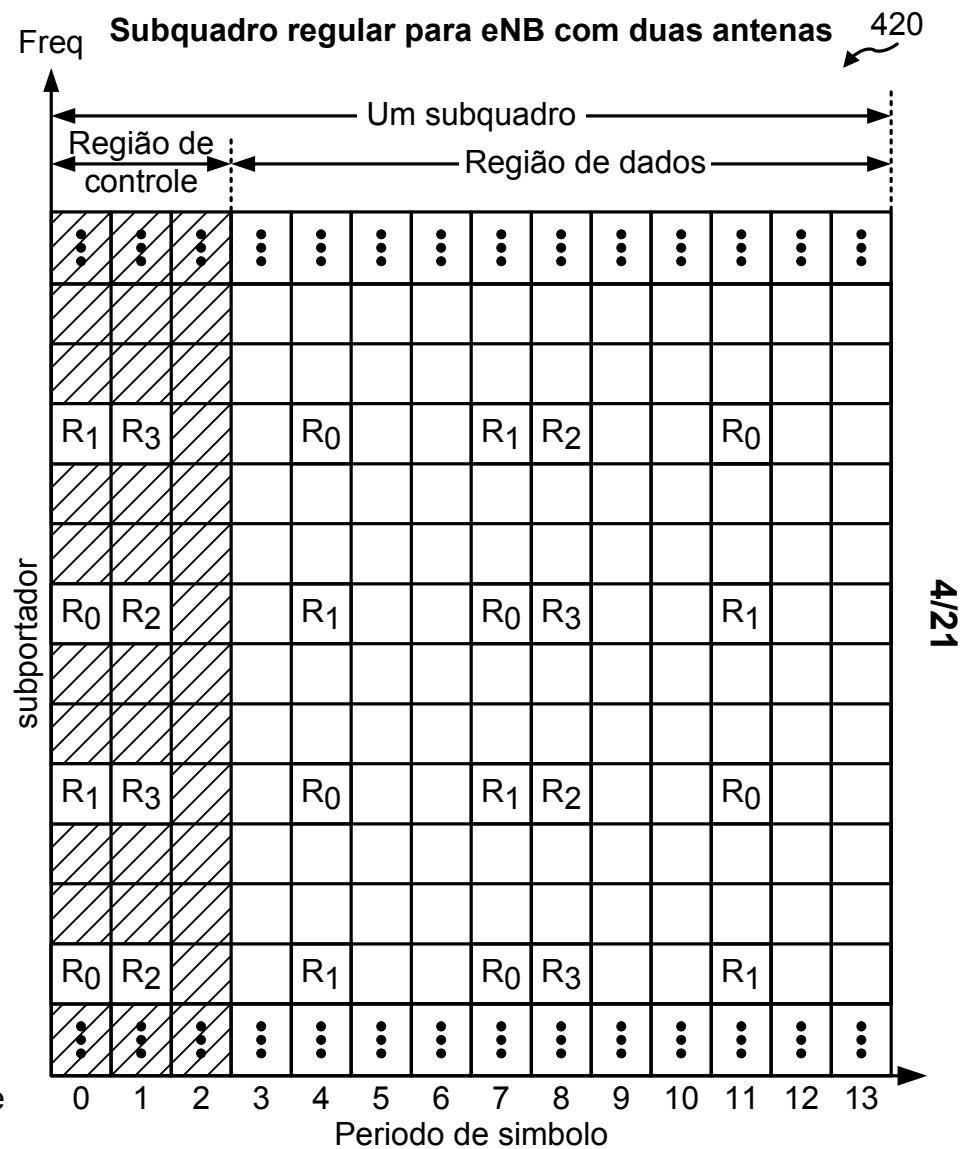
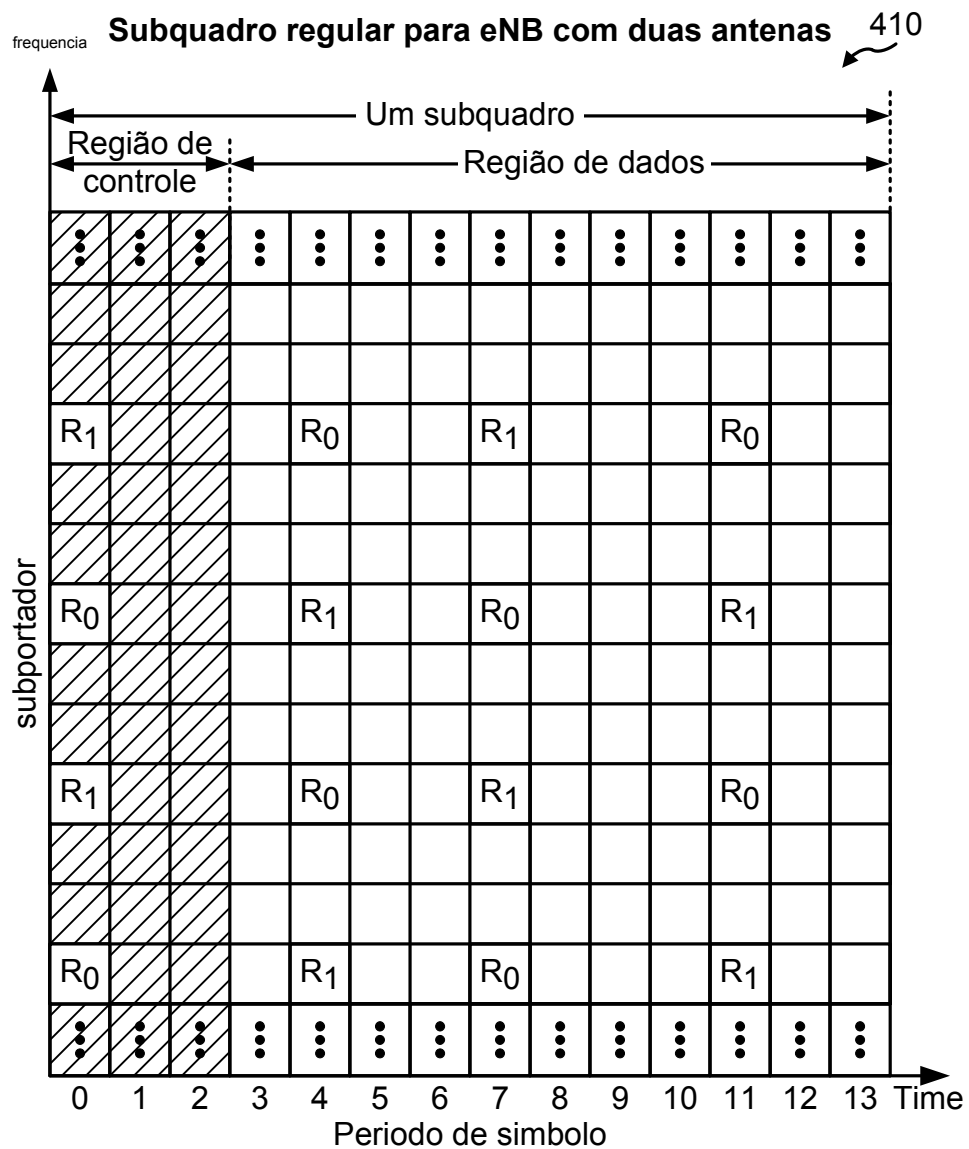


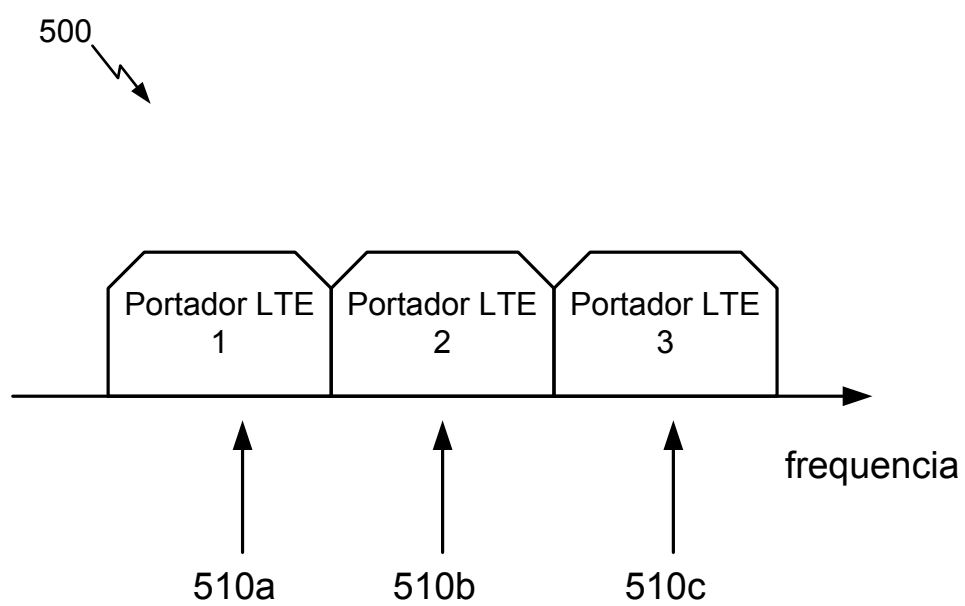
FIG. 3

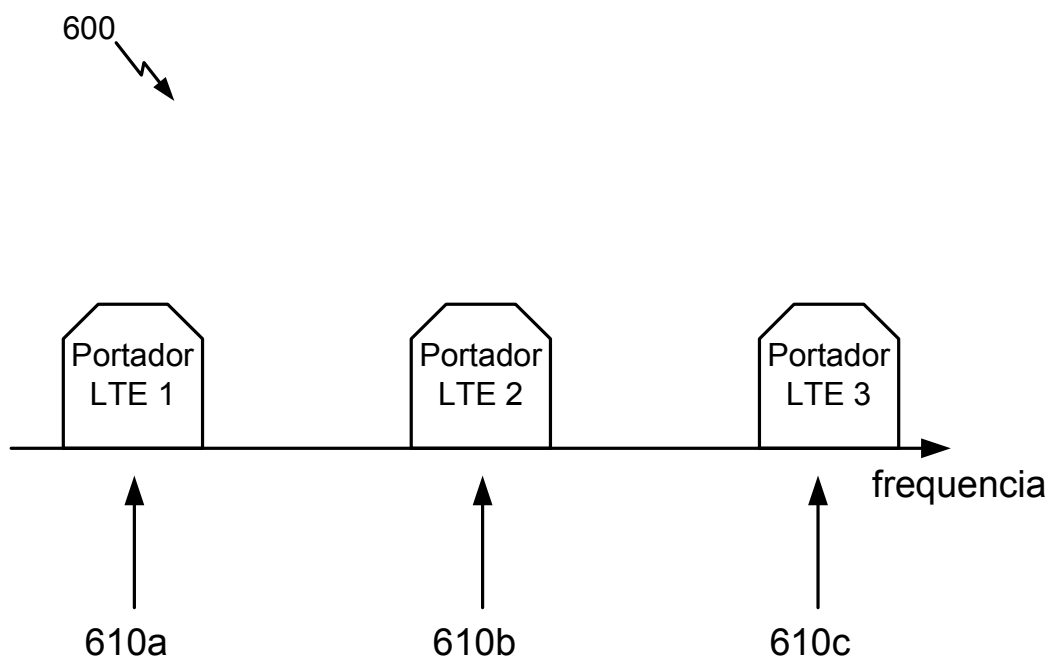


4/21

R_a Símbolo de referência para a antena a

FIG. 4

**FIG. 5**

**FIG. 6**

Configuração uplink-downlink	Periodicamente de ponto de comutação de downlink para uplink numero de subquadro	Numero de subquadro									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

FIG. 7

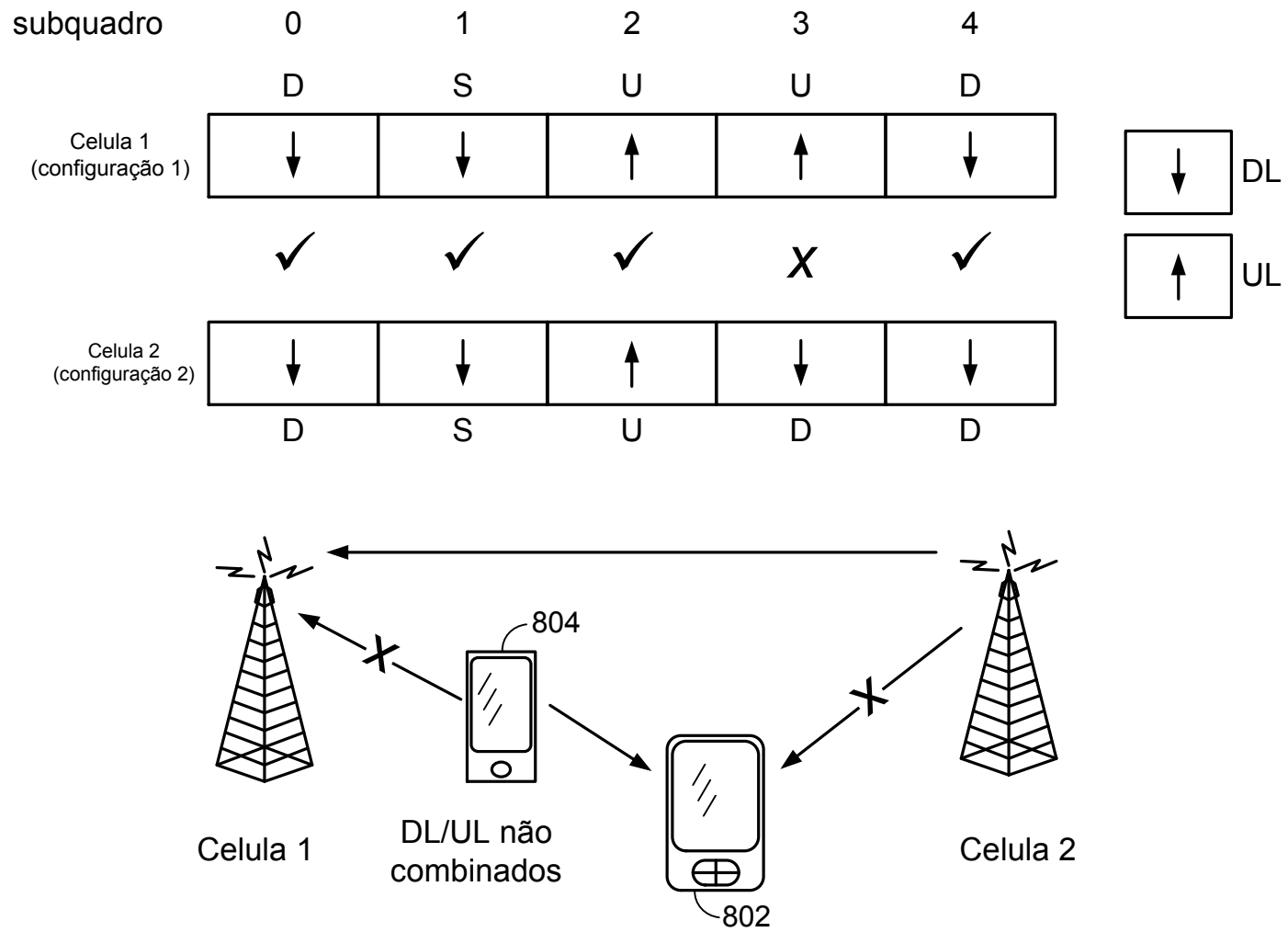


FIG. 8

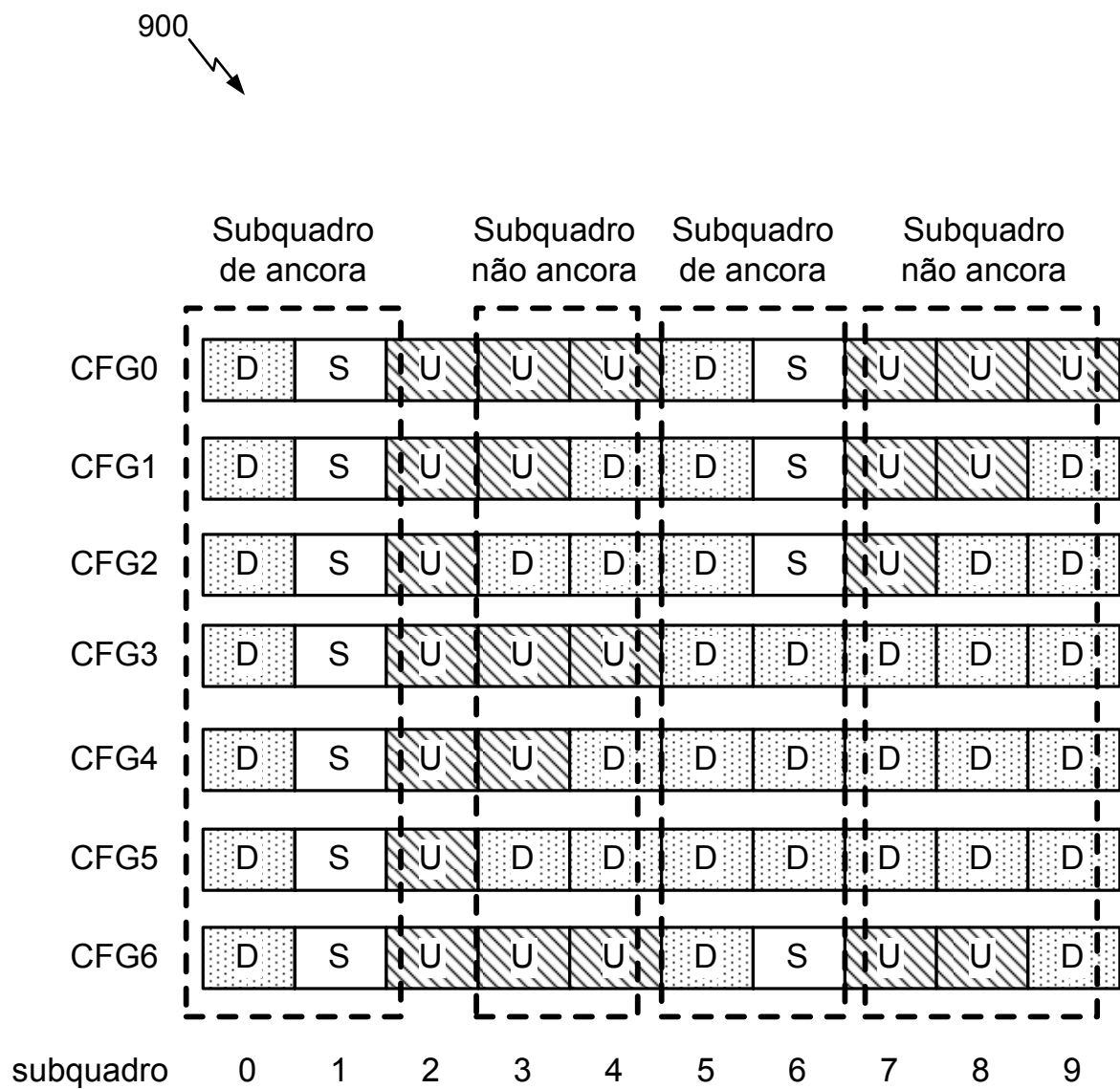
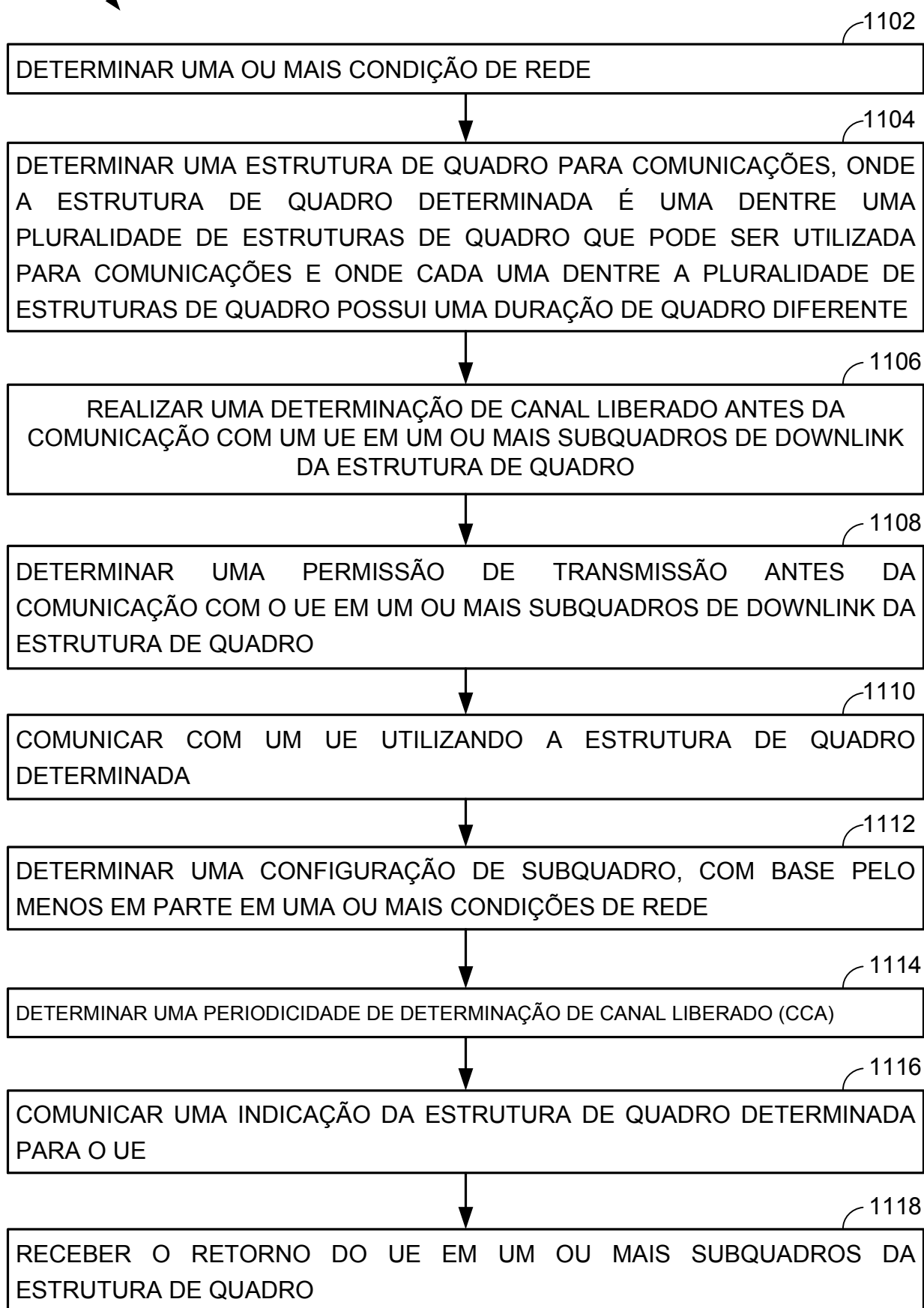
**FIG. 9**



FIG. 10

1100

11/21

**FIG. 11**

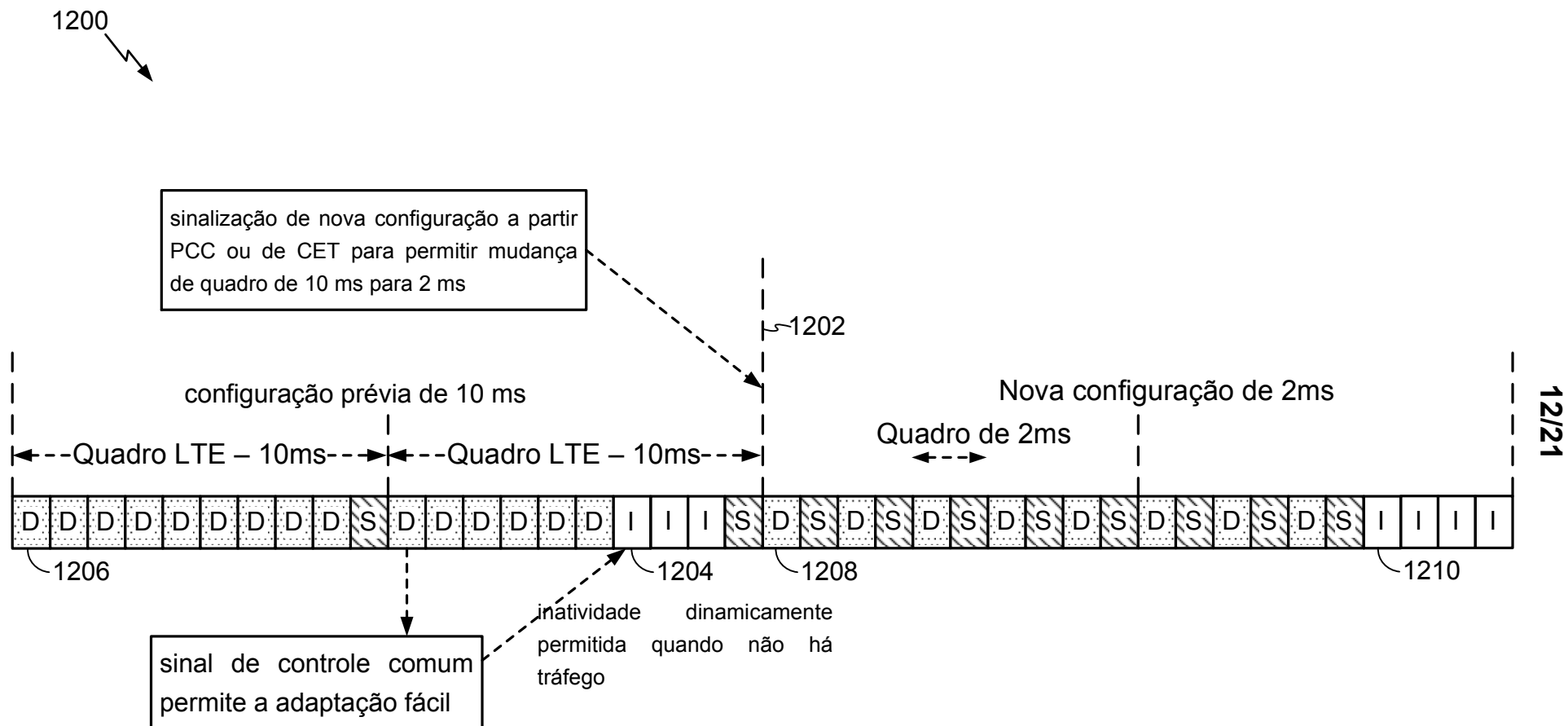
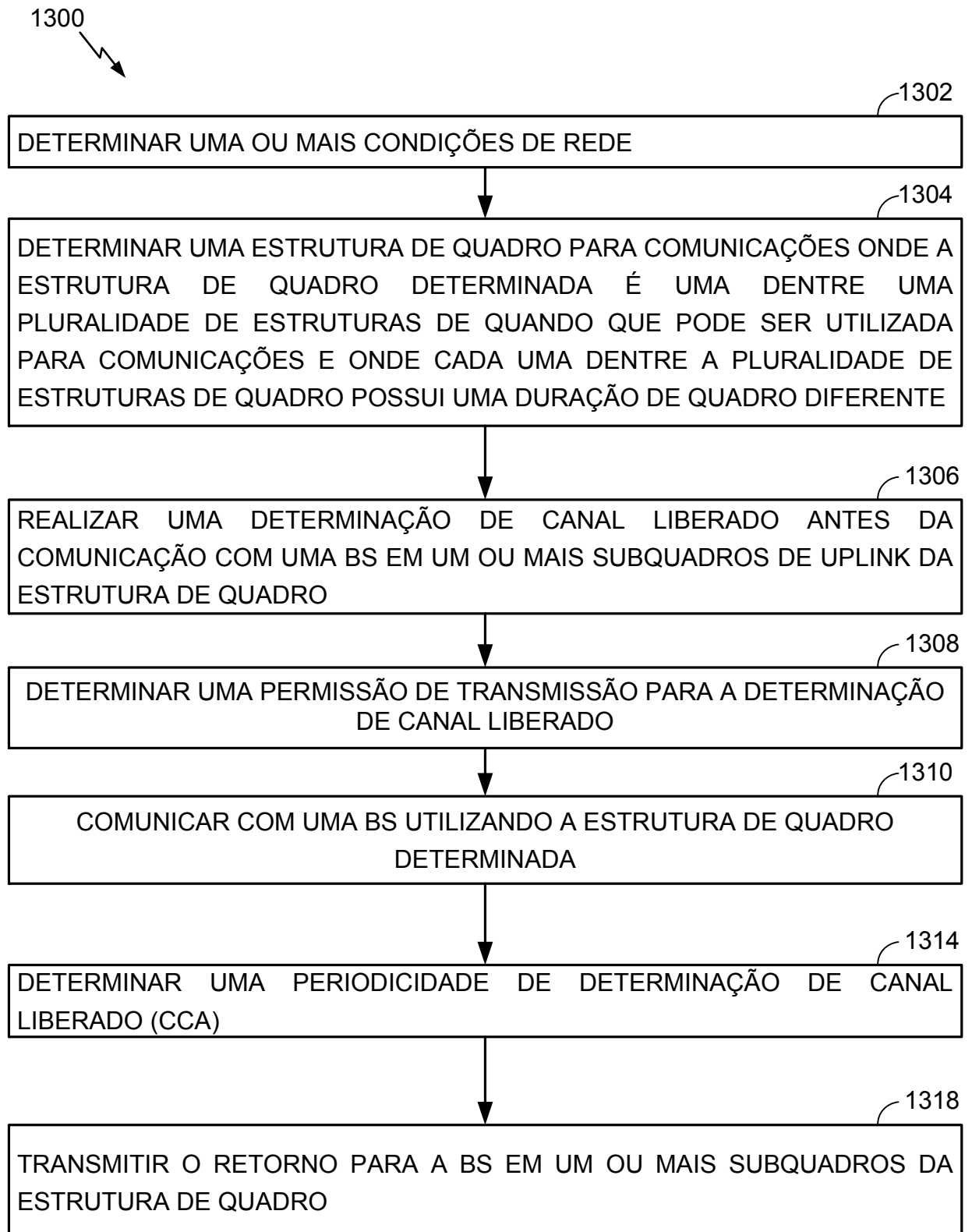


FIG. 12

**FIG. 13**

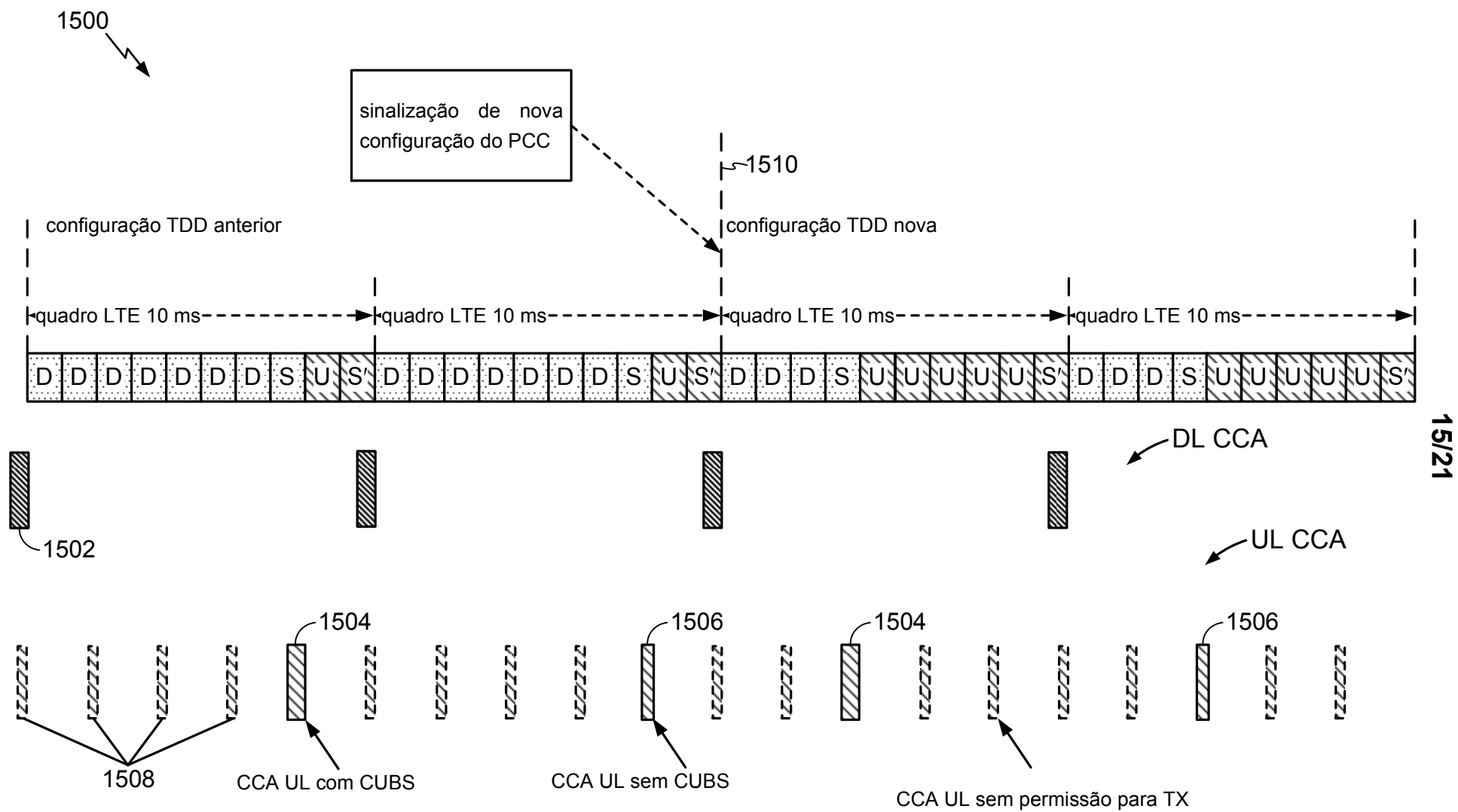


FIG. 15

1600

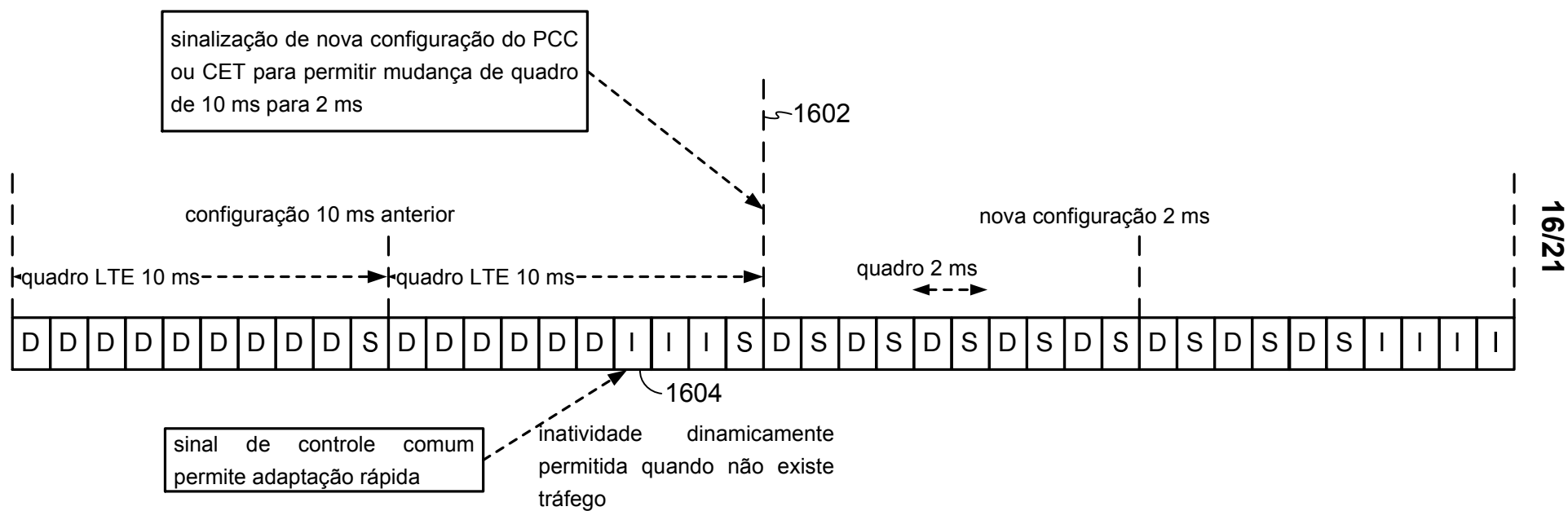


FIG. 16

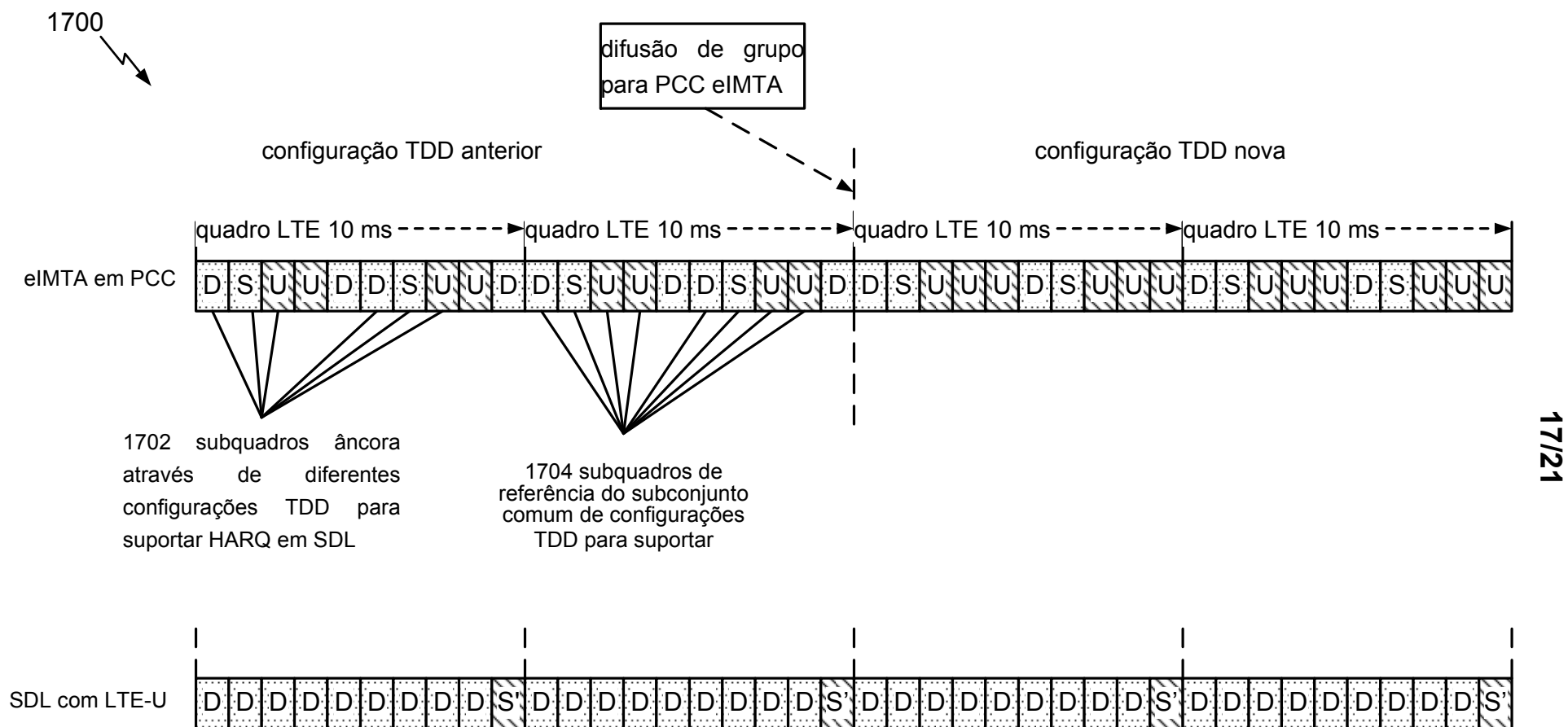


FIG. 17

SA LTE-U eIMTA

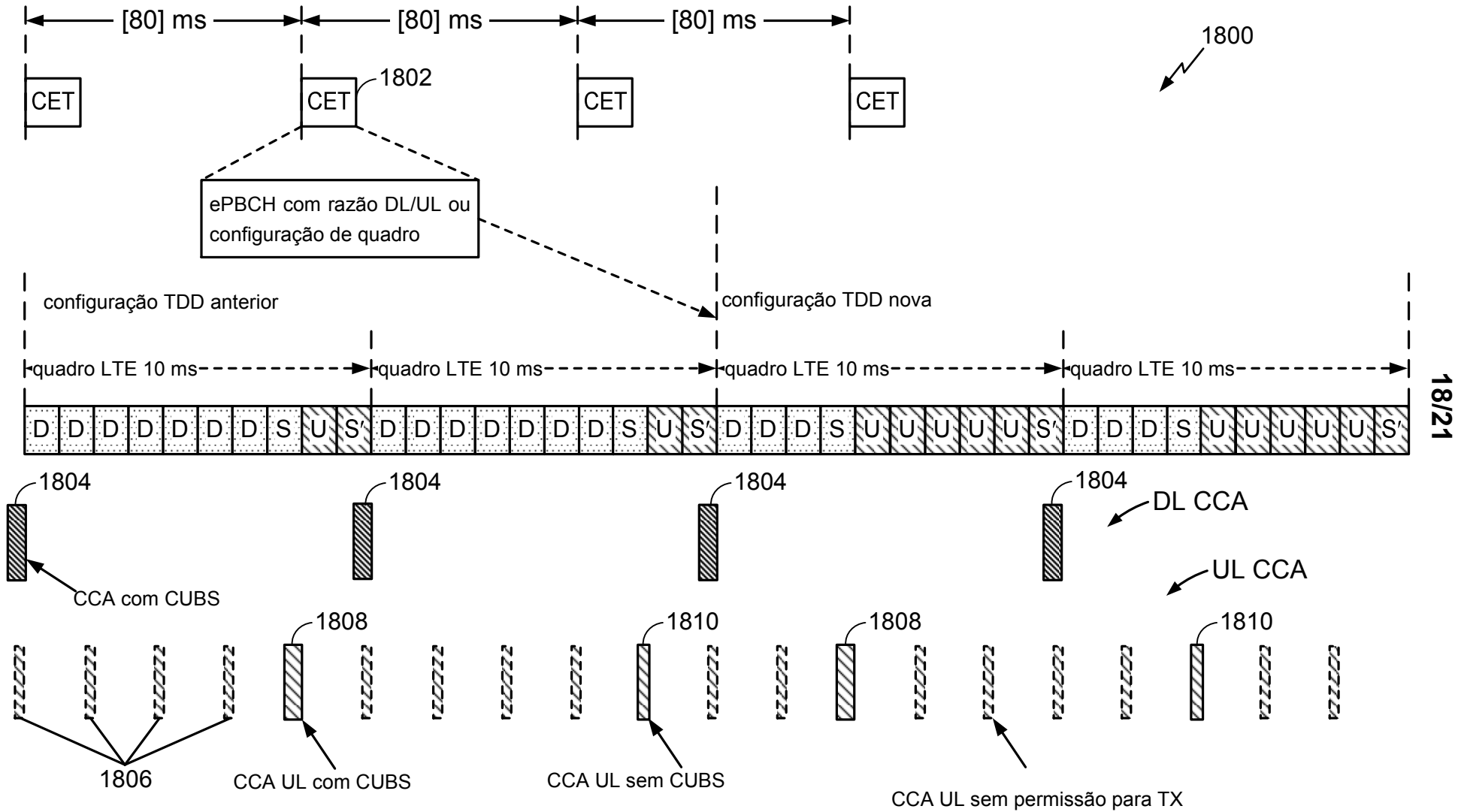


FIG. 18

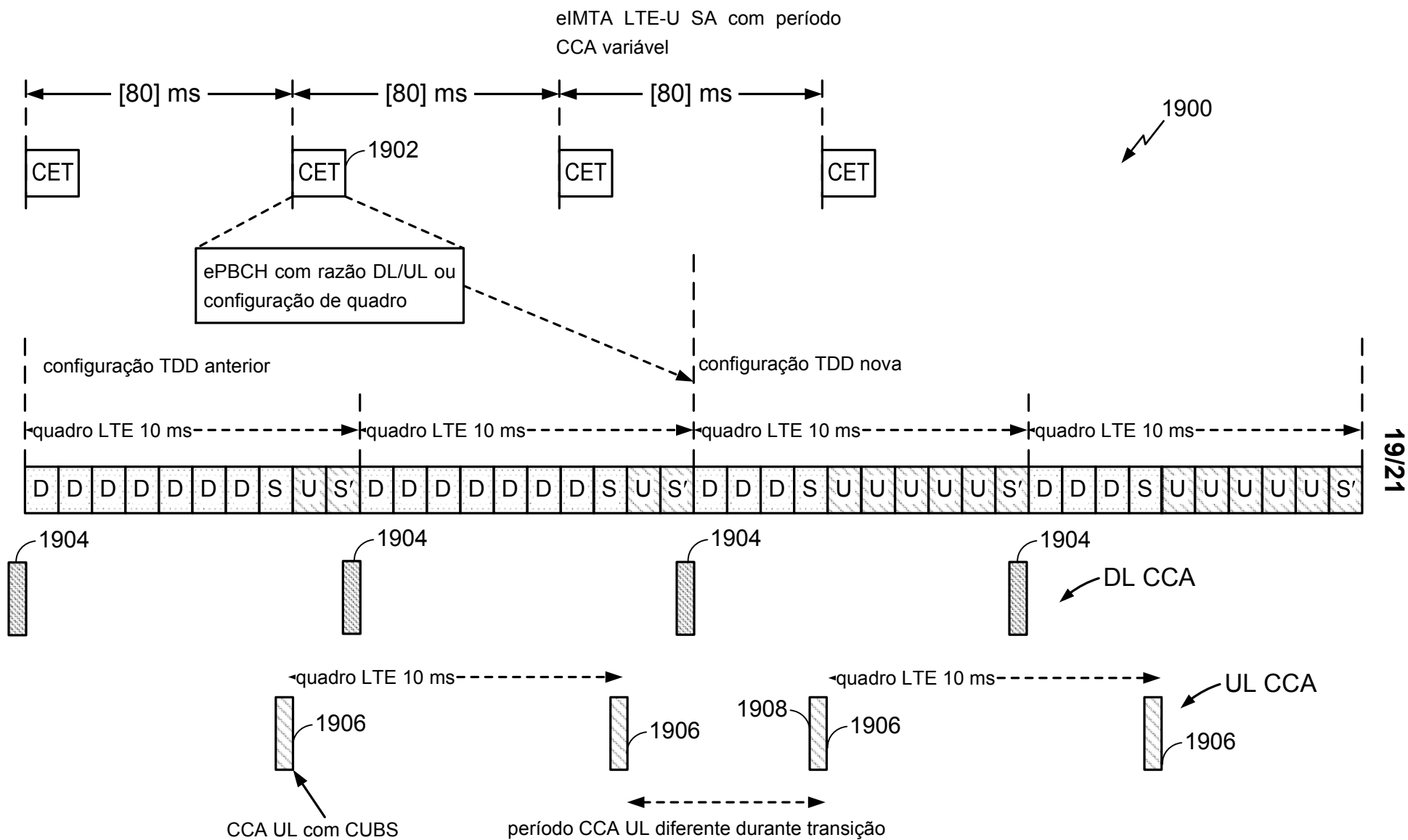


FIG. 19

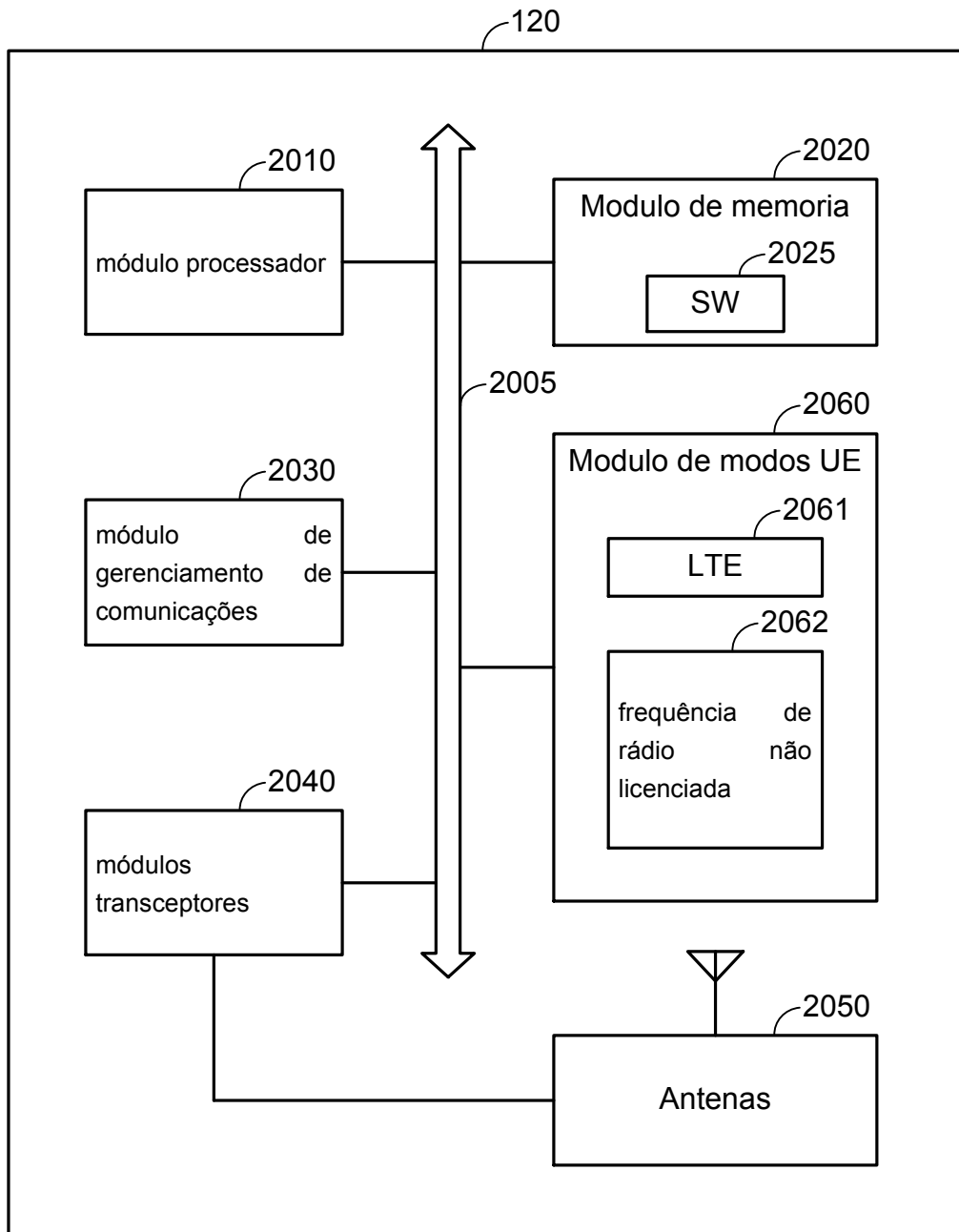


FIG. 20

21/21

2100

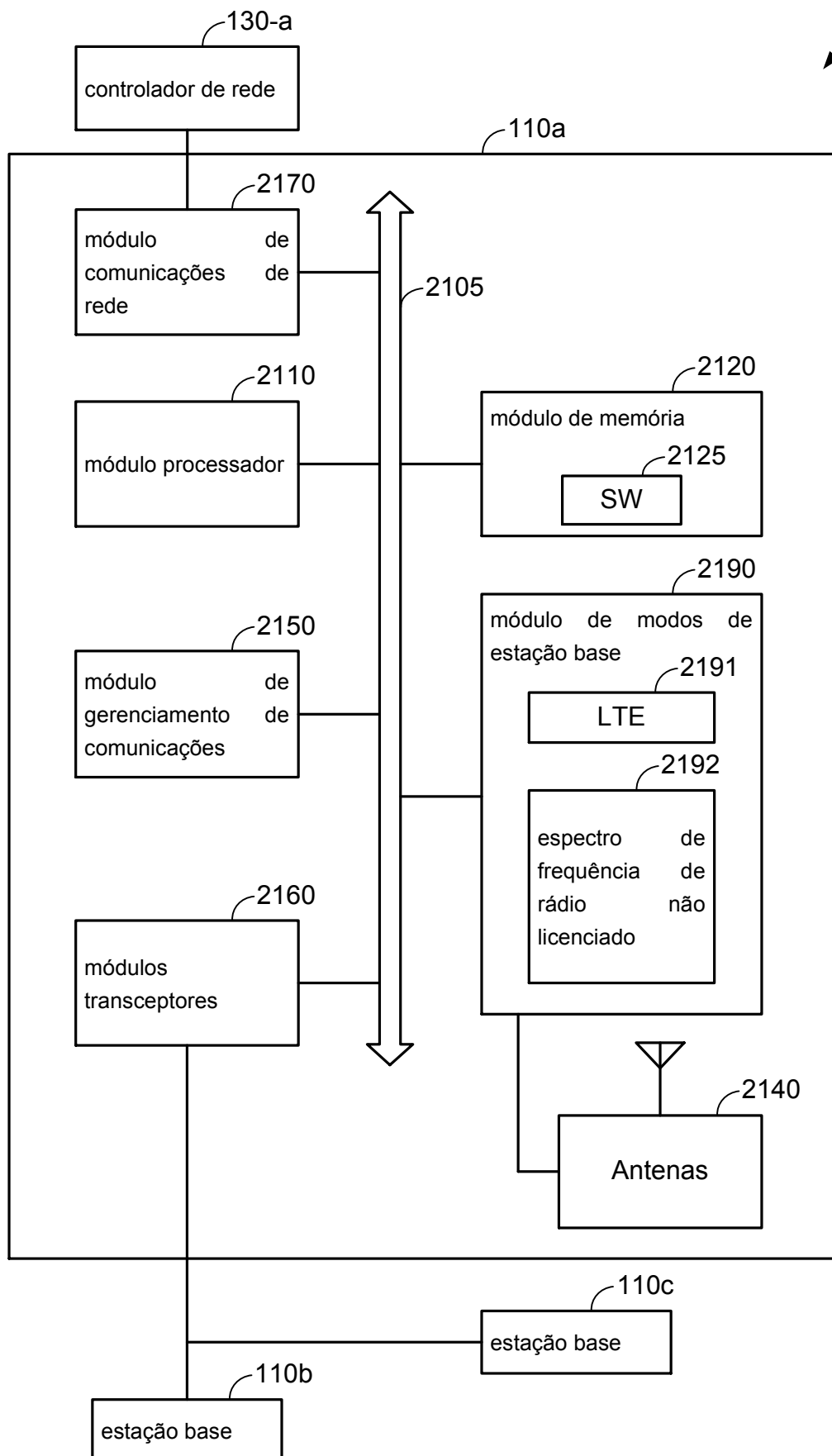


FIG. 21