



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112015029164-3 B1



(22) Data do Depósito: 20/05/2014

(45) Data de Concessão: 13/12/2022

(54) Título: ESQUEMA DE PREVENÇÃO DE COLISÃO PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO ATRAVÉS DE ESPECTRO NÃO LICENCIADO

(51) Int.Cl.: H04W 74/08.

(30) Prioridade Unionista: 19/05/2014 US 14/281,629; 20/05/2013 US 61/825,459.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): NAGA BHUSHAN; DURGA PRASAD MALLADI; YONGBIN WEI; PETER GAAL; TAO LUO; TINGFANG JI; GAVIN BERNARD HORN; WANSHI CHEN; ALEKSANDAR DAMNJANOVIC.

(86) Pedido PCT: PCT US2014038769 de 20/05/2014

(87) Publicação PCT: WO 2014/189915 de 27/11/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/11/2015

(57) Resumo: ESQUEMA DE PREVENÇÃO DE COLISÃO PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO ATRAVÉS DE ESPECTRO NÃO LICENCIADO. Métodos e aparelhos são descritos nos quais um espectro não licenciado é utilizado para comunicações de Evolução de Longo Termo (LTE). Um primeiro método inclui a realização de determinação de canal liberado (CCA) para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado, a transmissão de um sinal de solicitação de envio (RTS) para um conjunto de equipamentos de usuário (UEs) utilizando o espectro não licenciado quando uma determinação é feita de que o espectro não licenciado está disponível, e o recebimento, em um espectro não licenciado, de um sinal de liberado para envio (CTS) comum e um sinal CTS individual de um ou mais dos UEs em resposta ao sinal RTS. Um segundo método inclui a transmissão de um sinal RTS em um espectro não licenciado ou um sinal V-RTS em um espectro licenciado, endereçado a um conjunto de UEs, e transmitindo um sinal CTS para si no espectro não licenciado juntamente com a transmissão do sinal V-RTS.

**"ESQUEMA DE PREVENÇÃO DE COLISÃO PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO
ATRAVÉS DE ESPECTRO NÃO LICENCIADO"**

Referências Cruzadas

[0001] O presente pedido de patente reivindica prioridade do pedido de patente U.S. No. 14/281.629 de Bhushan et al., intitulado "Collision Avoidance Scheme for Wireless Communications Over Unlicensed Spectrum", depositado em 19 de maio de 2014; e pedido de patente provisório U.S. No. 61/825.459, de Bhushan et al., intitulado "LTE-Unlicensed," depositado em 20 de maio de 2013, cada um dos quais é cedido para o cessionário do presente pedido.

Fundamentos

[0002] 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 e similares. Essas redes sem fio podem ser redes de acesso múltiplo capazes de suportar múltiplos usuários pelo compartilhamento de recursos disponíveis de rede.

[0003] Uma rede de comunicação sem fio pode incluir um número de estações base ou Nós B que pode suportar a comunicação para vários equipamentos de usuário (UEs). Um UE pode se comunicar com uma estação base através de downlink e uplink. Downlink (ou link de avanço) se refere ao link de comunicação da estação base para o UE, e uplink (ou link reverso) se refere ao link de comunicação do UE para a estação base.

[0004] À medida que as redes de comunicação sem fio se tornam mais congestionadas, operadores estão começando a buscar formas de se aumentar a capacidade. Uma abordagem pode ser utilizar Redes de Área Local Sem Fio

(WLANS) para descarregar parte do tráfego e/ou sinalização. WLANS (ou redes WiFi) são atraentes visto que, diferentemente das redes celulares que operam em um espectro licenciado, as mesmas geralmente operam no espectro não licenciado. Ademais, um espectro de quantidade crescente está sendo alocado para acesso sem uma licença, fazendo com que a opção de descarregar tráfego e/ou sinalizar seja mais atraente para WLANS. Essa abordagem, no entanto, pode fornecer uma solução parcial para o problema de congestionamento visto que WLANS tende a utilizar o espectro de forma menos eficiente do que as redes celulares. Ademais, as regulamentações e protocolos envolvidos em WLANS são diferentes dos das redes celulares. Portanto, o espectro não licenciado pode permanecer uma opção razoável para aliviar o congestionamento se puder ser utilizado de forma mais eficiente e de acordo com as exigências de regulamentação.

Sumário

[0005] Métodos e aparelhos são descritos nos quais um espectro não licenciado pode ser utilizado para comunicações de Evolução de Longo Término 3GPP (LTE). Várias situações de desenvolvimento podem ser suportadas incluindo um modo de downlink suplementar no qual a capacidade de downlink LTE em um espectro licenciado pode ser descarregada para um espectro não licenciado. Um modo de agregação de portador pode ser utilizado para descarregar ambas a capacidade de downlink e uplink LTE de um espectro licenciado para um espectro não licenciado. Em um modo independente, as comunicações downlink e uplink LTE entre uma estação base (por exemplo, um Nó B evoluído (eNB)) e um UE pode ocorrer em um espectro não licenciado. As estações base além de UEs podem suportar um ou mais desses modos ou modos similares. Os sinais de comunicações de Acesso

Múltiplo por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDMA) podem ser utilizados para comunicações de downlink LTE em um espectro não licenciado, enquanto os sinais de comunicações de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência de Portador Único (SC-FDMA) podem ser utilizados para comunicações de uplink LTE em um espectro não licenciado. O uso de LTE configurado para um espectro não licenciado pode ser referido como LTE Não Licenciada ou LTE-U.

[0006] Em um primeiro conjunto de exemplos ilustrativos, um método para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o método inclui a realização de CCA para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado, transmitindo um sinal de solicitação de envio (RTS) para um conjunto de UEs utilizando o espectro não licenciado quando uma determinação é feita de que o espectro não licenciado está disponível, e recebendo, no espectro não licenciado, um sinal de liberado para envio (CTS) comum e um sinal CTS individual para um ou mais dos UEs em resposta ao sinal RTS. Em algumas modalidades, a transmissão do sinal RTS inclui a transmissão de sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão de uplink subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui um Identificador de Controle de Acesso a Meio (ID MAC) de uma fonte do sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC de 48 bits. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui uma versão hashed do ID MAC de UEs no conjunto. Em algumas modalidades, o sinal CTS comum é recebido em um espaço interestrutura curto (SIFS) depois da transmissão do sinal RTS, onde o sinal CTS comum inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. Em algumas modalidades, cada CTS individual

inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS e um ID MAC do UE transmitindo o CTS individual.

[0007] Em algumas modalidades, os sinais CTS individuais para os UEs no conjunto são recebidos em momentos alternados. Em algumas modalidades, CCA é realizado durante um subestrutura em um intervalo de abertura atual, o sinal RTS é transmitido depois de CCA, e o sinal CTS comum e os sinais CTS individuais são recebidos antes de um final do subestrutura. Em algumas modalidades, um tempo associado com o CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente de sinal RTS são aleatoriamente alternados entre diferentes eNBs para evitar colisões nos dispositivos recebendo o sinal RTS. Em algumas modalidades, um tempo associado com CCA e um tempo associado com uma transmissão subsequente do sinal RTS são mutuamente alterados para evitar colisões nos dispositivos recebendo o sinal RTS, a alternância sendo baseada pelo menos na sinalização de coordenação permutada entre os eNBs.

[0008] Em um segundo conjunto de exemplos ilustrativos, um aparelho para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o aparelho inclui meios para realizar CCA para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado, meios para transmitir um sinal RTS para um conjunto de UEs utilizando o espectro não licenciado quando uma determinação é feita quanto ao fato de o espectro não licenciado estar disponível, e meios para receber no espectro não licenciado, um sinal CTS e um sinal CTS individual de um ou mais dos UEs em resposta ao sinal RTS. Em algumas modalidades, os meios de transmissão do sinal RTS incluem meios para transmissão do sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão em uplink subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal

RTS inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC de 48 bits. Em algumas modalidades, o sinal RTS comprehende uma versão hashed de ID MAC dos UEs no conjunto. Em algumas modalidades, o sinal CTS comum é recebido um SIFS depois da transmissão do sinal RTS, onde o sinal CTS comum inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. Em algumas modalidades, cada CTS individual inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS e um ID MAC do UE transmitindo o CTS individual. Em algumas modalidades, os sinais CTS individuais para os UEs no conjunto são recebidos em momentos alternados.

[0009] Em algumas modalidades, CCA é realizado durante um subestrutura em um intervalo de abertura atual, o sinal RTS é transmitido depois de CCA, e o sinal CTS comum e sinais CTS individuais são recebidos antes de um final do subestrutura. Em algumas modalidades, um tempo associado com o CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS são alternados aleatoriamente entre diferentes eNBs para evitar colisões em dispositivos recebendo o sinal RTS. Em algumas modalidades, um tempo associado com CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS são mutuamente alternados para evitar colisões nos dispositivos recebendo o sinal RTS, a alternância sendo baseada pelo menos na sinalização de coordenação permutada entre eNBs.

[0010] Em um terceiro conjunto de exemplos ilustrativos, outro aparelho para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o aparelho inclui um processador, memória em comunicação eletrônica com o processador, e instruções armazenadas na memória. As instruções podem ser executáveis pelo processador para realizar CCA para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado, transmitir um sinal RTS para um conjunto de UEs utilizando

o espectro não licenciado quando uma determinação é feita quanto ao fato de o espectro não licenciado estar disponível, e receber no espectro não licenciado, um sinal CTS comum e um sinal CTS individual de um ou mais dos UEs em resposta ao sinal RTS. Em algumas modalidades, as instruções executáveis pelo processador para transmitir o sinal RTS incluem instruções executáveis pelo processador para transmitir o sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão de uplink subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC de 48 bits. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui uma versão hashed do ID MAC dos UEs no conjunto. Em algumas modalidades, o sinal CTS comum é recebido um SIFS depois da transmissão do sinal RTS, onde o sinal CTS comum inclui um ID MAC de uma fonte do sinal RTS. Em algumas modalidades, cada CTS individual inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS e um ID MAC do UE transmitindo o CTS individual.

[0011] Em algumas modalidades, os sinais CTS individuais para os UEs no conjunto são recebidos em momentos alternados. Em algumas modalidades, CCA é realizado durante um subestrutura em um intervalo de abertura atual, o sinal RTS é transmitido depois de CCA, e o sinal CTS comum e os sinais CTS individuais são recebidos antes de um final do subestrutura. Em algumas modalidades, um tempo associado com CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS são alternados aleatoriamente entre diferentes eNBs para evitar colisões nos dispositivos recebendo o sinal RTS. Em algumas modalidades, um tempo associado com CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS são

mutuamente alternados para evitar colisões nos dispositivos recebendo o sinal RTS, a alternância sendo baseada pelo menos na sinalização de coordenação permutada entre eNBs.

[0012] Em um quarto conjunto de exemplos ilustrativos, um produto de programa de computador para comunicações por um aparelho de comunicações sem fio em um sistema de comunicações sem fio é descrito. Em u exemplo, o produto de programa de computador inclui um meio legível por computador não transitório armazenando instruções executáveis por um processador para fazer com que o aparelho de comunicações sem fio realize CCA para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado, transmitir um sinal RTS para um conjunto de UEs utilizando o espectro não licenciado quando uma determinação é feita de que o espectro não licenciado está disponível, e receber, no espectro não licenciado, um sinal CTS comum, e um sinal CTS individual de um ou mais dos UEs em resposta ao sinal RTS. Em algumas modalidades, as instruções executáveis pelo processador para fazer com que o aparelho de comunicações sem fio transmite o sinal RTS incluem instruções executáveis pelo processador para fazer com que o aparelho de comunicações sem fio para transmitir o sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão de uplink subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC 48 bits. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui uma versão hashed do ID MAC de UEs no conjunto. Em algumas modalidades, o sinal CTS comum é recebido um SIFS depois da transmissão do sinal RTS, onde o sinal CTS comum inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. Em algumas modalidades,

cada CTS individual inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS e um ID MAC do UE transmitindo CTS individual.

[0013] Em algumas modalidades, os sinais CTS individuais para os UEs no conjunto são recebidos em momentos alternados. Em algumas modalidades, CCA é realizado durante um subestrutura em um intervalo de abertura atual, o sinal RTS é transmitido depois de CCA, e o sinal CTS comum e os sinais CTS individuais são recebidos antes de um final do subestrutura. Em algumas modalidades, um tempo associado com CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS são alternados aleatoriamente entre diferentes eNBs para evitar colisões em dispositivos recebendo o sinal RTS. Em algumas modalidades, um tempo associado com CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS são mutuamente alternados para evitar colisões em dispositivos recebendo o sinal RTS, a alternância sendo baseada pelo menos na coordenação da sinalização permutada entre eNBs.

[0014] Em um quinto conjunto de exemplos ilustrativos, outro método para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o método inclui o recebimento, em um UE, um sinal RTS transmitido para um conjunto de UEs através de um espectro não licenciado, e transmitindo, no espectro não licenciado, um sinal CTS comum e um sinal CTS individual em resposta ao sinal RTS. Em algumas modalidades, o recebimento do sinal RTS inclui o recebimento do sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão de uplink subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC de 48 bits. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui uma versão hashed de um ID MAC do UE. Em algumas

modalidades, o sinal CTS comum é transmitido um SIFS depois da recepção do sinal RTS, onde o sinal CTS comum inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. Em algumas modalidades, o CTS individual inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS e um ID MAC do UE.

[0015] Em algumas modalidades, o sinal CTS individual é transmitido em um momento alternado com relação a outro sinal CTS individual transmitido por outro UE no conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS é recebido durante um subestrutura, e o sinal CTS comum e os sinais CTS individuais são transmitidos antes de um final do subestrutura.

[0016] Em um sexto conjunto de exemplos ilustrativos, outro aparelho para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o aparelho inclui meios para receber, em um UE, um sinal RTS transmitido para um conjunto de UEs através de um espectro não licenciado, e meios para transmitir, no espectro não licenciado, um sinal CTS comum e um sinal CTS individual em resposta ao sinal RTS. Em algumas modalidades, os meios de recebimento do sinal RTS incluem meios para receber o sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão de uplink subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC de 48 bits. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui uma versão hashed de um ID MAC do UE. Em algumas modalidades, o sinal CTS comum é transmitido um SIFS depois da recepção do sinal RTS, onde o sinal CTS comum inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. Em algumas modalidades, o CTS individual inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS e um ID MAC do UE.

[0017] Em algumas modalidades, o sinal CTS individual é transmitido em um momento alternado com relação a outro sinal CTS individual transmitido por outro UE no conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS é recebido durante um subestrutura, e o sinal CTS comum e os sinais CTS individuais são transmitidos antes de um final do subestrutura.

[0018] Em um sétimo conjunto de exemplos ilustrativos, outro aparelho para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o aparelho inclui um processador, memória em comunicação eletrônica com o processador, e instruções armazenadas na memória. As instruções podem ser executáveis pelo processador para receber, em um UE, um sinal RTS transmitido para um conjunto de UEs através de um espectro não licenciado, e transmitir, no espectro não licenciado, um sinal CTS comum e um sinal CTS individual em resposta ao sinal RTS. Em algumas modalidades, as instruções executáveis pelo processador para receber o sinal RTS incluem instruções executáveis pelo processador para receber o sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão de uplink subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC de 48 bits. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui uma versão hashed de um ID MAC do UE. Em algumas modalidades, o sinal CTS comum é transmitido um SIFS depois da recepção do sinal RTS, onde o sinal CTS comum inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. Em algumas modalidades, o CTS individual inclui um ID MAC de uma fonte do sinal RTS e um ID MAC do UE.

[0019] Em algumas modalidades, o sinal CTS individual é transmitido em um momento alternado com

relação a outro sinal CTS individual transmitido por outro UE no conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS é recebido durante um subestrutura, e o sinal CTS comum e os sinais CTS individuais são transmitidos antes de um fim do subestrutura.

[0020] Em um oitavo conjunto de exemplos ilustrativos, um produto de programa de computador para comunicações por um UE em um sistema de comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o produto de programa de computador inclui um meio legível por computador não transitório armazenando instruções executáveis por um processador para fazer com que o UE receba um sinal RTS transmitido para um conjunto de UEs através de um espectro não licenciado, e transmitir, no espectro não licenciado, um sinal CTS comum e um sinal CTS individual em resposta ao sinal RTS. Em algumas modalidades, as instruções executáveis pelo processador para fazer com que o UE receba o sinal RTS incluem instruções executáveis pelo processador para fazer com que o UE receba o sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão de uplink subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC de 48 bits. Em algumas modalidades, o sinal RTS inclui uma versão hashed de um ID MAC do UE. Em algumas modalidades, o sinal CTS comum é transmitido um SIFS depois da recepção do sinal RTS, onde o sinal CTS comum inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS. Em algumas modalidades, o CTS individual inclui um ID MAC de uma fonte de sinal RTS e um ID MAC do UE.

[0021] Em algumas modalidades, o sinal CTS individual é transmitido em um momento alternado com relação a outro sinal CTS individual transmitido por outro

UE no conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o sinal RTS é recebido durante um subestrutura, e o sinal CTS comum e os sinais CTS individuais são transmitidos antes de um final de subestrutura.

[0022] Em um nono conjunto de exemplos ilustrativos, outro método para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o método inclui a transmissão de um sinal RTS em um espectro não licenciado ou um sinal RTS virtual (V-RTS) em um espectro licenciado, endereçado para um conjunto de UEs, e transmitindo um sinal CTS para si no espectro não licenciado juntamente com a transmissão do sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o método inclui o recebimento no espectro licenciado de um sinal virtual CTS (V-CTS) de cada UE no conjunto em resposta ao sinal RTS ou ao sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o sinal V-CTS inclui medições feitas pelo UE respectivo para uso na programação futura. Em algumas modalidades, o método inclui a programação, depois do recebimento do sinal V-CTS, de tráfego com base no conhecimento de canal atual para o restante de um subestrutura. Em algumas modalidades, o sinal RTS é transmitido no portador de componente primário de downlink para cada UE no conjunto de UEs.

[0023] Em um décimo conjunto de exemplos ilustrativos, outro aparelho para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o aparelho inclui meios para transmitir um sinal RTS em um espectro não licenciado ou um sinal V-RTS em um espectro licenciado, endereçado para um conjunto de UEs, e meios para transmitir um sinal CTS para si no espectro não licenciado juntamente com a transmissão do sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o aparelho inclui meios para receber no espectro licenciado um sinal V-CTS de cada UE no conjunto em resposta ao sinal RTS ou ao sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o sinal V-CTS inclui medições

feitas pelo UE respectivo para uso na programação futura. Em algumas modalidades, o aparelho inclui meios para programação, depois do recebimento de sinal V-CTS, de tráfego com base no conhecimento de canal atual do restante de um subestrutura. Em algumas modalidades, o sinal RTS é transmitido no portador do componente primário de downlink para cada UE no conjunto de UEs.

[0024] Em um décimo primeiro conjunto de exemplos ilustrativos, outro aparelho para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o aparelho inclui um processador, memória em comunicação eletrônica com o processador, e instruções armazenadas na memória. As instruções podem ser executáveis pelo processador para transmitir um sinal RTS em um espectro não licenciado ou um sinal V-RTS em um espectro licenciado, endereçado a um conjunto de UEs, e transmitir um sinal CTS para si no espectro não licenciado juntamente com a transmissão do sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o aparelho inclui instruções executáveis pelo processador para receber no espectro licenciado um sinal V-CTS de cada UE no conjunto em resposta ao sinal RTS ou ao sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o sinal V-CTS inclui medições feitas pelo UE respectivo para uso na programação futura. Em algumas modalidades, o aparelho inclui a programação, depois do recebimento do sinal V-CTS, de tráfego com base no conhecimento de canal atual para o restante de um subestrutura. Em algumas modalidades, o sinal RTS é transmitido no portador de componente primário de downlink para cada UE no conjunto de UEs.

[0025] Em um décimo segundo conjunto de exemplos ilustrativos, outro produto de programa de computador para comunicações por um aparelho de comunicações sem fio em um sistema de comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o produto de programa de computador inclui um meio legível

por computador não transitório armazenando instruções executáveis por um processador para fazer com que o aparelho de comunicações sem fio transmita um sinal de RTS em um espectro não licenciado ou um sinal V-RTS em um espectro licenciado, endereçado a um conjunto de UEs, e transmitir um sinal CTS para si no espectro não licenciado juntamente com a transmissão do sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o produto de programa de computador inclui instruções executáveis pelo processador para fazer com que o aparelho de comunicações sem fio receba no espectro licenciado um sinal V-CTS de cada UE no conjunto em resposta ao sinal RTS ou ao sinal V-RTS. Em algumas modalidades, um sinal V-CTS inclui medições feitas pelo UE respectivo para uso na programação futura. Em algumas modalidades, o produto de programa de computador inclui instruções executáveis pelo processador para fazer com que o aparelho de comunicações sem fio programe, depois de receber o sinal V-CTS, o tráfego com base no conhecimento de canal atual para o restante de um subestrutura. Em algumas modalidades, o sinal RTS é transmitido no portador de componente primário de downlink para cada UE no conjunto de UEs.

[0026] Em um décimo terceiro conjunto de exemplos ilustrativos, outro método de comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o método inclui o recebimento, em um UE, de um sinal RTS em um espectro não licenciado ou um V-RTS em um espectro licenciado, onde o sinal RTS ou o sinal V-RTS é endereçado a um conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o método inclui a transmissão no espectro licenciado de um sinal V-CTS a partir do UE, em resposta ao sinal RTS ou ao sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o sinal V-CTS inclui medições feitas pelo UE para uso na programação futura. Em algumas modalidades, o sinal RTS é

recebido no portador de componente primário de downlink do UE.

[0027] Em um décimo quarto conjunto de exemplos ilustrativos, outro aparelho para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, um aparelho inclui meios para receber, em um UE, um sinal RTS em um espectro não licenciado ou um V-RTS em um espectro licenciado, onde o sinal RTS ou o sinal V-RTS é endereçado a um conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o aparelho inclui meios de transmissão no espectro licenciado de um sinal V-CTS a partir do UE, em resposta ao sinal RTS ou ao sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o sinal V-CTS inclui medições feitas pelo UE para uso na programação futura. Em algumas modalidades, o sinal RTS é recebido no portador de componente primário de downlink do UE.

[0028] Em um décimo quinto conjunto de exemplos ilustrativos, outro aparelho para comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o aparelho inclui um processador, memória em comunicação eletrônica com o processador, e instruções armazenadas na memória. As instruções podem ser executáveis pelo processador para receber, em um UE, um sinal RTS em um espectro não licenciado ou um V-RTS em um espectro licenciado, onde o sinal RTS ou o sinal V-RTS é endereçado a um conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o aparelho inclui instruções executáveis pelo processador para transmitir no espectro licenciado um sinal V-CTS do UE, em resposta ao sinal RTS ou ao sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o sinal V-CTS inclui medições feitas pelo UE para uso na programação futura. Em algumas modalidades, o sinal RTS é recebido no portador de componente primário de downlink do UE.

[0029] Em um décimo sexto conjunto de exemplos ilustrativos, outro produto de programa de computador para

comunicações por um UE em um sistema de comunicações sem fio é descrito. Em um exemplo, o produto de programa de computador inclui um meio legível por computador não transitório armazenando instruções executáveis por um processador para fazer com que o UE receba um sinal RTS em um espectro não licenciado ou um V-RTS em um espectro licenciado, onde o sinal RTS ou o sinal V-RTS é endereçado a um conjunto de UEs. Em algumas modalidades, o produto de programa de computador inclui instruções executáveis pelo processador para fazer com que o UE transmita no espectro licenciado um sinal V-CTS a partir do UE, em resposta ao sinal RTS ou ao sinal V-RTS. Em algumas modalidades, o sinal V-CTS inclui medições feitas pelo UE para uso em programação futura. Em algumas modalidades, o sinal RTS é recebido no portador de componente primário de downlink do UE.

[0030] O acima exposto destaca de forma bem ampla as características e vantagens técnicas dos exemplos de acordo com a descrição a fim de que a descrição detalhada que segue possa ser mais bem compreendida. Características e vantagens adicionais serão descritas posteriormente. O conceito e os exemplos específicos descritos podem ser prontamente utilizados como uma base para a modificação ou desenho de outras estruturas para a realização das mesmas finalidades da presente descrição. Tais construções equivalentes não se distanciam do espirito e escopo das reivindicações em anexo. As características que são consideradas características dos conceitos descritos aqui, seja com relação à sua organização e método de operação, juntamente com vantagens associadas serão mais bem compreendidas a partir da descrição a seguir quando levada em consideração às figuras em anexo. Cada uma das figuras é

fornecida para fins de ilustração e descrição apenas, e não como uma definição dos limites das reivindicações.

Breve Descrição dos Desenhos

[0031] Uma compreensão adicional da natureza e vantagens da presente descrição pode ser realizada por referência aos desenhos a seguir. Nas figuras em anexo, componentes ou características similares podem ter o mesmo rótulo de referência. Adicionalmente, vários componentes do mesmo tipo podem ser distinguidos seguindo o rótulo de referência por um traço e um segundo rótulo que distingue entre componentes similares. Se apenas o primeiro rótulo de referência for utilizado na especificação, a descrição é aplicável a qualquer um dos componentes similares possuindo o mesmo primeiro rótulo de referência independentemente do segundo rótulo de referência.

[0032] A figura 1 ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de um sistema de comunicações sem fio de acordo com várias modalidades;

[0033] A figura 2A ilustra um diagrama que ilustra exemplos de situações de desenvolvimento para utilização de LTE em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0034] A figura 2B ilustra um diagrama que ilustra outro exemplo de uma situação de desenvolvimento para utilizar LTE em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0035] A figura 3 ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de agregação de portador quando utilizando LTE simultaneamente em um espectro licenciado e um não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0036] A figura 4A é um fluxograma de um exemplo de um método para o uso simultâneo de LTE em espectro

licenciado e não licenciado em uma estação base de acordo com várias modalidades;

[0037] A figura 5A é um fluxograma de um exemplo de um método para o uso simultâneo de LTE no espectro licenciado e não licenciado em um UE de acordo com várias modalidades;

[0038] A figura 5B é um fluxograma de outro exemplo de um método para uso simultâneo de LTE no espectro licenciado e não licenciado em um UE de acordo com várias modalidades;

[0039] A figura 6A ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma estrutura de abertura periódica alinhada a uma estrutura de estrutura periódica de acordo com várias modalidades;

[0040] A figura 6A ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma estrutura de abertura periódica alinhada a uma estrutura de estrutura periódica de acordo com várias modalidades;

[0041] A figura 6B ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma estrutura de abertura periódica que é metade de uma estrutura de estrutura periódica de acordo com várias modalidades;

[0042] A figura 6C ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma estrutura de abertura periódica que é o dobro de uma estrutura de estrutura periódica de acordo com várias modalidades;

[0043] A figura 6D ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma estrutura de abertura periódica que é menor do que uma estrutura de estrutura periódica de acordo com várias modalidades;

[0044] A figura 7A ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma forma de onda de estrutura de abertura periódica de acordo com várias modalidades;

[0045] A figura 7B ilustra um diagrama que ilustra outro exemplo de uma forma de onda de estrutura de abertura periódica de acordo com várias modalidades;

[0046] A figura 8 é um fluxograma de um exemplo de um método de sincronização de uma estrutura de abertura periódica com uma estrutura de estrutura periódica de acordo com várias modalidades;

[0047] A figura 9A ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma subestrutura S' em uma estrutura de abertura periódica de acordo com várias modalidades;

[0048] A figura 9B ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de opções de colocação para partições de determinação de canal claras (CCA) em um subestrutura S' de acordo com várias modalidades;

[0049] A figura 9C ilustra um diagrama que ilustra outro exemplo de um subestrutura S' em uma estrutura de abertura periódica de acordo com várias modalidades;

[0050] A figura 9D ilustra um diagrama que ilustra outro exemplo de um subestrutura S' em uma estrutura de abertura periódica de acordo com várias modalidades;

[0051] A figura 10A ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de abertura quando a determinação de utilização de canal ocorre no final de um intervalo de abertura anterior de acordo com várias modalidades;

[0052] A figura 10B ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de abertura quando a determinação de utilização de canal ocorre no começo de um intervalo de abertura anterior de acordo com várias modalidades;

[0053] A figura 10C ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de abertura em resposta à atividade de transmissão WiFi de acordo com várias modalidades;

[0054] A figura 10D ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma forma de onda de estrutura de abertura periódica com 14 símbolos de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM) de acordo com várias modalidades;

[0055] A figura 10E ilustra um diagrama que ilustra outro exemplo de uma forma de onda de estrutura de abertura periódica com 14 símbolos OFDM de acordo com várias modalidades;

[0056] A figura 10F ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma forma de onda de estrutura de abertura periódica com dois subestruturas de acordo com várias modalidades;

[0057] A figura 10G ilustra um diagrama que ilustra outro exemplo de uma forma de onda de estrutura de abertura periódica com dois subestruturas de acordo com várias modalidades;

[0058] A figura 11 é um fluxograma de um exemplo de um método para abertura de uma estrutura periódica de acordo com várias modalidades;

[0059] A figura 12A é um fluxograma de um exemplo de um método de sincronização de partições CAA através de múltiplas estações base de acordo com várias modalidades;

[0060] A figura 12B é um fluxograma de outro exemplo de um método de sincronização de partições CAA através de múltiplas estações base de acordo com várias modalidades;

[0061] A figura 13A é um fluxograma de um exemplo de um método de realização CAA quando as partições CCA são sincronizadas através de múltiplas estações base de acordo com várias modalidades;

[0062] A figura 13B é um fluxograma de outro exemplo de um método de realização de CAA quando as

partições CCA são sincronizadas através das múltiplas estações base de acordo com várias modalidades;

[0063] A figura 14A ilustra um diagrama que ilustra um exemplo do uso de Sinais de Sinalização de Utilização de Canal (CUBS) para servir a um canal em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0064] A figura 14B ilustra um diagrama que ilustra outro exemplo do uso de CUBS para reservar um canal em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0065] A figura 14C ilustra um diagrama que ilustra outro exemplo de uso de CUBS para reservar um canal em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0066] A figura 15 é um fluxograma de um exemplo de um método para transmissão de sinais para reservar um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0067] A figura 16 ilustra um diagrama que ilustra um exemplo da informação de retorno sendo enviada em um espectro licenciado para endereçar os sinais transmitidos em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0068] A figura 17A é um fluxograma de um exemplo de um método de recebimento de informação de retorno através de um uplink de Portador de Componente Primário (PCC) em um espectro licenciado de acordo com várias modalidades;

[0069] A figura 17B é um fluxograma de um exemplo de um método de transmissão de informação de retorno através de um uplink PCC em um espectro licenciado de acordo com várias modalidades;

[0070] A figura 18A ilustra um diagrama que ilustra um exemplo da difusão de sinal de sinalização LTE-&

em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0071] A figura 18B ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de uma carga útil em um sinal de sinalização LTE-U de acordo com as várias modalidades;

[0072] A figura 19A é um fluxograma de um exemplo de um método de difusão de sinais de sinalizador LTE-U em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0073] A figura 19B é um fluxograma de outro exemplo de um método de difusão de sinais de sinalização LTE-U em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0074] A figura 20 é um diagrama que ilustra um exemplo de sinais solicitação de envio (RTS) e liberado para envio (CTS) em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0075] A figura 21 é um fluxograma de um exemplo de um método para transmissão de sinais RTS e recepção de sinais CTS em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0076] A figura 22A ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de sinais CTS virtuais (V-CTS) em um espectro licenciado de acordo com as várias modalidades;

[0077] A figura 22B ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de um sinal RTS virtual (V-RTS) e sinais V-CTS virtuais em um espectro licenciado de acordo com várias modalidades;

[0078] A figura 23 é um fluxograma de um exemplo de um método de transmissão de um sinal RTS ou um sinal V-RTS de acordo com várias modalidades;

[0079] A figura 24 é um fluxograma de um exemplo de um método para recebimento de sinais V-CTS em resposta a

um sinal RTS ou um sinal V-RTS de acordo com várias modalidades;

[0080] A figura 25 ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de subestruturas normais e robustos em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0081] A figura 26 é um fluxograma de um exemplo de um método para transmissão de subestruturas normais ou robustos em um espectro não licenciado com base na atividade de transmissão passada de acordo com várias modalidades;

[0082] A figura 27 ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de sinais de Canal de Controle de Uplink Físico (PUCCH) e sinais de Canal Compartilhado de Uplink Físico (PUSCH) para um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0083] A figura 28 é um fluxograma de um exemplo de um método para geração de sinais PUCCH e/ou PUSCH para um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0084] A figura 29 ilustra um diagrama que ilustra um exemplo de abertura com base em carga em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades;

[0085] A figura 30 ilustra um diagrama em bloco que ilustra um exemplo de uma arquitetura UE de acordo com várias modalidades;

[0086] A figura 31 ilustra um diagrama em bloco que ilustra um exemplo de uma arquitetura de estação base de acordo com várias modalidades; e

[0087] A figura 32 ilustra um diagrama em bloco que ilustra um exemplo de um sistema de comunicações ilustrativo de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO) de acordo com as várias modalidades.

Descrição Detalhada

[0088] Vários sistemas, métodos e aparelhos são descritos nos quais o espectro não licenciado é utilizado para comunicações LTE. Várias situações de desenvolvimento podem ser suportadas incluindo um modo de downlink suplementar no qual o tráfego de downlink LTE pode ser descarregado para um espectro não licenciado. Um modo de agregação de portador pode ser utilizado para descarregar ambos o tráfego de downlink e uplink LTE de um espectro licenciado para um espectro não licenciado. Em um modo independente, as comunicações em downlink e uplink LTE entre uma estação base (por exemplo, um eNB) e um UE pode ocorrer em um espectro não licenciado. LTE e outras estações base e UEs podem suportar um ou mais desses ou de outros modos de operação similares. Os sinais de comunicação OFDMA podem ser utilizados para comunicações em downlink LTE em um espectro não licenciado, enquanto os sinais de comunicação SC-FDMA podem ser utilizados para comunicações de uplink LTE em um espectro não licenciado.

[0089] Operadores têm até agora observado WiFi como o mecanismo primário para uso do espectro não licenciado para aliviar os níveis cada vez maiores de congestionamento em redes celulares. No entanto, um noto tipo de portador (NCT) com base em LTE em um espectro não licenciado (LTE-U) pode se compatível com WiFi de grau de portador, tornando LTE-U uma alternativa para o WiFi. LTE-U pode alavancar conceitos LTE e pode introduzir algumas modificações à camada física (PHY) e aspectos de controle de acesso a meio (MAC) da rede ou dispositivos de rede para fornecer a operação eficiente no espectro não licenciado e para corresponder às exigências de regulamentação. O espectro não licenciado pode variar de 600 Megahertz (MHz) para 6 Gigahertz (GHz), por exemplo. Em algumas situações,

LTE-U pode ter um desempenho significativamente melhor do que WiFi. Por exemplo, em um desenvolvimento todo LTE-U (para operadores únicos ou múltiplos operadores), ou quando existem desenvolvimentos LTE-U de célula pequena densa, LTE-U pode ter um desempenho significativamente melhor do que WiFi. LTE-U também pode ter um desempenho melhor do que o WiFi em outras situações, tal como quando LTE-U é misturado com WiFi (para operadores únicos ou múltiplos operadores).

[0090] Para um único provedor de serviço (SP), uma rede LTE-U em um espectro não licenciado pode ser configurada para ser sincronizada com uma rede LTE em um espectro licenciado. Em algumas modalidades, algumas ou toras as redes LTE-U desenvolvidas em um determinado canal por múltiplos SPs também pode ser configurada para ser sincronizada através de múltiplos SPs. Uma abordagem para incorporar ambas as características acima pode envolver a utilização de um desvio de temporização constante entre LTE e LTE-U para um determinado SP. Em algumas modalidades, algumas ou todas as redes LTE-U desenvolvidas em um determinado canal por múltiplos SPs podem ser configurados para serem assíncronos através de múltiplos SPs. Uma rede LTE-U pode fornecer serviços de unidifusão e/ou multidifusão de acordo com as necessidades do SP. Ademais, uma rede LTE-U pode operar em um modo bootstrapped no qual células LTE agem como âncora e fornecem a informação de célula LTE-U relevante (por exemplo, temporização de quadro de rádio, configuração de canal comum, número de quadro de sistema, ou SFN, etc.). Nesse modo, pode haver um intertrabalho próximo entre LTE e LTE-U. Por exemplo, o modo bootstrapped pode suportar downlink suplementar e os modos de agregação de portador descritos acima. As camadas PHY-MAC da rede LTE-U pode operar em um modo independente

no qual a rede LTE-U opera independentemente de uma rede LTE. Nesse caso, pode haver um intertrabalho solto entre LTE e LTE-U com base na agregação de nível RLC com células LTE/LTE-U colocalizadas, ou múltiplos fluxos através de múltiplas células e/ou estações base, por exemplo.

[0091] As técnicas descritas aqui não estão limitadas a LTE, e também podem ser utilizadas para vários sistemas de comunicações sem fio tal como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outros sistemas. Os termos "sistema" e "rede" são frequentemente usados de forma intercambiável. Um sistema CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como CDMA2000, Acesso a Rádio Terrestre Universal (UTRA), etc. CDMA2000 cobre os padrões IS-2000, IS-95 e IS-856. IS-2000 versões 0 e A são comumente referidas como CDMA2000 1X, 1X, etc. IS-856 (TIA-856) é comumente referido como CDMA2000 1xEV-DO, Dados de Pacote de Alta Taxa (HRPD), etc. UTRA inclui CDMA de Banda Larga (WCDMA) e outras variações de CDMA. Um sistema TDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como o Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM). Um sistema OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como Banda Larga Ultra Móvel (UMB), UTRA Evoluída (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM, etc. UTRA e E-UTRA são parte do Sistema de Telecomunicação Ultra Móvel (UMTS). 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 de "Projeto de Parceria de 3a. Geração" (3GPP). CDMA2000 e UMB são descritos em documentos de uma organização chamada de "Projeto de Parceria de 3a. Geração 2" (3GPP2). As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas para os sistemas e tecnologias de rádio mencionados acima além de outros sistemas e tecnologias de rádio. A descrição

abaixo, no entanto, descreve um sistema LTE para fins de ilustração, e a terminologia LTE é utilizada em muito da descrição abaixo, apesar de técnicas serem aplicáveis além das aplicações LTE. Nessa descrição, as comunicações LTE-Avançada (LTE-A) são consideradas um subconjunto das comunicações LTE e, portanto, referências a comunicações LTE englobam as comunicações LTE-A.

[0092] A descrição a seguir fornece exemplos, e não limita o escopo, aplicabilidade ou configuração apresentados nas reivindicações. Mudanças podem ser feitas à função e disposição dos elementos discutidos sem se distanciar do espirito e escopo da descrição. Várias modalidades podem omitir, substituir, ou adicionar vários procedimentos ou componentes como adequado. Por exemplo, os métodos descritos podem ser realizados em uma ordem diferente da descrita, e várias etapas podem ser adicionadas, omitidas ou combinadas. Além disso, as características descritas com relação a determinadas modalidades podem ser combinadas em outras modalidades.

[0093] Com referência primeiro à figura 1, um diagrama ilustra um exemplo de um sistema ou rede de comunicações sem fio 100. O sistema 100 inclui estações base (ou células) 105, dispositivos de comunicação 115, e uma rede núcleo 130. As estações base 105 podem se comunicar com outros dispositivos de comunicação 115 sob o controle de um controlador de estação base (não ilustrado) que pode ser parte da rede núcleo 130 ou das estações base 105 em várias modalidades. As estações base 105 podem comunicar informação de controle e/ou dados de usuário com a rede núcleo 130 através de conexões de canal de acesso de retorno 132. Em modalidades, as estações base 105 podem comunicar, direta ou indiretamente, entre si através das conexões de canal de acesso de retorno 134, que podem ser

conexões de comunicação com ou sem fio. O sistema 100 pode suportar a operação em múltiplos portadores (sinais de forma de onda de frequências diferentes). Transmissores de múltiplos transportadores podem transmitir sinais modulados simultaneamente em múltiplos portadores. Por exemplo, cada conexão de comunicação 125 pode ser um sinal de múltiplos portadores modulados de acordo com várias tecnologias de rádio descritas acima. Cada sinal modulado pode ser enviado em um portador diferente e pode portar informação de controle (por exemplo, sinais de referência, canais de controle, etc.), informação de overhead, dados, etc.

[0094] As estações base 105 podem comunicar sem fio com os dispositivos 115 através de uma ou mais antenas de estação base. Cada um dentre os locais de estação base 105 pode fornecer cobertura de comunicação para uma área geográfica respectiva 110. Em algumas modalidades, as estações base 105 podem ser referidas como uma estação transceptor de base, uma estação de base de rádio, um ponto de acesso, um transceptor de rádio, um conjunto de serviço básico (BSS), um conjunto de serviço estendido (ESS), um Nó B, eNodeB (eNB), Nó B doméstico, um eNodeB doméstico, ou alguma outra terminologia adequada. A área de cobertura 110 para uma estação base pode ser dividida em setores criando apenas uma parte da área de cobertura (não ilustrada). O sistema 100 pode incluir estações base 105 de diferentes tipos (por exemplo, macro, micro e/ou pico estações base). Pode haver áreas de cobertura de sobreposição para diferentes tecnologias.

[0095] Em algumas modalidades, o sistema 100 pode ser uma rede LTE/LTE-A que suporta um ou mais modos LTE-U de operação ou situações de desenvolvimento. Em outras modalidades, o sistema 100 pode suportar comunicações sem fio utilizando um espectro não licenciado e uma tecnologia

de acesso diferente da LTE-U ou um espectro licenciado e uma tecnologia de acesso diferentes de LTE/LTE-A. Os termos Nó B evoluído (eNB) e equipamento de usuário (UE) podem ser geralmente utilizados para descrever as estações base 105 e os dispositivos 115, respectivamente. O sistema 100 pode ser uma rede LTE/LTE-A/LTE-U Heterogênea na qual diferentes tipos de eNBs fornecem cobertura para várias regiões geográficas. Por exemplo, cada eNB 105 pode fornecer cobertura de comunicação para uma macro célula, uma pico célula, uma femto célula e/ou outros tipos de célula. As células pequenas tal como pico células, femto células, e/ou outros tipos de células podem incluir nós de baixa energia ou LPNs. Uma macro célula geralmente cobre uma área geográfica relativamente grande (por exemplo, vários quilômetros em raio) e pode permitir o acesso irrestrito pelos UEs com assinaturas de serviço com o provedor de rede. Uma pico célula cobriria geralmente uma área geográfica relativamente menor e pode permitir o acesso irrestrito pelos UEs com as assinaturas de serviço com o provedor de rede. Uma femto célula também pode cobrir geralmente uma área geográfica relativamente pequena (por exemplo, uma residência) e, em adição ao acesso irrestrito, também pode fornecer acesso restrito pelos UEs possuindo uma associação com a femto célula (por exemplo, UEs em um grupo de assinantes fechado (CSG), UEs para usuários na residência, e similar). Um eNB para uma macro célula pode ser referido como um macro eNB. Um eNB para uma pico célula pode ser referido como um pico eNB. E, um eNB para uma femto célula pode ser referido como um femto eNB ou um eNB doméstico. Um eNB pode suportar uma ou várias (por exemplo, duas, três, quatro, e similares) células.

[0096] A rede núcleo 130 pode comunicar com os eNBs 105 através de um canal de acesso de retorno 132 (por exemplo, S1, etc.). Os eNBs 105 também podem ser comunicar um com o outro, por exemplo, diretamente ou indiretamente através das conexões de canal de acesso de retorno 134 (por exemplo, X2, etc.) e/ou através de conexões de canal de acesso de retorno 132 (por exemplo, através da rede núcleo 130). O sistema 100 pode suportar a operação sincronizada ou assíncrona. Para a operação sincronizada, os eNBs podem possuir uma estrutura similar e/ou temporização de abertura similar, e transmissões a partir de eNBs diferentes podem ser quase alinhadas no tempo. Para a operação assíncrona, os eNBs podem não estar alinhados no tempo. As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas para operações sincronizadas ou assíncronas.

[0097] Os UEs 115 podem se dispersos por todo o sistema 100, e cada UE pode ser estacionário ou móvel. Um UE 115 também pode ser referido pelos versados na técnica como uma estação móvel, uma estação de assinante, uma unidade móvel, uma unidade de assinante, uma unidade sem fio, uma unidade remota, um dispositivo móvel, um dispositivo sem fio, um dispositivo de comunicações sem fio, um dispositivo remoto, uma estação de assinante móvel, um terminal de acesso, um terminal móvel, um terminal sem fio, um terminal remoto, um aparelho, um agente de usuário, um cliente móvel, um cliente, ou alguma terminologia adequada. Um UE 115 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 tablet, um computador laptop, um telefone sem fio, uma estação de circuito local sem fio (WLL) ou similar. Um UE pode ser capaz de comunicar com

macro eNBs, pico eNBs, femto eNBs, retransmissoras e similares.

[0098] Os links de comunicação 125 ilustrados no sistema 100 podem incluir transmissões de uplink (UL) de um dispositivo móvel 115 para uma estação base 105, e/ou transmissões em downlink (DL) de uma estação base 105 para um dispositivo móvel 115. As transmissões em downlink também podem ser chamadas transmissões em link de avanço enquanto as transmissões em uplink também podem ser chamadas de transmissões em link reverso. As transmissões em downlink podem ser feitas utilizando-se um espectro licenciado (por exemplo, LTE), um espectro não licenciado (por exemplo, LTE-U), ou ambos (LTE/LTE-U). De forma similar, as transmissões em uplink podem ser feitas utilizando-se um espectro licenciado (por exemplo, LTE), um espectro não licenciado (por exemplo, LTE-U), ou ambos (LTE/LTE-U).

[0099] Em algumas modalidades do sistema 100, várias situações de desenvolvimento para LTE-U podem ser suportadas incluindo um modo de downlink suplementar no qual a capacidade de downlink LTE em um espectro licenciado pode ser descarregada para um espectro não licenciado, um modo de agregação de portador no qual ambas a capacidade de downlink e uplink LTE possam ser descarregadas a partir de um espectro licenciado para um espectro não licenciado, e um modo independente no qual as comunicações em downlink e uplink LTE entre uma estação base (por exemplo, eNB) e um UE possa ocorrer em um espectro não licenciado. As estações base 105 além de UEs 115 podem suportar um ou mais desses modos de operação ou de outros similares. Os sinais de comunicações OFDMA podem ser utilizados nas conexões de comunicação 125 para transmissões em downlink LTE em um

espectro não licenciado, enquanto os sinais de comunicações SC-FDMA podem ser utilizados nas conexões de comunicações 125 para transmissões em uplink LTE em um espectro não licenciado. Detalhes adicionais referentes à implementação das situações ou modos de operação de desenvolvimento LTE-U em um sistema tal como o sistema 100, além de outras características e funções relacionadas com a operação de LTE-U, são fornecidos abaixo com referência às figuras de 2A a 32.

[0100] Voltando-se a seguir para a figura 2A, um diagrama 200 ilustra exemplos de um modo de downlink suplementar e um modo de agregação de portador para uma rede LTE que suporta LTE-U. O diagrama 200 pode ser um exemplo de partes do sistema 100 da figura 1. Ademais, a estação base 105-a pode ser um exemplo das estações base 105 da figura 1, enquanto os UEs 115-a podem ser exemplos de UEs 115 da figura 1.

[0101] No exemplo de um modo de downlink suplementar ilustrado no diagrama 200, a estação base 105-a pode transmitir sinais de comunicações OFDMA para um UE 115-a utilizando um downlink 205. O downlink 205 pode ser associado com uma frequência F1 em um espectro não licenciado. A estação base 105-a pode transmitir sinais de comunicações OFDMA para o mesmo UE 115-a utilizando uma conexão bidirecional 210 e pode receber sinais de comunicação SC-FDMA desse UE 115-a utilizando a conexão bidirecional 210. A conexão bidirecional 210 pode ser associada com uma frequência F4 em um espectro licenciado. Downlink 205 no espectro não licenciado e a conexão bidirecional 210 no espectro licenciado podem operar simultaneamente. Downlink 205 pode fornecer uma descarga de capacidade de downlink para a estação base 105-a. Em algumas modalidades, downlink 205 pode ser utilizado para

serviços de unidifusão (por exemplo, endereçados a um UE) ou serviços de multidifusão (por exemplo, endereçados a vários UEs). Essa situação pode ocorrer com qualquer provedor de serviço (por exemplo, um operador de rede móvel tradicional ou MNO) que utiliza um espectro licenciado e precisa aliviar algum tráfego e/ou congestionamento de sinalização no espectro licenciado.

[0102] Em um exemplo de um modo de agregação de portador ilustrado no diagrama 200, a estação base 105-a pode transmitir sinais de comunicações OFDMA para um UE 115-a utilizando uma conexão bidirecional 215 e pode receber sinais de comunicações SC-FDMA do mesmo UE 115-a utilizando a conexão bidirecional 215. A conexão bidirecional 215 pode ser associada com a frequência F1 no espectro não licenciado. A estação base 105-a também pode transmitir sinais de comunicações OFDMA para o mesmo UE 115-a utilizando uma conexão bidirecional 220 e pode receber sinais de comunicações SC-FDMA do mesmo UE 115-a utilizando a conexão bidirecional 220. A conexão bidirecional 220 pode ser associada com uma frequência F2 em um espectro licenciado. A conexão bidirecional 215 pode fornecer uma descarga de capacidade de downlink e uplink para a estação base 105-a. Como o downlink suplementar descrito acima, essa situação ocorre com qualquer provedor de serviço (por exemplo, MNO) que utiliza um espectro licenciado e precisa aliviar parte do tráfego e/ou congestionamento de sinalização.

[0103] Em outro exemplo de um modo de agregação de portador ilustrado no diagrama 200, a estação base 105-a pode transmitir sinais de comunicações OFDMA para um UE 115-a utilizando uma conexão bidirecional 225 e pode receber sinais de comunicações SC-FDMA a partir do mesmo UE 115-a utilizando a conexão bidirecional 225. A conexão

bidirecional 215 pode estar associada à frequência F3 em um espectro não licenciado. A estação base 105-a também pode transmitir sinais de comunicações OFDMA para o mesmo UE 115-a utilizando uma conexão bidirecional 230 e pode receber sinais de comunicações SC-FDMA do mesmo UE 115-a utilizando a conexão bidirecional 230. A conexão bidirecional 230 pode estar associada com a frequência F2 no espectro licenciado. A conexão bidirecional 225 pode fornecer uma descarga de capacidade de downlink e uplink para a estação base 105-a. Esse exemplo, e os fornecidos acima, são apresentados para fins de ilustração e podem existir outros modos de operação ou situações de desenvolvimento similares que combinam LTE e LTE-U para descarga de capacidade.

[0104] Como descrito acima, o provedor de serviço típico que pode se beneficiar da descarga de capacidade oferecida pela utilização de LTE-U (LTE em um espectro não licenciado) é um MNO tradicional com espectro licenciado LTE. Para esses provedores de serviço, uma configuração operacional pode incluir um modo bootstrapped (por exemplo, downlink suplementar, agregação de portador) que utiliza o portador de componente primário LTE (PCC) no espectro licenciado e o portador de componente secundário LTE-U (SCC) no espectro não licenciado.

[0105] No modo de downlink suplementar, o controle para LTE-U pode ser transportado através do uplink LTE (por exemplo, a parte de uplink da conexão bidirecional 210). Uma das razões pelas quais se fornece a descarga de capacidade de downlink é porque a demanda por dados é muito acionada pelo consumo de downlink. Ademais, nesse modo, pode não haver um impacto regulamentar visto que o UE não está transmitindo no espectro não licenciado. Em algumas modalidades, pode não haver a necessidade de se implementar

exigências de ouça antes de falar (LBT) ou de acesso múltiplo por percepção de portador (CSMA) no UE. No entanto, LBT pode ser implementado na estação base (por exemplo, eNB), por exemplo, pela utilização de um mecanismo de determinação de canal liberado (CCA) periódico (por exemplo, a cada 10 milissegundos) e/ou agarrar e abandonar alinhado com um limite de quadro de rádio.

[0106] No modo de agregação de portador, dados e controle podem ser comunicados em LTE (por exemplo, conexões bidirecionais 210, 220 e 230) enquanto dados podem ser comunicados na LTE-U (por exemplo, conexões bidirecionais 215 e 225). Os mecanismos de agregação de portador suportados quando da utilização de LTE-U podem se encontrar em uma agregação de portador de duplexação por divisão de tempo de duplexação por divisão de frequência híbrida (FDD-TDD) ou uma agregação de portador TDD-TDD com simetria diferente através de portadores de componente.

[0107] A figura 2B ilustra um diagrama 200-a que ilustra um exemplo de um modo independente para LTE-U. O diagrama 200-a pode ser um exemplo de partes do sistema 100 da figura 1. Ademais, a estação base 105-b pode ser um exemplo de estações base 105 da figura 1 e a estação base 105-a da figura 2A, enquanto o UE 115-b pode ser um exemplo de UEs 115 da figura 1 e/ou os UEs 115-a da figura 2A.

[0108] No exemplo de um modo independente escolhido no diagrama 200-a, a estação base 105-b pode transmitir sinais de comunicações OFDMA para o UE 115-b utilizando uma conexão bidirecional 240 e pode receber sinais de comunicações SC-FDMA do UE 115-b utilizando a conexão bidirecional 240. A conexão bidirecional 240 pode ser associada com a frequência F3 em um espectro não licenciado descrito acima com referência à figura 2A. O modo independente pode ser utilizado nas situações de

acesso sem fio não tradicionais, tal como em situações de acesso em estádio (por exemplo, unidifusão, multidifusão). O provedor de serviço típico para esse modo de operação pode ser um proprietário de estádio, companhia de cabo, anfitrião de evento, hotel, empresa e/ou grande corporação que não possuem espectro licenciado. Para esses fornecedores de serviço, uma configuração operacional para o modo independente pode utilizar o PCC LTE-U no espectro não licenciado. Ademais, esse tipo de agregação de portador pode ser utilizado nas estações base 105 e 105-a da figura 1 e figura 2A, respectivamente, e/ou nos UEs 115 e 115-a da figura 1 e figura 2A, respectivamente.

[0110] Nesse exemplo, um FDD (FDD-LTE) pode ser realizado com relação à LTE em downlink, um primeiro TDD (TDD1) pode ser realizado com relação a LTE-U, um segundo TDD (TDD2) pode ser realizado com relação a LTE, e outro FDD (FDD-LTE) pode ser realizado com relação a LTE no uplink. TDD1 resulta em uma razão DL:UL de 6:4, enquanto a razão para TDD2 é de 7:3. Na escala de tempo, diferentes razões DL:UL eficientes são 3:1, 1:3, 2:2, 3:1, 2:2, e 3:1. Esse exemplo é apresentado para fins ilustrativos e pode haver outros esquemas de agregação de portador que combinam as operações de LTE e LTE-U.

[0111] A figura 4A ilustra um fluxograma de um método 400 para uso simultâneo de LTE no espectro licenciado e não licenciado por um primeiro nó sem fio (por exemplo, uma estação base ou eNB) de acordo com várias modalidades. O método 400 pode ser implementado utilizando, por exemplo, as estações base ou eNBs 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 200 e/ou 200-a d figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, uma

das estações base ou eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais das estações base ou eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0112] No bloco 405, um primeiro sinal de comunicações OFDMA pode ser transmitido para um segundo nó sem fio (por exemplo, UE 115) em um espectro licenciado. No bloco 410, um segundo sinal de comunicações OFDMA pode ser transmitido para o segundo nó sem fio em um espectro não licenciado simultaneamente com a transmissão do primeiro sinal de comunicações OFDMA. Em algumas modalidades, os primeiro e segundo sinais de comunicações OFDMA podem ser transmitidos a partir de pelo menos uma estação base ou eNB.

[0113] Em algumas modalidades do método 400, a transmissão do segundo sinal de comunicações OFDMA no espectro não licenciado pode ser sincronizado em tempo com a transmissão do primeiro sinal de comunicações OFDMA no espectro licenciado, com um desvio fixo entre uma estrutura de quadro do primeiro sinal de comunicações OFDMA e uma estrutura de quadro do segundo sinal de comunicações OFDMA. Em algumas modalidades, o desvio fixo pode ser zero ou substancialmente zero.

[0114] Em algumas modalidades do método 400, um primeiro sinal de comunicações SC-FDMA pode ser recebido a partir do segundo nó sem fio em um espectro licenciado simultaneamente com a transmissão dos primeiro e segundo sinais de comunicação OFDMA. O primeiro sinal de comunicações SC-FDMA recebido do segundo nó sem fio no espectro licenciado pode portar sinalização ou outra informação de controle relacionada com o segundo sinal de comunicações OFDMA transmitido no espectro não licenciado. O método pode incluir o recebimento, simultaneamente com a

transmissão dos primeiro e segundo sinais de comunicações OFDMA, um primeiro sinal de comunicações SC-FDMA a partir de um espectro licenciado e um segundo sinal de comunicações SC-FDMA do UE em um espectro não licenciado. Em algumas modalidades, cada um dos primeiro e segundo sinais de comunicações OFDMA pode incluir um sinal LTE.

[0115] A figura 4B ilustra um fluxograma de um método 400-a para uso simultâneo de LTE no espectro licenciado e não licenciado por um primeiro nó sem fio (por exemplo, uma estação base ou eNB) de acordo com várias modalidades. O método 400-a, como o método 400 acima, pode ser implementado utilizando, por exemplo, as estações base ou eNBs 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 200 e/ou 200-a da figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, uma das estações base ou eNBs 105 podem executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais da estação base ou eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0116] No bloco 415, um primeiro sinal de comunicações SC-FDMA pode ser recebido de um segundo nó sem fio (por exemplo, UE 115) em um espectro licenciado.

[0117] No bloco 420, um segundo sinal de comunicações SC-FDMA pode ser recebido a partir do segundo nó sem fio em um espectro não licenciado simultaneamente com a recepção do primeiro sinal de comunicações OFDMA. Em algumas modalidades, os primeiro e segundo sinais de comunicações SC-FDMA podem ser recebidos a partir de pelo menos um UE. Em algumas modalidades, cada um dos primeiro e segundo sinais de comunicações SC-FDMA pode incluir um sinal LTE.

[0118] A figura 5A ilustra um fluxograma de um método 500 para uso simultâneo de LTE no espectro

licenciado e não licenciado por um primeiro nó sem fio (por exemplo, um UE) de acordo com várias modalidades. O método 500 pode ser implementado utilizando, por exemplo, os UEs 115, 115-a, e 115-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 200 e/ou 200-a da figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, um dos UEs 115 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do UE 115 para realizar as funções descritas acima.

[0119] No bloco 505, um primeiro sinal de comunicações OFDMA pode ser recebido a partir de um segundo nó sem fio (por exemplo, uma estação base ou eNB 105) em um espectro licenciado.

[0120] No bloco 510, um segundo sinal de comunicações OFDMA pode ser recebido do segundo nó sem fio em um espectro não licenciado simultaneamente com a recepção do primeiro sinal de comunicações OFDMA. Em algumas modalidades, os primeiro e segundo sinais de comunicação OFDMA podem ser recebidos em um UE.

[0121] Em algumas modalidades do método 500, um primeiro sinal de comunicações SC-FDMA pode ser transmitido para o segundo nó sem fio em um espectro licenciado simultaneamente com a recepção dos primeiro e segundo sinais de comunicações OFDMA. O primeiro sinal de comunicações SC-FDMA recebido transmitido para o segundo nó sem fio no espectro licenciado pode portar informação de sinalização ou outra informação de controle relacionada com o segundo sinal OFDMA recebido no espectro não licenciado. O método pode incluir a transmissão, simultaneamente com a recepção dos primeiro e segundo sinais de comunicações OFDMA, um segundo sinal de comunicações SC-FDMA para o segundo nó sem fio em um espectro não licenciado. O método pode incluir a transmissão, simultaneamente com a recepção

dos primeiro e segundo sinais de comunicações OFDMA, um primeiro sinal de comunicações SC-FDMA para o segundo nó sem fio em um espectro licenciado e um segundo sinal de comunicações SC-FDMA para o segundo nó sem fio em um espectro não licenciado. Cada um dos primeiro e segundo sinais de comunicações OFDMA pode incluir um sinal LTE.

[0122] A figura 5B ilustra um fluxograma de um método 500-a para uso simultâneo de LTE no espectro licenciado e não licenciado por um primeiro nó sem fio (por exemplo, um UE) de acordo com várias modalidades. O método 500-a, como o método 500 acima, pode ser implementado utilizando, por exemplo, os UEs 115, 115-a e 115-b da figura 1, figura 2A, e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 200 e/ou 200-a da figura 2A e 2B. Em uma implementação, um dos UEs 115 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do UE 115 para realizar as funções descritas abaixo.

[0123] No bloco 515, um primeiro sinal de comunicações SC-FDMA pode ser transmitido para um segundo nó sem fio (por exemplo, uma estação base ou eNB 105) em um espectro licenciado.

[0124] No bloco 520, um segundo sinal de comunicações SC-FDMA pode ser transmitido para o segundo nó sem fio em um espectro não licenciado simultaneamente com a transmissão do primeiro sinal de comunicações SC-FDMA. Em algumas modalidades, os primeiro e segundo sinais de comunicações SC-FDMA podem ser transmitidos a partir de um UE. Em algumas modalidades, cada um dentre os primeiro e segundo sinais de comunicações SC-FDMA pode incluir um sinal LTE.

[0125] Em algumas modalidades, um dispositivo de transmissão tal como uma estação base, eNB 105, UE 115 (ou

um transmissor de um dispositivo de transmissão) pode utilizar um intervalo de abertura para obter acesso a um canal do espectro não licenciado. O intervalo de abertura pode definir o aplicativo de um protocolo com base em conexão, tal como um protocolo Ouvir Antes de Falar (LBT) no protocolo LBT especificado em ETSI (EM 301 893). Quando da utilização de um intervalo de abertura que define um aplicativo de um protocolo LBT, o intervalo de abertura pode indicar quando um dispositivo de transmissão precisa realizar uma Determinação de Canal Liberado (CCA). O resultado da CCA indica para o dispositivo de transmissão se um canal do espectro não licenciado está disponível ou em uso. Quando a CCA indicar que o canal não está disponível (por exemplo, em uso ou reservado), o intervalo de abertura pode impedir que o dispositivo de transmissão utilize o canal por um período de tempo.

[0126] Em alguns casos, pode ser útil que um dispositivo de transmissão gere um intervalo de abertura periodicamente e sincronize pelo menos um limite do intervalo de abertura com pelo menos um limite de uma estrutura periódica. Por exemplo, pode ser útil se gerar um intervalo de abertura periódico para um downlink em um espectro não licenciado, e sincronizar pelo menos um limite do intervalo de abertura periódica com pelo menos um limite de uma estrutura periódica associado com downlink. Exemplos de tal sincronização são ilustrados nas figuras 6A, 6B, 6C e 6D.

[0127] A figura 6A ilustra um primeiro exemplo 600 de um intervalo de abertura periódica 605 para transmissões (uplink e/ou downlink) em um espectro não licenciado. O intervalo de abertura periódica 605 pode ser utilizado por um eNB que suporta LTE-U (LTE-U eNB). Exemplos de tal eNB podem ser as estações base 105, 105-a e

105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O intervalo de abertura 605 pode ser utilizado com o sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustrados na figura 2A e figura 2B.

[0128] Por meio de exemplo, a duração do intervalo de abertura periódica 605 é ilustrada como sendo igual a (ou aproximadamente igual a) duração da estrutura periódica 610. Em algumas modalidades, a estrutura periódica 610 pode ser associada com um portador de componente primário (PCC) de um downlink. Em algumas modalidades, "aproximadamente igual" significa que a duração do intervalo de abertura periódica 605 se encontra dentro de uma duração de prefixo cíclico (CP) da duração da estrutura periódica 610.

[0129] Pelo menos um limite do intervalo de abertura periódica 605 pode ser sincronizado com pelo menos um limite da estrutura periódica 610. Em alguns casos, o intervalo de abertura periódica 605 pode ter limites que são alinhados com os limites de estrutura da estrutura periódica 610. Em outros casos, o intervalo de abertura periódica 605 que pode ter limites que são sincronizados com, mas desviados dos limites de quadro da estrutura periódica 610. Por exemplo, os limites do intervalo de abertura periódica 605 podem ser alinhados com limites de subestrutura da estrutura de estrutura periódica 610, ou com limites de ponto intermediário de subestrutura (por exemplo, pontos intermediários dos subestruturas em particular) da estrutura periódica 610.

[0130] Em alguns casos, cada estrutura periódica 610 pode incluir uma estrutura de rádio LTE (por exemplo, uma estrutura de rádio LTE (N-1), uma estrutura de rádio LTE (N), ou uma estrutura de rádio LTE (N+1)). Cada estrutura de rádio LTE pode ter uma duração de dez

milissegundos, e o intervalo de abertura periódica 605 também pode ter uma duração de dez milissegundos. Nesses casos, os limites do intervalo de abertura periódica 605 podem ser sincronizados com os limites (por exemplo, limites de quadro, limites de subestrutura, ou limites de ponto intermediário de subestrutura) de um dos quadros de rádio LTE (por exemplo, o quadro de rádio LTE (N)).

[0131] A figura 6B ilustra um segundo exemplo 600-a de um intervalo de abertura periódica 605-a para transmissões (uplink e/ou downlink) em um espectro não licenciado. O intervalo de abertura periódica 605-a pode ser utilizado por um eNB que suporta LTE-U (LTE-U eNB). Exemplos de tal eNB pode ser estações base 105, 105-a, e 105-b da figura 1, figura 2A, e figura 2B, respectivamente. O intervalo de abertura 605 pode ser utilizado com o sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustrado na figura 2A e figura 2B.

[0132] Por meio de exemplo, a duração do intervalo de abertura periódica 605-a é ilustrada como sendo um submúltiplo de (ou um submúltiplo aproximado de) duração da estrutura periódica 610. Em algumas modalidades, um "submúltiplo aproximado de" significa que a duração do intervalo de abertura periódica 605-a está dentro de uma duração de prefixo cíclico (CP) de duração de um submúltiplo (por exemplo, metade) da estrutura periódica 610.

[0133] Pelo menos um limite do intervalo de abertura periódica 605-a pode ser sincronizado com pelo menos um limite da estrutura periódica 610. Em alguns casos, o intervalo de abertura periódica 605-a pode ter um limite dianteiro ou traseiro que é alinhado com um limite de estrutura dianteira ou traseira da estrutura periódica 610. Em outros casos, o intervalo de abertura periódica

605-a pode ter limites que são sincronizados com, mas desviados com relação a cada um dos limites de estrutura da estrutura periódica 610. Por exemplo, os limites do intervalo de abertura periódica 605-a podem ser alinhados com os limites de subestrutura da estrutura periódica 610, ou com os limites de ponto intermediário de subestrutura (por exemplo, os pontos intermediários das subestruturas em particular) da estrutura de quadro periódica 610.

[0134] Em alguns casos, cada estrutura periódica 610 pode incluir uma estrutura de rádio LTE (por exemplo, uma estrutura de rádio LTE (N-1), uma estrutura de rádio LTE (N), ou uma estrutura de rádio LTE (N+1)). Cada estrutura de rádio LTE pode ter uma duração de dez milissegundos, e o intervalo de abertura periódica 605-a pode ter uma duração de cinco milissegundos. Nesses casos, os limites do intervalo de abertura periódica 605-a podem ser sincronizados com os limites (por exemplo, limites de quadro, limites de subestrutura, ou limites de ponto intermediário de subestrutura) de uma das estruturas de rádio LTE (por exemplo, estrutura de rádio LTE (N)). O intervalo de abertura periódica 605-a pode então ser repetido, por exemplo, a cada estrutura periódica 610, mais do que uma vez para cada estrutura periódica 610 (por exemplo, duas vezes) ou uma vez a cada estrutura periódica N 610 (por exemplo, com $N = 2, 3, \dots$).

[0135] A figura 6C ilustra um terceiro exemplo 600-b de um intervalo de abertura periódica 605-b para transmissões (uplink e/ou downlink) em um espectro não licenciado. O intervalo de abertura periódica 605-b pode ser utilizado por um eNB que suporta LTE-U (LTE-U eNB). Exemplos de tal eNB podem ser estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O intervalo de abertura 605 pode ser utilizado com o

sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustrados na figura 2A e figura 2B.

[0136] Por meio de exemplo, a duração do intervalo de abertura periódica 605-b é ilustrado como sendo um múltiplo inteiro (ou um múltiplo inteiro aproximado de) da duração da estrutura periódica 610. Em algumas modalidades, um "múltiplo inteiro aproximado de" significa a duração do intervalo de abertura periódica 605-b está dentro de uma duração de prefixo cílico (CP) de um múltiplo inteiro (por exemplo, o dobro) da duração da estrutura periódica 610.

[0137] Pelo menos um limite do intervalo de abertura periódica 605-b pode ser sincronizado com pelo menos um limite da estrutura periódica 610. Em alguns casos, o intervalo de abertura periódica 605-b pode ter um limite dianteiro e um limite traseiro que são alinhados com os respectivos limites de estrutura dianteiro e traseiro da estrutura periódica 610. Em outros casos, o intervalo de abertura periódica 605-b pode ter limites que são sincronizados com, mas desviados dos limites de estrutura da estrutura periódica 610. Por exemplo, os limites do intervalo de abertura periódica 605-b podem ser alinhados com os limites de subestrutura da estrutura periódica 610, ou com os limites de ponto intermediário de subestrutura (por exemplo, os pontos intermediários das subestruturas em particular) da estrutura periódica 610.

[0138] Em alguns casos, cada estrutura periódica 610 pode incluir uma estrutura de rádio LTE (por exemplo, uma estrutura de rádio LTE (N-1), uma estrutura de rádio LTE (N), ou uma estrutura de rádio LTE (N + 1)). Cada estrutura de rádio LTE pode ter uma duração de dez milissegundos, e o intervalo de abertura periódica 605-b pode ter uma duração de vinte milissegundos. Nesses casos,

os limites do intervalo de abertura periódica 605-b podem ser sincronizados com os limites (por exemplo, limites de estrutura, limites de subestrutura, ou limites de ponto intermediário de subestrutura) de uma ou duas das estruturas de rádio LTE (por exemplo, estrutura de rádio LTE (N) estrutura de rádio LTE (N + 1)).

[0139] A figura 6D ilustra um quarto exemplo 600-c de um intervalo de abertura periódica 605-c para as transmissões (uplink e/ou downlink) em um espectro não licenciado. O intervalo de abertura periódica 605-c pode ser utilizado por um eNB que suporta LTE-U (LTE-U eNB). Exemplos de tal eNB podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O intervalo de abertura 605 pode ser utilizado com o sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustrado na figura 2A e na figura 2B.

[0140] Por meio de exemplo, a duração do intervalo de abertura periódica 605-c é ilustrada como sendo um submúltiplo (ou um submúltiplo aproximado de) da duração da estrutura periódica 610. O submúltiplo pode ser um décimo da duração da estrutura periódica 610.

[0141] Pelo menos um limite do intervalo de abertura periódica 605-c pode ser sincronizado com pelo menos um limite da estrutura periódica 610. Em alguns casos, o intervalo de abertura periódica 605-a pode ter um limite dianteiro ou traseiro que é alinhado com um limite de estrutura dianteira ou traseira da estrutura periódica 610. Em outros casos, o intervalo de abertura periódica 605-c pode ter limites que são sincronizados com, mas desviados de cada um dos limites de estrutura da estrutura periódica 610. Por exemplo, os limites do intervalo de abertura periódica 605-c podem ser alinhados com os limites de subestrutura da estrutura periódica 610, ou com os

limites de ponto intermediário de subestrutura (por exemplo, pontos intermediários das subestruturas particulares) da estrutura periódica 610.

[0142] Em alguns casos, cada estrutura periódica 610 pode incluir uma estrutura de rádio LTE (por exemplo, uma estrutura de rádio LTE (N-1), uma estrutura de rádio LTE (N), ou uma estrutura de rádio LTE (N+1)). Cada estrutura de rádio LTE pode ter uma duração de dez milissegundos e o intervalo de abertura periódica 605-c pode ter uma duração de um milissegundo (por exemplo, a duração de uma subestrutura). Nesses casos, os limites do intervalo de abertura periódica 605-c podem ser sincronizados com os limites (por exemplo, limites de estrutura, limites de subestrutura, ou limites de ponto intermediário de subestrutura) de uma das estruturas de rádio LTE (por exemplo, estrutura de rádio LTE (N)). O intervalo de abertura periódica 605-c pode então ser repetido, por exemplo, a cada estrutura periódica 610, mais de uma vez a cada estrutura periódica 610, ou uma vez a cada estrutura periódica N 610 (por exemplo, com N = 2, 3, ...).

[0143] A figura 7A ilustra um quinto exemplo 700 de um intervalo de abertura periódica 605-d-1 para transmissões (uplink e/ou downlink) em um espectro não licenciado. O intervalo de abertura periódica 605-d-1 pode ser utilizado por um eNB que suporta LTE-U (LTE-U eNB). Exemplos de tal eNB podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O intervalo de abertura 605-d-1 pode ser utilizado com o sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustrado na figura 2A e figura 2B.

[0144] Por meio de exemplo, a duração do intervalo de abertura periódica 605-d-1 é ilustrada como

sendo igual a (ou aproximadamente igual a) duração de uma estrutura periódica 610-a. Em algumas modalidades, a estrutura periódica 610-a pode ser associada com um portador de componente primário (PCC) de um downlink. Os limites do intervalo de abertura periódica 605-d-1 podem ser sincronizados com (por exemplo, alinhados com) os limites da estrutura periódica 610-a.

[0145] A estrutura periódica 610-a pode incluir uma estrutura de rádio LTE possuindo dez subquadros (por exemplo, SF0, SF1, ..., SF9). As subestruturas SF0 a SF8 podem ser subestruturas de downlink (D) 710, e subestrutura SF9 pode ser uma subestrutura especial (S') 715. As subestruturas D e/ou S' 710 e/ou 715 podem definir coletivamente um tempo de ocupação de canal da estrutura de rádio LTE, e pelo menos parte da subestrutura S' 715 pode definir um tempo de inatividade de canal. Sob o padrão LTE atual, uma estrutura de rádio LTE pode ter um tempo de ocupação de canal máximo (tempo LIGADO) entre um e 9,5 milissegundos, e um tempo de inatividade de canal mínimo (tempo DESLIGADO) de 5% do tempo de ocupação do canal (por exemplo, um mínimo de 50 microssegundos). Para se garantir a conformidade ao padrão LTE, o intervalo de abertura periódica 605-d pode corresponder a essas exigências do padrão LTE pelo fornecimento de um período de proteção de 0,5 milissegundos (isso é, tempo DESLIGADO) como parte da subestrutura S' 715.

[0146] Visto que a subestrutura S' 715 possui uma duração de um milissegundo, pode incluir uma ou mais partições CCA 720 (por exemplo, partições de tempo) onde os dispositivos transmissores competindo por um canal em particular de um espectro não licenciado podem realizar seus CCAs. Quando um CCA do dispositivo de transmissão indica que o canal está disponível, mas o CCA do

dispositivo está completado antes do final do intervalo de abertura periódica 605-d-1, o dispositivo pode transmitir um ou mais sinais para reservar o canal até o final do intervalo de abertura periódica 605-d-1. Os um ou mais sinais podem, em alguns casos, incluir Sinais Piloto de Utilização de Canal (CUPS) ou Sinais de Sinalizador de Utilização de Canal (CUBS) 730. CUBS 730 são descritos em detalhes posteriormente nessa descrição, mas podem ser utilizados para ambas a sincronização de canal e reserva de canal. Isso é, um dispositivo que realiza um CCA para o canal depois de outro dispositivo começar a transmitir CUBS no canal pode detectar a energia do CUBS 730 e determinar que o canal está atualmente indisponível.

[0147] Seguindo a finalização bem sucedida do dispositivo de transmissão de um CCA para um canal e/ou a transmissão de CUBS 730 através de um canal, o dispositivo de transmissão pode utilizar o canal até um período de tempo predeterminado (por exemplo, um intervalo de abertura ou uma estrutura de rádio LTE) para transmitir uma forma de onda (por exemplo, uma forma de onda com base em LTE 740).

[0148] A figura 7B ilustra um sexto exemplo 705 de um intervalo de abertura periódica 605-d-2 para transmissões (uplink e/ou downlink) em um espectro não licenciado. O intervalo de abertura periódica 605-d2 pode ser utilizado por um eNB ou UE que suporta LTE-U (LTE-U eNB ou LTE-U UE). Exemplos de tal eNB podem ser as estações base 105, 105-a, e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente, e exemplos de tal UE podem ser os UEs 115, 115-a, e 115-b da figura 1. O intervalo de abertura 605-d-2 pode ser utilizado com o sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustrado na figura 2A e figura 2B.

[0149] Por meio de exemplo, a duração do intervalo de abertura periódica 605-d-2 é ilustrada como sendo igual a (ou aproximadamente igual a) duração de uma estrutura periódica 610-a. Em algumas modalidades, a estrutura periódica 610-a pode ser associada com um portador de componente primário (PCC) de um downlink. Os limites do intervalo de abertura periódica 605-d-2 podem ser sincronizados com (por exemplo, alinhados com) os limites da estrutura periódica 610-a.

[0150] A estrutura periódica 610-b pode incluir uma estrutura de rádio LTE possuindo dez subestruturas (por exemplo, SF0, SF1, ..., SF9). As subestruturas SF0 a SF4 podem ser subestruturas de downlink (D) 710; subestrutura SF5 pode ser uma subestrutura especial (S) 735; as subestruturas SF6 a SF8 podem ser subestruturas de uplink (U) 745; e a subestrutura SF9 pode ser uma subestrutura especial (S') 715. As subestruturas D, S, U e/ou S' 710, 735, 745 e/ou 715 podem definir coletivamente um tempo de ocupação de canal da estrutura de rádio LTE, e pelo menos parte da subestrutura S 735 e/ou subestrutura S' 715 pode definir um tempo de inatividade de canal. Sob o padrão LTE atual, uma estrutura de rádio LTE pode ter um tempo de ocupação de canal máximo (tempo LIGADO) entre um e 9,5 milissegundos, e um tempo de inatividade de canal mínimo (tempo DESLIGADO) de 5% do tempo de ocupação de canal (por exemplo, um mínimo de 50 microssegundos). Para se garantir a conformidade com o padrão LTE, o intervalo de abertura periódica 605-d-2 pode se ater a essas exigências do padrão LTE fornecendo um período de proteção ou período de silêncio de 0,5 milissegundos (isso é, tempo DESLIGADO) como parte da subestrutura S 735 e/ou subestrutura S' 715.

[0151] Visto que a subestrutura S' 715 possui uma duração de um milissegundo, pode incluir uma ou mais partições CCA 720 (por exemplo, partições de tempo) onde os dispositivos de transmissão competindo por um canal em particular de um espectro não licenciado podem realizar seus CCAs. Quando um CCA do dispositivo de transmissão indica que o canal está disponível, mas o CCA do dispositivo for completado antes do final do intervalo de abertura periódica 605-d-2, o dispositivo pode transmitir um ou mais sinais para reservar o canal até o final do intervalo de abertura periódica 605-d-2. Os um ou mais sinais podem em alguns casos incluir CUPS ou CUBS 730. CUBS 730 são descritos em detalhes posteriormente nessa descrição, mas podem ser utilizados para ambas a sincronização de canal e a reserva de canal. Isso é, um dispositivo que realiza um CCA para o canal depois de outro dispositivo começar a transmitir CUBS no canal pode detectar a energia de CUBS 730 e determinar que o canal está atualmente indisponível.

[0152] Seguindo a finalização bem sucedida do dispositivo de transmissão de um CCA para um canal e/ou a transmissão de CUBS 730 através de um canal, o dispositivo de transmissão pode utilizar o canal por até um período de tempo predeterminado (por exemplo, um intervalo de abertura ou uma estrutura de rádio LTE) para transmitir uma forma de onda (por exemplo, uma forma de onda com base em LTE 740).

[0153] Quando um canal do espectro não licenciado é reservado, por exemplo, por uma estação base ou eNB para um intervalo de abertura ou estrutura de rádio LTE, a estação base ou eNB pode, em alguns casos, reservar o canal para o uso de Multiplexação de Domínio de Tempo (TDM). Nesses exemplos, a estação base ou eNB pode transmitir dados em várias subestruturas D (por exemplo, subestruturas

SF0 a SF4) e então permitir que um UE com o qual está se comunicando realize um CCA 750 (por exemplo, um CCA de uplink) em uma subestrutura S (por exemplo, a subestrutura SF5). Quando o CCA 750 é bem sucedido, o UE pode transmitir dados para a estação base ou eNB em várias subestruturas U (por exemplo, subestruturas SF6 a SF8).

[0154] Quando um intervalo de abertura define uma aplicação do protocolo LBT especificado em ETSI (EM 301 893), o intervalo de abertura pode assumir a forma de um intervalo de abertura de Equipamento com Base Fixa LBT (LBT-FBE) ou um intervalo de abertura de Equipamento Com Base em Carga LBT (LBT-LBE). Um intervalo de abertura LBT-FBE pode ter uma temporização fixa/periódica e pode não ser influenciado diretamente pela demanda de tráfego (por exemplo, sua temporização pode ser mudada através de reconfiguração). Em contraste, um intervalo de abertura LBT-LBE pode não ter uma temporização fixa (isso é, ser assíncrono) e pode ser muito influenciado pela demanda de tráfego. As figuras 6A, 6B, 6C, 6D e 7, cada uma ilustrando um exemplo de um intervalo de abertura periódica 605, intervalo de abertura periódica 605 esse que pode ser um intervalo de abertura LBT-FBE. Uma vantagem em potencial do intervalo de abertura periódica 605 descrito com referência à figura 6A é que pode preservar a estrutura de rádio LTE de dez milissegundos definida na especificação LTE atual. No entanto, quando a duração de um intervalo de abertura é inferior à duração de uma estrutura de rádio LTE (por exemplo, como descrito com referência à figura 6B ou 6D), as vantagens de se preservar a estrutura de rádio LTE não existe mais e um intervalo de abertura LBT-LBE pode ser vantajoso. Uma vantagem em potencial da utilização de um intervalo de abertura LBT-LBE é que pode reter a estrutura de subestrutura de canais PHY LTE, sem qualquer perfuração

de símbolo no começo ou no final do intervalo de abertura. No entanto, uma desvantagem em potencial da utilização de um intervalo de abertura LBT-LBE é não ser capaz de sincronizar o uso de um intervalo de abertura entre diferentes eNBs de um operador LTE-U (por exemplo, visto que cada eNB utiliza um tempo de back-off aleatório para um CCA estendido).

[0155] A figura 8 é um fluxograma ilustrando um exemplo de um método 800 para comunicações sem fio. Por motivos de clareza, o método 800 é descrito abaixo com referência a um dos eNBs 105 ou UEs 115 ilustrados nas figuras 1, 2A e/ou 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 ou UEs 115 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 ou UE 115 para realizar as funções descritas abaixo.

[0156] No bloco 805, um intervalo de abertura periódica para um downlink em um espectro não licenciado pode ser gerado.

[0157] No bloco 810, pelo menos um limite do intervalo de abertura periódica pode ser sincronizado com pelo menos um limite de uma estrutura periódica associada com um PCC de downlink. Em algumas modalidades, o PCC pode incluir um portador em um espectro licenciado.

[0158] Em algumas modalidades, o intervalo de abertura periódica pode incluir uma estrutura LBT e/ou estrutura periódica pode incluir uma estrutura de rádio LTE.

[0159] Em algumas modalidades, a duração do intervalo de abertura periódica pode ser um múltiplo inteiro da duração da estrutura de quadro periódica. Exemplos de tal modalidade são descritos, acima, com referência às figuras 6A e 6C. Em outras modalidades, a duração do intervalo de abertura periódica pode ser um

submúltiplo da duração da estrutura periódica. Exemplos de tal modalidade são descritos, acima, com referência às figuras 6B e 6D.

[0160] Dessa forma, o método 800 pode fornecer as comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 800 é apenas uma implementação e que as operações do método 800 pode ter nova disposição ou de outra forma modificadas de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0161] As figuras 9A, 9B, 9C e 9D ilustram exemplos 900, 900-a, 920, 950 de como um protocolo com base em contenção tal como LBT pode ser implementado dentro de uma subestrutura S' 725-a de um intervalo de abertura, tal como uma subestrutura S' do intervalo de abertura de dez milissegundos 605-d-1 ou 605-d-2 descritos com referência às figuras 7A ou 7B. O protocolo com base em contenção pode ser utilizado, por exemplo, com as estações base 105, 150-a, e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O protocolo com base em contenção pode ser utilizado com o sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustradas na figura 2A e na figura 2B.

[0162] Com referência agora às figuras 9A e 9B, é ilustrado um exemplo 900/900-a de uma subestrutura S' 725-a-1 possuindo um período de proteção 905 e um período CCA 910. Por meio de exemplo, cada período de proteção 905 e período CCA 910 pode ter uma duração de 0,5 milissegundos e incluir sete posições de símbolo OFDM 915. Como ilustrado na figura 9B, cada uma das posições de símbolo OFDM 915 no período CCA 910 pode ser transformada em uma partição CCA 720-a depois de um eNB selecionar a posição de símbolo OFDM 915 para realização de CCA. Em alguns casos, as mesmas posições de símbolo OFDM ou diferentes 915 podem ser selecionadas de forma pseudorrandômica por um dentre

múltiplos eNBs, fornecendo, assim, uma classificação de dithering de tempo CCA. Os eNBs podem ser operados por um operador LTE-U único ou diferentes operadores LTE-U. Uma posição de símbolo OFDM 915 pode ser selecionada de forma pseudorrandômica visto que um eNB pode ser configurado para selecionar diferentes posições de símbolo OFDM em momentos diferentes, fornecendo, assim, a cada um dos múltiplos eNBs uma oportunidade de selecionar a posição de símbolo OFDM 915 que ocorre mais cedo. Isso pode ser vantajoso visto que o primeiro eNB para realizar um CCA bem sucedido possui uma oportunidade de reservar um canal ou canais correspondentes de um espectro não licenciado, e uma seleção pseudorrandômica do eNB de uma posição de símbolo OFDM 915 para realização de CCA garante que tenha a mesma chance de realizar um CCA bem sucedido como qualquer outro eNB. No caso de eNBs operados por um único operador LTE-U, os eNBs podem, em alguns casos, ser configurados para selecionar a mesma partição CCA 720-a.

[0163] A figura 9C ilustra um exemplo 920 de uma subestrutura S' 725-a-2 possuindo um período de proteção 905 e um período CCA 910. Por meio de exemplo, cada período de proteção 905 pode ter uma duração de 0,5 milissegundos e incluir setes posições de símbolo OFDM. O período CCA 910 pode incluir uma posição de símbolo OFDM ou uma fração de uma posição de símbolo OFDM, que pode incluir uma ou mais partições CCA, cada uma possuindo uma duração inferior a ou igual a uma posição de símbolo OFDM. O período CCA 910 pode ser seguido por um período CUBS 930. O período de proteção 905 pode ser precedido por uma subestrutura D encurtada 925. Em alguns exemplos, todos os nós sem fio (por exemplo, todas as estações base ou eNBs) associados com um operador ou rede móvel terrestre pública (PLMN) podem realizar um CCA ao mesmo tempo durante o período CCA 910. A

subestrutura S' 725-a-2 ilustrada na figura 9C pode ser útil em situações onde um operador opera de forma assíncrona com relação a outros operadores com os quais compete por acesso a um espectro não licenciado.

[0164] A figura 9D ilustra um exemplo 950 de uma subestrutura S' 725-a-3 possuindo uma subestrutura D encurtada 925, um período CCA 910, um período CUBS 930. O período CCA 910 pode incluir uma posição de símbolo OFDM ou uma fração de uma posição de símbolo OFDM, que pode incluir uma ou mais partições CCA, cada uma possuindo uma duração inferior a ou igual a uma posição de símbolo OFDM. O período CCA 910 pode ser seguido por um período CUBS 930. Em alguns exemplos, todos os nós sem fio (por exemplo, todas as estações base ou eNBs) associados com um operador ou rede móvel terrestre pública (PLMN) podem realizar um CCA ao mesmo tempo durante o período CCA 910. A subestrutura S' 725-a-3 ilustrada na figura 9D pode ser útil em situações onde um operador opera de forma assíncrona com relação a outros operadores com os quais compete por acesso a um espectro não licenciado.

[0164] A figura 9D ilustra um exemplo 950 de uma subestrutura S' 725-a-3 possuindo uma subestrutura D encurtada 925, um período CCA 910, e um período CUBS 930. O período CCA 910 pode incluir uma posição de símbolo OFDM ou uma fração de uma posição de símbolo OFDM, que pode incluir uma ou mais partições CCA, cada uma possuindo uma duração inferior a ou igual a uma posição de símbolo OFDM. O período CCA 910 pode ser seguido por um período CUBS 930. Em alguns exemplos, todos os nós sem fio (por exemplo, todas as estações base ou eNBs) associados com um operador ou rede móvel terrestre pública (PLMN) podem realizar um CCA ao mesmo tempo durante o período CCA 910. A subestrutura S' 725-a-e ilustrado na figura 9D pode ser

útil em situações onde um operador opera de forma assíncrona com relação a outros operadores com os quais compete por acesso a um espectro não licenciado, e onde a subestrutura S' 725-a-3 é utilizada em um contexto TDM, tal como com o intervalo de abertura 605-d-2. Quando utilizado em um contexto TDM, o período de silêncio pode ser fornecido em uma subestação S de uma estrutura de onde a subestrutura S' 725-a-3 forma uma parte.

[0165] As figuras 10A e 10B fornecem exemplos de como uma subestrutura S' tal como a subestrutura S' 725-a descrita com referência à figura 9A e/ou 9B pode ser utilizada em conjunto com o intervalo de abertura atual 605. Por meio de exemplo, os intervalos de abertura atuais 605-e, 605-g ilustrados nas figuras 10A e 10B podem ser exemplos de intervalo de abertura de dez milissegundos 605-d descrito com referência à figura 7. O uso de subestruturas S' em conjunto com um intervalo de abertura atual pode ser manuseado por, por exemplo, as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O uso das subestruturas S' em conjunto com um intervalo de abertura atual pode ser manuseado pelo mesmo sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustradas na figura 2A e/ou figura 2B.

[0166] A figura 10A fornece um exemplo 1000 no qual uma subestrutura S' é incluída como uma última subestrutura do intervalo de abertura atual 605-e. Dessa forma, o período de proteção 905-a e o período CCA 910-a da subestrutura S' ocorre no final do intervalo de abertura atual 605-e, pouco antes de um limite traseiro do intervalo de abertura atual 605-e e o início de um próximo intervalo de transmissão 605-f. O próximo intervalo de transmissão 605-f pode ser LIGADO ou DESLIGADO para uma transmissão de

downlink de cada um dentre um número de dispositivos de transmissão, dependendo de se um CCA realizado pelo dispositivo de transmissão indicar que o espectro não licenciado está disponível ou indisponível durante o próximo intervalo de transmissão 605-f. Em alguns casos, o próximo intervalo de transmissão 605-f também pode ser um próximo intervalo de abertura.

[0167] A figura 10B fornece um exemplo 1000-a no qual uma subestrutura S' é incluída como uma primeira subestrutura do intervalo de abertura atual 605-g. Dessa forma, o período de proteção 905-b e o período CCA 910-b da subestrutura S' ocorre no comento do intervalo de abertura atual 605-g, logo depois de um limite dianteiro do intervalo de abertura atual 605-g. O próximo intervalo de transmissão 605-h pode ser ABERTO ou FECHADO para uma transmissão de downlink de cada um dentre vários dispositivos de transmissão, dependendo do fato de se um CCA realizou pelo dispositivo de transmissão indica que o espectro não licenciado está disponível ou indisponível durante o próximo intervalo de transmissão 605-f. Em alguns casos, o próximo intervalo de transmissão 605-h também pode ser um próximo intervalo de abertura.

[0168] A figura 10C fornece um exemplo 1000-b de como o desempenho dos CCAs para um espectro não licenciado (ou um canal de espectro não licenciado) pode ser sincronizado através de múltiplos eNBs 105. Por meio de exemplo, os múltiplos eNBs 105 podem incluir um LTE-U eNB1 e um LTE-U eNB2. O desempenho dos CCAs pode ser fornecido, por exemplo, pelas estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, da figura 2A e da figura 2B, respectivamente. O desempenho de CCAs pode ser utilizado no sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustradas na figura 2A e/ou figura 2B.

[0169] Visto que a sincronização entre eNB1 e eNB2, uma subestrutura S' 725-b dentro de um intervalo de abertura atual de eNB1 pode ser sincronizado com uma subestrutura S' 725-c dentro de um intervalo de abertura atual do eNB2. Além disso, e devido aos processos de seleção de partição CCA pseudorrandômica sincronizada implementados por cada eNB, o eNB2 pode selecionar uma partição CCA 720-c que ocorre em um momento diferente (por exemplo, posição de símbolo OFDM diferente) da partição CCA 720-b selecionada pelo eNB1. Por exemplo, o eNB1 pode selecionar uma partição CCA 720-b alinhada com a quinta posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados das subestruturas S' 725-b e 725-c e o eNB2 pode selecionar uma partição CCA 720-c alinhada com a terceira posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados.

[0170] Um próximo intervalo de transmissão seguindo as subestruturas S' sincronizadas 725-b e 725-c pode começar depois dos períodos CCA das subestruturas S' 725-b e 725-c e começar com uma subestrutura D, como ilustrado. Visto que a partição CCA 720-c do eNB2 é programada primeiro, o eNB2 tem uma chance de reservar o próximo intervalo de transmissão antes de o eNB1 ter a chance de reservar o próximo intervalo de transmissão. No entanto, visto que o processo de seleção de partição CCA pseudorrandômico implementado por cada um dos eNB1 e eNB2, o eNB1 pode receber a primeira chance de reservar um intervalo de transmissão posterior (por exemplo, visto que sua partição CCA pode ocorrer em um momento anterior do que a partição CCA do eNB2 em um intervalo de abertura posterior).

[0171] Por meio de exemplo, a figura 10C ilustra que existe uma atividade de transmissão WiFi (Tx) que coincide com uma parte dos períodos CCA alinhados das

subestruturas S' 725-b e 725-c. Devido à temporização da partição CCA 720-c selecionada pelo eNB2, o eNB2 pode determinar como resultado da realização de seu CCA que o espectro não licenciado está indisponível, e pode DESLIGAR uma transmissão de downlink 1005-a no espectro não licenciado para o próximo intervalo de transmissão. Uma transmissão em downlink de eNB2 pode, portanto, ser bloqueada como resultado da atividade Tx WiFi ocorrendo durante o desempenho do CCA do eNB2.

[0172] Durante a partição CCA 720-b, o eNB1 pode realizar seu CCA. Devido à temporização da partição CCA 720-b selecionada pelo eNB1, o eNB1 pode determinar como resultado da realização de sua CCA que o espectro não licenciado está disponível (por exemplo, visto que a atividade Tx WiFi não ocorre durante a partição CCA 720-b e visto que o eNB2 não foi capaz de reservar o próximo intervalo de transmissão mais cedo). O eNB1 pode, portanto, reservar o próximo intervalo de transmissão e LIGAR uma transmissão de downlink 1005 no espectro não licenciado para o próximo intervalo de transmissão. Os métodos para reservar o espectro não licenciado (ou um canal de espectro não licenciado) são descritos em detalhes posteriormente nessa descrição.

[0173] As figuras 9A, 9B, 10A, 10B e 10C fornecem exemplos de como uma partição CCA 720 pode ser selecionada no contexto de um intervalo de abertura de dez milissegundos, tal como o intervalo de abertura 605-d descrito com referência à figura 7. Em contraste, as figuras 10D, 10E, 10F e 10G fornecem exemplos de como uma partição CCA 720 pode ser selecionada no contexto de um intervalo de abertura de um ou dois milissegundos. Um intervalo de abertura de dez milissegundos pode fornecer vantagens tal como um overhead de intervalo de abertura

baixo na presença da atividade WiFi baixo, e uma capacidade de reter o desenho de canal PHY com base em subestrutura dos canais LTE existentes. No entanto, pode apresentar a desvantagem de um tempo de inatividade de canal longo (por exemplo, 0,5 + milissegundos, dependendo dão retardo CCA induzido pelo dithering CCA), que pode fornecer a um nó WiFi com a janela de contenção curta a oportunidade de transmissão (por exemplo, uma oportunidade de transmissão durante o período de proteção 905 descrito com referência às figuras 9A e 9B). Também pode ser desvantajoso o retardo de uma transmissão de downlink pelo menos dez milissegundos quando um CCA não é bem sucedido. Um intervalo de abertura, por exemplo, de um ou dois milissegundos pode resultar em um overhead de intervalo de abertura maior, e pode exigir mudanças mais extensa ao desenho de canal PHY LTE para suportar as durações de transmissão abaixo de um milissegundo. No entanto, um intervalo de abertura ou talvez um ou dois milissegundos pode mitigar ou eliminar as desvantagens mencionadas acima associadas com um intervalo de abertura de dez milissegundos.

[0174] A figura 10D fornece um exemplo 1000-c de um intervalo de abertura de um milissegundo 605-i. Um intervalo de abertura de um milissegundo pode ser utilizado pelas estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O intervalo de abertura de um milissegundo pode ser utilizado no sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustradas na figura 2A e/ou figura 2B.

[0175] A especificação LTE atual exige um tempo de ocupação de canal (tempo LIGADO) \geq um milissegundo, e um tempo de inatividade de canal \geq 5% do tempo de ocupação de canal. Dessa forma, a especificação LTE atual dita uma

duração mínima do intervalo de abertura de 1,05 milissegundos. No entanto, se a especificação LTE puder ser relaxada para exigir um tempo mínimo de ocupação de canal de talvez 0,95 milissegundos, então um intervalo de abertura de um milissegundo seria possível.

[0176] Como ilustrado na figura 10D, um intervalo de abertura 605-i de um milissegundo pode incluir 14 símbolos OFDM (ou posições de símbolo). Quando um CCA bem sucedido é realizado durante uma partição CCA 720-d que antecede o intervalo de abertura 605-i, uma transmissão de downlink pode ocorrer durante os 13 primeiros símbolos OFDM do intervalo de abertura 605-i. Tal transmissão em downlink pode ter uma duração (ou tempo de ocupação de canal) de 929 microssegundos. De acordo com o padrão LTE atual, um tempo de ocupação de canal de 929 microssegundos exigiria um tempo inativo de canal 905-a de 48 microssegundos, que é inferior à duração de 71,4 microssegundos de um símbolo OFDM. Como resultado disso, o tempo de inatividade do canal 905-a de 48 microssegundos, além de uma ou mais partições CCA 720-d, pode ser fornecido durante a 14a. posição de símbolo OFDM. Em alguns casos, duas partições CCA 720-d possuindo uma duração total de 20 microssegundos podem ser fornecidas durante a 14a. posição de símbolo OFDM, permitindo, assim, que alguma quantidade de randomização CCA (dithering) ocorra. Vale notar que cada partição CCA 720-d no exemplo 1000-c possui uma duração de menos de um símbolo OFDM.

[0177] Visto que as partições CCA 720-d são posicionadas no final de um intervalo de abertura de um milissegundo 605-i ou subestrutura ilustrada na figura 10D, o intervalo de abertura 605-i é ideal para o sinal de referência comum (CRS). Um exemplo 1000-d de um intervalo de abertura de um milissegundo 605-j que é ideal para sinal

de referência específico de UE (UERS) é ilustrado na figura 10E. Similar ao intervalo de abertura 605-i, o intervalo de abertura 605-j inclui 14 símbolos OFDM. No entanto, o tempo de inatividade de canal 905-b e partições CCA 720-e são fornecidos na primeira posição de símbolo OFDM. Um CCA bem sucedido realizado durante uma partição CCA 720-e do intervalo de abertura atual 605-j, dessa forma, permite que o espectro não licenciado seja reservado, e permite que uma transmissão de downlink seja feita, no intervalo de abertura atual. O próximo intervalo de transmissão é, portanto, incluído dentro do intervalo de abertura atual.

[0178] A figura 10F fornece um exemplo 1000-e de um intervalo de abertura de dois milissegundos 605-k. Um intervalo de abertura de dois milissegundos pode ser utilizado pelas estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O intervalo de abertura de dois milissegundos pode ser utilizado no sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 200 e/ou 200-a ilustrado na figura 2A e/ou figura 2B.

[0179] Em contraste com os intervalos de abertura de um milissegundo 605-i e 605-j, o intervalo de abertura de dois milissegundos 605-k está em conformidade com as exigências de especificação LTE atuais para o tempo máximo de ocupação de canal e o tempo mínimo de inatividade de canal.

[0180] Como ilustrado, o intervalo de abertura 605-k pode incluir uma subestrutura D 710-a e uma subestrutura S' 725-d. No entanto, a subestrutura S' é configurada de uma forma diferente das subestruturas S' descritas anteriormente. Mais particularmente, as primeiras 12 posições de símbolo OFDM da subestrutura S', além das 14 posições de símbolo OFDM da subestrutura D anterior, podem ser utilizadas para uma transmissão em downlink depois da

realização de um CCA bem sucedido durante uma partição CCA 720-d anterior ao intervalo de abertura 605-k. O tempo de ocupação de canal pode, portanto, ser de 1,857 milissegundos, exigindo um tempo de inatividade de canal 905-c de 96 microssegundos. O tempo de inatividade de canal 905-c pode, portanto, ocupar a 13a. posição de símbolo OFDM da subestrutura S' e parte da 14a, posição de símbolo OFDM da subestrutura S'. No entanto, a duração restante da 14a. posição de símbolo OFDM pode ser preenchida, pelo menos em parte, por um número de partições CCA 720-f. Em alguns casos, o número de partições CCA 720-f pode ser de três partições CCA 720-f, que fornecem uma quantidade ligeiramente maior de randomização CCA (dithering) do que os intervalos de abertura de um milissegundo descritos com referência às figuras 10D e 10E.

[0181] Visto que as partições CCA 720-f são posicionadas no final do intervalo de abertura de dois milissegundos 605-k ilustrado na figura 10F, o intervalo de abertura 605-k é ideal para CRS. Um exemplo 1000-f de um intervalo de abertura de dois milissegundos 605-1 que é ideal para UERS é ilustrado na figura 10G. Similar ao intervalo de abertura 605-k, o intervalo de abertura 605-1 inclui uma subestrutura D 725-e e uma subestrutura S' 710-b. No entanto, a ordem temporal das subestruturas é invertida, com a subestrutura S' 710-b ocorrendo primeiro e a subestrutura D 725-e ocorrendo depois. Adicionalmente, o tempo de inatividade de canal 905-d e partições CCA 720-g são fornecidos na primeira posição de símbolo OFDM da subestrutura S' 710-b. Um CCA bem sucedido realizado durante uma partição CCA 720-g do intervalo de abertura atual 605-1 permite, dessa forma, que o espectro não licenciado seja reservado e permite que uma transmissão de downlink seja feita, no intervalo de abertura atual. O

próximo intervalo de transmissão está, portanto, incluído no intervalo de abertura atual.

[0182] A figura 11 é um fluxograma ilustrando um exemplo de um método 1100 para comunicações sem fio. Por motivos de clareza, o método 1100 é descrito abaixo com referência a um dos eNBs 105 ilustrados nas figuras 1, 2A e/ou 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0183] No bloco 1105, um CCA é realizado para outro espectro não licenciado em um intervalo de abertura atual para determinar se o espectro não licenciado está disponível para uma transmissão em downlink em um próximo intervalo de transmissão. A realização de CCA para o espectro não licenciado pode, em alguns casos, envolver a realização do CCA para um ou mais canais do espectro não licenciado. Em alguns casos, o próximo valor de transmissão pode ser um próximo intervalo de abertura. Em outros casos, o próximo intervalo de transmissão pode ser incluído dentro do intervalo de abertura atual. Em outros casos, tal como os casos nos quais um intervalo de abertura LBT-LBE assíncrona é utilizado, o próximo intervalo de transmissão pode seguir o intervalo de abertura atual, mas não pode ser parte de um próximo intervalo de abertura.

[0184] No bloco 1110, e quando uma determinação é feita de que o espectro não licenciado está indisponível, uma transmissão em downlink no espectro não licenciado pode ser DESLIGADA para o próximo intervalo de transmissão. Do contrário, quando uma determinação é feita de que o espectro não licenciado está disponível, uma transmissão de downlink no espectro não licenciado pode ser LIGADA para o próximo intervalo de transmissão.

[0185] Em algumas modalidades do método 1100, o CCA pode ser realizado durante uma primeira subestrutura ou primeira ou segunda posição de símbolo OFDM do intervalo de abertura atual. Em outras modalidades do método 1100, o CCA pode ser realizado durante uma última subestrutura ou última posição de símbolo OFDM do intervalo de abertura atual.

[0186] Em algumas modalidades do método 1100, o desempenho do CCA pode ser sincronizado através de múltiplos eNBs, incluindo múltiplos eNBs operados por um único operador LTE-U ou por diferentes operadores LTE-U.

[0187] Dessa forma, o método 1100 pode fornecer comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 1100 é apenas uma implementação e que as operações do método 1100 podem ter nova disposição ou podem ser modificadas de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0188] A figura 12A é um fluxograma ilustrando outro exemplo de um método 1200 para comunicações sem fio. Por motivos de clareza, o método 1200 é descrito abaixo com referência a um dos eNBs 105 ilustrados nas figuras 1, 2A e/ou 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0189] No bloco 1205, partições CCA podem ser sincronizadas através de múltiplas estações base (por exemplo, LTE-U eNBs 105) para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado (ou pelo menos um canal do espectro não licenciado) para transmissões em downlink em um próximo intervalo de transmissão.

[0190] Em algumas modalidades, as partições CCA podem ser localizadas em uma primeira subestrutura ou uma primeira ou segunda posição de símbolo OFDM de um intervalo

de abertura atual. Em outras modalidades, as partições CCA podem ser localizadas em uma última subestrutura ou última posição de símbolo OFDM de um intervalo de abertura atual.

[0191] Em algumas modalidades, tais modalidades nas quais um intervalo de abertura possui uma duração de dez milissegundos, o intervalo entre o começo de partições CCA adjacentes pode ser aproximadamente a duração de um símbolo OFDM. Para fins dessa descrição, "aproximadamente a duração do símbolo OFDM" inclui igual à duração de um símbolo OFDM. Um exemplo no qual o intervalo entre o começo das partições CCA adjacentes pode ser aproximadamente a duração de um símbolo OFDM é ilustrado na figura 9B.

[0192] Dessa forma, o método 1200 pode fornecer comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 1200 é apenas uma implementação e que as operações do método 1200 podem ter nova disposição ou podem ser modificadas de outra forma de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0193] A figura 12B é um fluxograma lustrando outro exemplo de um método 1200-a para comunicações sem fio. Por motivos de clareza, o método 1200-a descrito abaixo com referência a um dos eNBs 105 ilustrados nas figuras 1, 2A e/ou 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0194] No bloco 1215, as partições CCA podem ser sincronizadas através de múltiplas estações base (por exemplo, LTE-U eNBs 105) para determinar uma disponibilidade de um espectro não licenciado (ou pelo menos um canal do espectro não licenciado) para transmissões em downlink em um próximo intervalo de transmissão.

[0195] Em algumas modalidades, as partições CCA podem ser localizadas em uma primeira subestrutura ou uma primeira ou segunda posição de símbolo OFDM de um intervalo de abertura atual. Em outras modalidades, as partições CCA podem ser localizadas em uma última subestrutura ou última posição de símbolo OFDM de um intervalo de abertura atual.

[0196] Em algumas modalidades, tal como as modalidades nas quais um intervalo de abertura possui uma duração de dez milissegundos, o intervalo entre o início das partições CCA adjacentes pode ser aproximadamente a duração de um símbolo OFDM. Um exemplo no qual o intervalo entre o inicio das partições CCA adjacentes pode ser aproximadamente uma duração de um símbolo OFDM é ilustrado na figura 9B.

[0197] No bloco 1220, uma das partições CCA é identificada como uma partição CCA na qual se determina a disponibilidade do espectro não licenciado. Uma das partições CCA pode ser identificada com base pelo menos em parte em uma sequência de seleção pseudorrandômica acionada por uma semente de randomização.

[0198] Em algumas modalidades, pelo menos um subconjunto de múltiplas estações base pode utilizar a mesma semente de randomização para sua geração de sequência pseudorrandômica. O subconjunto pode ser associado com um desenvolvimento de estações base por um único operador.

[0199] Dessa forma, o método 1200-a pode fornecer as comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 1200-a é apenas uma implementação e que as operações do método 1200-a podem ter nova disposição ou podem, de outra forma, ser modificadas de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0200] A figura 13A é um fluxograma ilustrando outro exemplo de um método 1300 para comunicações sem fio.

Por motivos de clareza, o método 1300 é descrito abaixo com referência a um dos eNBs 105 ilustrados nas figuras 1, 2A e/ou 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0201] No bloco 1305, um CCA pode ser realizado durante uma dentre as múltiplas partições CCA sincronizadas através de múltiplos eNBs 105 (por exemplo, eNBs LTE-U) para determinar uma disponibilidade de um espectro não licenciado (ou pelo menos um canal do espectro não licenciado) para transmissões em downlink em um próximo intervalo de transmissão.

[0202] Em algumas modalidades, diferentes eNBs podem utilizar diferentes partições dentre as múltiplas partições CCA para realizar CCA durante um intervalo de abertura. Em outras modalidades, dois ou mais eNBs podem utilizar a mesma partição CCA para realizar CCA durante um intervalo de abertura (por exemplo, quando existir coordenação entre um subconjunto de eNBs, tal como a coordenação entre os eNBs desenvolvidos por um único operador).

[0203] Dessa forma, o método 1300 pode fornecer as comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 1300 é apenas uma implementação e que operações do método 1300 podem ter nova disposição ou podem ser modificadas para que outras implementações sejam possíveis.

[0204] A figura 13B é um fluxograma ilustrando outro exemplo de um método 1300-a para as comunicações sem fio. Por motivos de clareza, o método 1300-a é descrito abaixo com referência a um dos eNBs 105 ilustrados nas figuras 1, 2A e/ou 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para

controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0205] No bloco 1315, uma partição CCA pode ser identificada (por exemplo, por um eNB) a partir de múltiplas partições CCA sincronizadas através de múltiplos eNBs 105 (por exemplo, eNBs LTE-U). A partição pode ser identificada com base pelo menos em parte em uma sequência de seleção pseudorrandômica gerada a partir de uma semente de randomização. Em uma modalidade alternativa, a partição pode ser identificada com base pelo menos em parte na informação de coordenação permutada entre pelo menos um subconjunto de eNBs através de um canal de acesso de retorno, tal como o canal de acesso de retorno 132 ou 134 descrito com referência à figura 1.

[0206] No bloco 1320, um CCA pode ser realizado durante a partição CCA identificada para determinar uma disponibilidade de um espectro não licenciado (ou pelo menos um canal do espectro não licenciado) para transmissões em downlink em um próximo intervalo de transmissão.

[0207] Em algumas modalidades, diferentes eNBs podem identificar diferentes partições CCA para realizar o CCA durante um intervalo de abertura. Em outras modalidades, dois ou mais eNBs podem identificar a mesma partição CCA para realizar CCA durante um intervalo de abertura.

[0208] Dessa forma, o método 1300-a pode fornecer comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 1300-a é apenas uma implementação e que as operações do método 1300-a podem ter nova disposição ou podem ser modificadas de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0209] A figura 14A fornece outro exemplo 1400 de como o desempenho dos CCAs para um espectro não licenciado

(ou um canal do espectro não licenciado) pode ser sincronizado através de múltiplos eNBs 105. Exemplos de eNBs 105 podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O desempenho de CCAs pode, em alguns exemplos ser sincronizado através dos eNBs 105 utilizados no sistema 100 da figura 1, ou com partes do sistema 100 ilustradas na figura 2A e figura 2B.

[0210] A figura 14A também ilustra como o espectro não licenciado pode ser reservado por um ou mais dos eNBs 105 seguindo um CCA bem sucedido. Por meio de exemplo, os múltiplos eNBs 105 podem incluir um eNB1 LTE-U, um eNB2 LTE-U, e um eNB3 LTE-U.

[0211] Como ilustrado, os limites dos intervalos de abertura atuais de cada eNB (por exemplo, eNB1, eNB2, eNB3) podem ser sincronizados, fornecendo, assim, a sincronização das subestruturas S' 725-f, 725-g, 725-h dos eNBs. Um período CCA de cada subestrutura S' pode incluir múltiplas partições CCA 720. Devido aos processos de seleção de partição CCA pseudorrandômica sincronizados implementados por cada eNB, o eNB2 pode selecionar uma partição CCDA 720-h selecionada pelo eNB1. Por exemplo, o eNB1 pode selecionar uma partição CCA 720-h alinhada com a quinta posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados das subestruturas S' 725-f e 725-g, e o eNB2 pode selecionar uma partição CCA 720-i alinhada com a terceira posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados. No entanto, quando eNB3 é desenvolvido pelo mesmo operador que eNB1, eNB3 pode sincronizar a temporização de sua partição CCA 720-j com a temporização da partição CCA 720-h selecionada para o eNB1. O desenvolvimento do operador de ambos eNB1 e eNB3 pode então determinar qual eNB pode acessar o espectro não licenciado ou coordenar

simultaneamente o acesso ao espectro não licenciado em virtude das transmissões ortogonais e/ou outros mecanismos de transmissão.

[0212] Um próximo intervalo de transmissão seguindo as subestruturas S' sincronizadas 725-f, 725-g, 725-h pode começar depois dos períodos CCA das subestruturas S' 725-f, 725-g, 725-h e iniciar com uma subestrutura D, como ilustrado. Visto que a partição CCA 720-i do eNB2 é programada primeiro, o eNB2 tem a chance de reservar o próximo intervalo de transmissão antes de eNB1 e eNB3 terem a chance de reservar o próximo intervalo de transmissão. No entanto, devido ao processo de seleção de partição CCA pseudorrandômico implementado por cada um dentre eNB1, eNB2 e eNB3, eNB1 e eNB3 podem ter a chance de reservar um intervalo de transmissão posterior.

[0213] Por meio de exemplo, a figura 14A ilustra que existe atividade de transmissão WiFi (Tx) que coincide com uma parte dos períodos CCA alinhados das subestruturas S' 725-f, 725-g, 725-h. Devido à temporização da partição CCA 720-i selecionada pelo eNB2, o eNB2 pode determinar como resultado da realização de seu CCA que o espectro não licenciado está indisponível, e pode DESLIGAR uma transmissão de downlink 1005-c no espectro não licenciado para o próximo intervalo de transmissão. Uma transmissão de downlink de eNB2 pode, portanto, ser bloqueada como resultado da atividade Tx WiFi que ocorre durante o desempenho do CCA do eNB2.

[0214] Durante as partições CCA 720-h e 720-j, eNB1 e eNB3 podem realizar, cada um, seu respectivo CCA. Devido à temporização das partições CCA 720-h, 720-j selecionadas pelo eNB1 e o eNB3, cada um dentre o eNB1 e o eNB3 pode determinar como resultado da realização de seu CCA que o espectro não licenciado está disponível (por

exemplo, visto que a atividade Tx WiFi não ocorre durante as partições CCA 720-h, 72-i e visto que o eNB2 não pode reservar o próximo intervalo de transmissão em um momento anterior). O eNB1 e o eNB3 podem, portanto, reservar, cada um, o próximo intervalo de transmissão e LIGAR uma transmissão em downlink 1005-b, 1005-d no espectro não licenciado para o próximo intervalo de transmissão.

[0215] Um eNB pode reservar o próximo intervalo de transmissão pela transmissão de um ou mais sinais antes do próximo intervalo de transmissão para reservar o espectro não licenciado durante o próximo intervalo de transmissão. Por exemplo, depois da determinação de que o espectro não licenciado está disponível (por exemplo, pela realização de um CCA bem sucedido), eNB1 pode preencher cada uma das partições CCA seguindo seu desempenho de um CCA bem sucedido com CUBS 1010-a. CUBS 1010-a pode incluir um ou mais sinais que são detectáveis por outros dispositivos para deixar os outros dispositivos saber que o espectro não licenciado (ou pelo menos um canal do mesmo) foi reservado para uso por outro dispositivo (por exemplo, pelo eNB1). CUBS 1010-a pode ser detectado por ambos os dispositivos LTE e WiFi. Diferentemente da maior parte dos sinais LTE, que começam com um limite de subestrutura, CUBS 1010-a podem começar em um limite de símbolo OFDM.

[0216] Em alguns casos, CUBS 1010-a pode incluir um sinal de reserva de lugar transmitido para fins de reserva do espectro não licenciado. Em outros casos, CUBS 1010-a pode incluir, por exemplo, pelo menos um sinal piloto para uma ou ambas dentre a sincronização de tempo e frequência e estimativa de qualidade de canal através do espectro não licenciado. Os sinais piloto podem ser utilizados por um ou mais UEs 115 para realizar as medições de qualidade de canal no eNB1 podem ser utilizados por um

ou mais UEs 115 para realizar as medições de qualidade de canal nos diferentes elementos de recurso, de modo que uma qualidade de canal possa ser reportada para o eNB1. O eNB1 pode então receber o relatório da qualidade de canal a partir do UE 115 em resposta aos CUBS 1010-a e alocar os elementos de recurso para transmissões a partir do eNB1 para o UE 115 para fornecer a reutilização de recurso fracionado dentre múltiplos UEs 115, para evitar a interferência entre múltiplos UEs 115.

[0127] Em algumas modalidades, CUBS 1010-a pode ser transmitido repetidamente, com a transmissão de cada sinal começando em um limite de uma dentre as múltiplas partições CCA.

[0218] Em algumas modalidades, pode ser garantido que pelo menos uma posição de símbolo OFDM de CUBS seja transmitida seguindo um CCA, para auxiliar na sincronização de tempo e frequência entre um eNB LTE-U transmissor e um UE receptor.

[0219] Em algumas modalidades, e quando houver uma duração de mais de dois símbolos OFDM entre um CCA bem sucedido e o começo de um próximo intervalo de transmissão, a terceira transmissão CUBS e as transmissões CUBS subsequentes podem ser modificada para portar os dados de downlink e informação de controle do eNB LTE-U transmissor para um UE receptor.

[0220] Em algumas modalidades, CUBS 1010-a pode ser modelado de acordo com a estrutura de partição de tempo de piloto de downlink (DwPTS) definida na especificação LTE atual.

[0221] Em algumas modalidades, CUBS 1010-a pode incluir uma forma de onda de banda larga que porta uma sequência de assinatura determinada pelo DeploymentID do eNB LTE-U transmissor. A sequência de assinatura pode ser

uma sequência conhecida possuindo baixo conteúdo de informação, e, dessa forma, ideal para IC para os nós receptores LTE-U. A forma de onda de banda larga pode, em alguns casos, ser transmitida com energia de transmissão total, para superar a densidade espectral de energia de transmissão (Tx-PSD) e as restrições de largura de banda mínima (min-BW), além de nós de silêncio ou outros nós (por exemplo, nós WiFi).

[0222] eNB3 pode, da mesma forma, preencher cada uma das partições CCA seguindo a realização de um CCA bem sucedido com CUBS 1010-b e pode receber um relatório de qualidade de canal de um UE diferente 115.

[0223] A figura 14B fornece outro exemplo 1400-a de como o desempenho dos CCAs para um espectro não licenciado (ou um canal do espectro não licenciado) pode ser sincronizado através de múltiplos eNBs 105. Exemplos de eNBs 105 podem ser estações base 105, 105-a, 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O desempenho de CCAs pode, em alguns exemplos, ser sincronizado através dos eNBs 105 utilizados no sistema 100 da figura 1 ou com partes do sistema 100 ilustradas na figura 2A e figura 2B.

[0224] A figura 14B também ilustra como o espectro não licenciado pode ser reservado por um dos eNBs 105 seguindo um CCA bem sucedido. Por meio de exemplo, os múltiplos eNBs 105 podem incluir um eNB1 LTE-U, um eNB2 LTE-U, e um eNB4 LTE-U.

[0225] Como ilustrado, os limites dos intervalos de abertura atuais de cada eNB (por exemplo, eNB1, eNB2, e eNB4) podem ser sincronizados, fornecendo, assim, a sincronização das subestruturas S' 725-f, 725-g, 725-i dos eNBs. Um período CCA de cada subestrutura S' pode incluir múltiplas partições CCA 720. Devido aos processos de

seleção de partição CCA pseudorrandômicos sincronizados implementados por cada eNB, o eNB2 pode selecionar uma partição CCA 720-i que ocorre em um momento diferente (por exemplo, posição de símbolo OFDM diferente) do que a partição CCA 720-h selecionada pelo eNB1. Por exemplo, o eNB1 pode selecionar uma partição CCA 720-h alinhada com a quinta posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados das subestruturas S' 725-f e 725-g, e o eNB2 pode selecionar uma partição CCA 720-i alinhada com a terceira posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados. Da mesma forma, o eNB4 pode selecionar uma partição CCA 720-k que ocorre em um momento diferente do das partições CCA 720-h, 720-i selecionadas por cada um dos eNB1 e eNB2 (por exemplo, visto que eNB4 não pode ser desenvolvido pelo mesmo operador que eNB1, como foi o caso com eNB3 descrito com referência à figura 14A). Por exemplo, o eNB 4 pode selecionar uma partição CCA 720-k alinhada com a sexta posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados.

[0226] Um próximo intervalo de transmissão seguindo as subestruturas S' sincronizadas 725-f, 725-g, 725-i pode começar depois de períodos CCA das subestruturas S' 725-f, 725-g, 725-i e começar com uma subestrutura D, como ilustrado. Visto que a partição CCA 720-i do eNB2 é programada primeiro, o eNB2 tem a chance de reservar o próximo intervalo de transmissão antes de eNB1 e eNB4 terem a chance de reservar o próximo intervalo de transmissão. No entanto, visto que o processo de seleção de partição CCA pseudorrandômico implementado por cada um dentre eNB1, eNB2 e eNB4, eNB1 e eNB4 podem ter a chance de reservar um intervalo de transmissão posterior.

[0227] Por meio de exemplo, a figura 14B ilustra que existe atividade de transmissão WiFi (Tx) que coincide com uma parte dos períodos CCA alinhados das subestruturas

S' 725-f, 725-g, 725-i. No entanto, visto que a atividade Tx WiFi não coincide com a temporização da partição CCA 720-i selecionada pelo eNB2, o eNB2 pode determinar como resultado da realização de seu CCA que o espectro não licenciado está disponível, e pode LIGAR uma transmissão de downlink 1005-c no espectro não licenciado para o próximo intervalo de transmissão. Além disso e seguindo seu CCA bem sucedido, eNB2 pode preencher as partições CCA subsequentes com CUBS 1010-c, reservando, assim, o próximo intervalo de transmissão para seu próprio uso.

[0228] Durante as partições CCA 720-h e 720-k, eNB1 e eNB4 podem, cada um, realizar seu próprio CCA. No entanto, visto que eNB2 já começou a transmitir CUBS 1010-c, eNB1 e eNB4 determinam que o espectro não licenciado está indisponível. De outra forma, eNB1 e eNB4 são bloqueados do espectro não licenciado em virtude de eNB2 já ter reservado o espectro não licenciado.

[0229] A figura 14C fornece outro exemplo 1400-b de como a realização dos CCAs para um espectro não licenciado (ou um canal do espectro não licenciado) pode ser sincronizada através de múltiplos eNBs 105. Exemplos de eNBs 105 podem ser as estações base 105, 105-a, 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O desempenho dos CCAs pode, em alguns exemplos, ser sincronizado através dos eNBs 506 utilizados no sistema 100 da figura 1, ou com partes do sistema 100 ilustradas na figura 2A e figura 2B.

[0230] A figura 14C ilustra também como o espectro não licenciado pode ser reservado por um dos eNBs 105 seguindo um CCA bem sucedido. Por meio de exemplo, múltiplos eNBs 105 podem incluir um eNB1 LTE-U, um eNB2 LTE-U, e um eNB4 LTE-U.

[0231] Como ilustrado, os limites dos intervalos de abertura atuais de cada eNB (por exemplo, eNB1, eNB2, e eNB4) podem ser sincronizados, fornecendo, assim, a sincronização das subestruturas S' 725-f, 725-g, 725-i dos eNBs. Um período CCA de cada subestrutura S' pode incluir múltiplas partições CCA 720. Devido aos processos de seleção de parição CCA pseudorrandômicos sincronizados implementados por cada eNB, o eNB2 pode selecionar uma partição CCA 720-i que ocorre em um momento diferente (por exemplo, posição de símbolo OFDM diferente) do que a partição CCA 720-h selecionada pelo eNB1. Por exemplo, o eNB1 pode selecionar uma partição CCA 720-h alinhada com a quinta posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados das subestruturas S' 725-f e 725-g, e o eNB2 pode selecionar uma partição CCA 720-i alinhada com a terceira posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados. Da mesma forma, o eNB4 pode selecionar uma partição CCA 720-k que ocorre em um momento diferente das partições CCA 720-h, 720-i selecionadas por cada um dos eNB1 e eNB2 (por exemplo, visto que eNB3 não pode ser desenvolvido pelo mesmo operador que eNB1, como foi o caso no exemplo descrito com referência à figura 14A). Por exemplo, o eNB4 pode selecionar uma partição CCA 720-k alinhada com a sexta posição de símbolo OFDM dos períodos CCA alinhados.

[0232] Um próximo intervalo de transmissão seguindo as subestruturas S' sincronizadas 725-f, 725-g, 725-i pode começar depois dos períodos CCA das subestruturas S' 725-f, 725-g, 725-i e começar com uma subestrutura D, como ilustrado. Visto que a partição CCA 720-i do eNB2 é programada primeiro, o eNB2 tem a chance de reservar o próximo intervalo de transmissão antes de eNB1 e eNB4 terem a chance de reservar o próximo intervalo de transmissão. No entanto, devido ao processo de seleção de

partição CCA pseudorrandômico implementado por cada um dentre eNB1, eNB2 e eNB4, o eNB1 ou o eNB4 pode ter a primeira chance de reservar um intervalo de transmissão posterior.

[0233] Por meio de exemplo, a figura 14C ilustra a existência de atividade de transmissão WiFi (Tx) que coincide com uma parte de períodos CCA alinhados das subestruturas S' 725-f, 725-g, 725-i. Devido à temporização da participação CCA 720-i selecionada pelo eNB2, o eNB2 pode determinar como resultado da realização de seu CCA que o espectro não licenciado está indisponível, e pode DESLIGAR uma transmissão de downlink 1005-c no espectro não licenciado para o próximo intervalo de transmissão. Uma transmissão de downlink de eNB2 pode, portanto, ser bloqueada como resultado da atividade Tx WiFi ocorrendo durante o desempenho do CCA eNB2.

[0234] Durante a participação CCA 720-h, o eNB1 pode realizar seu CCA e determinar que o espectro não licenciado está disponível (por exemplo, visto que a atividade TX WiFi não ocorre durante a participação CCA 720-h, e visto que eNB2 não pode reservar o próximo intervalo de transmissão em um momento anterior). O eNB1 pode, portanto, reservar o próximo intervalo de transmissão e LIGAR uma transmissão de downlink 1005-b no espectro não licenciado para o intervalo de transmissão. Além disso, e seguindo seu CCA bem sucedido, eNB1 pode preencher as participações CCA subsequentes com CUBS 1010-d, reservando, assim, o próximo intervalo de transmissão para seu próprio uso.

[0235] Durante a participação CCA 720-k, o eNB4 pode realizar seu CCA e detectar CUBS 1010-d. Como resultado disso, o eNB4 pode determinar que o espectro não licenciado está indisponível e DESLIGA uma transmissão de downlink 1005-d no espectro não licenciado. De outra forma, o eNB4 é

bloqueado do espectro não licenciado em virtude de o eNB1 já ter reservado o espectro não licenciado.

[0236] Nas figuras 14A, 14B e 14C, CUBS 1010 são transmitidos antes de um próximo intervalo de transmissão, para reservar o espectro não licenciado para o uso de um eNB LTE-U durante o próximo intervalo de transmissão. No entanto, em algumas modalidades, CUBS 1010 pode ser transmitido no começo de um intervalo de transmissão ativo para fornecer, por exemplo, sincronização de tempo e frequência para um eNB LTE-U e UE que estão em comunicação durante o intervalo de transmissão ativo.

[0237] Em algumas modalidades, CUBS pode ser transmitido para menos do que a duração de um símbolo OFDM. As transmissões de CUBS por menos do que um símbolo OFDM podem ser referidas como CUBS parciais (PCUBS). Por meio de exemplo, e no contexto de intervalos de abertura de um ou dois milissegundos descritos com referência às figuras 10D, 10E, 10F e 10G, PCUBS pode ser transmitido entre a realização de um CCA bem sucedido e o início de um próximo limite de símbolo OFDM. Em algumas modalidades, PCUBS pode ser obtido a partir de um CUBS de símbolo total pela perfuração de três de cada quatro tons e a truncagem de CUBS em uma duração desejada. Alternativamente, PCUBS pode ser formado por um preâmbulo de procedimento de convergência de camada física (PLCP) e cabeçalho com base no padrão IEEE 802.11 g/n (que pode silenciar pelo menos os nós WiFi em conformidade com o padrão).

[0238] A figura 15 é um fluxograma ilustrando um exemplo de um método 1500 para comunicações sem fio. Por motivos de clareza, o método 1500 é descrito abaixo com referência a um dos eNBs 105 ilustrados nas figuras 1, 2A e 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos

funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0239] No bloco 1505, um CCA pode ser realizado durante uma dentre as múltiplas partições CCA sincronizadas através de múltiplos eNBs 105 (por exemplo, eNBs LTE-U) para determinar uma disponibilidade de um espectro não licenciado (ou pelo menos um canal do espectro não licenciado) para transmissões em downlink em um próximo intervalo de transmissão.

[0240] Em algumas modalidades, diferentes eNBs podem utilizar uma dentre múltiplas partições CCA para realizar CCA durante um intervalo de abertura. Em outras modalidades, dois ou mais eNBs podem utilizar a mesma partição CCA para realizar CCA durante um intervalo de abertura (por exemplo, quando existir coordenação entre um subconjunto de eNBs, tal como a coordenação entre os eNBs desenvolvidos por um operador único).

[0241] No bloco 1510, e quando o espectro não licenciado estiver disponível (por exemplo, quando for determinado pela realização de um CCA bem sucedido que o espectro não licenciado está disponível), um ou mais sinais podem ser transmitidos antes do próximo intervalo de transmissão para reservar o espectro não licenciado durante o próximo nível de transmissão. Em alguns casos, um ou mais sinais podem incluir CUBS 1010, como descrito com referência à figura 14A, 14B e/ou 14C.

[0242] Em algumas modalidades, os um ou mais sinais transmitidos antes do próximo intervalo de transmissão podem incluir pelo menos um sinal piloto para uma ou ambas a sincronização de tempo e frequência e a estimativa de qualidade de canal através do espectro não licenciado. Os sinais piloto podem ser utilizados por um ou mais UEs 115 para realizar as medições de qualidade de

canal em diferentes elementos de recurso, de modo que uma qualidade de canal possa ser reportada para o eNB 105 que transmitiu os um ou mais sinais. O eNB 105 pode então receber o relatório da qualidade de canal a partir do UE 115 em resposta aos sinais piloto e alocar os elementos de recurso para transmissões a partir do eNB 105 para o UE 115 para fornecer a reutilização de recurso fracionado dentre múltiplos UEs 115, para evitar a interferência entre múltiplos UEs 115.

[0243] Dessa forma, o método 1500 pode fornecer as comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 1500 é apenas uma implementação e que as operações do método 1500 podem ter nova disposição ou podem ser de outra forma modificadas de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0244] Quando abrindo o acesso a um espectro não licenciado, os intervalos de abertura podem forçar um eNB LTE-U a permanecer em silêncio por várias estruturas de rádio LTE. Devido a esse fato, um eNB LTE-U que se baseia em reporte LTE convencional da informação de retorno (por exemplo, informação de estado de canal (CSI)) pode não possuir uma informação de indicador de qualidade de canal (CQI) atualizada antes da programação de uma transmissão em downlink. Um eNB LTE-U que se baseia em reporte LTE convencional da informação de retorno também pode falhar em receber solicitações de repetição automática híbrida (HARQ) de forma temporal. Mecanismos que levam os intervalos de abertura de um espectro não licenciado em consideração, e reportam CSI e HARQ através dos intervalos de transmissão DESLIGADOS de um downlink no espectro não licenciado, podem, portanto, ser utilizados para aperfeiçoar o processamento CQI e HARQ do eNB LTE-U. Exemplos de tais

mecanismos são descritos com referência às figuras 16, 17A e 17B.

[0245] A figura 16 é um diagrama 1600 ilustrando combinações entre um eNB 105-c e um UE 115-c. O eNB 105-c pode ser um exemplo das estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O UE 115-c pode ser um exemplo dos UEs 115, 115-a e 115-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. O eNB 105-c e o UE 115-c podem ser utilizados no sistema 100 da figura 1 e com partes do sistema 100 ilustradas na figura 2A e figura 2B.

[0246] O eNB 105-c pode se comunicar com o UE 115-c através de um downlink 1610 em um espectro não licenciado, e o UE 115-c pode se comunicar com o eNB 105-c através de um uplink de portador de componente primário (PCC) 1605 em um espectro licenciado. O UE 115-c pode transmitir informação de retorno para o eNB 105-c através do uplink PCC 1605, e o eNB 105-c pode receber a informação de retorno do UE 115-c através do uplink PCC 1605. Em alguns casos, a informação de retorno pode endereçar (ou pertencer a) sinais transmitidos a partir do eNB 105-c para o UE 115-c através de downlink 1610. A transmissão de informação de retorno para o espectro não licenciado através do espectro licenciado pode aperfeiçoar a confiabilidade da informação de retorno para o espectro não licenciado.

[0247] A informação de retorno pode, em alguns casos, incluir informação de retorno para pelo menos um intervalo de transmissão aberto a partir do downlink 1610.

[0248] Em algumas modalidades, a informação de retorno pode incluir informação de estado de canal (CSI), tal como CSI para downlink 1610. Para pelo menos um intervalo de transmissão durante o qual o eNB 105-c DESLIGA

as transmissões para downlink 1610, CSI pode incluir CSI de longo termo. No entanto, para pelo menos um intervalo de transmissão durante o qual o eNB 105-c LIGA as transmissões para downlink, CSI pode incluir CSI de curto termo. A CSI de longo termo pode incluir, por exemplo, informação de gerenciamento de recurso de rádio (RRM) que captura os detalhes do ambiente de interferência de canal (por exemplo, informação identificando cada fonte de interferência dominante, seja ela WiFi, estação (STA) e/ou eNB LTE-U, por exemplo; informação identificando a resistência média e/ou características espaciais de cada sinal de interferência, etc.). CSI de curto termo pode incluir, por exemplo, uma CQI, um indicador de classificação (RI) e/ou um indicador de matriz de pré-codificação. Em alguns casos, CSI pode ser enviada a partir de um UE 115 para um eNB 115, através de uplink PCC 1605, em uma segunda subestrutura seguindo o início das transmissões de downlink em um intervalo de transmissão atual no espectro não licenciado.

[0249] Em algumas modalidades, a informação de retorno pode incluir informação de retorno HARQ, tal como informação de retorno HARQ para downlink 1610. Em um exemplo da transmissão HARQ, HARQ pode ignorar os intervalos de transmissão onde as transmissões de downlink foram DESLIGADAS. Em outro exemplo da transmissão HARQ, HARQ pode ser utilizada para intervalos de transmissão onde as transmissões de downlink são LIGADAS, e uma solicitação de repetição automatizada simples (ARQ) pode ser utilizada para intervalos de transmissão onde as transmissões de downlink são DESLIGADAS. Ambos os exemplos podem reter quase que toda a funcionalidade HARQ no contexto de um único desenvolvimento LTE-U sem qualquer interferência

WiFi. No entanto, na presença de interferência WiFi ou múltiplos desenvolvimentos LTE-U (por exemplo, desenvolvimentos por operadores diferentes), o segundo exemplo pode ser迫使 a utilizar de forma predominante RQ, caso no qual CSI pode se tornar a ferramenta principal para adaptação de conexão. Um HARQ sincronizado pode ser transmitido de uma forma que não seja afetada pela abertura do espectro não licenciado.

[0250] Quando uma transmissão em downlink não tem seu recebimento acusado (NAK), uma retransmissão HARQ de melhor esforço pode ser realizada através do downlink 1610. No entanto, depois de um período de expiração de tempo, o pacote NAK'd pode ser recuperado através das retransmissões de controle de link de rádio (RLC) através de downlink 1610 ou um downlink PCC.

[0251] O eNB 105-c pode, em alguns casos, utilizar tanto CSI de longo termo quando CSI de curto termo para selecionar um esquema de modulação e codificação (MCS) para downlink 1610 no espectro não licenciado. HARQ pode então ser utilizado para realizar a sintonia fina a eficiência espectral servida do downlink 1610 em tempo real.

[0252] A figura 17A é um fluxograma ilustrando um exemplo de outro método 1700 para comunicações sem fio. Por motivos de clareza, o método 1700 é descrito abaixo com referência a um dos eNBs 105 ilustrados nas figuras 1, 2A e/ou 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0253] No bloco 1705, a informação de retorno é recebida (por exemplo, por um eNB 105) a partir de um UE 115 através de um uplink PCC em um espectro licenciado. A

informação de retorno pode incluir a informação que endereça (ou pertence a) sinais transmitidos para o UE 115 através de um downlink em um espectro não licenciado.

[0254] A informação de retorno pode, em alguns casos, incluir informação de retorno para pelo menos um intervalo de transmissão aberto a partir do downlink 1610.

[0255] Em algumas modalidades, a informação de retorno pode incluir informação de estado de canal (CSI), tal como CSI para downlink 1610. Para pelo menos um intervalo de transmissão durante o qual o eNB 105-c DESLIGA as transmissões para downlink 1610, CSI Pode incluir CSI de longo termo. No entanto, para pelo menos um intervalo de transmissão durante o qual o eNB 105-c LIGOU as transmissões para downlink, CSI pode incluir CSI de curto termo. CSI de longo termo pode incluir, por exemplo, informação de gerenciamento de recurso de rádio (RRM) que captura os detalhes do ambiente de interferência de canal (por exemplo, informação identificando cada fonte de interferência dominante, seja ela WiFi, estação (STA) e/ou eNB LTE-U, por exemplo; informação identificando as características medias de resistência e/ou espaço de cada sinal de interferência, etc.). CSI de curto termo pode incluir, por exemplo, uma CQI, um indicador de classificação (RI) e/ou um indicador de matriz de pré-codificação. Em alguns casos, CSI pode ser enviada a partir de um UE 115 para um eNB 115, através de uplink PCC 1605, em uma segunda subestrutura seguindo o início das transmissões de downlink em um intervalo de transmissão atual no espectro não licenciado.

[0256] Em algumas modalidades, a informação de retorno pode incluir informação de retorno HARQ, tal como informação de retorno HARQ para downlink 1610. Em um

exemplo de transmissão HARQ, HARQ pode ignorar os intervalos de transmissão onde as transmissões de downlink foram DESLIGADAS. Em outro exemplo de transmissão HARQ, HARQ pode ser utilizada para intervalos de transmissão onde transmissões em downlink são LIGADAS, e uma simples solicitação de repetição automatizada (ARQ) pode ser utilizada para intervalos de transmissão onde transmissões de downlink são DESLIGADAS. Ambos os exemplos podem reter quase que toda a funcionalidade HARQ no contexto de um único desenvolvimento LTE-U sem qualquer interferência WiFi. No entanto, na presença de interferência de WiFi ou múltiplos desenvolvimentos LTE-U (por exemplo, desenvolvimentos por operadores diferentes), o segundo exemplo pode ser forçado a utilizar de forma predominante ARQ, caso no qual CSI pode se tornar a ferramenta principal para adaptação de conexão. HARQ assíncrona pode ser transmitida de uma forma que não seja afetada pela abertura do espectro não licenciado.

[0257] Quando uma transmissão em downlink não tem seu recebimento acusado (NAK'd), uma retransmissão HARQ de melhor esforço pode ser feita através de downlink 1610. No entanto, depois de um período de expiração de tempo, o pacote NAK'd pode ser recuperado através de retransmissões de controle de link de rádio (RLC) através de downlink 1610 ou um downlink PCC.

[0258] O eNB 105-c pode, em alguns casos, utilizar ambas CSI de longo termo e CSI de curto termo para selecionar um esquema de modulação e codificação (MCS) para downlink 1610 no espectro não licenciado. HARQ pode então ser utilizada para sintonizar a eficiência espectral servida do downlink 1610 em tempo real.

[0259] Dessa forma, o método 1700 pode fornecer comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 1700 é

apenas uma implementação e que as operações do método 1700 podem ter novas disposições ou podem ser modificadas de outra forma de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0260] A figura 17B é um fluxograma ilustrando um exemplo de um método 1700-a para comunicações sem fio. Por motivos de clareza, o método 1700-a é descrito abaixo com referência a um dos UEs 115 ilustrados nas figuras 1, 2A e/ou 2B. Em uma implementação, um dos UEs 115 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do UE 115 para realizar as funções descritas abaixo.

[0261] No bloco 1715, a informação de retorno pode ser transmitida (por exemplo, a partir de um UE 115) para um eNB 105 através de um uplink PCC em um espectro licenciado. A informação de retorno pode incluir informação que endereça (ou pertence a) sinais transmitidos para o UE 115 através de downlink em um espectro não licenciado.

[0262] A informação de retorno pode, em alguns casos, incluir informação de retorno para pelo menos um intervalo de transmissão aberto a partir do downlink 1610.

[0263] Em algumas modalidades, a informação de retorno pode incluir informação de estado de canal (CSI), tal como CSI para downlink 1610. Para pelo menos um intervalo de transmissão durante o qual eNB 105-c DESLIGOU as transmissões para downlink 1610, CSI pode incluir CSI de longo termo. No entanto, para pelo menos um intervalo de transmissão durante o qual eNB 105-c LIGOU as transmissões para downlink, CSI pode incluir CSI de curto termo. CSI de longo termo pode incluir, por exemplo, informação de gerenciamento de recurso de rádio (RRM) que captura os detalhes do ambiente de interferência de canal (por exemplo, informação identificando cada fonte de

interferência dominante, seja ela um WiFi, estação (STA) e/ou eNB LTE-U, por exemplo; informação identificando as características de resistência e/ou espaço medias de cada sinal de interferência, etc.). CSI de curto termo pode incluir, por exemplo, uma CQI, um indicador de classificação (RI) e/ou um indicador de matriz de pré-codificação. Em alguns casos, CSI pode ser enviada a partir de um UE 115 para um eNB 105, através de uplink PCC 1605, em uma segunda subestrutura seguindo o início das transmissões em downlink em um intervalo de transmissão atual no espectro não licenciado.

[0264] Em algumas modalidades, a informação de retorno pode incluir informação de retorno HARQ, tal como informação de retorno HARQ para downlink 1610. Em um exemplo da transmissão HARQ, HARQ pode ignorar intervalos de transmissão onde transmissões de downlink foram DESLIGADAS. Em outro exemplo da transmissão HARQ, HARQ pode ser utilizada para intervalos de transmissão onde transmissões de downlink são LIGADAS, e um solicitação de repetição automatizada (ARQ) simples pode ser utilizada para intervalos de transmissão onde as transmissões em downlink são DESLIGADAS. Ambos os exemplos podem reter quase que a funcionalidade HARQ total no contexto de um desenvolvimento LTE-U único sem qualquer interferência WiFi. No entanto, na presença da interferência WiFi ou múltiplos desenvolvimentos LTE-U (por exemplo, desenvolvimentos por diferentes operadores), o segundo exemplo pode ser forçado a utilizar de forma predominante ARQ, caso no qual CSI pode se tornar a ferramenta principal para adaptação de conexão. HARQ assíncrona pode ser transmitida de uma forma que não seja afetada pela abertura do espectro não licenciado.

[0265] Quando uma transmissão em downlink não tem seu recebimento acusado (NAK'd), uma retransmissão HARQ de melhor esforço pode ser feita através de downlink 1610. No entanto, depois de um período de expiração de tempo, o pacote NAK'd pode ser recuperado através das retransmissões de controle de link de rádio (RLC) através de downlink 1610 ou um downlink PCC.

[0266] O eNB 105-c pode, em alguns casos, utilizar ambas CSI de longo termo e CSI de curto termo para selecionar um esquema de modulação e codificação (MCS) para downlink 1610 no espectro não licenciado. HARQ pode então ser utilizada para realizar a sintonia fina da eficiência espectral servida de downlink 1610 em tempo real.

[0267] Dessa forma, o método 1700-a pode fornecer comunicações sem fio. Deve-se notar que o método 1700-a é apenas uma implementação e que as operações do método 1700-a podem ter nova disposição ou podem de outra forma ser modificadas de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0268] Voltando-se a seguir para a figura 18A, um diagrama 1800 ilustra um exemplo de difusão de sinal de sinalização LTE-U em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. O sinal de sinalização LTE-U (ou sinalizadores de descoberta) 1805 podem ser transmitidos ou difundidos por um eNB que suporta LTE-U. Exemplos de tal eNB podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. A difusão pode ser realizada com relação a um sistema ou rede como o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 100 da figura 2A e figura 2B.

[0269] As transmissões podem ocorrer quando o eNB estiver em um estado ativo ou quando o eNB estiver em um estado dormente ou inativo. Os sinais de sinalização 1805

podem ser transmitidos em um ciclo de tarefa baixa (por exemplo, 1 ou 2 subestruturas a cada 100 milissegundos) e podem abranger até cerca de 5 Megahertz (MHz) em largura de banda. Devido a seu baixo ciclo de tarefa, os sinais de sinalização 1805 podem ser transmitidos sem a necessidade de um esquema de ouvir antes de falar (LBT). De acordo, os sinais de sinalização 1805 podem ser transmitidos (por exemplo, difundidos) um número predeterminado de vezes. No exemplo ilustrado na figura 18A, os sinais de sinalizador 1805 podem ser transmitidos pelo menos nos momentos t_0 , t_1 , t_2 e t_3 . A temporização dessas transmissões pode ser periódica. Em alguns casos as transmissões podem não precisar ser periódicas desde que os tempos sejam programados (por exemplo, predeterminados) e a programação possa ser conhecida dos dispositivos ou entidades ouvindo os sinais de sinalização 1805. Os sinais de sinalização 1805 podem ser utilizados por outros eNBs e/ou por UEs (por exemplo, UEs 115) para descoberta de eNB dormente/ativo e para rastreamento aproximado de tempo e frequência.

[0270] A figura 18B ilustra um diagrama 1800-a que ilustra um exemplo de uma carga útil em um sinal de sinalizador LTE de acordo com várias modalidades. O sinal de sinalizador 1805-a ilustrado na figura 18B pode ser um exemplo de sinais de sinalizador 1805 da figura 18A. De acordo, o sinal de sinalizador 1805-a pode ser transmitido ou difundido por um eNB que suporta LTE-U (eNB LTE-U). Exemplos de tal eNB podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente.

[0271] Uma carga útil de sinal de sinalização 1805-a pode incluir múltiplos campos de informação ou atributos associados com um eNB. Por exemplo, o sinal de sinalização 1805-a pode incluir um ou mais dentre um campo de sinal de sincronização primária (PSS) 1810, um campo de

sinal de sincronização secundária (SSS) 1815, um campo de sinal de referência específico de célula (CRS) 1820, um campo de canal de difusão físico (PBCH) 1825, um campo de bloco de informação de sistema (SIB) 1830, um campo de identidade de grupo de assinantes fechado (CSG-ID) 1835, um campo de identificador de rede móvel terrestre pública (ID PLMN) 1840, um campo de ID de célula global (GCI) 1845, uma semente de randomização de determinação de canal liberado (CCA-RS) 1850, um campo de configuração de canal de acesso randômico (RACH) 1855, uma versão leve de um campo SIB (SIB-lite) 1860, e um campo de ID de desenvolvimento 1865. Em algumas modalidades, o campo SIB-lite 1860 pode incluir o campo GCI 1845 e o campo CSG-ID 1835. O campo GCI 1845 pode incluir o campo ID PLMN 1840. O conteúdo da carga útil ilustrado na figura 18B não precisa ser exaustivo. Outras informações ou atributos associados com um eNB podem ser incluídas para permitir o uso de comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado. Por exemplo, a carga útil do sinal de sinalização 1805-a pode incluir uma configuração de estrutura de abertura periódica para uso na abertura LIGA/DESLIGA de um próximo intervalo de abertura ou transmissão. Ademais, alguns dos campos ilustrados não precisam ser transmitidos em alguns casos e alguns dos campos podem ser combinados.

[0272] A combinação da informação sobre o campo ID PLMN 1840 e campo CSG-ID 1835 pode ser utilizada para identificar uma configuração de desenvolvimento LTE-U (por exemplo, uma configuração de desenvolvimento eNB) para o desenvolvimento LTE-U (por exemplo, um desenvolvimento eNB) associado com um eNB determinado. Por exemplo, eNBs LTE-U desenvolvidos por operadores celulares diferentes podem ter diferentes IDs PLMN. Alguns IDs PLMN podem ser reservados para o desenvolvimento de não operador de LTE-U. Por

exemplo, um eNB LTE-U desenvolvido por um não operador/empresa pode utilizar um ID PLMN reservado juntamente com um CSG-ID singular.

[0273] A figura 19A ilustra um fluxograma de um método 1900 para difusão de sinais de sinalizador LTE em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. O método 1900 pode ser implementado utilizando, por exemplo, as estações base ou eNBs 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 100 da figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0274] No bloco 1905, os sinais de sinalizador (por exemplo, sinais de sinalizador 1805) podem ser difundidos em um espectro não licenciado em momentos predeterminados a partir de um eNB, onde os sinais de sinalizador incluem sinais de downlink que identificam o eNB e pelo menos um atributo associado do eNB. Os sinais de sinalizador podem, em alguns casos, ser recebidos em um UE (ou em uma pluralidade de UEs). Em algumas modalidades, um UE pode utilizar os sinais de sinalizador para realizar um ajuste de temporização aproximado para comunicar no espectro não licenciado no UE.

[0275] Em algumas modalidades do método 1900, o pelo menos um atributo associado com eNB pode incluir pelo menos o atributo do eNB. Em algumas modalidades, o pelo menos um atributo associado do eNB pode incluir uma configuração de desenvolvimento de eNB para um desenvolvimento de eNB com o qual o eNB está associado. Em algumas modalidades, o pelo menos um atributo associado do eNB pode incluir uma configuração de desenvolvimento de NB

para um desenvolvimento de eNB com o qual o eNB está associado, onde os sinais de downlink dos eNBs no desenvolvimento de NB são sincronizados e transmitidos simultaneamente pelos eNBs do desenvolvimento de eNB no espectro não licenciado e em um espectro licenciado. Em algumas modalidades, os eNBs no desenvolvimento de eNB são, cada um, desenvolvidos por um mesmo operador.

[0276] Em algumas modalidades do método 1900, o pelo menos um atributo associado do eNB pode incluir uma configuração RACH associada com o eNB. Nessas modalidades, os sinais de sinalizador também podem incluir uma mensagem de paging para pelo menos um UE. Depois do recebimento de uma difusão de sinal de sinalizador no espectro não licenciado, um UE pode responder à mensagem de paging utilizando a configuração RACH.

Em algumas modalidades do método 1900, a difusão dos sinais de sinalizador inclui a difusão de sinais de sinalizador em um ciclo de tarefa abaixo de 5% (por exemplo, de 1 a 2 %) com um intervalo de difusão máximo de aproximadamente uma vez a cada 50 milissegundos. Em algumas modalidades, os sinais de sinalizador incluem um ou mais dentre um PSS, um SSS, um CRS, um PBCH, um GCI, um CSG-ID, um ID PLMN, um ID de desenvolvimento, uma configuração de estrutura de abertura periódica, um CCA-RS, uma configuração RACH, um SIB e um SIB-lite. Os sinais de sinalizador podem incluir informação que identifica o eNB como estando ativo ou dormente.

[0278] A figura 19B ilustra um fluxograma de um método 1900-a para difusão dos sinais de sinalizador LTE em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. O método 1900-a, como o método 1900 acima, pode ser implementado utilizando-se, por exemplo, as estações base ou eNBs 105, 105-a e 105-b da figura 1,

figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 100 da figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0279] No bloco 1915, um desenvolvimento eNB é identificado no qual os sinais de downlink dos eNBs desenvolvidos são sincronizados e transmitidos simultaneamente pelos eNBs desenvolvidos em um espectro não licenciado e em um espectro licenciado.

[0280] No bloco 1920, os sinais do sinalizador (por exemplo, sinais do sinalizador 1805) podem ser difundidos em um espectro não licenciado em momentos predeterminados de um ou mais dos eNBs desenvolvidos, onde os sinais do sinalizador incluem o desenvolvimento do eNB identificado.

[0281] Voltando-se a seguir para a figura 20, um diagrama 2000 é ilustrado apresentando um exemplo dos sinais de solicitação de envio (RTS) e liberação de envio (CTS) em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. Os sinais RTS podem ser transmitidos por um eNB que suporta LTE-U (eNB LTE-U). Os exemplos de tal eNB podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. Os sinais CTS podem ser transmitidos por um UE que suporta LTE-U (UE LTE-U). Exemplos de tal UE podem ser UEs 115, 115-a e 115-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente.

[0282] Um sinal RTS 2005 (ou RTS 2005) pode ser gerado e transmitido depois de um CCA 720-1 durante uma subestrutura 725-j em um intervalo de abertura atual. A subestrutura 725-j pode ser um exemplo da subestrutura 9 (S') 725 da figura 7. Isso é, a subestrutura 725-j pode ser

uma última subestrutura no intervalo de abertura atual. RTS 2005 pode ser transmitido quando CCA 720-1 for bem sucedido no meio do intervalo de subestrutura. Um eNB LTE-U pode utilizar a transmissão de RTS 2005 para manter o canal até o próximo limite de subestrutura (ou além).

[0283] RTS 2005 pode ser compatível com RTS como definido para os padrões IEEE 802.11 (por exemplo, WiFi). Um campo de endereço de transmissor (TA) do RTS 2005 pode incluir ID MAC do eNB LTE-U transmissor. A partir de ID MAC, outros nós LTE-U (por exemplo, eNBs LTE-U) do mesmo desenvolvimento podem reconhecer isso como um "RTS amigável" e não silenciar (podem seguir procedimentos MAC LTE-U/de coordenação de interferência intercelular melhorada (eICIC) em vez disso). Um campo de vetor de alocação de rede (NAV) pode ser utilizado para reservar as partições de tempo, como definido nos padrões IEEE 802.11. Por exemplo, um campo NAV pode reservar pelo menos uma próxima subestrutura (período de 1 milissegundo). No entanto, mais tipicamente, um campo NAV pode reservar pelo menos as próximas 5 subestruturas (até um máximo consistente com ouça antes de falar). Um campo de endereço de receptor (RA) de RTS 2005 pode conter múltiplos hashes de identificador temporário de rede de rádio celular (C-RNTI) para um conjunto de UEs servidos pelo eNB LTE-U.

[0284] Um sinal RTS tal como RTS 2005 pode ser utilizado antes de uma concessão UL para proteger a transmissão UL subsequente. Em um desenvolvimento independente, tal como o descrito acima com relação à figura 2B, um sinal RTS também pode ser enviado antes para uma transmissão de canal compartilhado de downlink físico (PDSCH) para proteger a subestrutura UL subsequente onde o retorno HARQ (ACK/NACK) pode ser enviado por um UE (no mesmo canal de espectro não licenciado). Em resposta a um

sinal RTS, pelo menos os UEs que são referidos no campo RA do sinal RTS podem responder pelo envio de um sinal CTS se forem capazes de receber dados/sinalização do eNB. Outros UEs servidos pelo eNB LTE-U que possam desejar enviar uma solicitação de programação (SER) ou um relatório CSI pendente também podem responder com um sinal CTS. Diferentemente de WiFi, CTS enviado pelos UEs LTE-U contém ID MAC do eNB servidor em seu campo TA. Um campo NAV em CTS pode ser determinado a partir do sinal RTS correspondente.

[0285] Retornando-se à figura 20, os UEs nomeados/servidos pelo eNB transmissor podem enviar um sinal CTS comum 2010 (ou CTS 2010) um intervalo de espaço interestrutural curto (SIFS) depois do RTS 2005. CTS 2010 comum permite que os UEs agarrem o canal o mais rapidamente possível. Na duração restante da subestrutura 9, antes do próximo limite de subestrutura (com subestrutura 10), os UEs identificados pelo RTS 2005 podem enviar sinais CTS individuais 2015 (ou CTSSs 2015) alternados no tempo. A alternância pode depender da ordem na qual os UEs são identificados no campo RA do RTS 2005. Um campo TA em cada um dos CTSSs individuais 2015 pode portar um hash de toda a sua identidade. Os CTSSs individuais 2015 indicam para o eNB que os UEs estão prontos para receber dados/concessão. O uso de CTSSs individuais 2015 permite um melhor desenho de programação, uma utilização mais eficiente do canal pela utilização de FDMA entre múltiplos UEs. Depois da subestrutura 9, que inclui RTS 2005, o CTS 2010 comum, e os CTSSs individuais 2015, uma próxima subestrutura 710-a (subestrutura 10) pode incluir transmissões de PDSCH 2020, 2020-a e 2020-b.

[0286] A figura 21 ilustra um fluxograma de um método 2100 para transmissão de sinais RTS e recebimento de

sinais CTS em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. O método 2100 pode ser implementado utilizando, por exemplo, as estações base ou eNBs 105, 105-a, e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 100 da figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0287] No bloco 2105, a determinação de canal liberado (CCA) pode ser realizada para determinar a disponibilidade de espectro não licenciado.

[0288] No bloco 2110, um sinal RTS (por exemplo, RTS 2005) pode ser transmitido para um conjunto de UEs utilizando o espectro não licenciado quando uma determinação é feita de que o espectro não licenciado está disponível (por exemplo, CCA foi bem sucedido).

[0289] No bloco 2115, um sinal CTS comum (por exemplo, CTS 2010) e um sinal CTS individual (por exemplo, CTS 2015) podem ser recebidos a partir de um ou mais UEs em resposta ao sinal RTS.

[0290] O sinal RTS pode ser recebido nos UEs no conjunto de UEs através do espectro não licenciado, e o sinal CTS comum e um sinal CTS individual respectivo pode ser transmitido a partir de cada UE, através do espectro não licenciado, em resposta ao sinal RTS.

[0291] Em algumas modalidades do método 2100, a transmissão de sinal RTS inclui a transmissão de sinal RTS antes de uma concessão de uplink para proteger uma transmissão de uplink subsequente através do espectro não licenciado, a partir do conjunto de UEs. O sinal RTS pode incluir um ID MAC de uma fonte (por exemplo, eNB) do sinal RTS. O ID MAC da fonte pode incluir um ID MAC de 48 bits,

por exemplo. O sinal RTS pode incluir uma versão hashed do ID MAC dos UEs no conjunto.

[0292] Em algumas modalidades do método 2100, o sinal CTS comum pode ser recebido um SIFS depois da transmissão do sinal RTS e o sinal CTS comum pode incluir um ID MAC da fonte do sinal RTS. Cada um dos sinais CTS individuais recebidos pode incluir um ID MAC da fonte do sinal RTS e um ID MAC do UE transmitindo o sinal CTS individual. Os sinais CTS individuais podem ser recebidos em momentos alternados

[0293] Em algumas modalidades do método 2100, CCA pode ser realizado durante uma subestrutura de um intervalo de abertura atual, o sinal RTS pode ser transmitido depois de CCA, e os sinais CTS comum e CTS individual podem ser recebidos antes de um fim da subestrutura. Em algumas modalidades, um tempo associado com CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente de sinal RTS podem ser alternados aleatoriamente entre diferentes eNBs para evitar as colisões em dispositivos recebendo o sinal RTS. Ademais, um tempo associado com CCA e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS podem ser mutuamente alternados para evitar colisões em dispositivos recebendo o sinal RTS, a alternância sendo baseada pelo menos em sinalização coordenada permutada entre eNBs.

[0294] Voltando-se a seguir à figura 22A, um diagrama 2200 é ilustrado mostrando um exemplo de sinais CTS virtuais (V-CTS) em um espectro licenciado de acordo com várias modalidades. Os sinais V-CTS podem ser transmitidos por UEs que suportam LTE-U (UE LTE-U). Exemplos de tais UEs podem ser UEs 115, 115-a, 115-b e da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente.

[0295] Depois de um intervalo de espaço interestrutura DCF (DIFS), que pode incluir um CCA (por

exemplo, 4 milissegundos) ocorrendo sempre que a mídia é liberada, um eNB (por exemplo, estação base 105) pode enviar um sinal RTS 2205 (ou RTS 2205) em um espectro não licenciado endereçando todos os UEs (por exemplo, UE₁, ..., UE_n) de interesse com NAV. Depois de um intervalo SIFS, o eNB envia um CTS para si no espectro não licenciado. O eNB pode programar imediatamente o tráfego de downlink com base no conhecimento atual para o resto da subestrutura e continua com a programação e ACK 2230. A programação pode ser realizada utilizando-se o canal de controle de downlink físico (PDCCH) e o PDSCH em sinais 2220 e 2225. Os UEs endereçados pelo RTS 2205 podem enviar de volta, em um espectro licenciado, sinais V-CTS 2215 (ou V-CTSS 2215) com medições atualizadas (por exemplo, medições RTS/CTS) para o eNB para aperfeiçoar a programação futura. Nessa situação, a sinalização CTS ocorre virtualmente ou fora de banda (fora do espectro não licenciado) pela utilização simultânea do espectro licenciado na LTE-U.

[0296] Voltando-se a seguir para a figura 22B, um diagrama 2200-a é ilustrado mostrando um exemplo de sinais RTS virtuais (V-RTS) em um espectro licenciado de acordo com várias modalidades. Os sinais V-RTS podem ser transmitidos pelos eNBs que suportam LTE-U (eNB LTE-U). Exemplos de tais eNBs podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente.

[0297] Depois de um intervalo DIFS, que pode incluir um CCA (por exemplo, 4 milissegundos) ocorrendo sempre que a mídia é liberada, um eNB (por exemplo, estação base 105) pode pesquisar os UEs de interesse (por exemplo, UE₁, ..., UE_n) em uma célula primária (PCell) quando a mídia ou canal está livre ou disponível. O eNB só precisa enviar um sinal CTS para si 2210 (ou CTS para si 2210) em um

espectro não licenciado para economizar overhead. O eNB envia um sinal V-RTS 2235 (ou V-RTS 2235) utilizando um espectro licenciado e os UEs endereçados pelo V-RTS 2235 podem responder enviando, cada um, V-CTS 2215-a também no espectro licenciado. Nessa situação, toda a sinalização necessária para RTS e CTS ocorre virtualmente ou fora de banda (fora do espectro não licenciado) pela utilização simultânea do espectro licenciado em LTE-U. Como a situação na figura 22A, o eNB pode prosseguir para enviar a informação de programação utilizando sinais 2220 e 2225 (por exemplo, PDCCH e PDSCH).

[0298] A figura 23 ilustra um fluxograma de um método 2300 para transmissão de um sinal RTS ou um sinal V-RTS de acordo com várias modalidades. O método 2300 pode ser implementado utilizando, por exemplo, estações base ou eNBs 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 100 da figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0299] No bloco 2305, um sinal RTS (por exemplo, RTS 2205) pode ser transmitido em um espectro não licenciado ou um sinal V-RTS (por exemplo, RTS 2235) pode ser transmitido em um espectro licenciado endereçado a um conjunto de UEs (por exemplo, UE₁, ..., UE_n).

[0300] No bloco 2310, um sinal CTS para si pode ser transmitido em um espectro não licenciado juntamente com a transmissão do sinal V-RTS.

[0301] O sinal RTS ou o sinal V-RTS pode ser recebido nos UEs no conjunto de UEs através do espectro não licenciado.

[0302] Em algumas modalidades do método 2300, um sinal V-CTS pode ser recebido no espectro licenciado para cada um dos UEs no conjunto em resposta ao sinal RTS ou sinal V-RTS. O sinal V-CTS pode incluir medições feitas pelo UE respectivo para uso na programação futura. Em algumas modalidades, o tráfego pode ser programado depois do recebimento dos sinais V-CTS com base no conhecimento de canal atual para o restante de uma subestrutura. O sinal RTS pode ser transmitido no portador de componente primário de downlink.

[0303] A figura 24 ilustra um fluxograma de um método 2400 para recebimento de sinais V-CTS em resposta a um sinal RTS ou um sinal V-RTS de acordo com várias modalidades. O método 2400 pode ser implementado utilizando, por exemplo, as estações base ou eNBs 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 100 da figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 para realizar as funções descritas abaixo.

[0304] No bloco 2405, um sinal RTS (por exemplo, RTS 2205) pode ser transmitido em um espectro não licenciado ou um sinal V-RTS (ou RTS 2235) pode ser transmitido em um espectro licenciado, endereçado a um conjunto de UEs (por exemplo, UE_1, \dots, UE_n).

[0305] No bloco 2415, um sinal V-CTS pode ser recebido no espectro licenciado a partir de cada um dos UEs no conjunto em resposta ao sinal RTS ou sinal V-RTS.

[0307] No bloco 2420, o tráfego pode ser programado depois do recebimento dos sinais V-CTS com base no conhecimento de canal comum para o restante de uma subestrutura.

[0308] O sinal RTS ou o sinal V-RTS pode ser recebido nos UEs no conjunto de UEs através do espectro não licenciado, e o sinal V-CTS pode ser transmitido a partir de cada UE, através do espectro não licenciado, em resposta ao sinal RTS ou sinal V-RTS.

[0309] Voltando-se agora para a figura 25, um diagrama 2500 é ilustrado mostrando exemplos de subestruturas normais e robustas em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. As subestruturas normais e robustas podem ser transmitidas pelos eNBs que suportam LTE-U (eNB LTE-U). Exemplos de tais eNBs podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. As subestruturas normais e robustas podem ser utilizadas pelos UEs que suportam LTE-U (UE LTE-U). Exemplos de tais UEs podem ser os UEs 115, 115-a e 115-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente.

[0310] Uma subestrutura tipo portador de legado normal (LCT) 2505 é ilustrada. As subestruturas LCT normais 2505 podem ser utilizadas para formas de onda LCT e podem portar PDCCH e CRS multiplexados por divisão de tempo (TDM). Também ilustrado é uma subestrutura do tipo novo portador normal (NCT) 2515. As subestruturas NCT normais 2514 podem ser utilizadas para as formas de onda NCT, mas não incluem PDCCH e CRS TDM. Em vez disso, um UE pode utilizar sinais de referência de informação de estado de canal (CSI-RS) para retorno e UE-RS para demodulação. Em adição às subestruturas LCT e NCT normais, a figura 25 ilustra uma subestrutura LCT robusta 2510 e uma subestrutura NCT robusta 2520. As subestruturas robustas podem diferir das normais visto que podem incluir pilotos adicionais (por exemplo, pilotos comuns, eCRS) em comparação com as subestruturas normais, que podem ser

utilizadas para facilitar o rastreamento de tempo e frequência e estimativa de canal no UE depois de um longo período DESLIGADO das transmissões DL LTE.

[0311] Para formas de onda LCT abertas, as subestruturas SYNC (por exemplo, subestruturas portando PSS, SSS, (possivelmente) PBCH, em adição a outros subcanais LTE) podem ser transmitidas em um índice de subestrutura = 0 (mod 5). As subestruturas LCT robustas 2510 podem ser transmitidas para as primeiras X subestruturas depois de um período DESLIGADO que é superior às subestruturas Y. Os parâmetros X e Y podem variar com base na estrutura das subestruturas e regras de utilização, por exemplo. As subestruturas LCT normais 2505 podem ser transmitidas em todos os outros períodos LIGADOS.

[0312] Para formas de onda NCT abertas, as subestruturas SYNC podem ser transmitidas em um índice de subestrutura = 0 (mod 5). As subestruturas NCT robustas 2520 podem ser transmitidas para as primeiras X subestruturas depois de um período DESLIGADO que é superior às subestruturas Y. Os parâmetros X e Y podem variar com base na estrutura das subestruturas e regras de utilização, por exemplo. Subestruturas NCT normais 2515 podem ser transmitidas em todos os outros períodos LIGADOS.

[0313] A figura 26 ilustra um fluxograma de um método 2600 para transmissão de subestruturas normais ou robustas em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. O método 2600 pode ser implementado utilizando-se, por exemplo, estações base ou eNBs 105 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente, e/ou sistema 100 da figura 1 e partes do sistema 100 da figura 2A e figura 2B.

[0314] No bloco 2605, a atividade de transmissão passada em um espectro não licenciado pode ser comparada

com um limite de atividade (por exemplo, um número de períodos LIGADO no espectro não licenciado através de um período de tempo, uma duração de um número de períodos LIGADO no espectro não licenciado através de um período de tempo, e/ou um número de subestruturas SYNC transmitidas no espectro não licenciado através de um período de tempo).

[0315] No bloco 2610, um primeiro tipo de subestrutura (por exemplo, subestruturas LCT/NCT normais) pode ser transmitido no espectro não licenciado durante uma próxima transmissão ativa quando a atividade de transmissão passada é maior do que o limite de atividade.

[0316] No bloco 2615, um segundo tipo de subestrutura (por exemplo, subestruturas LCT/NCT robustas) podem ser transmitidas no espectro não licenciado durante uma próxima transmissão ativa quando a atividade de transmissão passada é menor do que o limite de atividade. O segundo tipo de subestrutura pode incluir um tipo de subestrutura mais robusto do que o primeiro tipo de subestrutura.

[0317] Em algumas modalidades do método 2600, o primeiro tipo de subestrutura pode incluir uma subestrutura LCT. Em algumas modalidades, o primeiro tipo de subestrutura pode incluir uma subestrutura NCT. Em algumas modalidades, o segundo tipo de subestrutura pode incluir uma subestrutura LCT com pilotos comuns adicionais para rastreamento e estimativa de canal. Em algumas modalidades, o segundo tipo de subestrutura pode incluir uma subestrutura NCT com pilotos comuns adicionais para rastreamento e estimativa de canal. O método pode incluir a transmissão do primeiro tipo de subestrutura no espectro não licenciado depois de um número predeterminado de

transmissões do segundo tipo de subestrutura ser identificado.

[0318] Voltando-se a seguir para a figura 27, um diagrama 2700 é ilustrado mostrando exemplos de sinais de Canal de Controle de Uplink Físico (PUCCH) e sinais de Canal Compartilhado de Uplink Físico (PUSCH) para um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. Os sinais PUCCH e PUSCH podem ser manuseados por eNBs que suportam LTE-U (eNB LTE-U). Exemplos de tais eNBs podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente. Os sinais PUCCH e PUSCH podem ser manuseados por UEs que suportam LTE-U (UE LTE-U). Exemplos de tais UEs podem ser os UEs 115, 115-a e 115-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente.

[0319] Os sinais PUCCH e PUSCH são tipicamente baseados em formas de onda de multiplexação por divisão de frequência localizada (LFDM) que ocupam um conjunto de subportadores onde um símbolo de modulação diferente é enviado para cada subportador ou alguma pré-codificação é feita antes do envio da forma de onda de domínio de frequência. Quando da utilização dessas formas de onda, pequenas quantidades de dados disponíveis para serem enviadas resultam em uma parte pequena do espectro sendo ocupada. Devido às limitações na densidade espectral de energia de transmissão (TX-PSD), quando da ocupação de uma pequena parte da largura de banda, uma pequena quantidade de energia é transmitida. Para se afastar disso, pode haver a necessidade de se ocupar quase toda a forma de onda. Mas, se a maior parte da forma de onda for ocupada e não deixar quaisquer subportadores sem uso, pode não ser possível se multiplexar os diferentes usuários para uma quantidade determinada de largura de banda. Uma abordagem para se solucionar esse problema é fazer com que o transmissor

intercale seus sinais de modo que ocupem cada 1 dentre cada subportador N (por exemplo, 1 a partir de cada 10, 1 a partir de cada 12), deixando, assim, muitos subportadores no meio desocupados. Essa abordagem pode aumentar a ocupação de largura de banda nominal para permitir o envio de forma de onda com uma energia mais alta (mas ainda com um PSD baixo o suficiente para corresponder às regulamentações). Os sinais de multiplexação por divisão de frequência intercalados (IFDM) e de multiplexação por divisão de frequência ortogonal intercalados (I-OFDM) podem ser utilizados ocupando 1 de cada subportador N a fim de enviar sinais confinados para esses subportadores. Na figura 25, as formas de onda IFDM são ilustradas gerando sinais PUCCH 2705 e sinais PUSCH 2710 para transmissão em um espectro não licenciado. De forma similar, as formas de onda I-OFDM são ilustradas para gerar sinais PUCCH 2715 e sinais PUSCH 2720 para transmissão em um espectro não licenciado.

[0320] A figura 28 ilustra um fluxograma de um método 2800 para geração de sinais PUCCH e/ou PUSCH para um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. O método 2800 pode ser implementado utilizando-se, por exemplo, as estações base ou eNBs 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; os UEs 115, 115-a e 115-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente; e/ou o sistema 100 da figura 1 e as partes do sistema 100 da figura 2A e figura 2B. Em uma implementação, um dos eNBs 105 ou um dos UEs 115 pode executar um ou mais conjuntos de códigos para controlar os elementos funcionais do eNB 105 ou o UE 115 para realizar as funções descritas abaixo.

[0321] No bloco 2805, um ou ambos os sinais PUCCH e sinais PUSCH podem ser gerados com base em sinais

intercalados que aumentam a ocupação de largura de banda nominal em um espectro não licenciado.

[0322] No bloco 2810, os sinais gerados podem ser transmitidos (por exemplo, por um eNB) no espectro não licenciado. Em algumas modalidades, os sinais intercalados podem incluir sinais IFDM. Em algumas modalidades, os sinais intercalados podem incluir sinais I-OFDM.

[0323] Um ou ambos os sinais gerados podem ser recebidos no espectro não licenciado, por exemplo, por um UE.

[0324] Voltando-se a seguir para a figura 29, um diagrama 2900 é ilustrado mostrando um exemplo da abertura com base em carga em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades. A abertura com base em carga pode ser realizada por eNBs que suportam LTE-U (eNB LTE-U). Exemplos de tais eNBs podem ser as estações base 105, 105-a e 105-b da figura 1, figura 2A e figura 2B, respectivamente.

[0325] As técnicas de ouvir antes de falar (LBT) descritas acima podem ser utilizadas no equipamento com base em estrutura (FBE). No entanto, outras técnicas LBT também estão disponíveis e são baseadas em equipamento com base em carga (LBE). As técnicas LBT-FBE se baseiam em parte na abertura que preserva a estrutura de rádio de 10 milissegundos de LTE. O uso de estruturas de abertura mais curtas (1 milissegundo, 2 milissegundos), enquanto se permite a abertura periódica, tende a não preservar a estrutura LTE. A utilização LBT-LBE pode fornecer o benefício em potencial de retenção da estrutura de subestrutura dos canais PHY LTE sem a necessidade de perfuração de símbolo no começo ou no final. No entanto, a reutilização de tempo entre diferentes nós LTE-U pode não mais ser garantida no mesmo desenvolvimento visto que cada

eNB utiliza seu próprio tempo de back-off aleatório para CCA estendido. Portanto, para LBT-LBE, CCA pode ser similar a CCA para LBT-FBE, mas CCA estendido (que não é utilizado em LBT-FBE), pode ser baseado na seleção aleatória de um inteiro N (por exemplo, $1 \leq N \leq q$), e na espera por N durações CCA onde o canal está liberado.

[0326] A transmissão em diferentes subestruturas (SFs) em uma sequência de subestrutura transmitida em um canal de espectro não licenciado pode ser baseada em resultados dos CCAs estendidos e do CCA. CCA estendido pode ser baseado em um parâmetro $4 \leq q \leq 32$, cujo valor é anunciado pelo vendedor. Quando o canal tiver tido uma pausa longa, CCA pode precisar ser realizado. Se CCA encontrar um canal liberado, então pode ser possível se iniciar a transmissão imediatamente. Se não, CCA estendido pode ser realizado antes da transmissão. Uma vez que a transmissão é iniciada, a mesma pode continuar por no máximo (13/32) $\times 1$ msc (referido como o tempo de ocupação máximo do canal) antes de outro CCA estendido poder precisar ser realizado. Depois de uma recepção bem sucedida (de outro nó), a transmissão ACK/NACK pode começar imediatamente (sem) CCA, desde que o último CCA bem sucedido/CCA estendido tenha sido realizado menos do que um tempo de ocupação máximo de canal antes.

[0327] Retornando-se ao exemplo da figura 29, o tempo de CCA pode ser configurado para $25 \mu s$ e $q = 24$, de modo que o tempo máximo de ocupação de canal seja de aproximadamente 9,75 milissegundos. O tempo de inatividade mínimo para CCA estendido é de aproximadamente de $25 \mu s$ a 0,6 milissegundos. CUBS pode ser utilizado para preencher o espaço como descrito acima. Nesse exemplo, CCA estendido 720-m é realizado na subestrutura (SF) 8 em uma sequência

2905. O tempo máximo de ocupação de canal é tal que um próximo CCA estendido 720-m não precisa ser realizado até SF18. Transmissões em downlink LTE podem ocorrer durante SFs 9-12 como resultado de o canal estar livre depois do primeiro CCA estendido 720-m. Visto que existe um espaço de transmissão depois de SF 12, um CCA 720-n pode ser realizado em SF 15 para transmissões adicionais dentro do tempo de ocupação máximo de canal. Como resultado do CCA 720-n, as transmissões LTE podem ocorrer em SFs 16 e 17. Como notado acima, um segundo CCA estendido 720-m pode ocorrer depois do tempo máximo de ocupação de canal, que, nesse exemplo, resulta em transmissões LTE adicionais em SFs 22-25.

[0328] Voltando-se para a figura 30, um diagrama 3000 é ilustrado mostrando um UE 115-d configurado para LTE-U. O UE 115-d pode ter várias outras configurações e pode ser incluído 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 de conexão com a Internet, um console de jogos, um e-reader, etc. O UE 115-d pode ter um suprimento interno de energia (não ilustrado), tal como uma bateria pequena, para facilitar a operação móvel. A estação UE 115-d pode ser um exemplo dos UEs 115, 115-a, 115-b e 115-c da figura 1, figura 2A, figura 2B e figura 16, respectivamente. O UE 115-d pode ser configurado para implementar pelo menos algumas das características e funções descritas acima com relação às figuras de 1 a 29.

[0329] O UE 115-d pode incluir um módulo de processador 3010, um módulo de memória 3020, um módulo de transceptor 3040, antenas 3050, e um módulo de modos UE 3060. Cada um desses componentes pode estar em comunicação

um com o outro, direta ou indiretamente, através de um ou mais barramentos 3005.

[0330] O módulo de memória 3020 pode incluir memória de acesso randômico (RAM) e memória de leitura apenas (ROM). O módulo de memória 3020 pode armazenar um código de software executável por computador (SW), legível por computador 3025 contendo instruções que são configuradas para, quando executadas, fazer com que o módulo de processador 3010 realize várias funções descritas aqui para utilização de comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado. Alternativamente, o código de software 3025 pode ser diretamente executável pelo módulo de processador 3010, mas pode ser configurado para fazer com que o computador (por exemplo, quando compilado e executado) realize as funções descritas aqui.

[0331] O módulo de processador 3010 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 de processador 3010 pode processar a informação recebida através do módulo transceptor 3040 e/ou a ser enviada para o módulo transceptor 3040 para transmissão através das antenas 3050. O módulo de processador 3010 pode manusear, sozinho ou com relação ao módulo de modos UE 3060, vários aspectos da utilização de comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado.

[0332] O módulo transceptor 3040 pode ser configurado para comunicar de forma bidirecional com as estações base (por exemplo, estações base 105). O módulo transceptor 3040 pode ser implementado como um ou mais módulos transmissores e um ou mais módulos receptores separados. O módulo transceptor 3040 pode suportar as comunicações em um espectro licenciado (por exemplo, LTE) e

em um espectro não licenciado (por exemplo, LTE-U). O módulo transceptor 3040 pode incluir um modem configurado para modular os pacotes e fornecer os pacotes modulados para as antenas 3050 para transmissão, e para demodular os pacotes recebidos das antenas 3050. Enquanto o UE 115-d pode incluir uma antena única, pode haver modalidades nas quais o UE 115-d pode incluir múltiplas antenas 3050.

[0333] De acordo com a arquitetura da figura 30, o UE 115-d pode incluir adicionalmente um módulo de gerenciamento de comunicações 3030. O módulo de gerenciamento de comunicações 3030 pode gerenciar as comunicações com vários pontos de acesso. O módulo de gerenciamento de comunicações 3030 pode ser um componente do UE 115-d em comunicação com alguns ou todos os outros componentes do UE 115-d através de um ou mais barramentos 3005. Alternativamente, a funcionalidade do módulo de gerenciamento de comunicações 3030 pode ser implementada como um componente do módulo transceptor 3040, como um produto de programa de computador, e/ou como um ou mais elementos controladores do módulo de processador 3010.

[0334] O módulo de modos UE 3060 pode ser configurado para realizar e/ou controlar algumas ou todas as funções ou aspectos descritos nas figuras de 1 a 29 relacionados com a utilização das comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado. Por exemplo, o módulo de modos UE 3060 pode ser configurado para suportar um modo de downlink suplementar, um modo de agregação de portador e/ou um modo independente de operação em um espectro não licenciado. O módulo de modos UE 3060 pode incluir um módulo LTE 3061 configurado para manusear as comunicações LTE, um módulo não licenciado LTE 3062 configurado para manusear as comunicações LTE-U, e um módulo não licenciado

3063 configurado para manusear as comunicações além de LTE-U em um espectro não licenciado. O módulo de modos UE 3060, ou partes do mesmo, pode ser um processador. Ademais, alguma ou toda a funcionalidade do módulo de modos UE 3060 pode ser realizada pelo módulo processador 3010 e/ou com relação ao processador 3010.

[0335] Voltando-se à figura 31, um diagrama 3100 é ilustrado mostrando uma estação base ou eNB 105-b configurado para LTE-U. Em algumas modalidades, a estação base 105-d pode ser um exemplo das estações base 105, 105-a, 105-b e 105-c da figura 1, figura 2A, figura 2B e figura 16, respectivamente. A estação base 105-d pode ser configurada para implementar pelo menos algumas das características e funções descritas acima com relação às figuras de 1 a 29. A estação base 105-d pode incluir um módulo processador 3110, um módulo de memória 3120, um módulo transceptor 3130, antenas 3140, e um módulo de modos de estação base 3190. A estação base 105-d pode incluir também um ou ambos dentre um módulo de comunicações de estação base 3160 e um módulo de comunicações de rede 3170. Cada um desses componentes pode estar em comunicação com o outro, direta ou indiretamente, através de um ou mais barramentos 3105.

[0336] O módulo de memória 3120 pode incluir RAM e ROM. O módulo de memória 3120 também pode armazenar um código de software executável por computador (SW) legível por computador 3125 contendo instruções que são configuradas para, quando executadas, fazer com que o módulo de processador 3110 realize várias funções descritas aqui para utilização de comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado. Alternativamente, o código de software 3125 pode não ser diretamente executável pelo módulo de processador 3110, mas pode ser configurado para

fazer com que o computador, por exemplo, quando compilado e executado, realize funções descritas aqui.

[0337] O módulo processador 3110 pode incluir um dispositivo de hardware inteligente, por exemplo, uma CPU, um micro controlador, um ASIC, etc. O módulo processador 3110 pode processar informação recebida através do módulo transceptor 3130, o módulo de comunicações de estação base 3160, e/ou o módulo de comunicações de rede 3170. O módulo de processador 3110 também pode processar informação a ser enviada para o módulo transceptor 3130 para transmissão através das antenas 3140, para o módulo de comunicações de estação base 3160, e/ou para o módulo de comunicações de rede 3170. O módulo processador 3110 pode manusear, sozinho ou com relação ao módulo de modos de estação base 3190, vários aspectos da utilização das comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado.

[0338] O módulo transceptor 3130 pode incluir um modem configurado para modular os pacotes e fornecer os pacotes modulados para as antenas 3140 para transmissão, e para demodular os pacotes recebidos das antenas 3140. O módulo transceptor 3130 pode ser implementado como um ou mais módulos transmissores e um ou mais módulos receptores separados. O módulo transceptor 3130 pode suportar as comunicações em um espectro licenciado (por exemplo, LTE) e em um espectro não licenciado (por exemplo, LTE-U). O módulo transceptor 3130 pode ser configurado para comunicar de forma bidirecional, através das antenas 3140, com um ou mais UEs 115 como ilustrado na figura 1, figura 2A, figura 2B e figura 16, por exemplo. A estação base 105-d pode incluir tipicamente múltiplas antenas 3140 (por exemplo, um conjunto de antenas). A estação base 105-d pode comunicar com uma rede núcleo 130-a através do módulo de comunicações de rede 3170. A rede núcleo 130-a pode ser um exemplo da

rede núcleo 130 da figura 1. A estação base 105-d pode comunicar com outras estações base, tal como a estação base 105-e e a estação base 105-f, utilizando o módulo de comunicações de estação base 3160.

[0339] De acordo com a arquitetura da figura 31, a estação base 105-d pode incluir adicionalmente um módulo de gerenciamento de comunicações 3150. O módulo de gerenciamento de comunicações 3150 pode gerenciar as comunicações com estações e/ou outros dispositivos. O módulo de gerenciamento de comunicações 3150 pode estar em comunicação com alguns ou todos os outros componentes da estação base 105-d através de um barramento ou barramentos 3105. Alternativamente, a funcionalidade do módulo de gerenciamento de comunicações 3150 pode ser implementado como um componente do módulo transceptor 3130, como um produto de programa de computador, e/ou como um ou mais elementos controladores do módulo processador 3110.

[0340] O módulo de modos de estação base 3190 pode ser configurado para realizar e/ou controlar parte ou todas as funções ou aspectos descritos nas figuras de 1 a 29 relacionadas com a utilização de comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado. Por exemplo, o módulo de modos de estação base 3190 pode ser configurado para suportar um modo de downlink suplementar, um modo de agregação de portador e/ou um modo independente de operação em um espectro não licenciado. O módulo de modos de estação base 3190 pode incluir um módulo LTE 3191 configurado para manusear as comunicações LTE, um módulo não licenciado LTE 3192 configurado para manusear as comunicações LTE-U, e um módulo não licenciado 3193 configurado para manusear as comunicações além de LTE-U em um espectro não licenciado. O módulo de modos de estação base 3190, ou partes do mesmo,

pode ser um processador. Ademais, parte ou toda a funcionalidade do módulo de modos de estação base 3190 podem ser realizados pelo módulo processador 3110 e/ou com relação ao processador 3110.

[0341] Voltando-se a seguir para a figura 32, um diagrama em bloco de um sistema de comunicação de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO) 3200 é ilustrado incluindo uma estação base 105-g e um equipamento de usuário ou UE 115-e. A estação base 105-g e o UE 115-e podem suportar as comunicações com base em LTE utilizando um espectro não licenciado (LTE-U). A estação base 105-g pode ser um exemplo das estações base 105, 105-a, 105-b e 105-c da figura 1, figura 2A, figura 2B e figura 16, enquanto o UE 115-e pode ser um exemplo do UE 115, 115-a, 115-b e 115-c da figura 1, figura 2A, figura 2B e figura 16. O sistema 3200 pode ilustrar os aspectos do sistema 100 da figura 1 e aspectos das partes do sistema 100 ilustrados na figura 2A e figura 2B.

[0342] A estação base 105-g pode ser equipada com antenas 3234-a a 3234-x e o UE 115-e pode ser equipado com antenas 3252-a a 3252-n. No sistema 3200, a estação base 105-g pode enviar os dados através de múltiplas conexões de comunicação ao mesmo tempo. Cada conexão de comunicação pode se chamada de "camada" e a "classificação" da conexão de comunicação pode indicar o número de camadas utilizadas para comunicação. Por exemplo, em um sistema MIMO 2x2 onde a estação base 800 transmite duas "camadas", a classificação da conexão de comunicação entre a estação base 105-g e o UE 115-e é iguala dois.

[0343] Na estação base 105-g, um processador de transmissão (Tx) 3220 pode receber dados de uma fonte de dados. O processador de transmissão 3220 pode processar os dados. O processador de transmissão 3220 pode gerar também

símbolos de referência, e um sinal de referência específico de célula. Um processador MIMO de transmissão (Tx) 3230 pode realizar o processamento espacial (por exemplo, pré-codificação) em símbolos de dados, símbolos de controle e/ou símbolos de referência, se aplicável, e pode fornecer sequências de símbolos de saída para os moduladores de transmissão 3232-a a 3232-x. Cada modulador 3232 pode processar uma sequência de símbolos de saída respectiva (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter uma sequência de amostras de saída. Cada modulador 3232 pode processar adicionalmente (por exemplo, converter em analógico, amplificar, filtrar e converter ascendente) a sequência de amostras de saída para obter um sinal de downlink (DL). Em um exemplo, os sinais DL dos moduladores 3232-a a 3232-x podem ser transmitidos através de antenas 3234-a através de 3234-x, respectivamente.

[0344] No UE 115-e, as antenas 3252-a a 3252-n podem receber sinais DL da estação base 105-g e podem fornecer os sinais recebidos para os demoduladores 3254-a a 3254-n, respectivamente. Cada demodulador 3254 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter descendente e digitalizar) um sinal recebido respetivo para obtenção de amostras de entrada. Cada demodulador 3254 pode processar adicionalmente as amostras de entrada (por exemplo, para OFDM, etc.) para obtenção de símbolos recebidos. Um detector MIMO 3256 pode obter símbolos recebidos de todos os demoduladores 3254-a a 3254-n, realizar a detecção MIMO nos símbolos recebidos se aplicável, e fornecer símbolos detectados. Um processador de recepção (Rx) 3258 pode processar (por exemplo, demodular, desintercalar e decodificar) os símbolos detectados, fornecendo dados decodificados para UE 115-e para uma saída de dados, e fornecendo informação de

controle decodificada para um processador 3280, ou memória 3282. O processador 3280 pode incluir um módulo ou função 3281 que pode realizar várias funções relacionadas com a utilização de comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado. Por exemplo, o módulo ou função 3281 pode realizar algumas ou todas as funções descritas acima com referência às figuras de 1 a 29.

[0345] Em uplink (UL), em UE 115-e, um processador de transmissão (Tx) 3264 pode receber e processar dados de uma fonte de dados. O processador de transmissão 3264 também pode gerar símbolos de referência para um sinal de referência. Os símbolos do processador de transmissão 3264 podem ser pré-codificados por um processador MIMO de transmissão (Tx) 3266 se aplicável, processados adicionalmente pelos demoduladores 3254-a a 3254-n (por exemplo, para SC-FDMA, etc.) e transmitidos para a estação base 105-g de acordo com os parâmetros de transmissão recebidos da estação base 105-g. Na estação base 105-g, os sinais UL do UE 115-e podem ser recebidos pelas antenas 3234, processados pelos demoduladores 3232, detectados por um detector MIMO 3236, se aplicável, e adicionalmente processados por um processador receptor. O processador receptor (Rx) 3238 pode fornecer dados decodificados para uma saída de dados e para o processador 3240. O processador 3240 pode incluir um módulo ou função 3241 que pode realizar vários aspectos relacionados com a utilização de comunicações com base em LTE em um espectro não licenciado. Por exemplo, o módulo ou função 3241 pode realizar algumas ou todas as funções descritas acima com referência às figuras de 1 a 29.

[0346] Os componentes da estação base 105-g podem, individualmente ou coletivamente, ser implementados com um ou mais Circuitos Integrados Específicos de

Aplicativo (ASICs) adaptados para realizar algumas ou todas as funções aplicáveis em hardware. Cada um dos módulos notados pode ser um meio para realizar uma ou mais funções relacionadas com a operação do sistema 3200. De forma similar, os componentes do UE 115-e podem, individualmente ou coletivamente, ser implementados com um ou mais Circuitos Integrados Específicos de Aplicativo (ASICs) adaptados para realizar algumas ou todas as funções aplicáveis em hardware. Cada um dos componentes notados pode ser um meio de realizar uma ou mais funções relacionadas com a operação do sistema 3200.

[0347] Deve-se notar que os vários métodos descritos em fluxogramas são apenas uma implementação e que as operações desses métodos podem ter novas disposições ou podem ser de outra forma modificadas de modo que outras implementações sejam possíveis.

[0348] A descrição detalhada apresentada acima com relação aos desenhos em anexo descreve as modalidades ilustrativas e não representa as únicas modalidades que podem ser implementadas ou que estão dentro do escopo das reivindicações. O termo "ilustrativo" utilizado por toda essa descrição significa "servindo como um exemplo, caso ou ilustração" e não "preferido" ou "vantajoso sobre outras modalidades". A descrição detalhada inclui detalhes específicos para fins de fornecimento de uma compreensão das técnicas descritas. Essas técnicas, no entanto, podem ser praticadas sem esses detalhes específicos. Em alguns casos, estruturas e dispositivos bem conhecidos são ilustrados na forma de diagrama em bloco a fim de evitar obscurecer os conceitos das modalidades descritas.

[0349] 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.

[0350] Os vários blocos e módulos 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, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP, ou qualquer outra configuração similar.

[0351] As funções descritas aqui podem ser implementadas em hardware, software executado por um processador, firmware, ou qualquer combinação dos mesmos. Se implementadas em software executado por um processador, as funções podem ser armazenadas em ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. Outros exemplos e implementações estão dentro do escopo e espírito da descrição e das reivindicações em anexo. Por exemplo, devido à natureza do software, as funções descritas acima podem ser implementadas utilizando-

se software executado por um processador, hardware, firmware, fiação ou combinações de qualquer um dos mesmos. As características implementando as funções também podem ser fisicamente localizadas em várias posições, incluindo distribuídas de modo que partes das funções sejam implementadas em locais físicos diferentes. Além disso, como utilizado aqui, incluindo nas reivindicações, "ou" como utilizado em uma lista de itens introduzida por "pelo menos um dentre" indica uma lista disjuntiva tal como, por exemplo, uma lista de "pelo menos um dentre A, B ou C" significa A ou B ou C ou AB ou AC ou BC ou ABC (isso é, A e B e C).

[0352] 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 gera ou um computador de finalidade especial. Por meio de exemplo e não de limitação, o 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 meios de código de programa desejados na forma de instruções ou estruturas de dados e que possa ser acessado por um computador de finalidade geral ou computador de finalidade especial ou um processador de finalidade geral ou processador de 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, par

torcido, 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, o par torcido, DSL ou tecnologias sem fio tal como infravermelho, rádio e micro-ondas são incluídas na definição de meio. 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 dados oticamente com lasers. Combinações do acima exposto também são incluídas no escopo de meio legível por computador.

[0353] A descrição anterior da descrição é fornecida para permitir que os versados na técnica criem ou façam 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. Por toda essa descrição, o termo "exemplo" ou "ilustrativo" indica um exemplo ou caso e não implica nem exige qualquer preferência para o exemplo notado. 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 para comunicações LTE sem fio em espectro não licenciado por um eNB (105), **caracterizado** por compreender:

realizar (2105) avaliação de canal livre, CCA, (720) para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado;

transmitir (2110) um sinal de solicitação para enviar, RTS, (2005) para um conjunto de equipamentos de usuário, UEs, (115) utilizando o espectro não licenciado quando uma determinação é feita de que o espectro não licenciado está disponível; e

receber (2115), no espectro não licenciado, primeiramente um sinal de liberado para enviar, CTS, comum (2010) seguido por um sinal CTS individual (2015) a partir de um UE dentre o conjunto de UEs (115) em resposta ao sinal RTS (2005), em que o sinal CTS comum permite o conjunto de UEs pegar um canal no espectro não licenciado e o sinal CTS individual indica para o eNB que o UE dentre o conjunto de UEs está pronto para receber dados.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por transmitir o sinal RTS (2005) compreender:

transmitir o sinal RTS (2005) antes de uma concessão de *uplink* para proteger uma transmissão por *uplink* subsequente através do espectro não licenciado a partir do conjunto de UEs (115).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por:

a CCA (720) ser realizada durante um subquadro (725) em um intervalo de chaveamento atual definindo aplicação de um protocolo Escute-antes-de-Falar;

o sinal RTS (2005) ser transmitido após a CCA (720); e

o sinal CTS comum (2010) e os sinais CTS individuais (2015) serem recebidos antes de um final do subquadro (725).

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** por um tempo associado com a CCA (720) e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS (2005) serem alternados de forma aleatória entre diferentes eNBs (105) para evitar colisões em dispositivos recebendo o sinal RTS (2005).

5. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** por um tempo associado com a CCA (720) e um tempo associado com a transmissão subsequente do sinal RTS (2005) serem mutuamente alternados para evitar colisões em dispositivos recebendo o sinal RTS (2005), a alternância sendo baseada pelo menos em sinalização de coordenação trocada entre eNBs (105).

6. Aparelho para comunicações LTE sem fio em espectro não licenciado, **caracterizado** por compreender:

meios dispostos para realizar as etapas do método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5.

7. Método para comunicações LTE sem fio em espectro não licenciado, **caracterizado** por:

receber, em um equipamento de usuário, UE, (115), um sinal de solicitação para enviar, RTS, (2005)

transmitido para um conjunto de UEs (115) através de um espectro não licenciado; e

transmitir, no espectro não licenciado, primeiramente um sinal de liberado para enviar, CTS, comum (2010) seguido por um sinal CTS individual (2015) em resposta ao sinal RTS (2005), em que o sinal CTS comum permite o conjunto de UEs pegar um canal no espectro não licenciado e o sinal CTS individual indica que o UE está pronto para receber dados.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 7, **caracterizado** pelo sinal RTS (2005) compreender um Identificador de Controle de Acesso ao Meio, MAC ID, de uma fonte do sinal RTS (2005).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo MAC ID da fonte compreender um MAC ID de 48 bits.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 7, **caracterizado** pelo sinal RTS (2005) compreender uma versão *hashed* de um MAC ID do UE (115).

11. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo sinal CTS comum (2010) ser transmitido em um espaço inter-quadro curto, SIFS, após a recepção do sinal RTS (2005), o sinal CTS comum (2010) compreendendo um MAC ID de uma fonte do sinal RTS (2005).

12. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 7, **caracterizado** pelo CTS individual (2015) compreender um MAC ID de uma fonte do sinal RTS (2010) e um MAC ID do UE (115).

13. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo sinal CTS individual (2015) ser

transmitido em um tempo alternado com relação a outro sinal CTS individual (2015) transmitido por outro UE (115) no conjunto de UEs.

14. Aparelho para comunicações LTE sem fio em espectro não licenciado, **caracterizado** por compreender:

meios (3040) para receber, em um equipamento de usuário, UE, (115), um sinal de solicitação para enviar, RTS, (2005) transmitido para um conjunto de UEs através de um espectro não licenciado; e

meios (3040) para transmitir, no equipamento de usuário no espectro não licenciado, primeiramente um sinal de liberado para enviar, CTS, comum (2010) seguido por um sinal CTS individual (2015) em resposta ao sinal RTS (2005), em que o sinal CTS comum permite o UE pegar um canal no espectro não licenciado e o sinal CTS individual indica que o UE está pronto para receber dados.

15. Memória **caracterizada** por compreender instruções armazenadas na mesma que, quando executadas por um processador, fazem com que o processador realize o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5 ou 7 a 13.

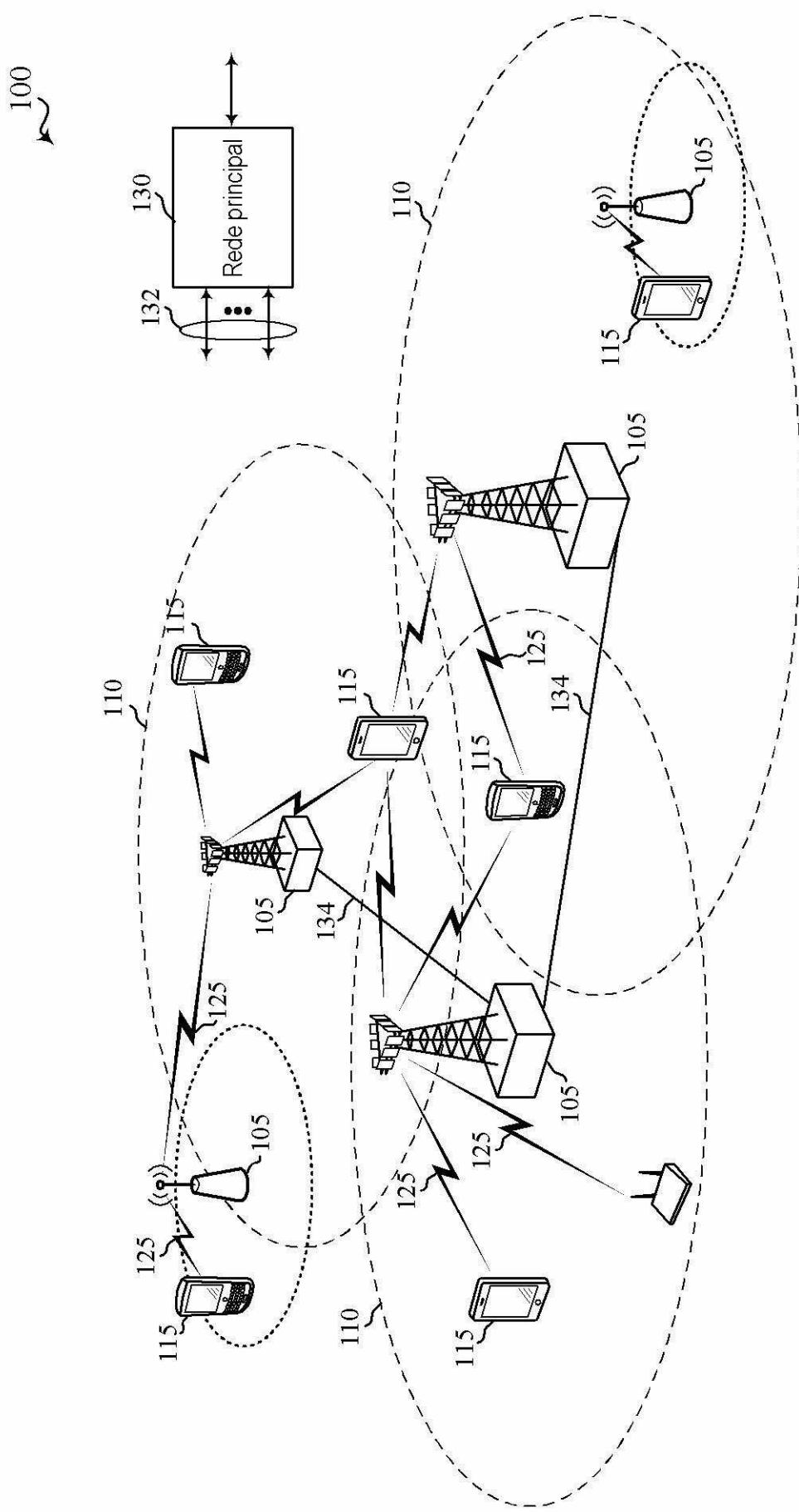


FIG. 1

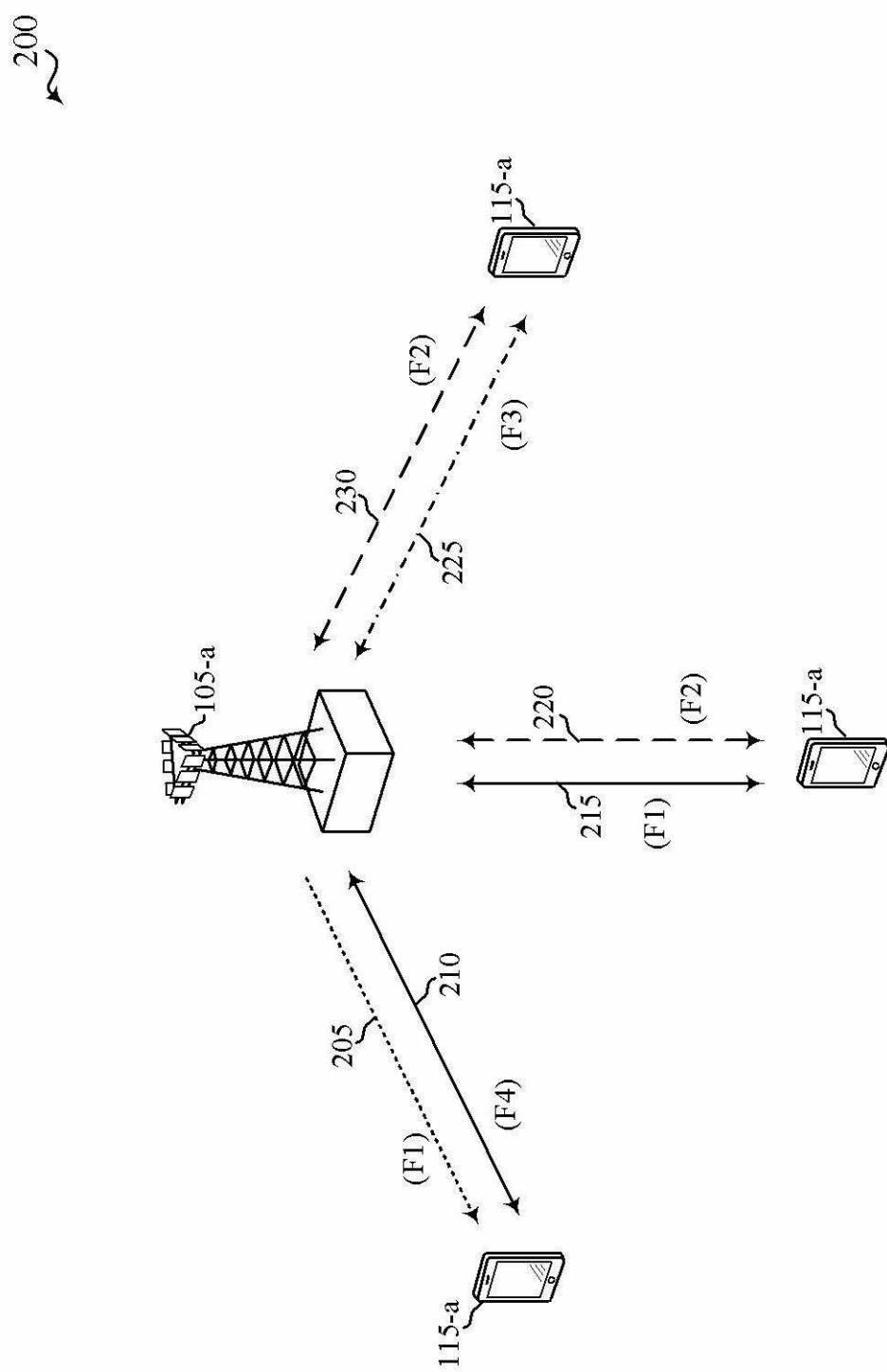


FIG. 2A

200-a

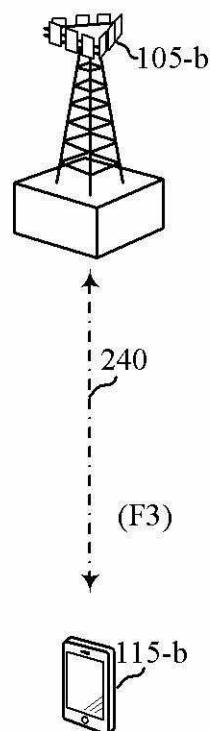


FIG. 2B

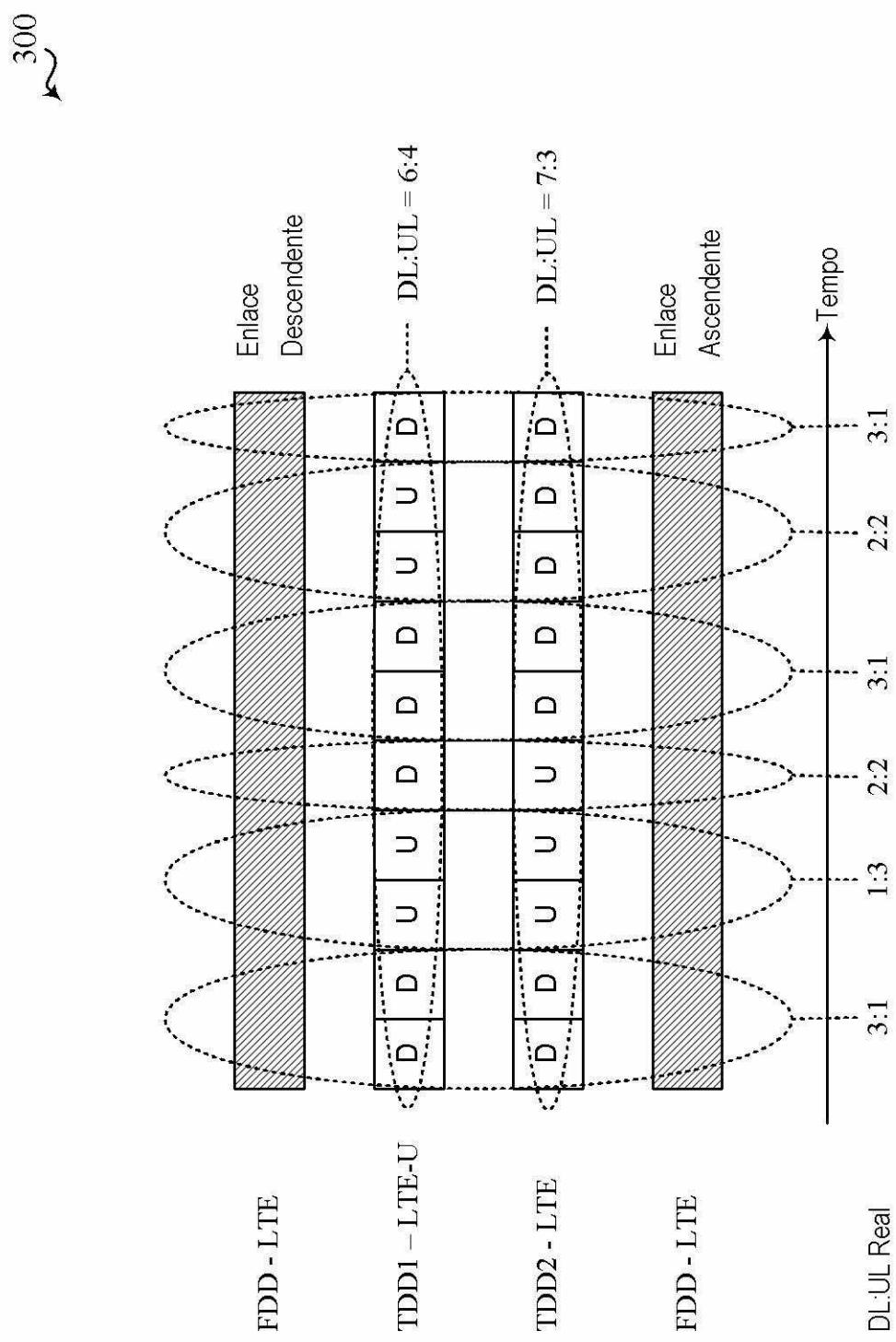


FIG. 3

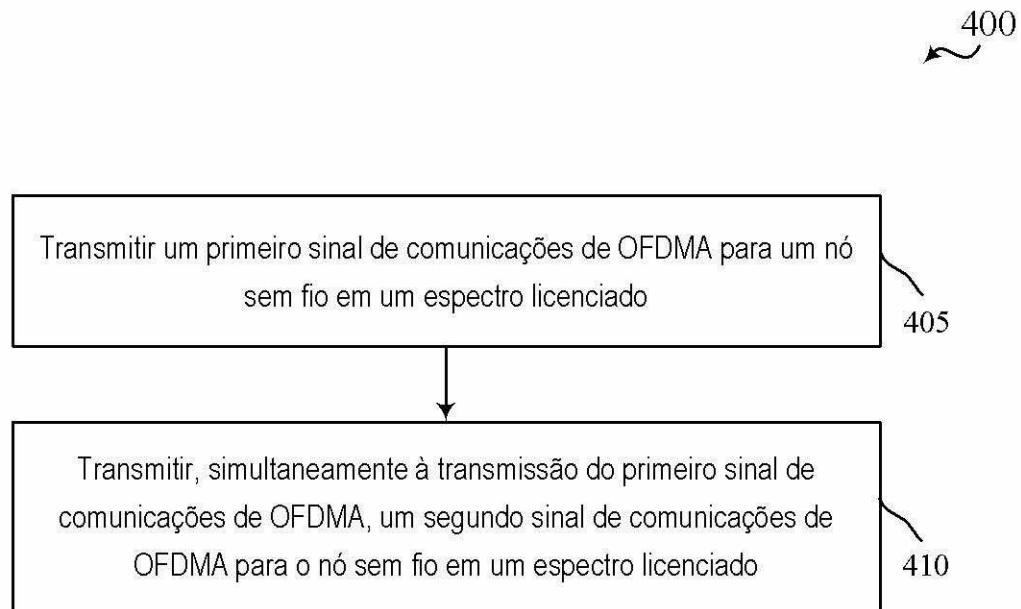


FIG. 4A

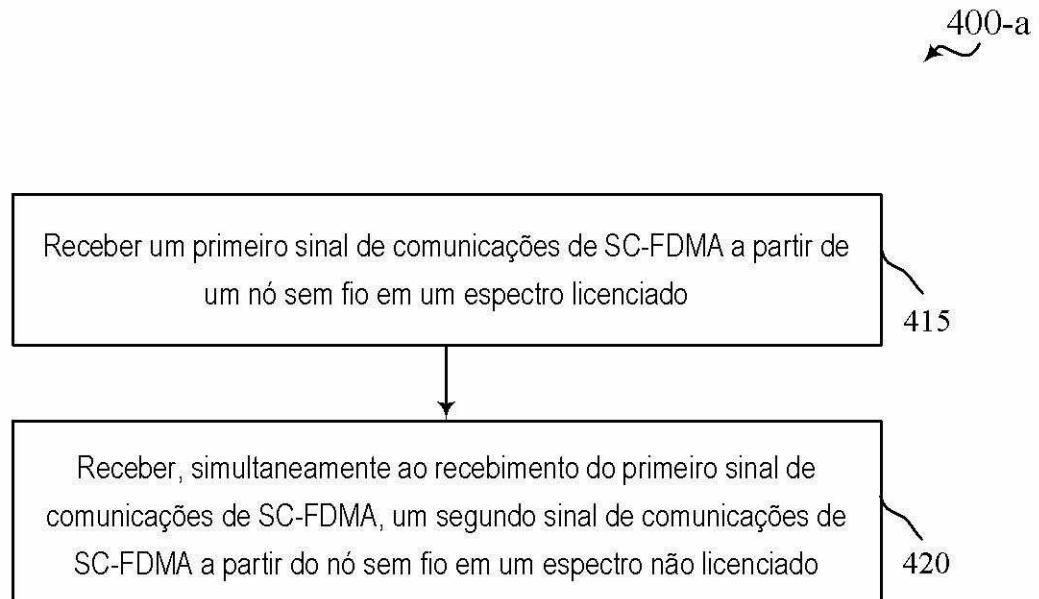


FIG. 4B

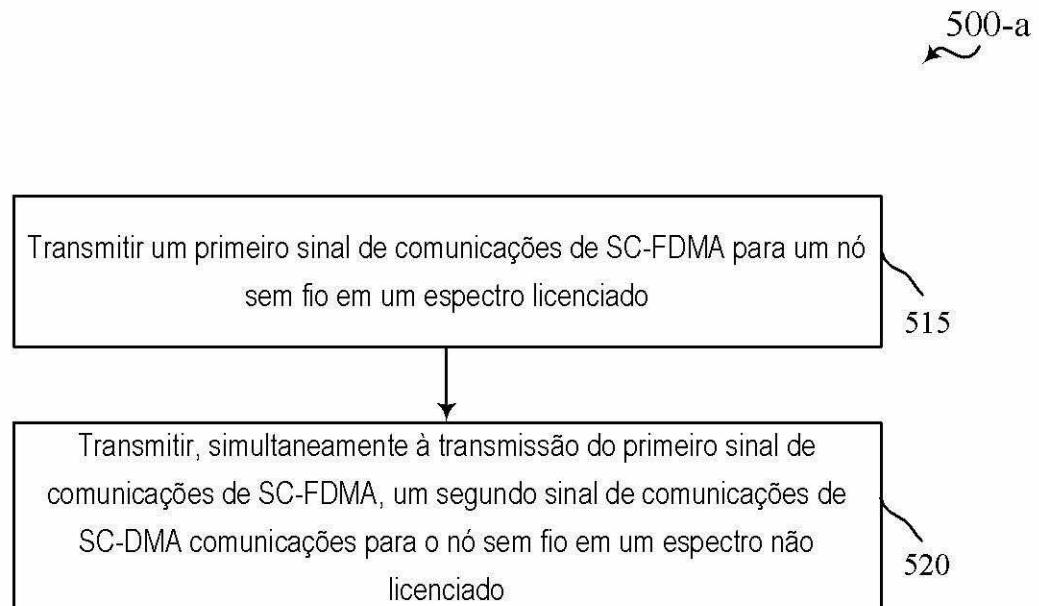
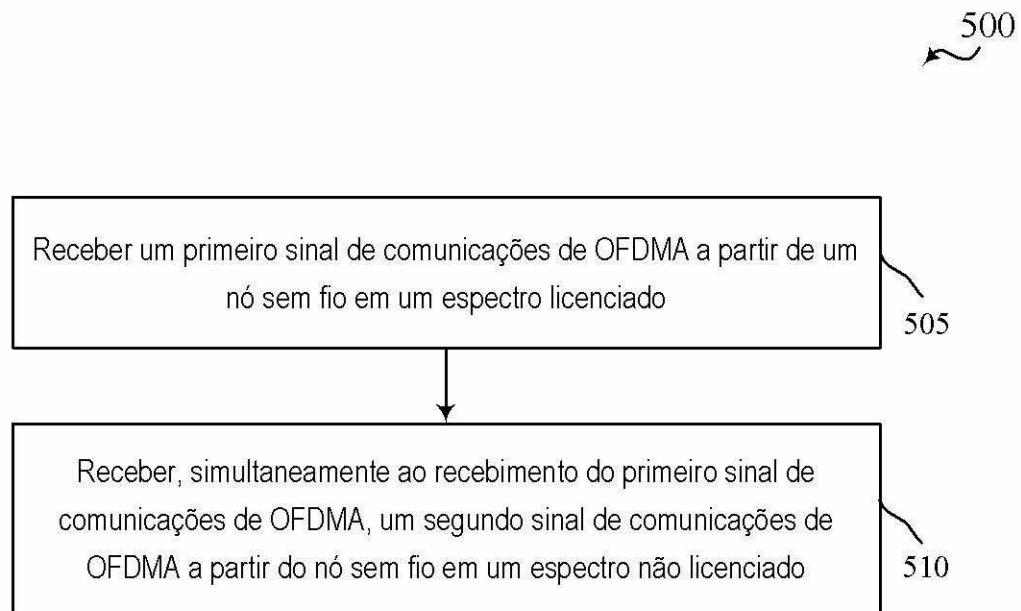


FIG. 5B

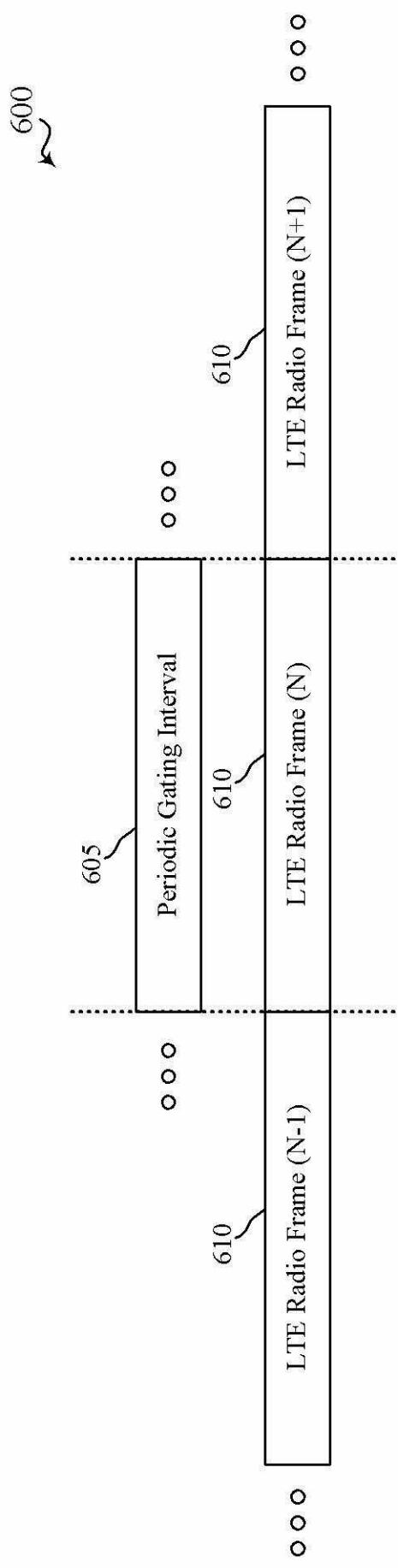


FIG. 6A

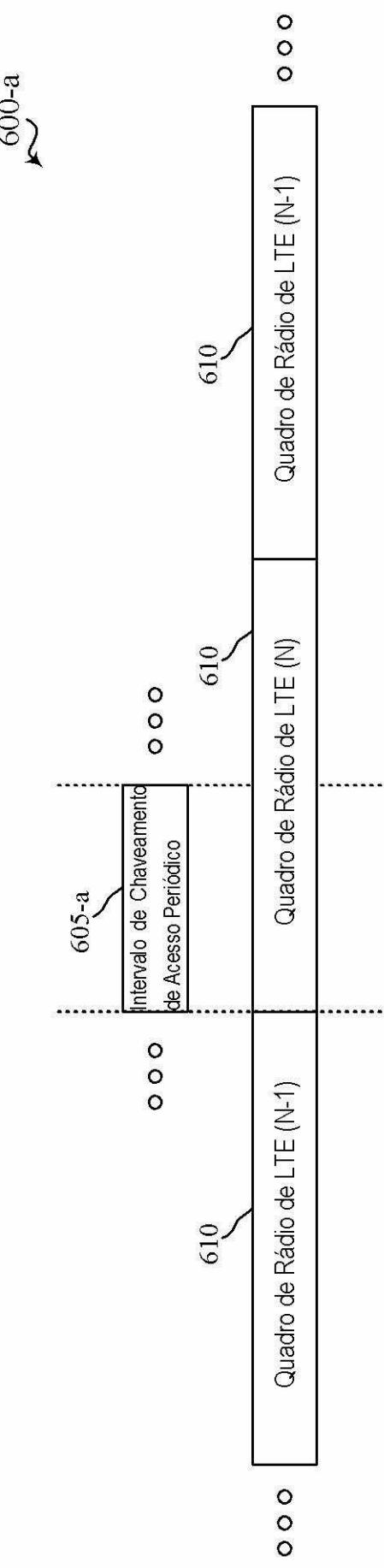


FIG. 6B

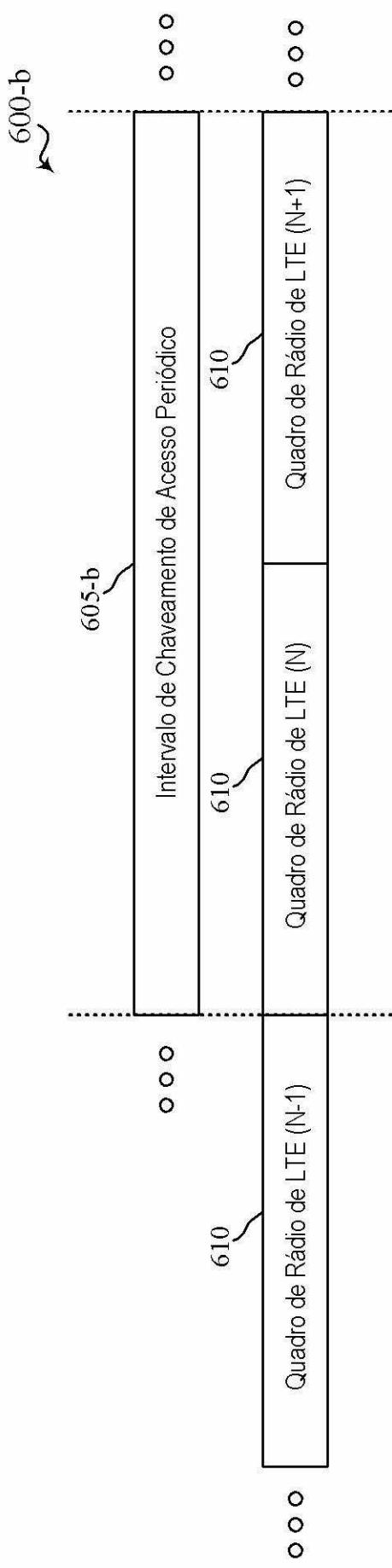


FIG. 6C

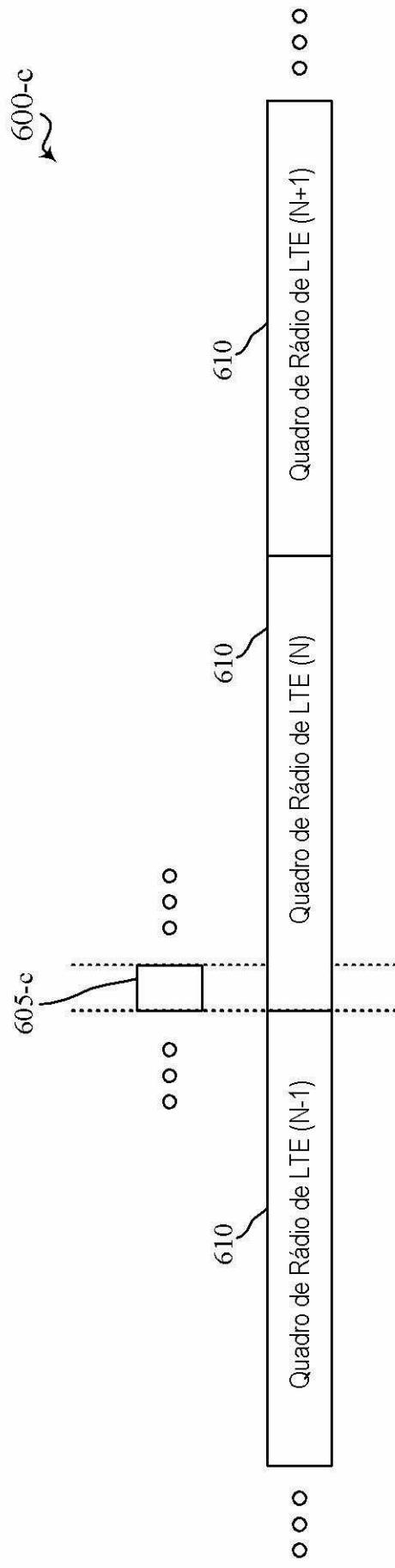


FIG. 6D

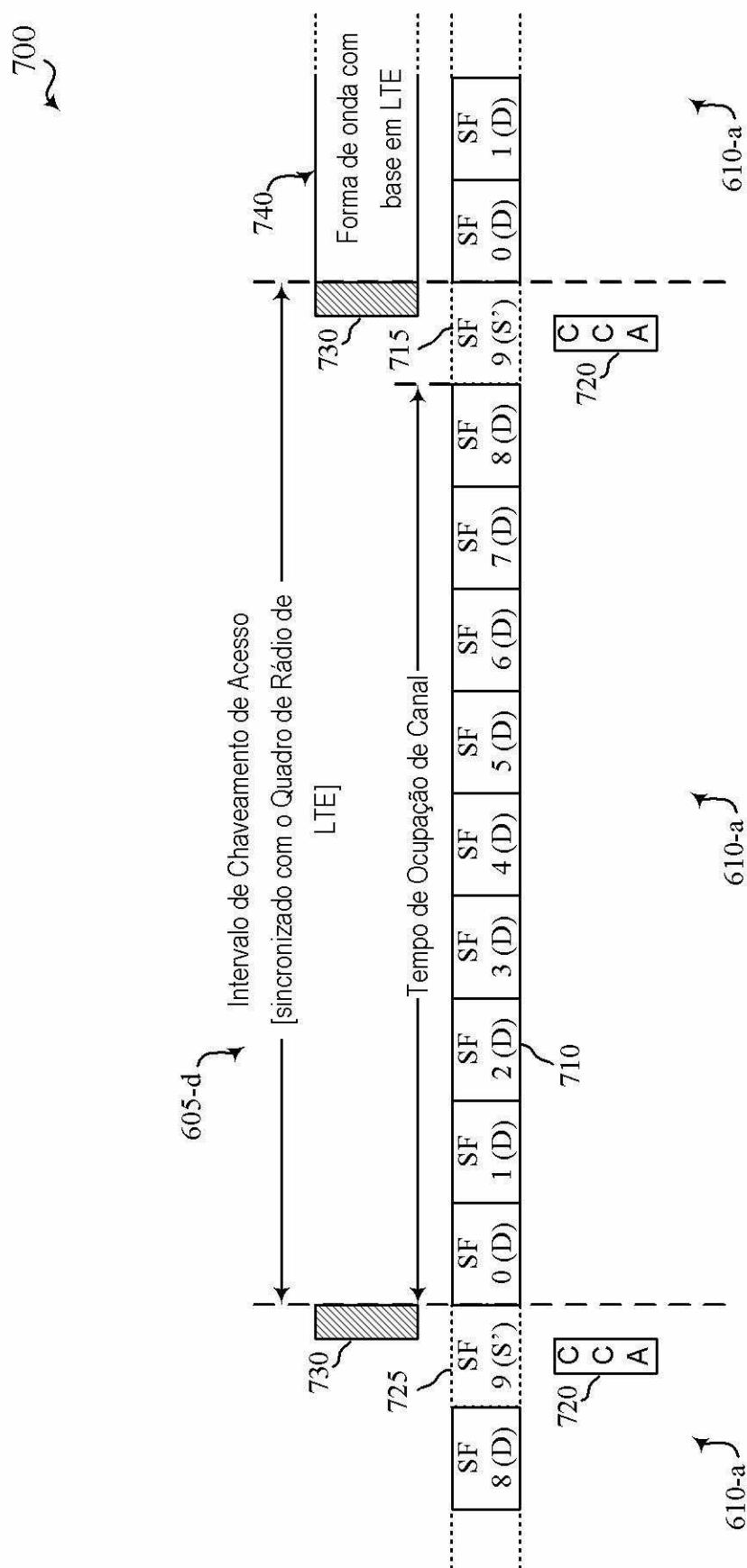


FIG. 7A

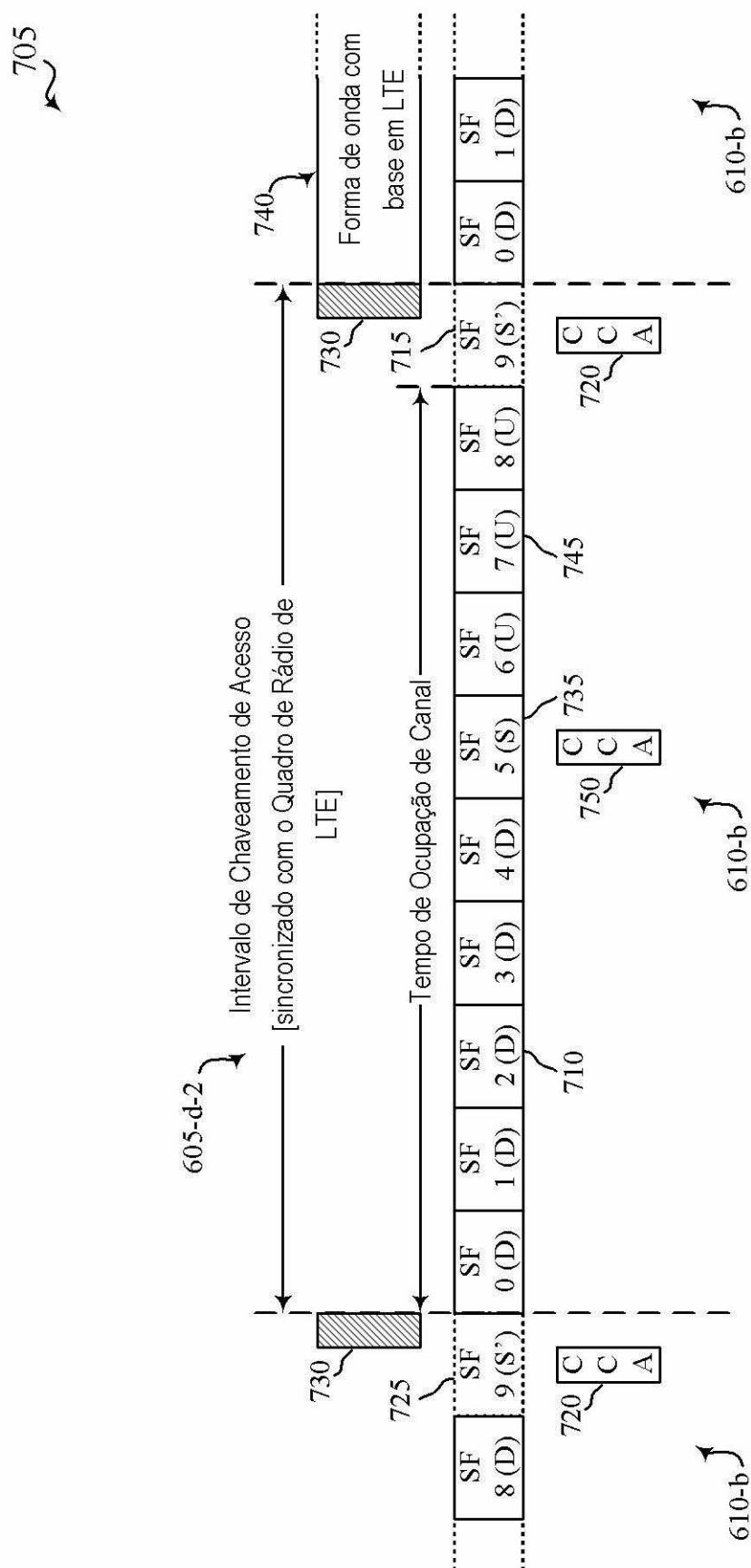


FIG. 7B

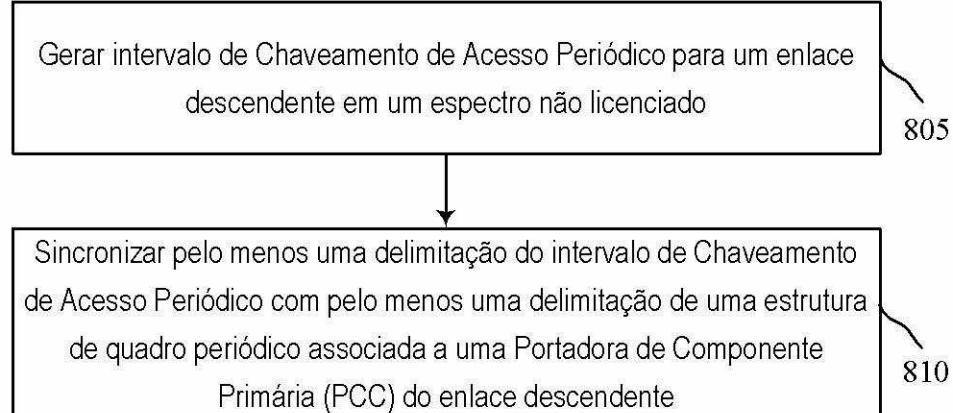
800
805

FIG. 8

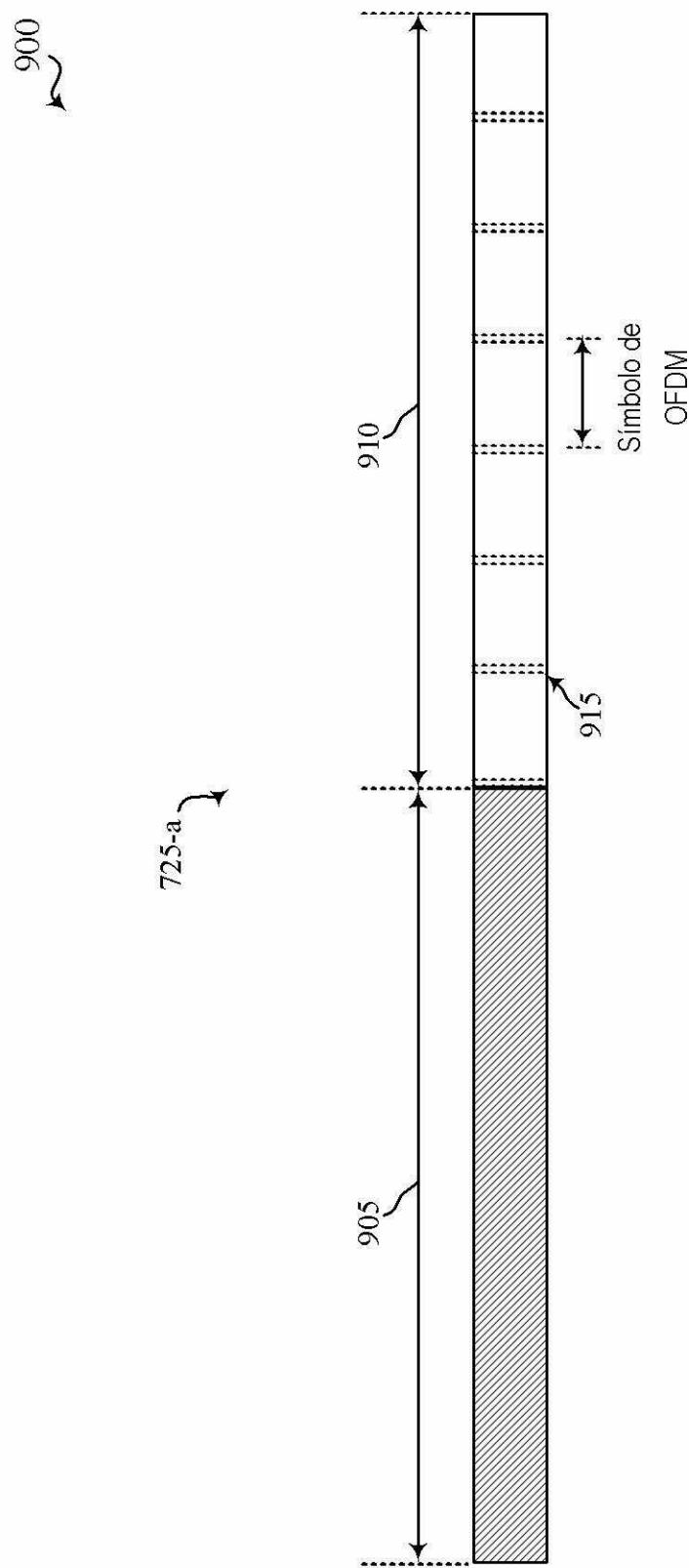


FIG. 9A

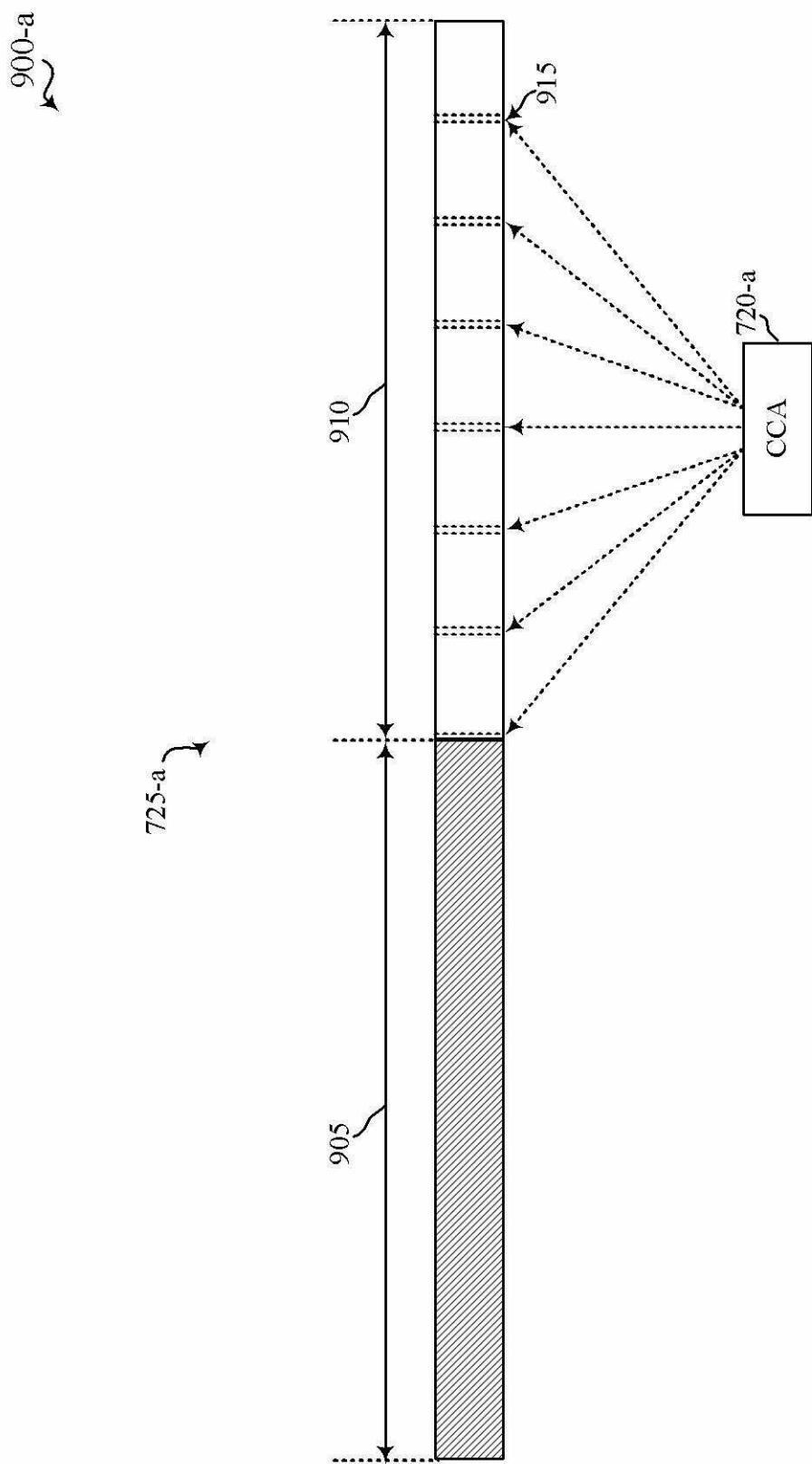


FIG. 9B

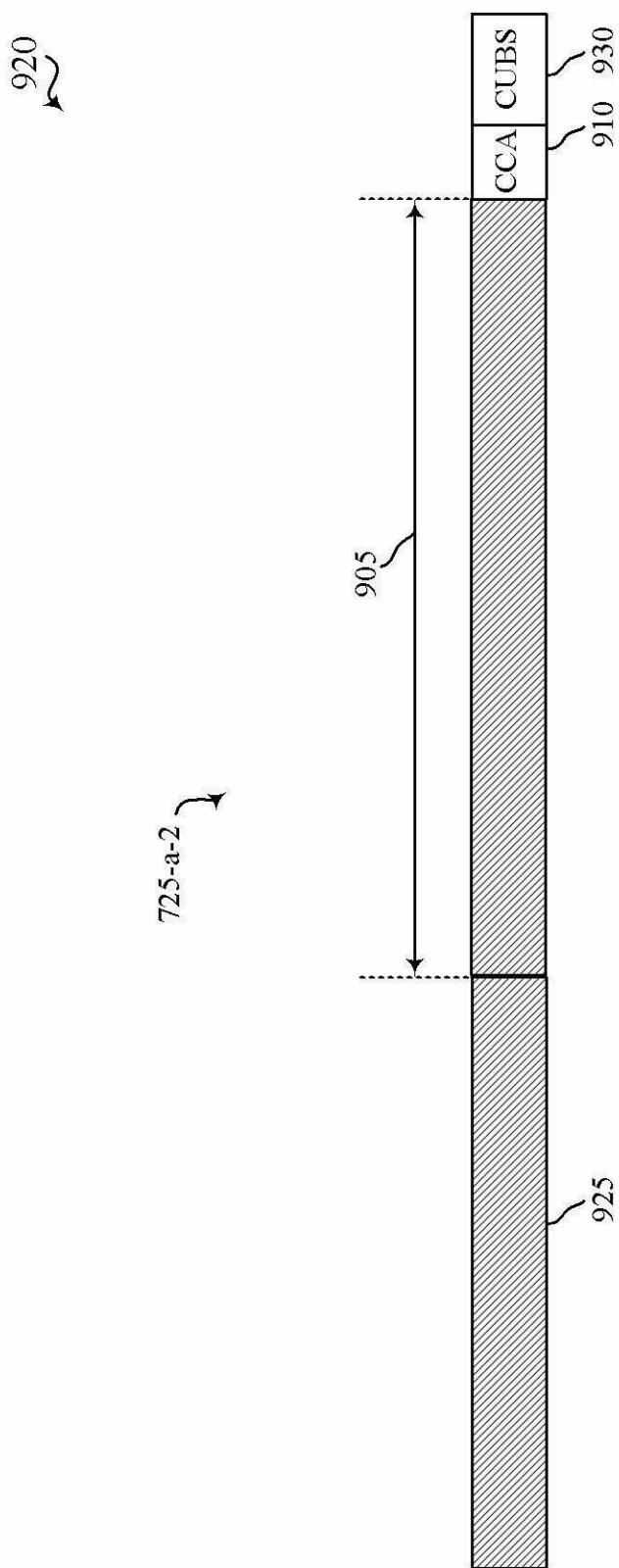


FIG. 9C

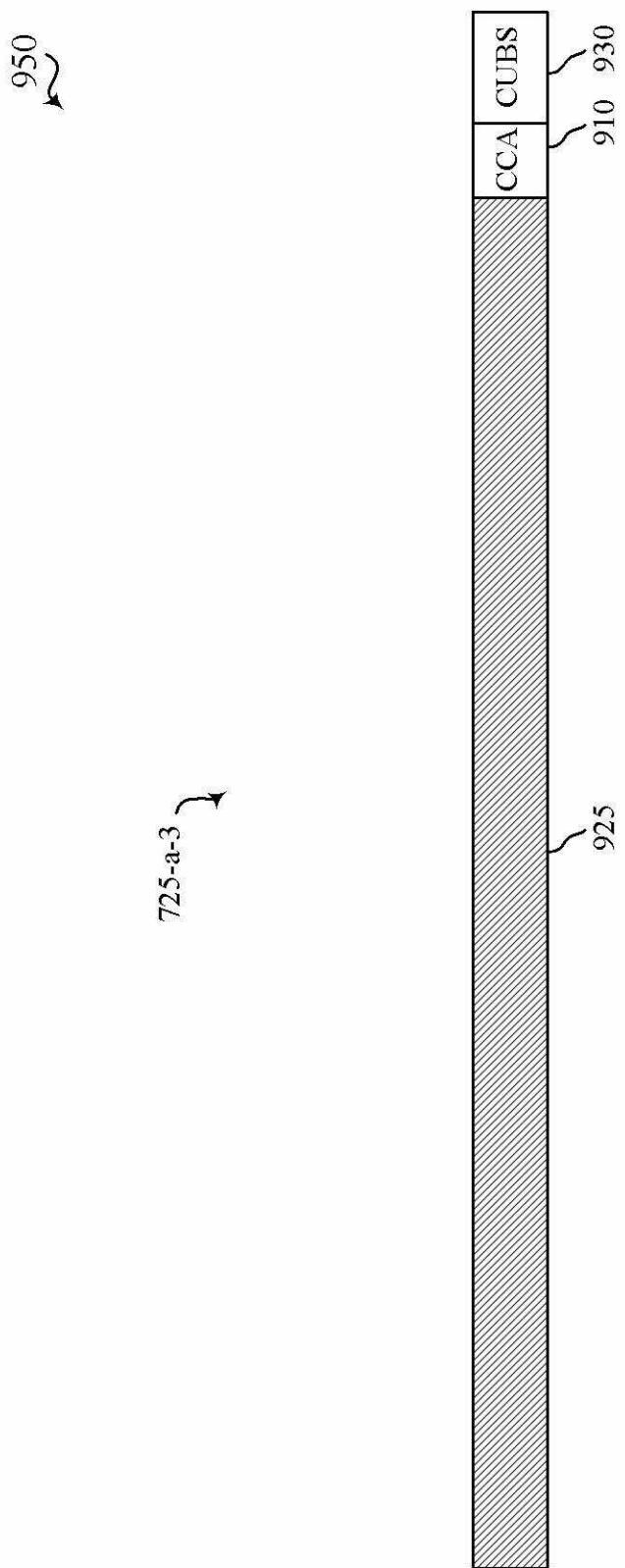


FIG. 9D

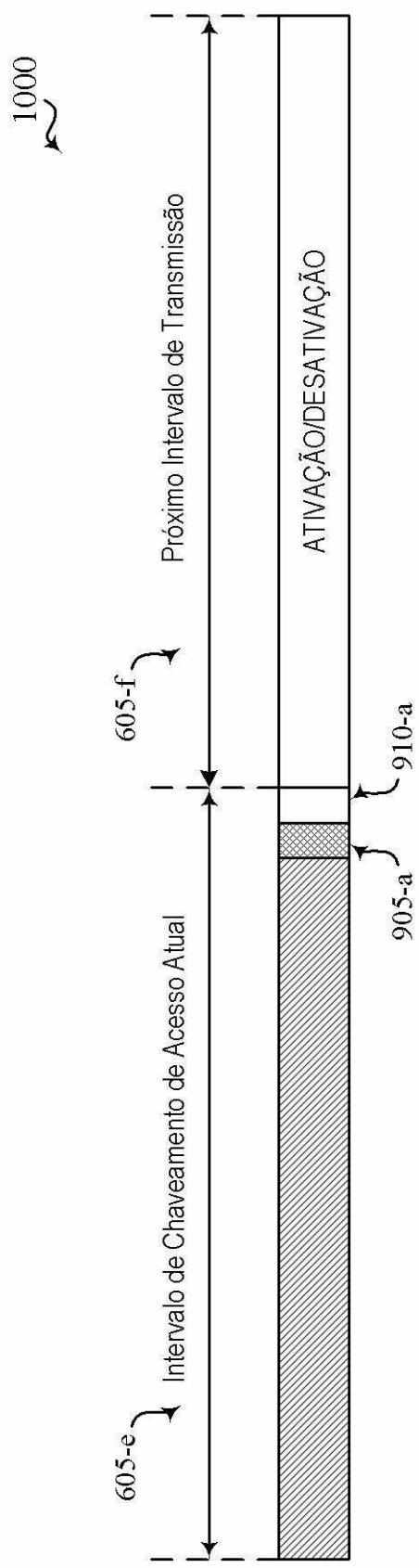


FIG. 10A

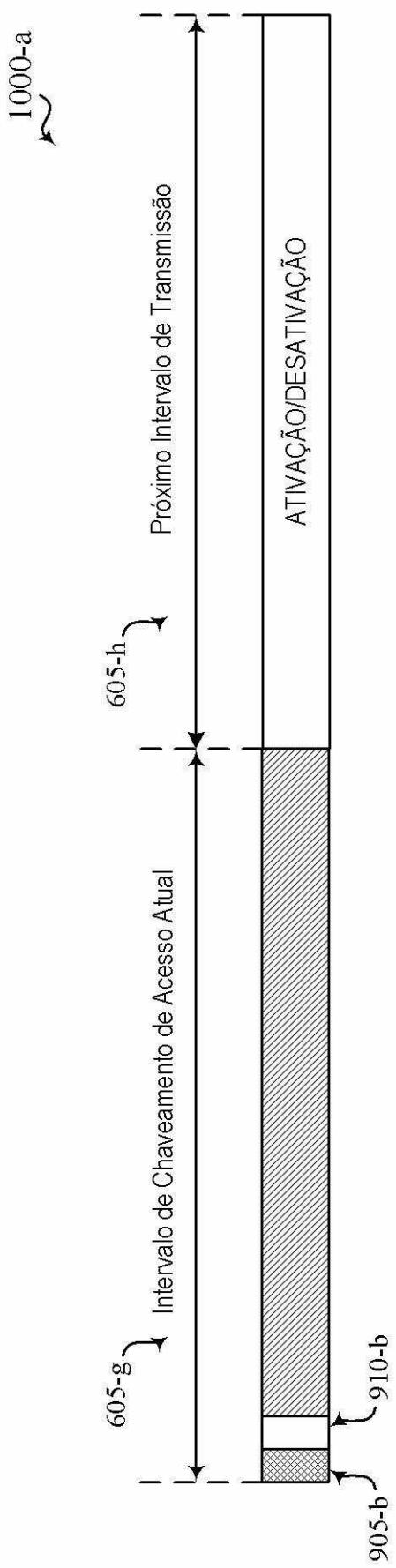


FIG. 10B

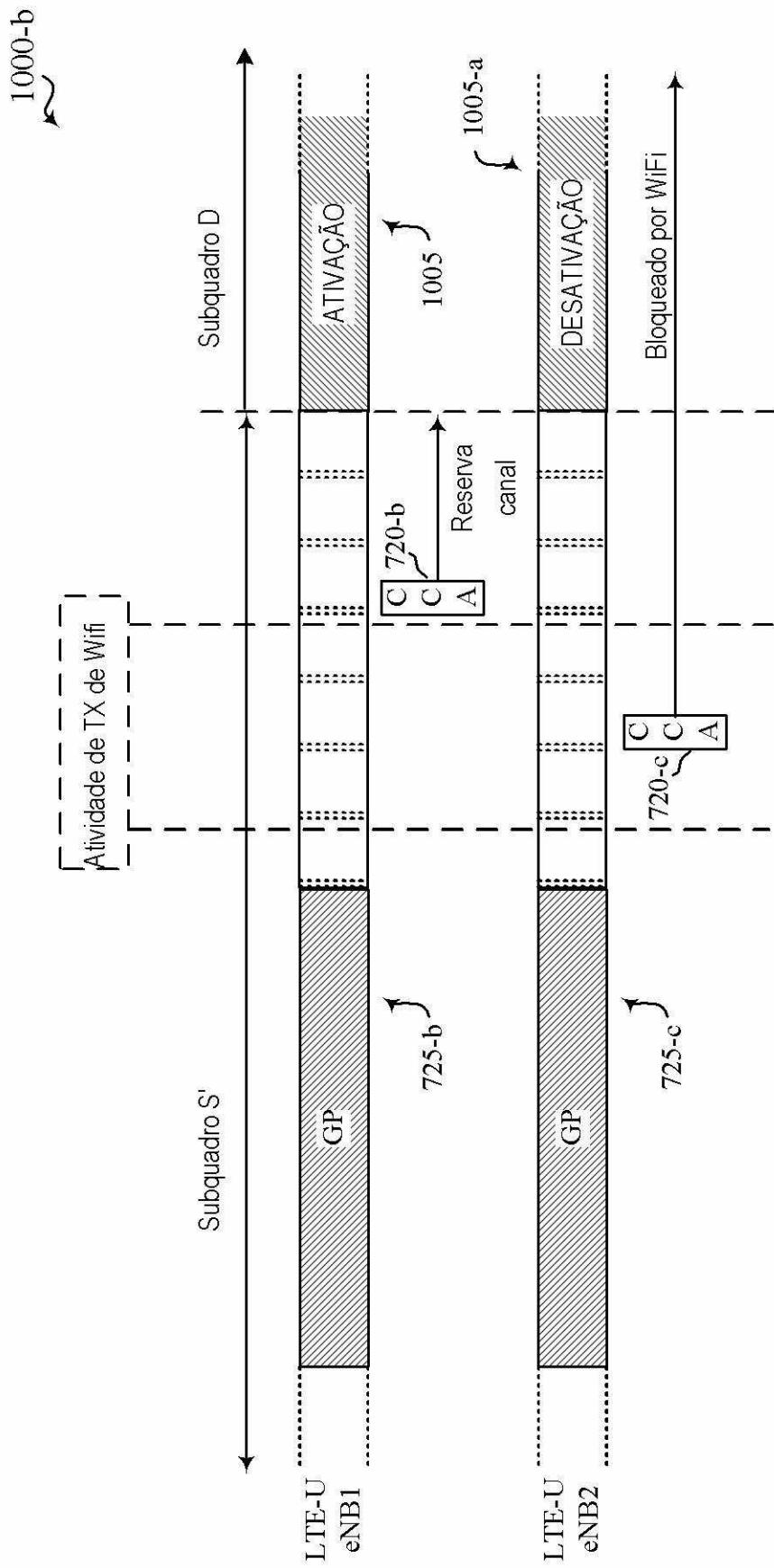


FIG. 10C

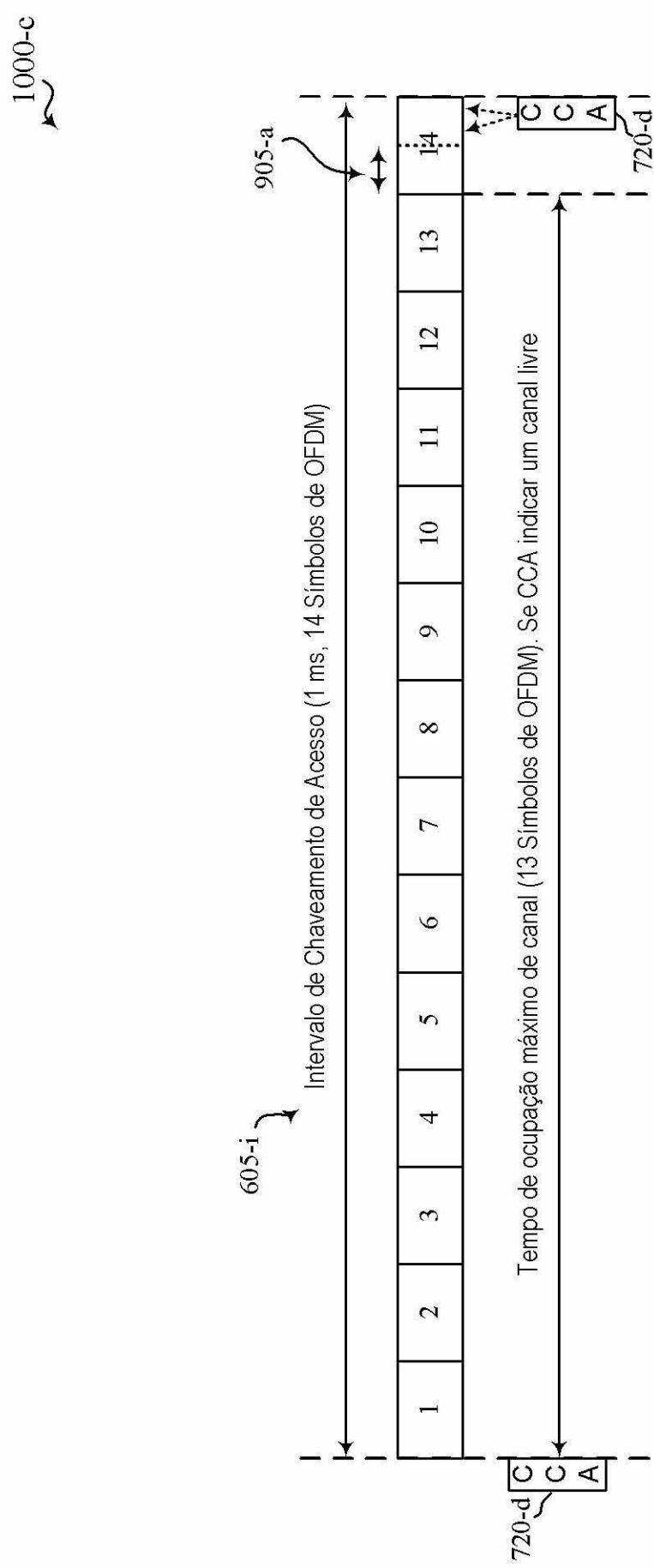


FIG. 10D

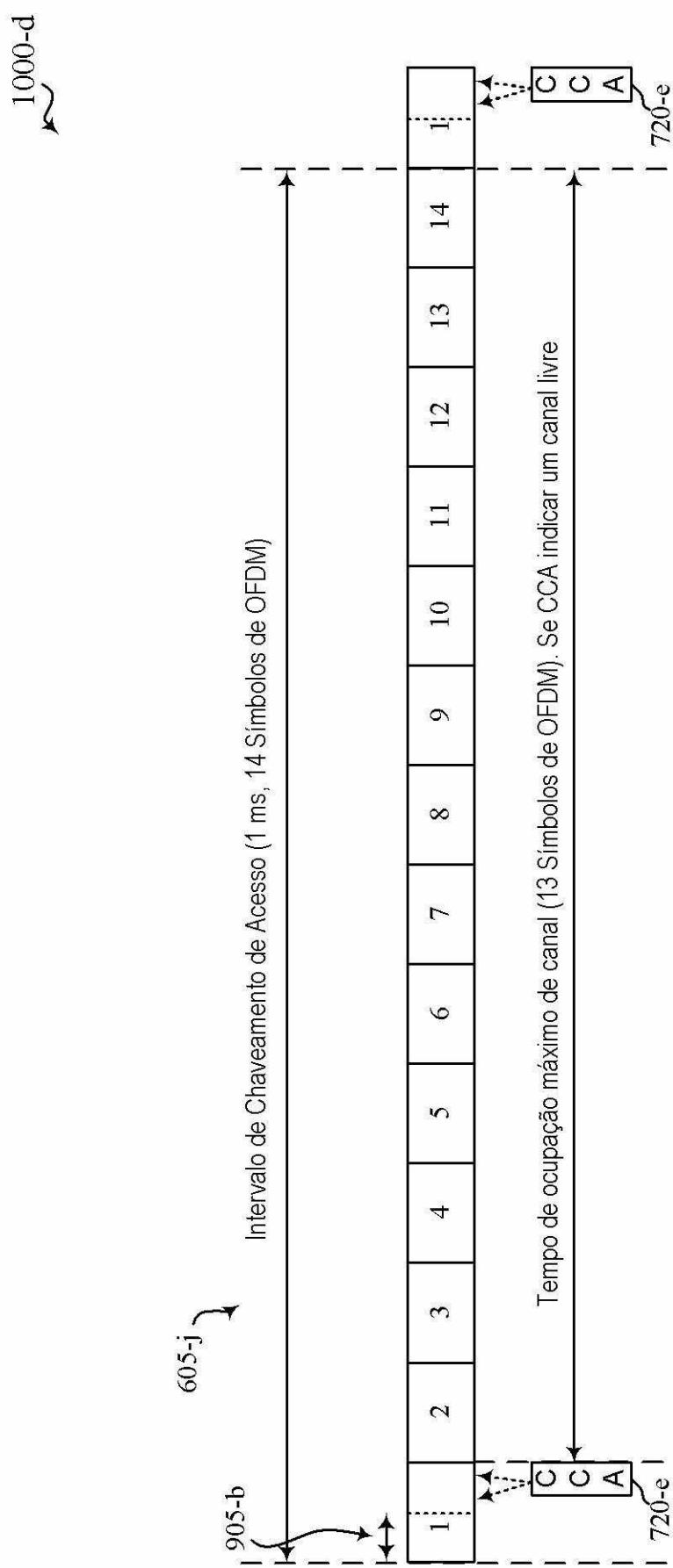


FIG. 10E

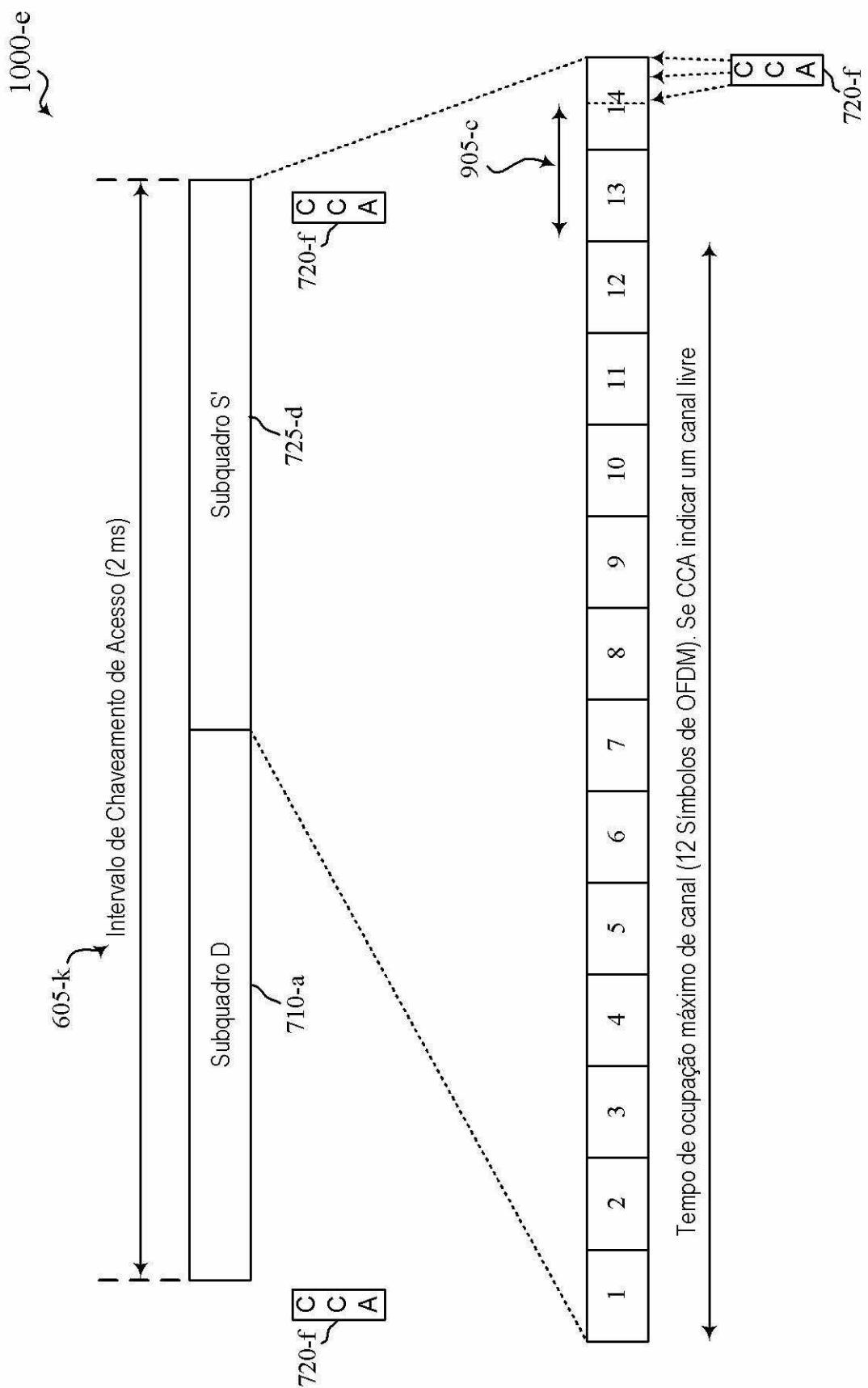


FIG. 10F

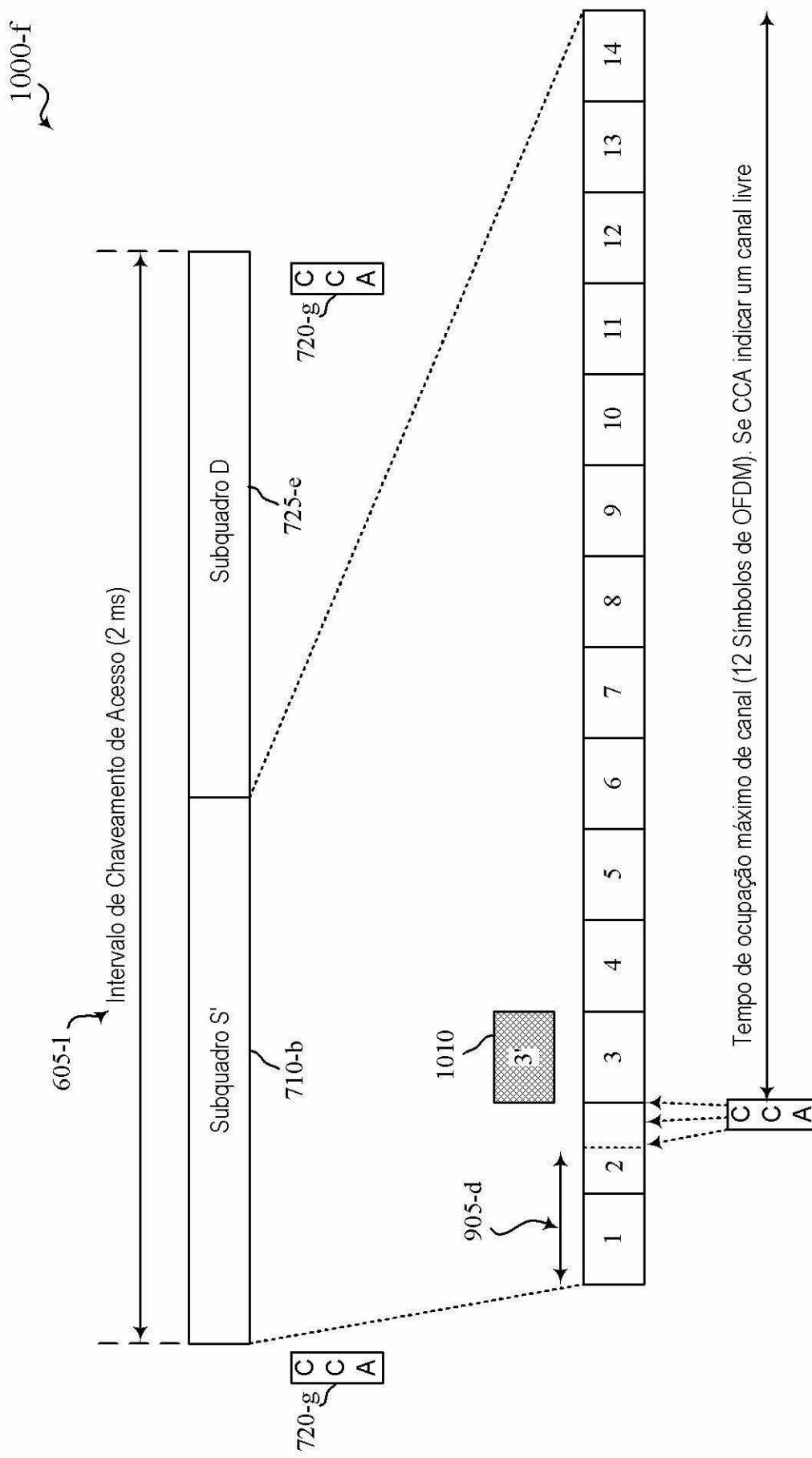


FIG. 10G

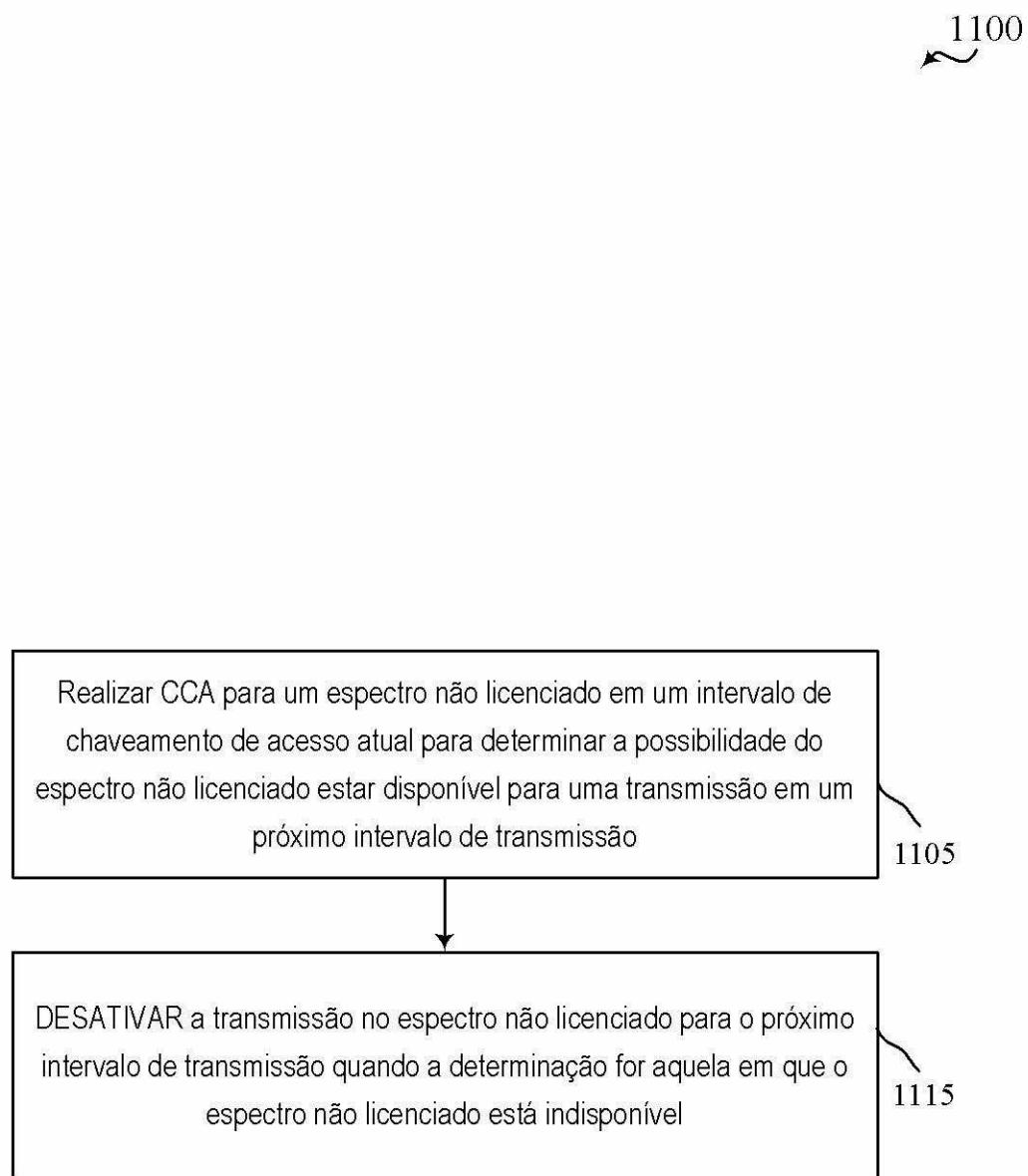


FIG. 11

1200
~~~~~

Sincronizar os slots de CCA em uma pluralidade de estações-base para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado para transmissões de enlace descendente em um próximo intervalo de transmissão.

1205

**FIG. 12A**

1200-a  
~~~~~

Sincronizar os slots de CCA de uma pluralidade de estações-base para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado para transmissões em um próximo intervalo de transmissão.

1215

Identificar um dentre os slots de CCA no qual determinar a disponibilidade do espectro não licenciado, em que o slot de CCA é identificado com base pelo menos em parte em uma sequência de seleção pseudoaleatória acionada através de uma semente aleatória.

1220

FIG. 12B

1300

Realizar a CCA durante um dentre uma pluralidade de slots de CCA sincronizados em uma pluralidade de eNBs para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado para as transmissões em um próximo intervalo de transmissão.

1305

FIG. 13A

1300-a

Identificar um slot de CCA a partir de uma pluralidade de slots de CCA sincronizados em uma pluralidade de eNBs com base pelo menos em parte em uma sequência de seleção pseudoaleatória gerada a partir de uma semente aleatória

1315

Realizar a CCA durante os slots de CCA identificados para determinar a disponibilidade de um espectro não licenciado para transmissões em um próximo intervalo de transmissão

1320

FIG. 13B

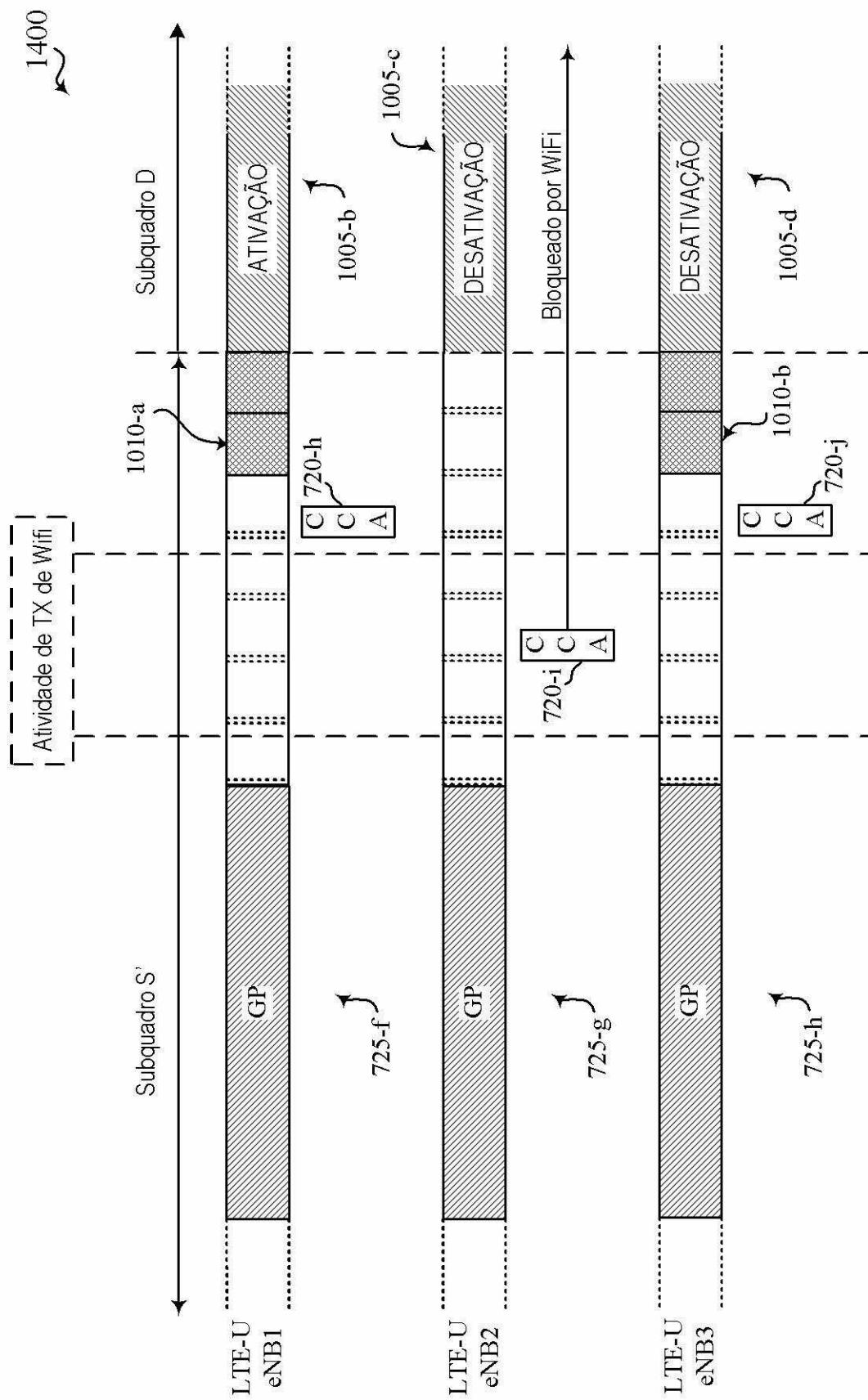


FIG. 14A

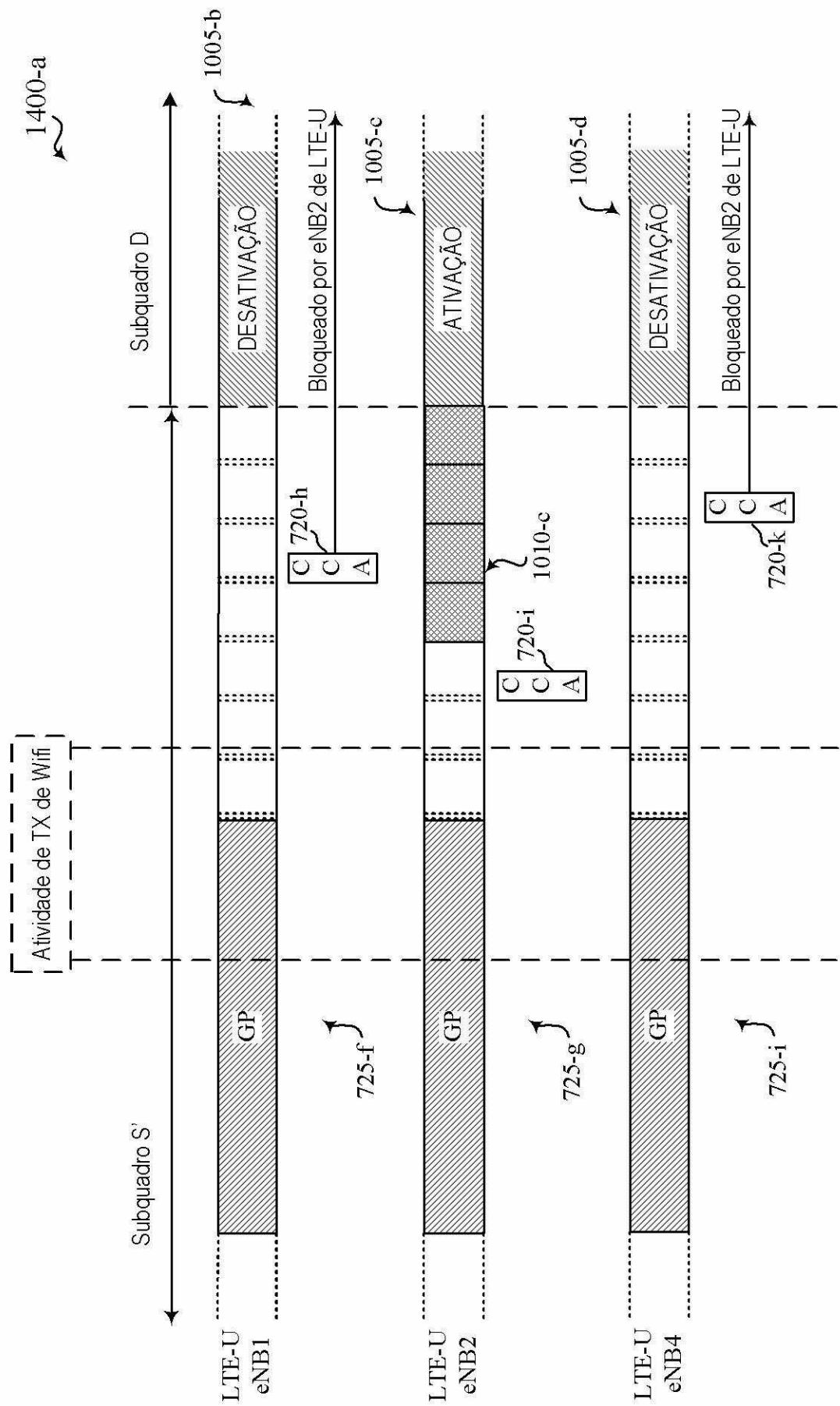


FIG. 14B

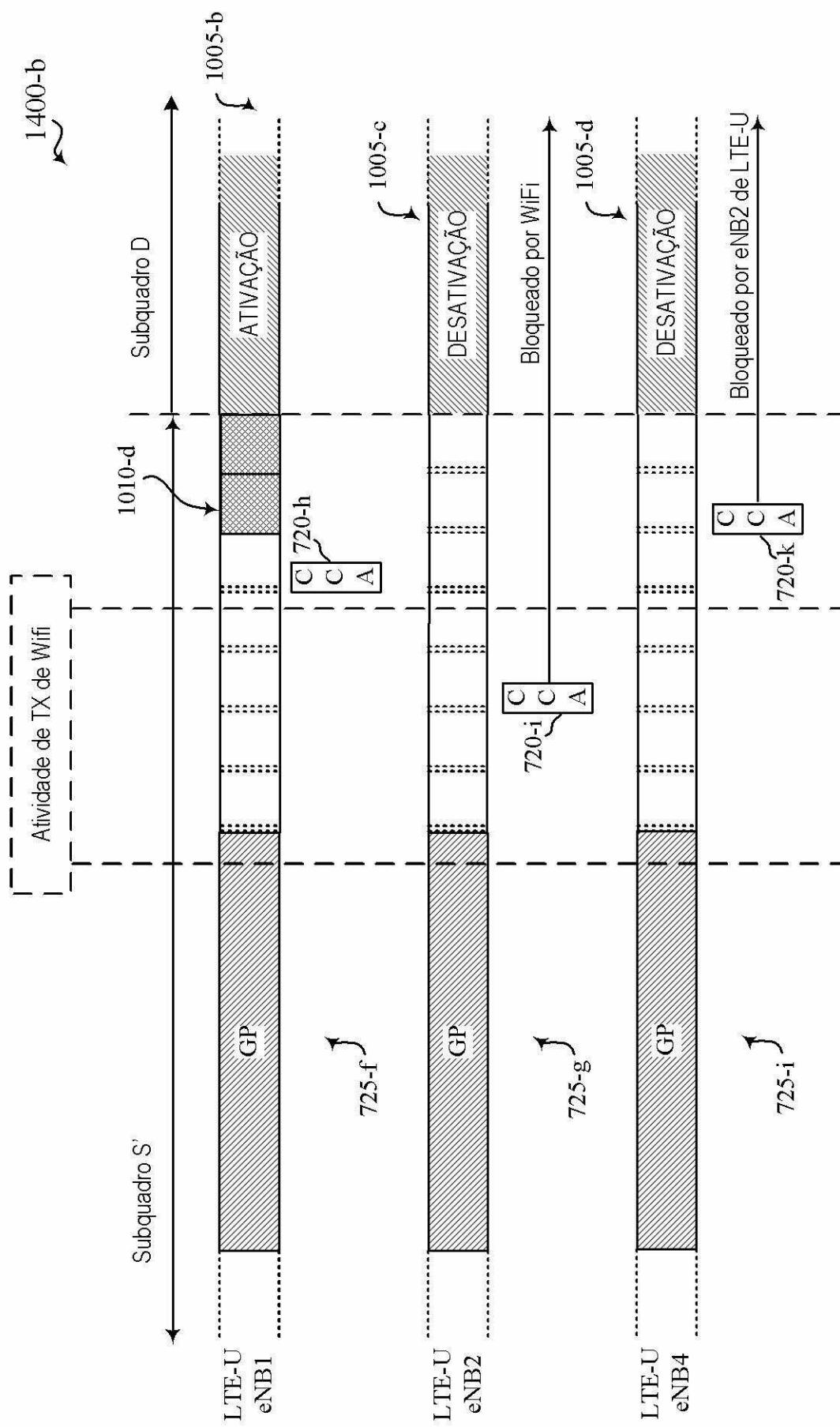


FIG. 14C

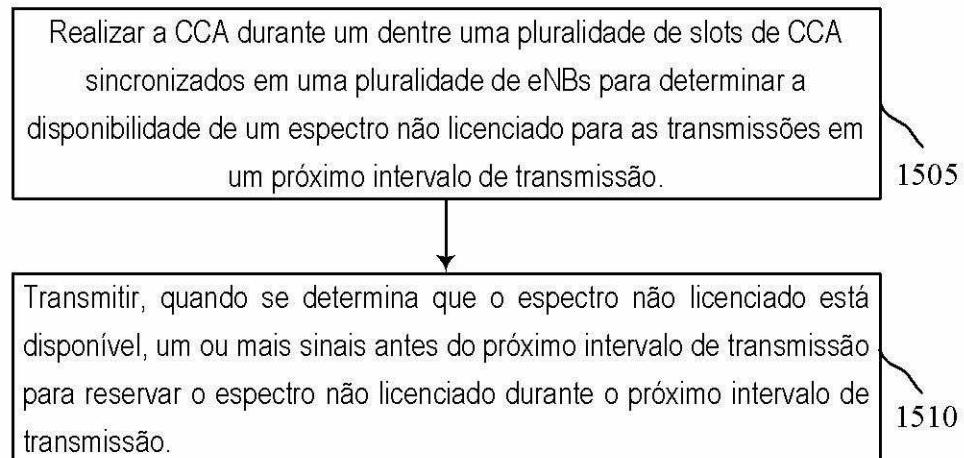
1500
↖

FIG. 15

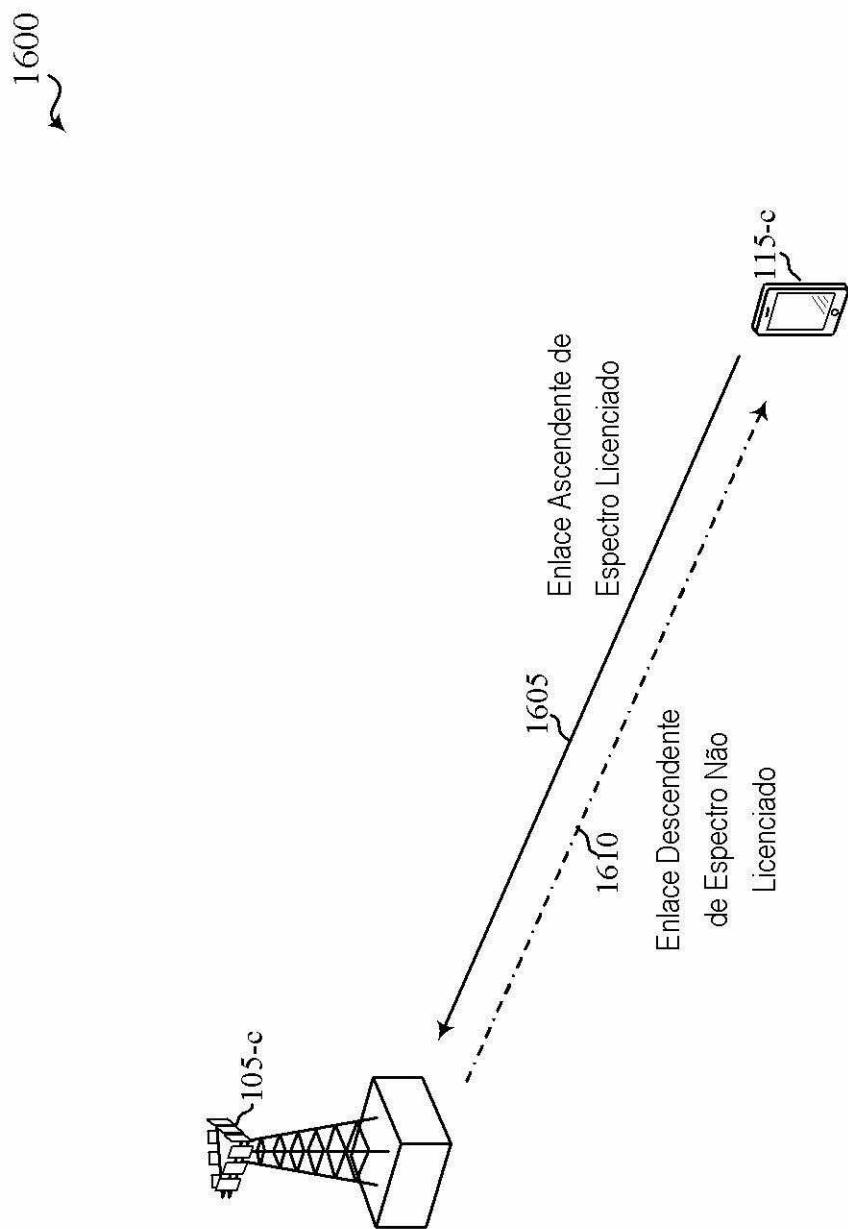


FIG. 16

1700
~~~~~

Receber informações de retroalimentação a partir de um UE através de um enlace ascendente de PPC em um espectro licenciado, em que as informações de retroalimentação se direcionam os sinais transmitidos para o UE através de um enlace descendente em um espectro não licenciado

1705

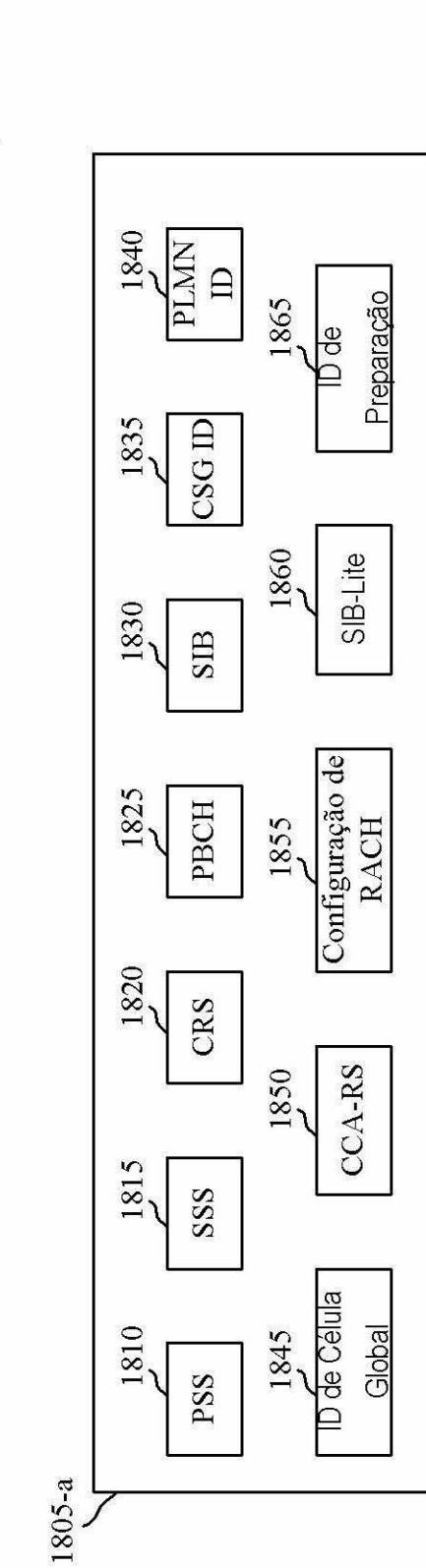
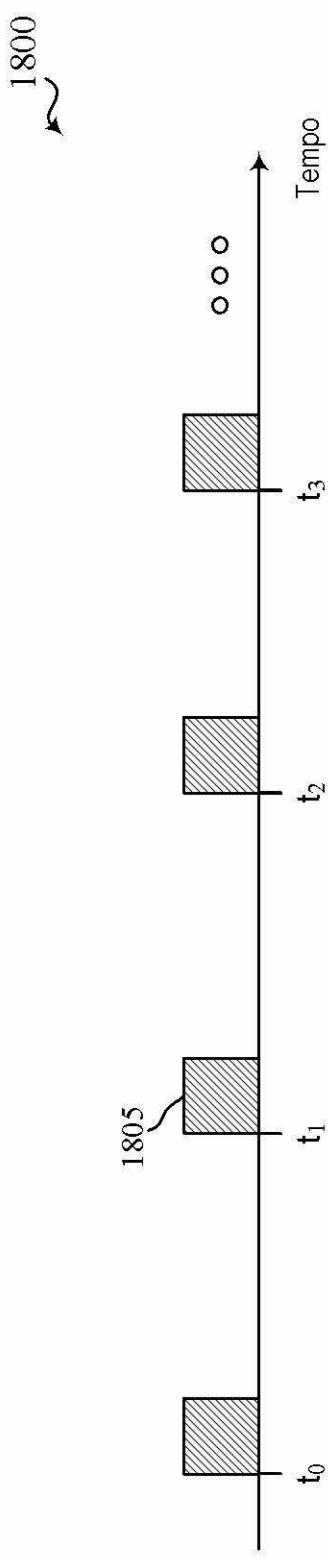
FIG. 17A

1700-a  
~~~~~

Transmitir as informações de retroalimentação a partir de um UE a um eNB através de um enlace ascendente de PPC em um espectro licenciado, em que as informações de retroalimentação se direcionam os sinais transmitidos para o UE através de um enlace descendente em um espectro não licenciado

1715

FIG. 17B



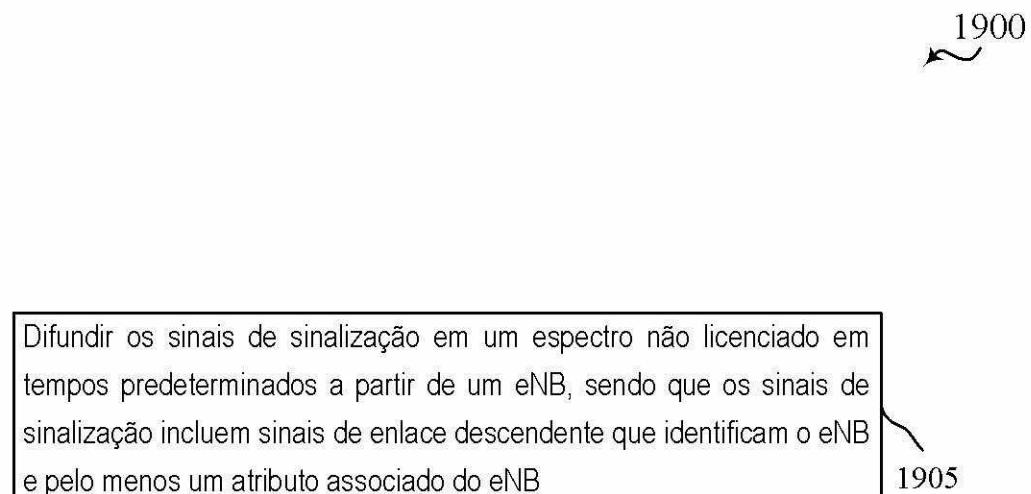


FIG. 19A

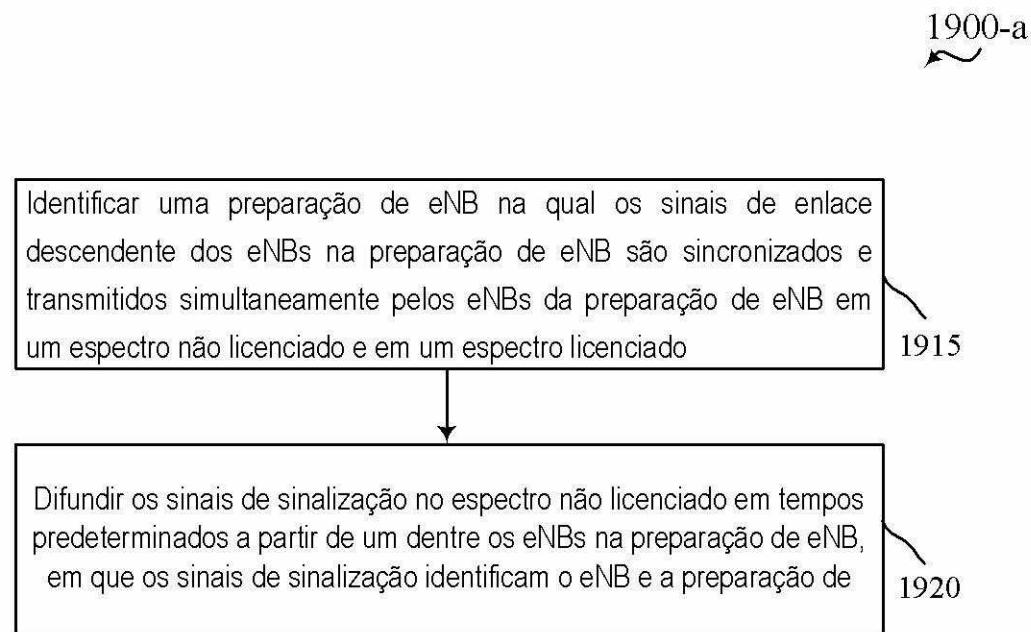


FIG. 19B

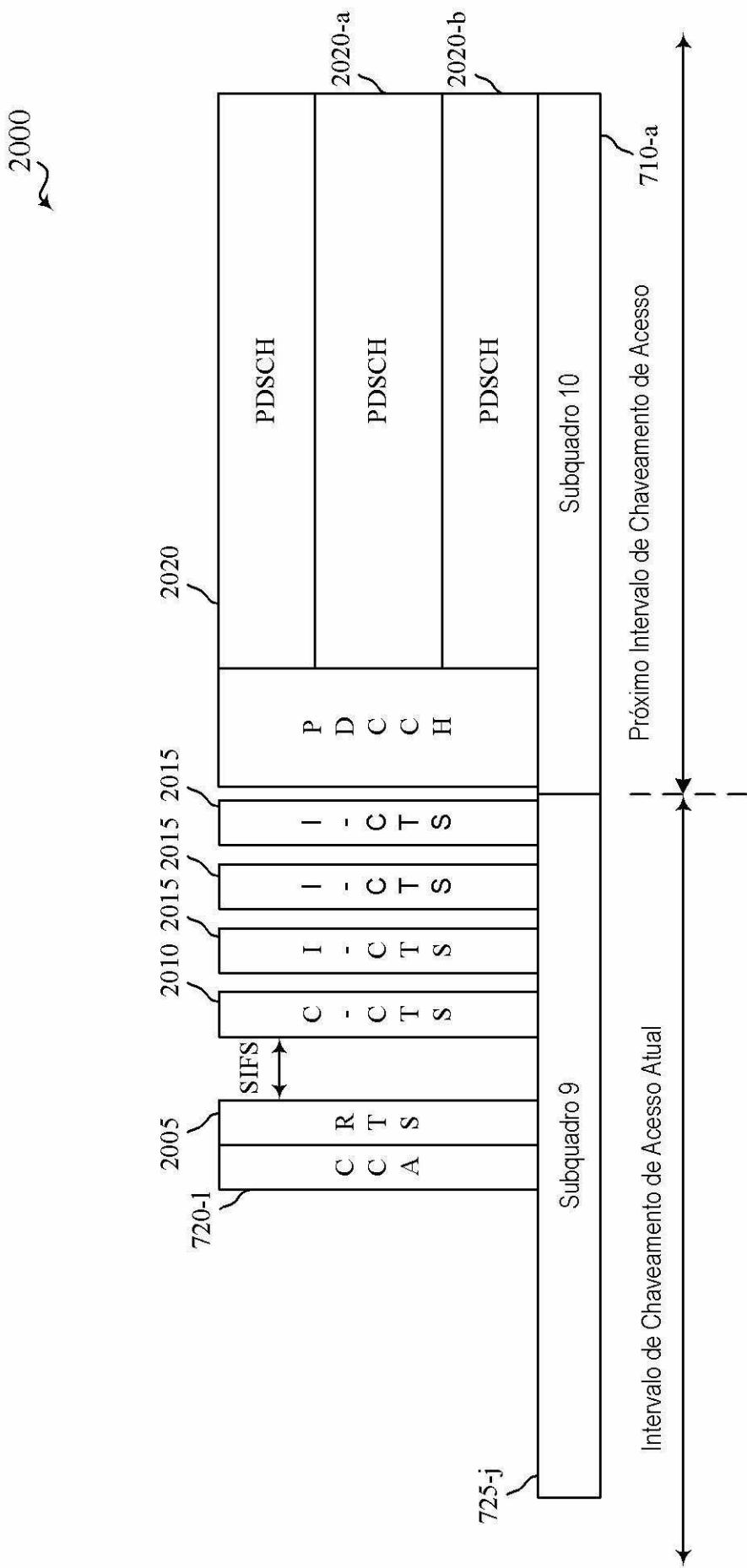


FIG. 20

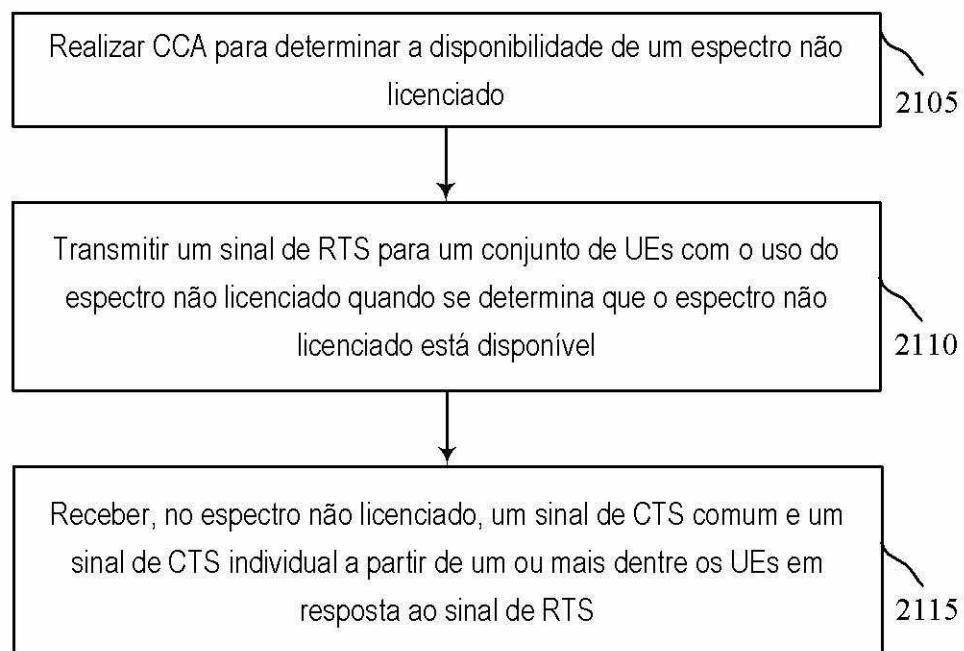
2100
~~~~~

FIG. 21

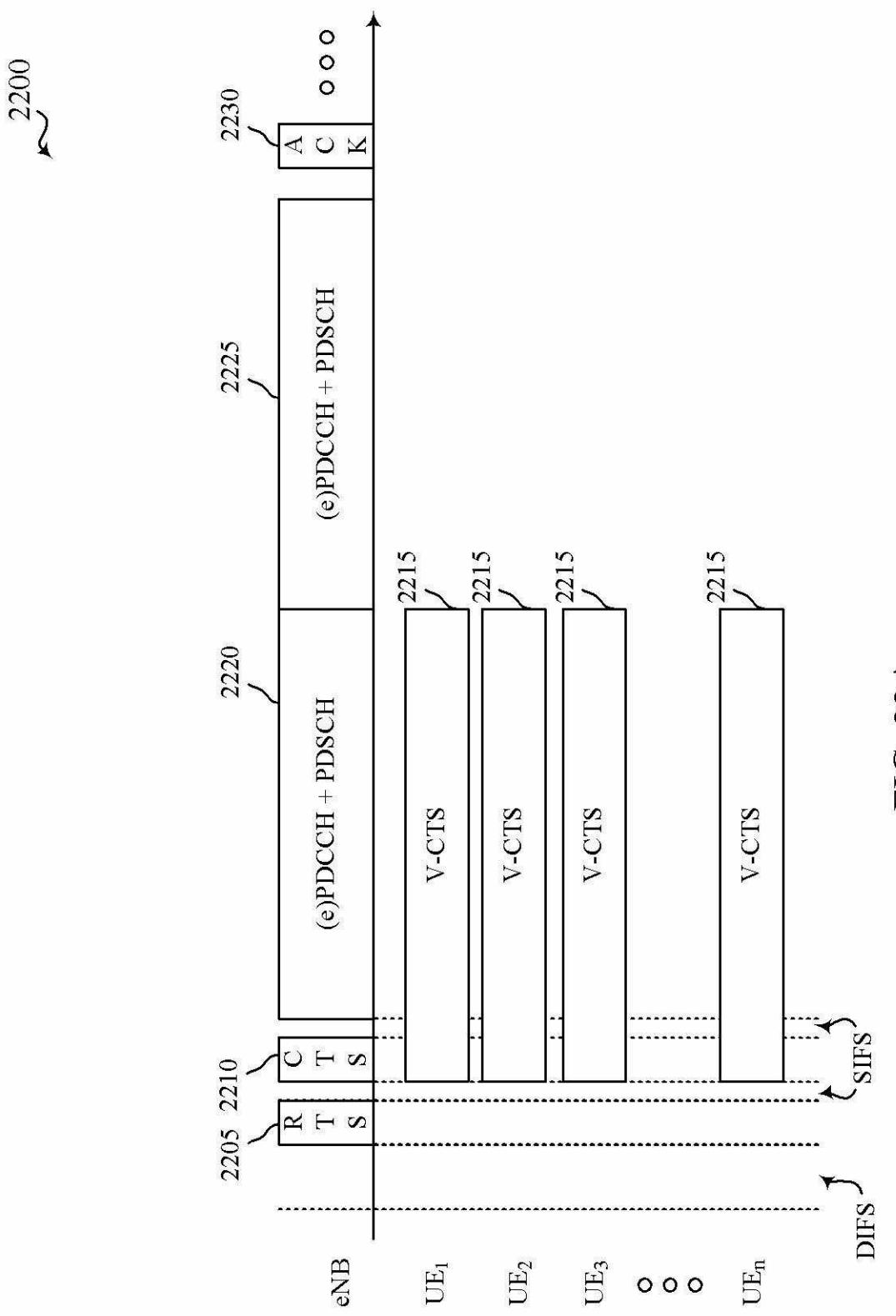


FIG. 22A

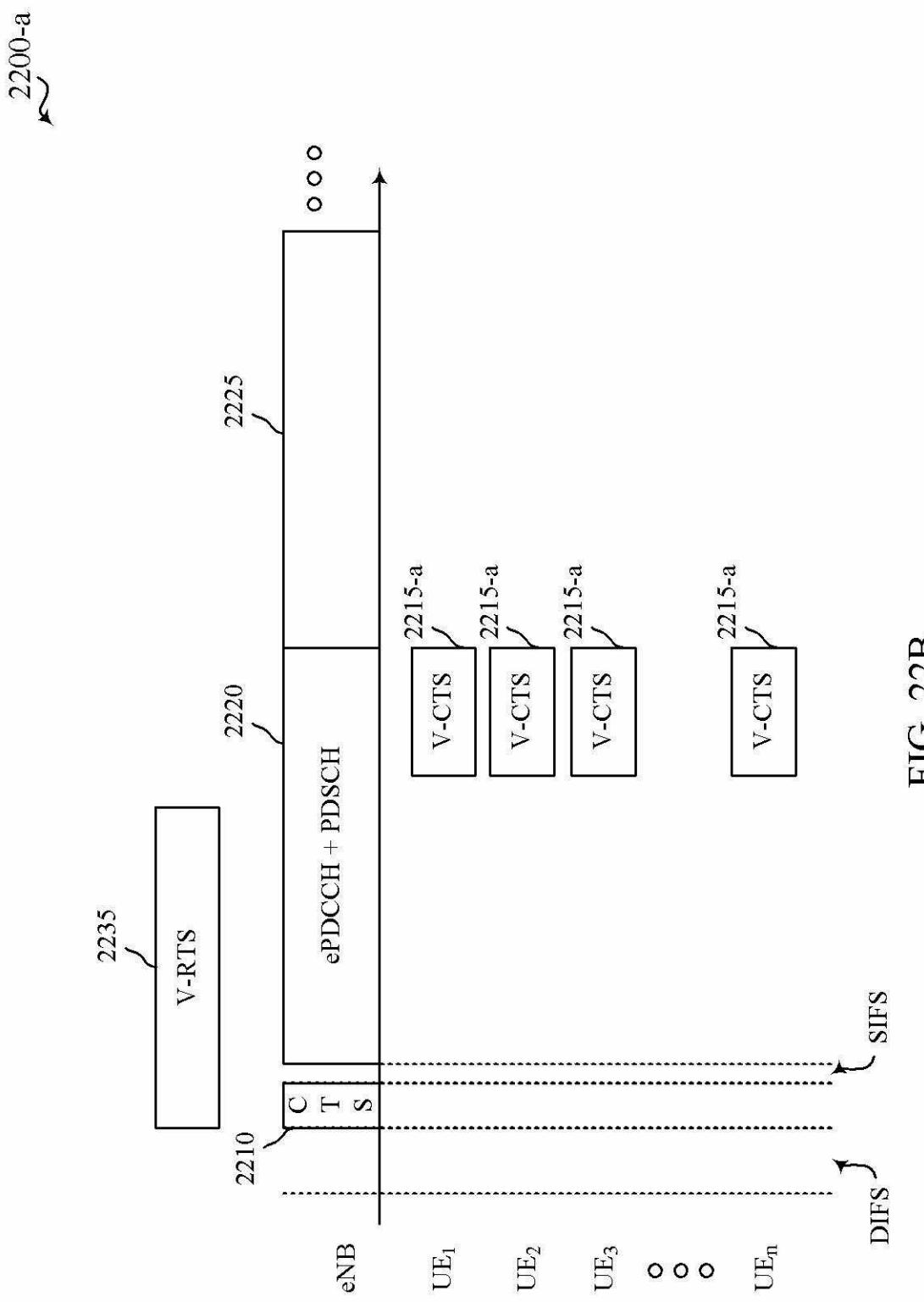


FIG. 22B

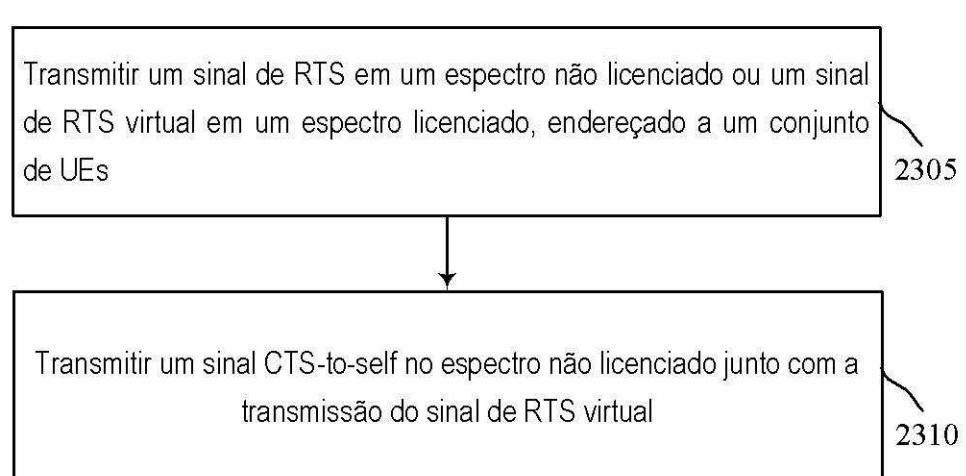
2300  
~~~~~

FIG. 23

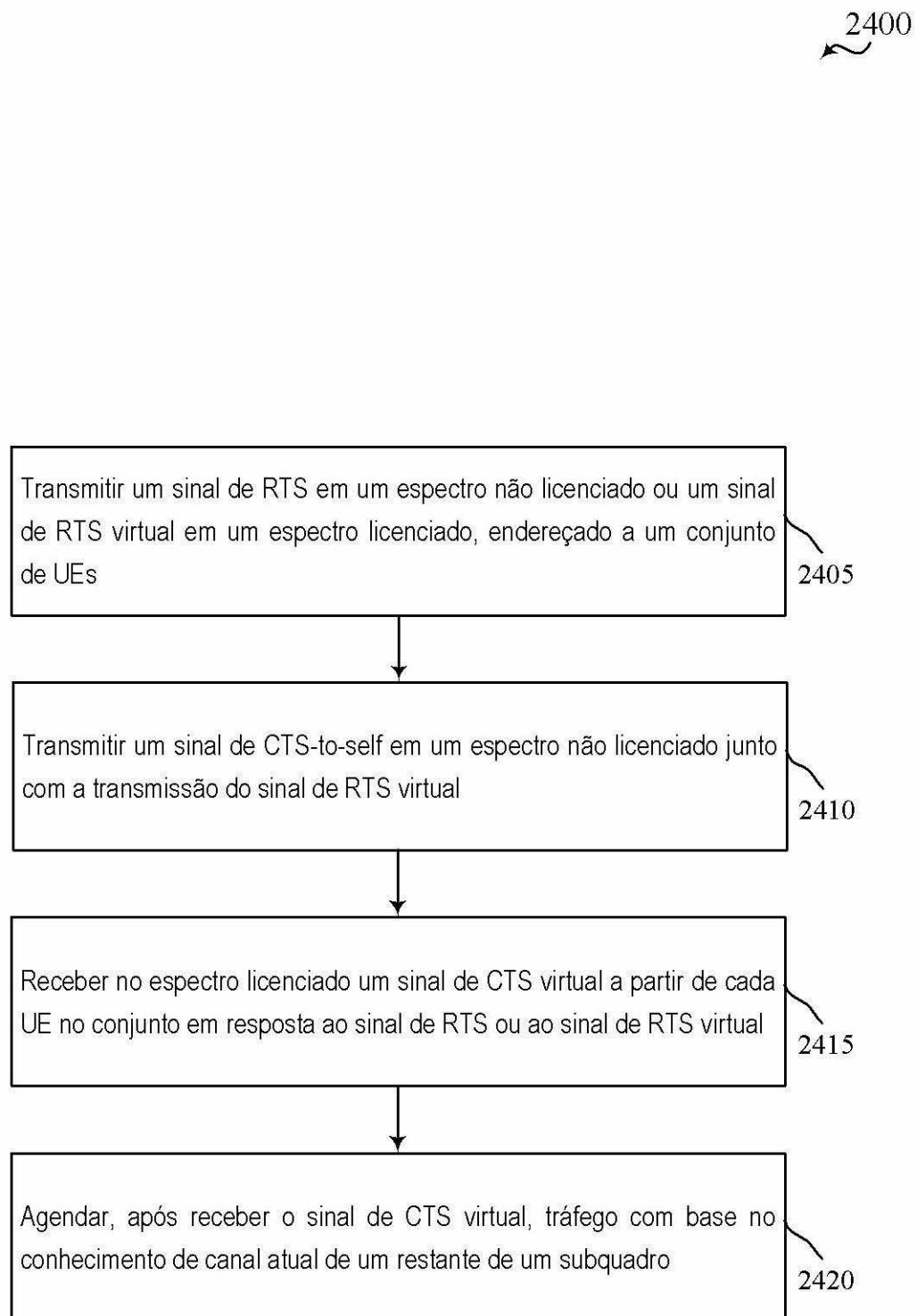


FIG. 24

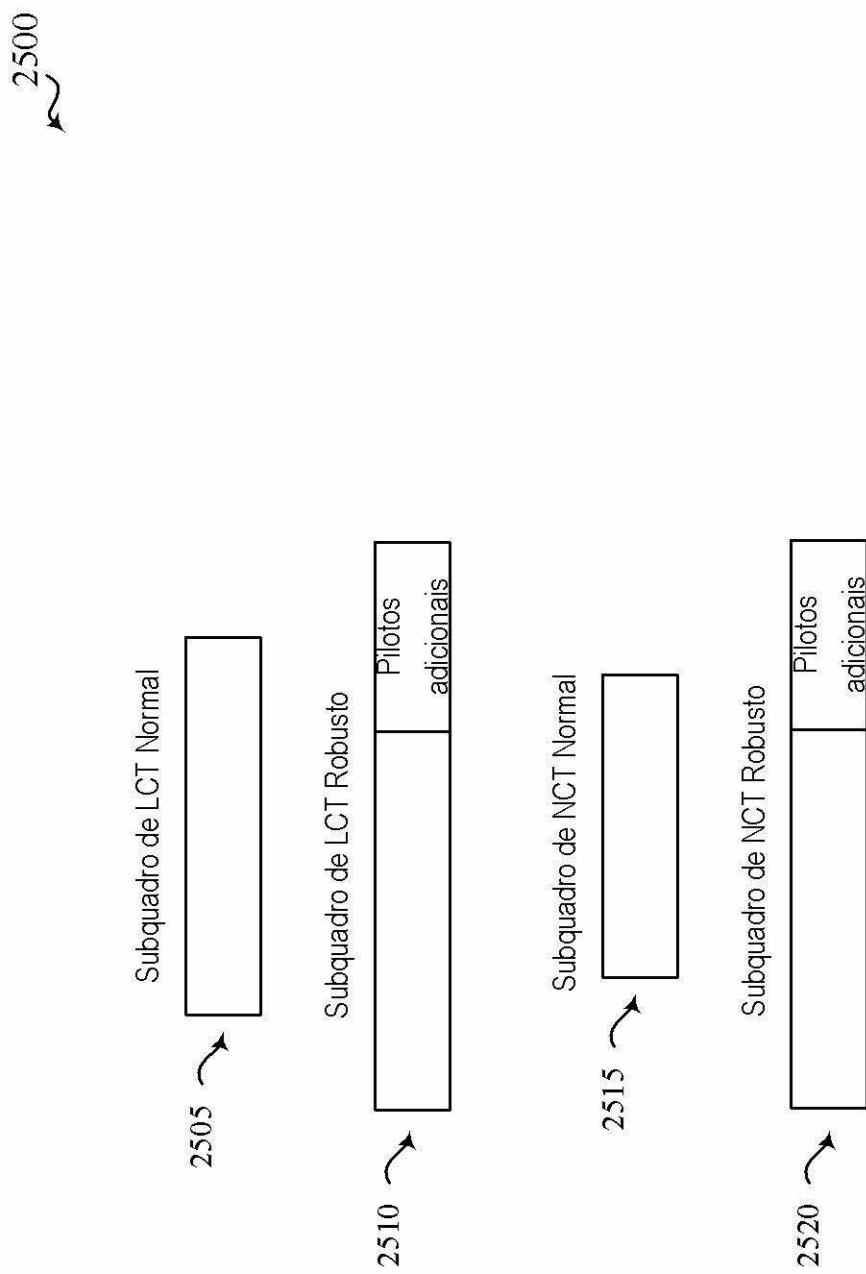


FIG. 25

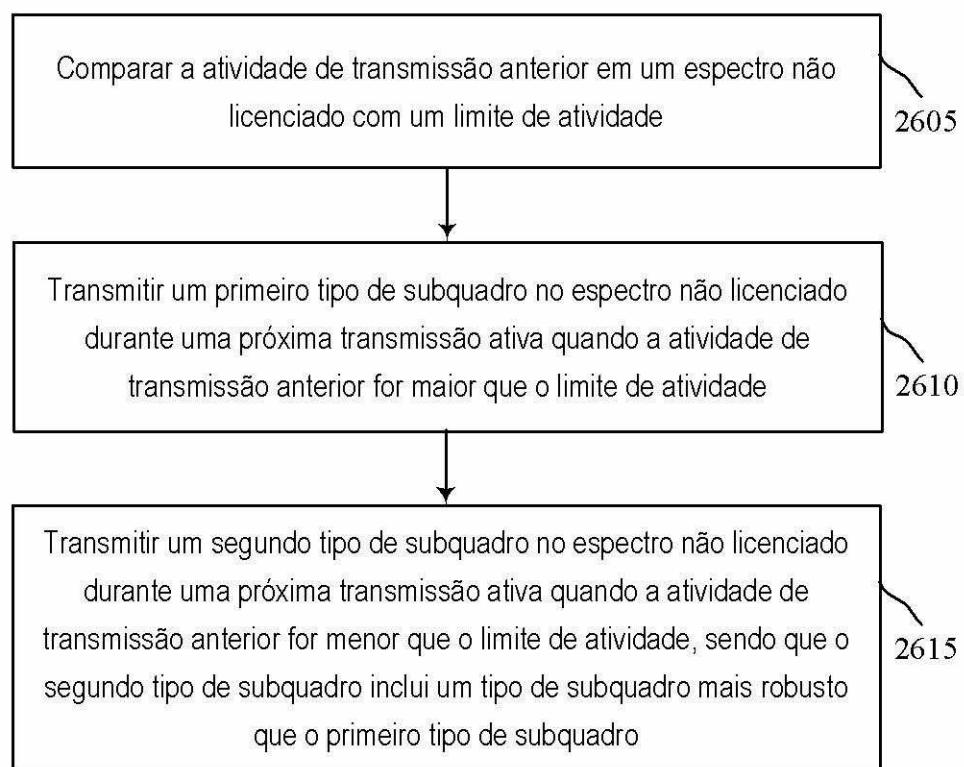
2600
~~~~~

FIG. 26

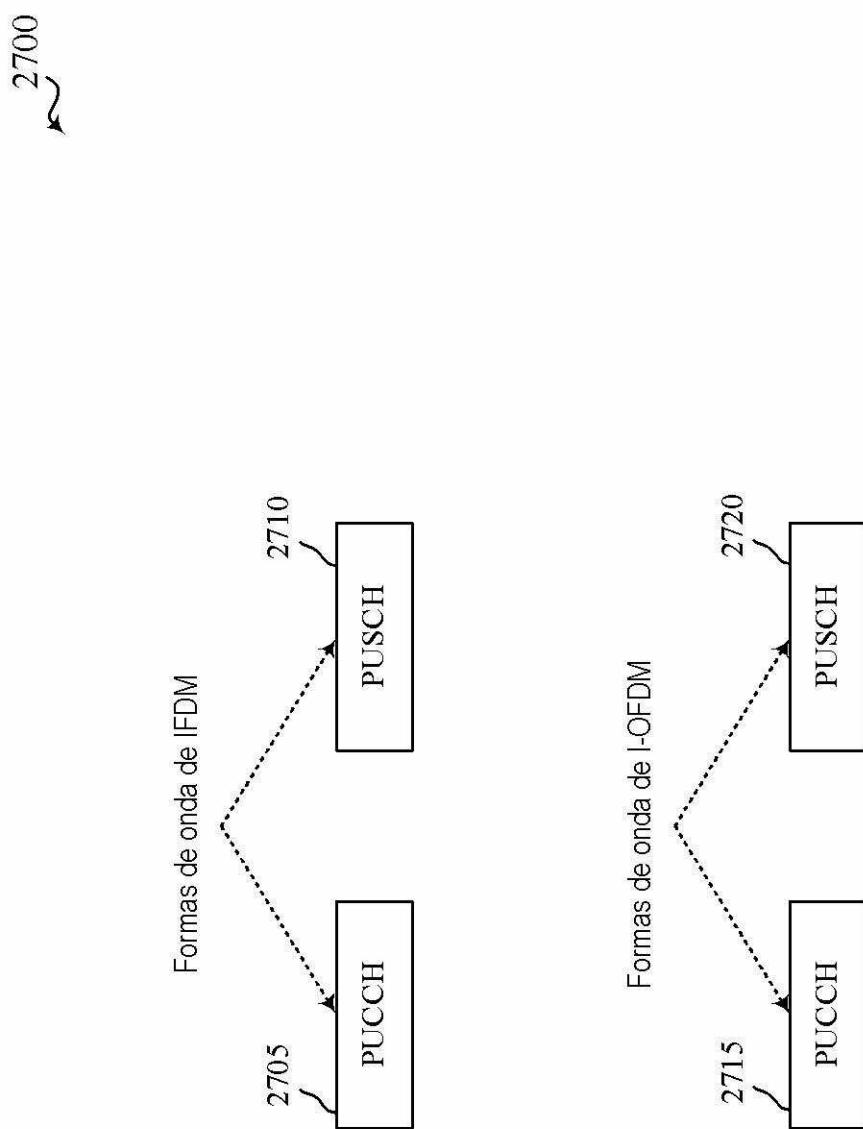


FIG. 27

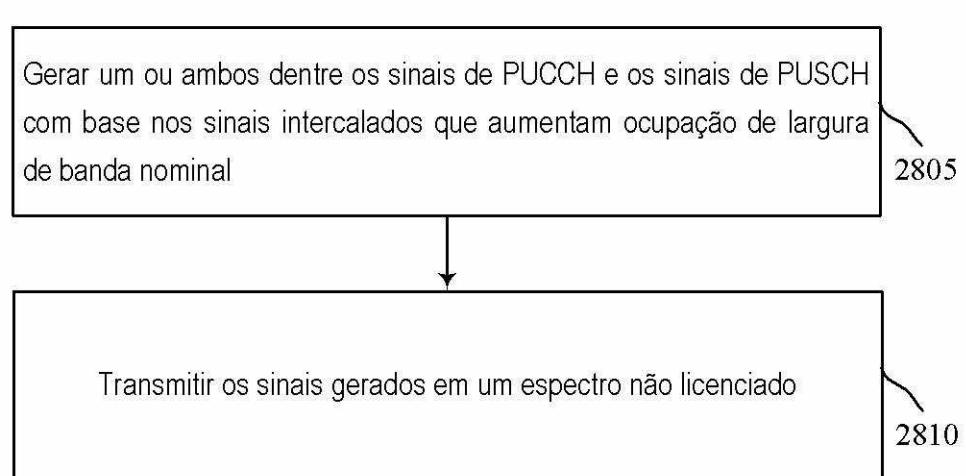
2800  
~~~~~

FIG. 28

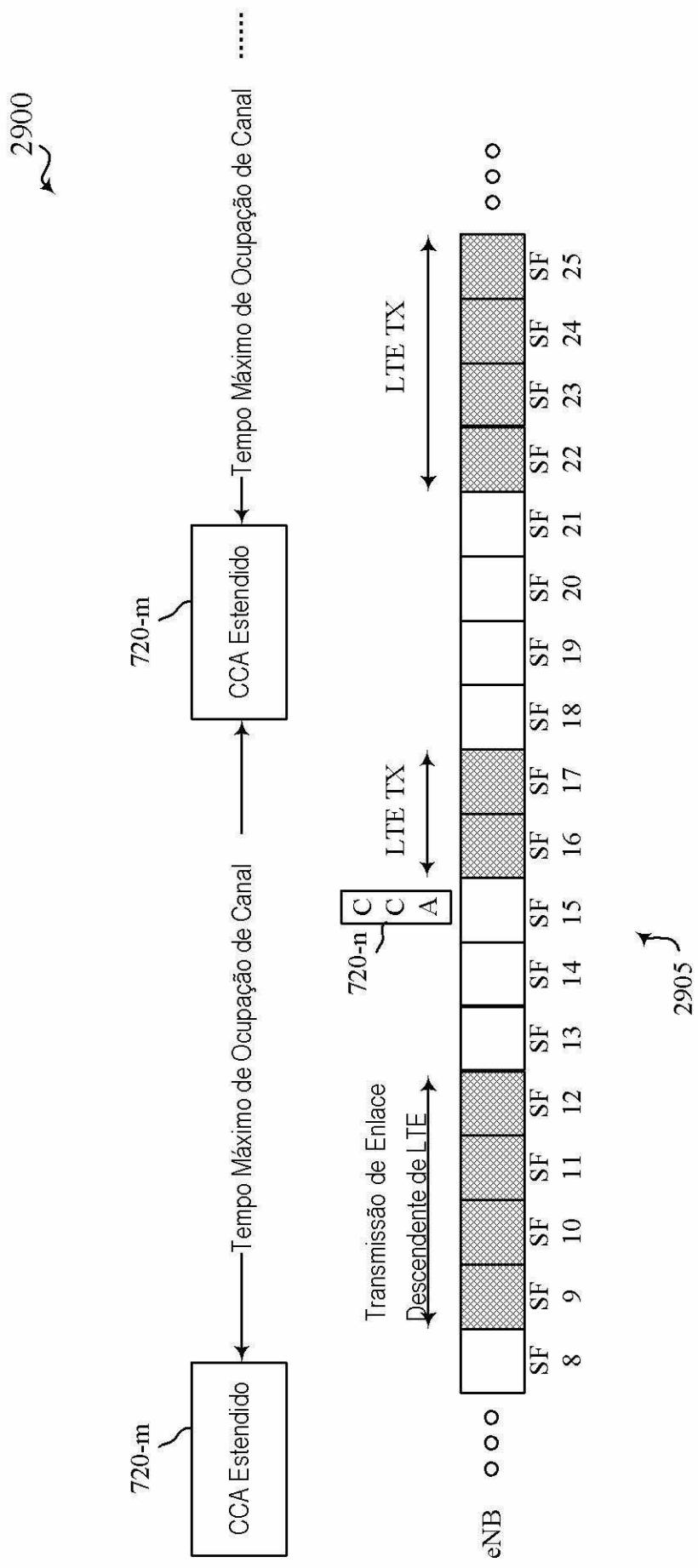


FIG. 29

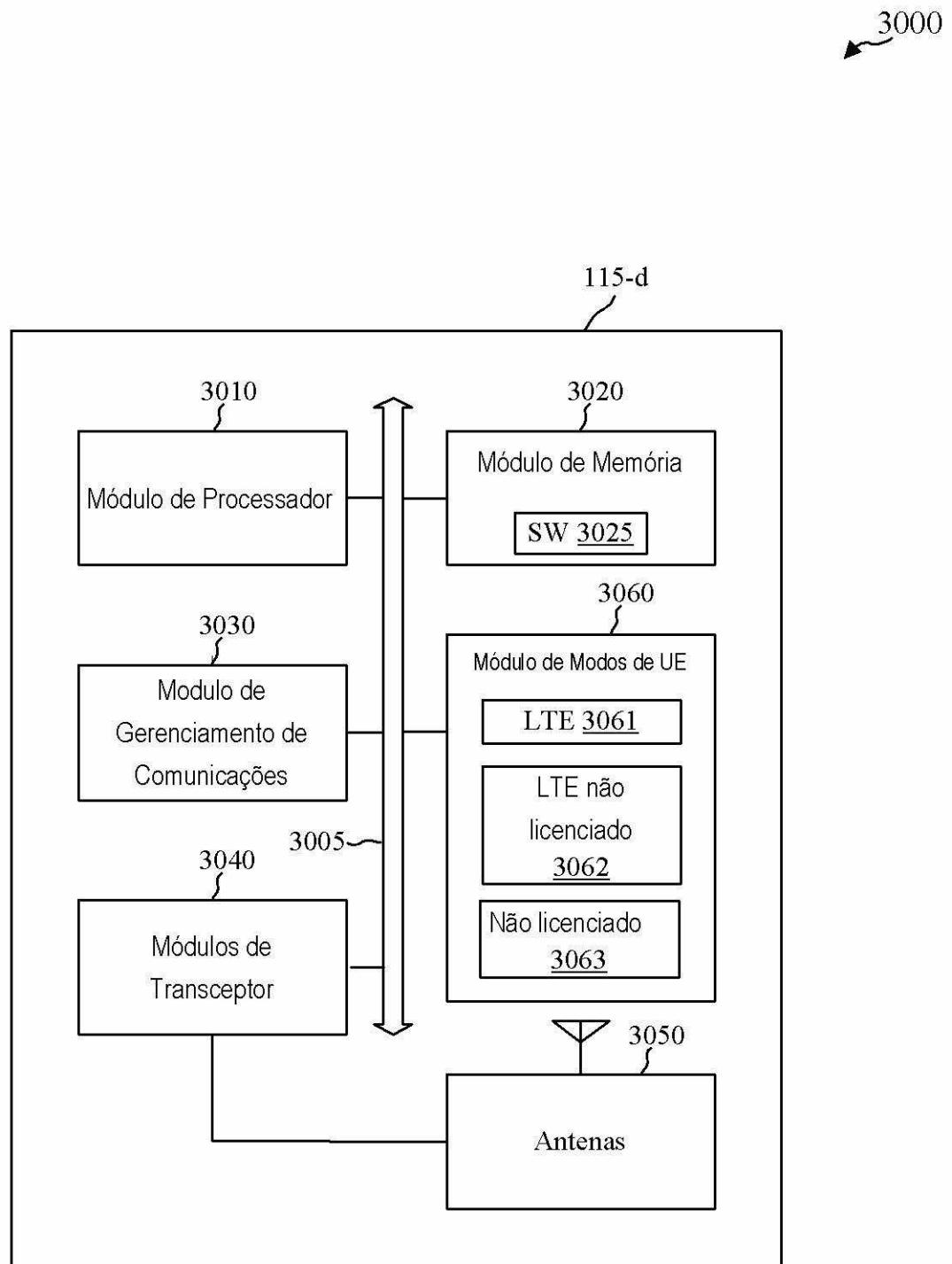


FIG. 30

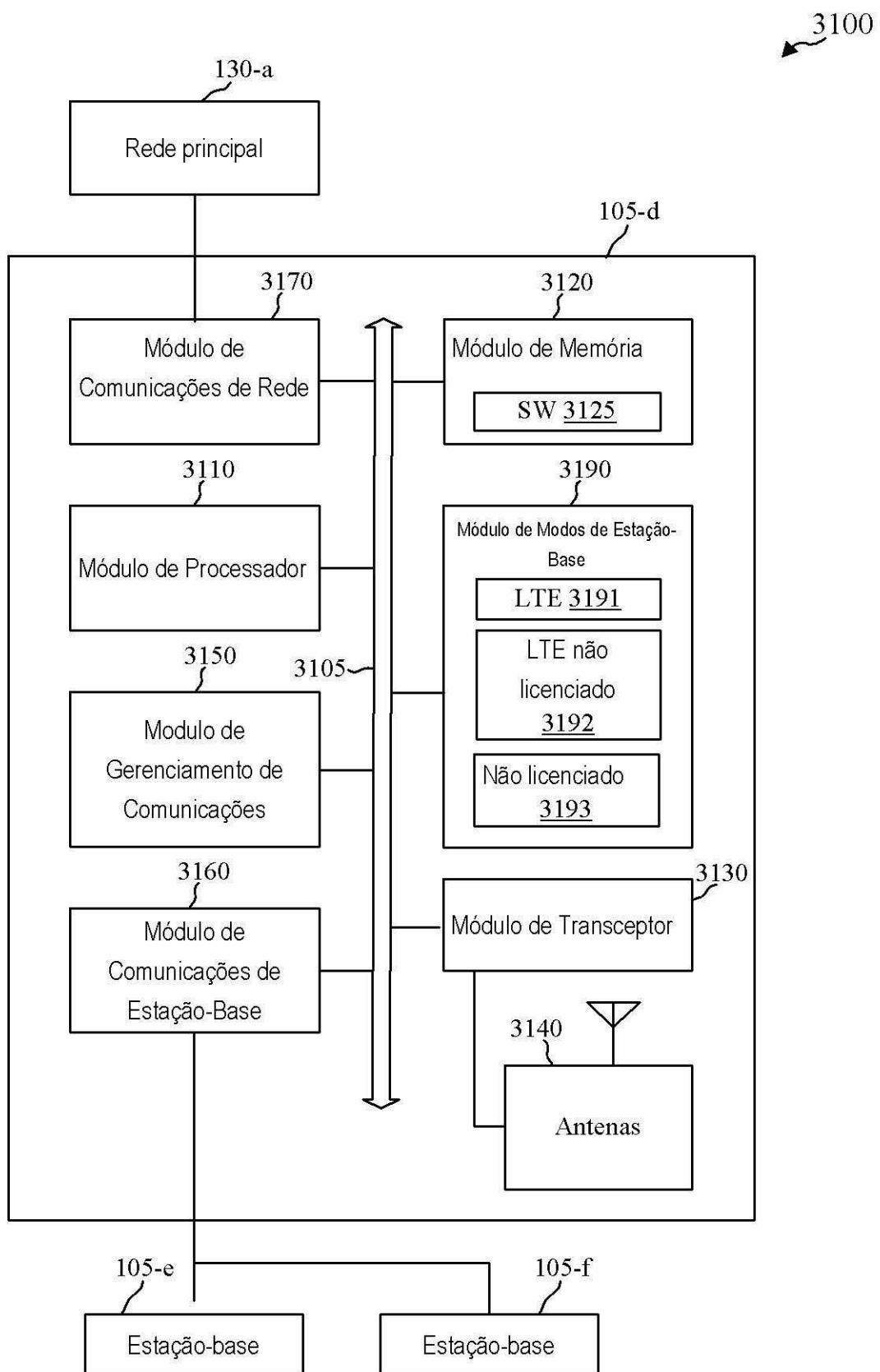


FIG. 31

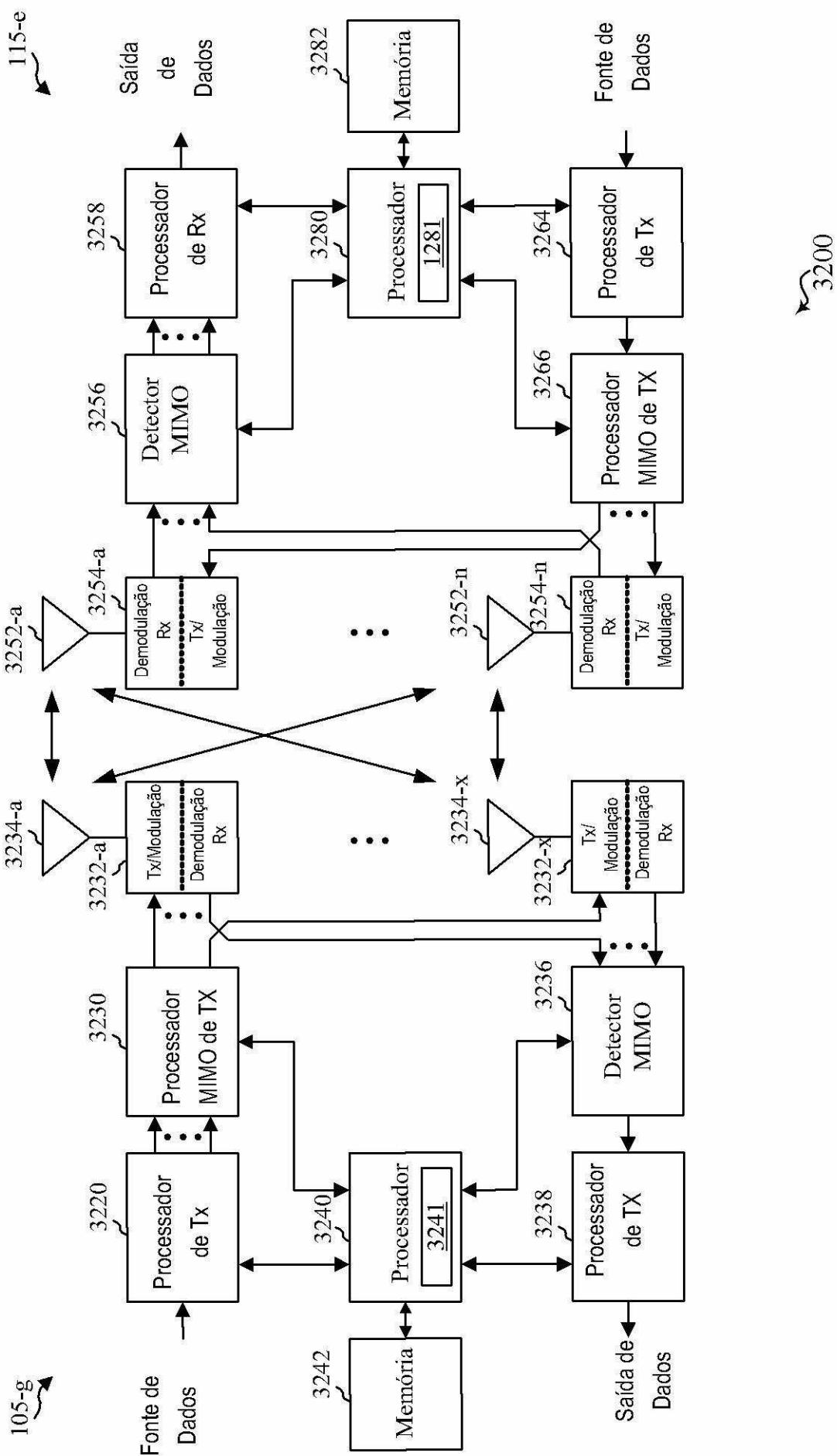


FIG. 32