



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

(11) BR 112016013451-6 B1



(22) Data do Depósito: 11/12/2014

(45) Data de Concessão: 13/12/2022

(54) Título: MÉTODO PARA COMUNICAÇÃO SEM FIO, APARELHO CONFIGURADO PARA COMUNICAÇÃO SEM FIO E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR

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

(30) Prioridade Unionista: 09/12/2014 US 14/565,085; 13/12/2013 US 61/916,001.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

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

(86) Pedido PCT: PCT US2014069764 de 11/12/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/089292 de 18/06/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/06/2016

(57) Resumo: FEEDBACK DE CSI EM SISTEMA DE LTE/LTE- AVANÇADO COM ESPECTRO NÃO LICENCIADO. Feedback de informação de estado de canal (CSI) em redes de evolução de longo prazo (LTE) e LTE-Avançado incluindo espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito é revelado no qual um equipamento de usuário (UE) identifica uma portadora utilizando um espectro de radiofrequência baseada em conflito. O UE detecta um sinal de transmissão indicativo de informação de resultado de avaliação de canal livre (CCA) para a portadora e determina se um sinal de referência para medição de informação de estado de canal está presente em um subquadro com base no sinal de transmissão detectado. O UE transmitiria um relatório de medição com base nessa determinação de presença do sinal de referência.

**"MÉTODO PARA COMUNICAÇÃO SEM FIO, APARELHO CONFIGURADO PARA
COMUNICAÇÃO SEM FIO E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR"**

REFERÊNCIA REMISSIVA A PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] O presente pedido reivindica o benefício do pedido de patente provisional US número 61/916.001, intitulado "CSI FEEDBACK IN LTE/LTE-ADVANCED SYSTEMS WITH UNLICENSED SPECTRUM," depositado em 13 de dezembro de 2013, e pedido de patente de utilidade US no. 14/565.085, intitulado "CSI FEEDBACK IN LTE/LTE-ADVANCED SYSTEMS WITH UNLICENSED SPECTRUM", depositado em 9 de dezembro de 2014, que são expressamente incorporados a título de referência aqui na íntegra.

ANTECEDENTES

CAMPO

[0002] Aspectos da presente revelação se referem em geral a sistemas de comunicação sem fio, e mais particularmente, a processos de feedback de informação de estado de canal (CSI) para sistema de comunicação de evolução de longo prazo (LTE) e LTE - avançado (LTE-A) incluindo espectro não licenciado.

ANTECEDENTES

[0003] Redes de comunicação sem fio são amplamente implantadas para fornecer vários serviços de comunicação como voz, vídeo, dados de pacote, envio de mensagem, broadcast, e similares. Essas redes sem fio podem ser redes de acesso múltiplo capazes de suportar múltiplos usuários por compartilhar os recursos de rede disponíveis. Tais redes, que são normalmente redes de acesso múltiplo, suportam comunicações para múltiplos usuários por compartilhar os recursos de rede disponíveis. Um exemplo de tal rede é a Rede de acesso de rádio terrestre universal (UTRAN). A UTRAN é a rede de acesso de rádio (RAN) definida como uma parte do Sistema de Telecomunicações Móveis

universal (UMTS), uma tecnologia de telefone móvel de terceira geração (3G) suportada pelo Projeto de Sociedade de 3ª geração (3GPP). Os exemplos de formatos de rede de acesso múltiplo incluem redes de Acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), redes de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), redes de Acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA), redes de FDMA Ortogonal (OFDMA) e redes de FDMA de portadora única (SC-FDMA).

[0004] Uma rede de comunicação sem fio pode incluir diversas estações base ou nós Bs que podem suportar comunicação para um número de equipamentos de usuário (UEs). Um UE pode se comunicar com uma estação base através de downlink e uplink. O downlink (ou link direto) se refere ao link de comunicação a partir da estação base para o UE, e o uplink (ou link reverso) se refere ao link de comunicação a partir do UE para a estação base.

[0005] Uma estação base pode transmitir dados e informações de controle no downlink para um UE e/ou pode receber dados e informações de controle no uplink a partir do UE. No downlink, uma transmissão a partir da estação base pode encontrar interferência devido a transmissões a partir de estações base vizinhas ou a partir de outros transmissores de radiofrequência sem fio (RF). No uplink, uma transmissão a partir do UE pode encontrar interferência de transmissões uplink de outros UEs se comunicando com as estações base vizinhas ou de outros transmissores RF sem fio. Essa interferência pode degradar o desempenho tanto em downlink como uplink.

[0006] À medida que a demanda por acesso de banda larga móvel continua a aumentar, as possibilidades de interferência e redes congestionadas aumenta com mais UEs acessando as redes de comunicação sem fio de longo alcance e mais sistemas sem fio de curto alcance sendo implantados

em comunidades. Pesquisa e desenvolvimento continuam a avançar as tecnologias UMTS não somente para atender a demanda crescente por acesso de banda larga móvel, mas para avançar e aperfeiçoar a experiência de usuário com comunicações móveis.

SUMÁRIO

[0007] Em um aspecto da revelação, um método de comunicação sem fio inclui identificar, por um UE, pelo menos uma portadora utilizando um espectro de radiofrequência baseado em conflito, detectar um sinal de transmissão indicativo de informação de resultado de avaliação de canal livre (CCA) para pelo menos uma portadora, determinar se um sinal de referência para medição de informação de estado de canal está presente em um subquadro com base no sinal de transmissão detectado, e transmitir, pelo UE, um relatório de medição, em que o relatório de medição se baseia pelo menos em parte na determinação de que o sinal de referência está presente.

[0008] Em um aspecto adicional da revelação, um aparelho configurado para comunicação sem fio inclui meio para identificar, por um UE, pelo menos uma portadora utilizando um espectro de radiofrequência baseado em conflito, meio para detectar um sinal de transmissão indicativo de informação de resultado de CCA para pelo menos uma portadora, meio para determinar se um sinal de referência para medição de informação de estado de canal está presente em um subquadro com base no sinal de transmissão detectado, e meio para transmitir, pelo UE, um relatório de medição, em que o relatório de medição se baseia pelo menos em parte na determinação de que o sinal de referência está presente.

[0009] Em um aspecto adicional da revelação, uma mídia legível em computador tendo código de programa

gravado na mesma. Esse código de programa inclui código para identificar, por um UE, pelo menos uma portadora utilizando um espectro de radiofrequência baseado em conflito, detectar um sinal de transmissão indicativo de informação de resultado de CCA para pelo menos uma portadora, código para determinar se um sinal de referência para medição de informação de estado de canal está presente em um subquadro com base no sinal de transmissão detectado, e código para transmitir, pelo UE, um relatório de medição, em que o relatório de medição se baseia pelo menos em parte na determinação de que o sinal de referência está presente.

[0010] Em um aspecto adicional da revelação, um aparelho inclui pelo menos um processador e uma memória acoplada ao processador. O processador é configurado para identificar, por um UE, pelo menos uma portadora utilizando um espectro de radiofrequência baseado em conflito, detectar um sinal de transmissão indicativo de informação de resultado de CCA para pelo menos uma portadora, para determinar se um sinal de referência para medição de informação de estado de canal está presente em um subquadro com base no sinal de transmissão detectado, e para transmitir, pelo UE, um relatório de medição, em que o relatório de medição se baseia pelo menos em parte na determinação de que o sinal de referência está presente.

[0011] Em um aspecto adicional da revelação, um método de comunicação sem fio inclui obter, por uma estação base, informação de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas, gerar, pela estação base, sinalização de controle para um ou mais UEs servidos pela estação base, em que a sinalização de controle se baseia, pelo menos em parte, na informação de resultado de CCA, e transmitir a sinalização de controle para um ou mais UEs.

[0012] Em um aspecto adicional da revelação, um método de comunicação sem fio incluindo detectar, por um UE, sinais de transmissão indicativos de informação de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas, determinar pelo UE, estimativa de informação de resultado de CCA para a pluralidade de estações base vizinhas com base nos sinais de transmissão indicativos de informações de resultado de CCA, e transmitir, pelo UE, um relatório de medição para uma estação base em serviço, em que o relatório de medição inclui a estimativa de informação de resultado de CCA.

[0013] Em um aspecto adicional da revelação, um aparelho configurado para comunicação sem fio inclui meio para obter, por uma estação base, informação de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas, meio para gerar, pela estação base, sinalização de controle para um ou mais UEs servidas pela estação base, em que a sinalização de controle se baseia, pelo menos em parte, na informação de resultado de CCA, e meio para transmitir a sinalização de controle para um ou mais UEs.

[0014] Em um aspecto adicional da revelação, um aparelho configurado para comunicação sem fio incluindo meio para detectar, por um UE, sinais de transmissão indicativos de informação de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas, meio para determinar pelo UE, estimativa de informação de resultado de CCA para a pluralidade de estações base vizinhas com base nos sinais de transmissão indicativos de informações de resultado de CCA, e meio para transmitir, pelo UE, um relatório de medição para uma estação base em serviço, em que o relatório de medição inclui a estimativa de informação de resultado de CCA.

[0015] Em um aspecto adicional da revelação,

uma mídia legível em computador tendo código de programa gravado na mesma. Esse código de programa inclui código para obter, por uma estação base, informação de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas, código para gerar, pela estação base, sinalização de controle para um ou mais UEs servidas pela estação base, em que a sinalização de controle se baseia, pelo menos em parte, na informação de resultado de CCA, e código para transmitir a sinalização de controle para um ou mais UEs.

[0016] Em um aspecto adicional da revelação, uma mídia legível em computador tendo código de programa gravado na mesma. Esse código de programa inclui código para detectar, por um UE, sinais de transmissão indicativos de informação de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas, código para determinar pelo UE, estimativa de informação de resultado de CCA para a pluralidade de estações base vizinhas com base nos sinais de transmissão indicativos de informações de resultado de CCA, e código para transmitir, pelo UE, um relatório de medição para uma estação base em serviço, em que o relatório de medição inclui a estimativa de informação de resultado de CCA.

[0017] Em um aspecto adicional da revelação, um aparelho inclui pelo menos um processador e uma memória acoplada ao processador. O processador é configurado para obter, por uma estação base, informação de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas, gerar, pela estação base, sinalização de controle para um ou mais UEs servidas pela estação base, em que a sinalização de controle se baseia, pelo menos em parte, na informação de resultado de CCA, e transmitir a sinalização de controle para um ou mais UEs.

[0018] Em um aspecto adicional da revelação,

um aparelho inclui pelo menos um processador e uma memória acoplada ao processador. O processador é configurado para detectar, por um UE, sinais de transmissão indicativos de informação de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas, determinar pelo UE, estimativa de informação de resultado de CCA para a pluralidade de estações base vizinhas com base nos sinais de transmissão indicativos de informações de resultado de CCA, e transmitir, pelo UE, um relatório de medição para uma estação base em serviço, em que o relatório de medição inclui a estimativa de informação de resultado de CCA.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0019] A figura 1 mostra um diagrama que ilustra um exemplo de um sistema de comunicação sem fio de acordo com várias modalidades.

[0020] A figura 2A mostra um diagrama que ilustra exemplos de cenários de implantação para usar LTE em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades.

[0021] A figura 2B mostra um diagrama que ilustra outro exemplo de um cenário de implantação para usar LTE em um espectro não licenciado de acordo com várias modalidades.

[0022] A figura 3 mostra um diagrama que ilustra um exemplo de agregação de portadora ao usar LTE simultaneamente em espectro licenciado e não licenciado de acordo com várias modalidades.

[0023] A figura 4 é um diagrama de blocos ilustrando um design de uma estação base/eNB e um UE configurado de acordo com um aspecto da presente revelação.

[0024] As figuras 5A e 5B são diagramas de bloco funcional ilustrando blocos de exemplo executados para implementar aspectos da presente revelação.

[0025] As figuras 6A-6C são diagramas de bloco ilustrando múltiplos cenários de rede ilustrando aspectos da presente revelação.

[0026] As figuras 7A e 7B são diagramas de bloco ilustrando estruturas de armação exemplares para sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado.

[0027] A figura 8 é um diagrama de blocos ilustrando blocos de exemplo executados para implementar um aspecto da presente revelação.

[0028] A figura 9 é um diagrama de blocos ilustrando um UE configurado de acordo com um aspecto da presente revelação.

[0029] A figura 10 é um diagrama de blocos ilustrando um fluxo de comunicação em um sistema de comunicação sem fio tendo espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito de acordo com um aspecto da presente revelação.

[0030] As figuras 11A e 11B são diagramas de bloco ilustrando subquadros configurados de acordo com aspectos da presente revelação.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0031] A descrição detalhada exposta abaixo, com relação aos desenhos apensos, é destinada como uma descrição de várias configurações e não pretende limitar o escopo da revelação. Ao invés, a descrição detalhada inclui detalhes específicos para a finalidade de fornecer uma compreensão completa da matéria inventiva. Será evidente para aqueles versados na técnica que esses detalhes específicos não são necessários em todo caso e que, em algumas instâncias, estruturas e componentes bem conhecidos são mostrados em forma de diagrama de blocos para clareza de apresentação.

[0032] Operadores até o presente olharam WiFi como o mecanismo principal para usar espectro não licenciado para aliviar níveis cada vez mais crescentes de congestionamento em redes celulares. Entretanto, um novo tipo de portadora (NCT) com base em LTE/LTE-A incluindo um espectro não licenciado pode ser compatível com WiFi do tipo portadora, tornando LTE/LTE-A com espectro não licenciado uma alternativa para WiFi. LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode alavancar conceitos de LTE e pode introduzir algumas modificações nos aspectos de controle de acesso de mídia (MAC) e camada física (PHY) da rede ou dispositivos de rede para fornecer operação eficiente no espectro não licenciado e atender exigências reguladoras. O espectro não licenciado pode variar de 600 Mega-hertz (MHz) a 6 Giga-hertz (GHz), por exemplo, em alguns cenários, LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode ter desempenho significativamente melhor que WiFi. Por exemplo, uma implantação totalmente de LTE/LTE-A com espectro não licenciado (para operadora única ou múltiplas operadoras) em comparação com uma implantação totalmente de WiFi, ou quando há implantações de células pequenas densas, LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode ter desempenho significativamente melhor que WiFi. LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode ter desempenho melhor que WiFi em outros cenários como quando LTE/LTE-A com espectro não licenciado é misturado com WiFi (para operadora única ou múltiplas operadoras).

[0033] Para um provedor de serviço único (SP), um LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode ser configurado para ser síncrono com uma rede LTE no espectro licenciado. Entretanto, redes LTE/LTE-A com espectro não licenciado implantadas em um dado canal por múltiplos SPs podem ser configurados para serem síncronas através dos

múltiplos SPs. Uma abordagem para incorporar ambas as características acima pode envolver o uso de um deslocamento de temporização constante entre redes LTE/LTE-A sem espectro não licenciado e redes LTE/LTE-A com espectro não licenciado para um dado SP. Uma rede LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode fornecer serviços unicast e/ou multicast de acordo com as necessidades do SP. Além disso, uma rede LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode operar em um modo bootstrapped no qual células LTE atuam como âncora e fornecem informações de células relevantes (por exemplo, temporização de quadro de rádio, configuração de canal comum, número de quadro de sistema ou SFN, etc.) para células LTE/LTE-A com espectro não licenciado. Desse modo, pode haver interfuncionamento estreito entre LTE/LTE-A sem espectro não licenciado e LTE/LTE-A com espectro não licenciado. Por exemplo, o modo bootstrapped pode suportar o downlink suplementar e os modos de agregação de portadora descritos acima. As camadas PHY-MAC da rede LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode operar em um modo independente no qual a rede LTE/LTE-A com espectro não licenciado opera independentemente de uma rede LTE sem espectro não licenciado. Nesse caso, pode haver um interfuncionamento frouxo entre LTE sem espectro não licenciado e LTE/LTE-A com espectro não licenciado com base em agregação de nível RLC com LTE/LTE-A com/sem células de espectro não licenciado, localizado em conjunto, ou multifluxo através de múltiplas células e/ou estações base, por exemplo.

[0034] As técnicas descritas aqui não são limitadas a LTE, e também podem ser usadas para vários sistemas de comunicação sem fio como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outros sistemas. Os termos "sistema" e "rede" são frequentemente usados de modo intercambiável. Um sistema CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio como

CDMA2000, Acesso de rádio terrestre Universal (UTRA), etc. CDMA2000 cobre padrões IS-2000, IS-95 e IS-856. IS-2000 releases 0 e A são comumente mencionados como CDMA2000 1X, 1X, etc. IS-856 (TIA-856) é comumente mencionado como CDMA2000 1xEV-DO, Pacote de dados de taxa elevada (HRPD), etc. UTRA inclui CDMA de banda larga (WCDMA) e outras variantes de CDMA. Um sistema TDMA pode implementar uma tecnologia de rádio como Sistema global para Comunicação móvel (GSM). Um sistema OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio como Banda larga Ultra móvel (UMB), UTRA Desenvolvido (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 Móvel universal (UMTS). LTE e LTE-avançado (LTE-A) são novos releases de UMTS que usam E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A e GSM são descritos em documentos de uma organização denominada "Projeto de sociedade de 3ª geração" (3GPP). CDMA2000 e UMB são descritos em documentos de uma organização denominada "Projeto de sociedade de 3ª geração 2" (3GPP2). As técnicas descritas aqui podem ser usadas para os sistemas e tecnologias de rádio mencionadas acima bem como outros sistemas e tecnologias de rádio. A descrição abaixo, entretanto, descreve um sistema LTE para fins de exemplo, e terminologia LTE é usada em grande parte da descrição abaixo, embora as técnicas sejam aplicáveis além de aplicações de LTE.

[0035] Desse modo, a seguinte descrição fornece exemplos, e não é limitadora do escopo, aplicabilidade, ou configuração exposta nas reivindicações. Alterações podem ser feitas na função e disposição de elementos discutidos sem se afastar do espírito e escopo da revelação. Várias modalidades podem omitir, substituir, ou adicionar vários procedimentos ou componentes como

apropriado. Por exemplo, os métodos descritos podem ser executados em uma ordem diferente daquela descrita, e várias etapas podem ser adicionadas, omitidas ou combinadas. Também, características descritas com relação a certas modalidades podem ser combinadas em outras modalidades.

[0036] Com referência primeiramente à figura 1, um diagrama ilustra um exemplo de uma rede ou sistema de comunicação sem fio 100. O sistema 100 inclui estações base (ou células) 105, dispositivos de comunicação 115, e uma rede de núcleo 130. As estações base 105 podem comunicar com os dispositivos de comunicação 115 sob o controle de um controlador de estação base (não mostrado), que pode fazer parte da rede de núcleo 130 ou estações base 105 em várias modalidades. As estações base 105 podem comunicar informações de controle e/ou dados de usuário com a rede de núcleo 130 através de links de backhaul 132. Em modalidades, as estações base 105 podem comunicar, direta ou indiretamente, entre si através de links de backhaul 134, que podem ser links de comunicação cabeada ou sem fio. O sistema 100 pode suportar operação em múltiplas portadoras (sinais de forma de onda de frequências diferentes). Transmissores de multiportadoras podem transmitir sinais modulados simultaneamente nas múltiplas portadoras. Por exemplo, cada link de comunicação 125 pode ser um sinal de multiportadora modulado de acordo com as várias tecnologias de rádio descritas acima. Cada sinal modulado pode ser enviado em uma portadora diferente e pode carregar informações de controle (por exemplo, sinais de referência, canais de controle, etc.), informações overhead, dados, etc.

[0037] As estações base 105 podem comunicar sem fio com os dispositivos 115 através de uma ou mais

antenas de estação base. Cada dos 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 mencionadas como uma estação de transceptor de base, uma estação base de rádio, um ponto de acesso, um transceptor de rádio, um conjunto de serviços básicos (BSS), um conjunto de serviço estendido (ESS), um NodeB, eNodeB (eNB), NodeB nativo, um eNodeB nativo, ou alguma outra terminologia adequada. A área de cobertura 110 para uma estação base pode ser dividida em setores compondo somente uma porção da área de cobertura (não mostrada). O sistema 100 pode incluir estações base 105 de tipos diferentes (por exemplo, macro, micro e/ou estações base de pico). Podem haver áreas de cobertura de sobreposição para tecnologias diferentes.

[0038] Em algumas modalidades, o sistema 100 é uma rede LTE/LTE-A que suporta um ou mais cenários de implantação ou modos de operação de espectro não licenciado. Em outras modalidades, o sistema 100 pode suportar comunicação sem fio usando um espectro não licenciado e uma tecnologia de acesso diferente de LTE/LTE-A com espectro não licenciado, ou um espectro licenciado e uma tecnologia de acesso diferente de LTE/LTE-A. os termos Nó B desenvolvido (eNB) e equipamento de usuário (UE) podem ser em geral usados para descrever as estações base 105 e dispositivos 115, respectivamente. O sistema 100 pode ser uma rede LTE/LTE-A heterogênea com ou sem espectro não licenciado na qual tipos diferentes de eNBs fornecem cobertura para várias regiões geográficas. Por exemplo, cada eNB 105 pode fornecer cobertura de comunicação para uma célula macro, uma célula pico, uma célula femto, e/ou outros tipos de célula. Pequenas células como células pico, células femto, e/ou outros tipos de células podem incluir

nós de baixa potência ou LPNs. Uma célula macro cobre, em geral, uma área geográfica relativamente grande (por exemplo, vários quilômetros em raio) e pode permitir acesso irrestrito por UEs com assinaturas de serviço com o provedor de rede. Uma célula pico cobriria em geral uma área geográfica relativamente menor e pode permitir acesso irrestrito por UEs com assinaturas de serviço com o provedor de rede. Uma célula femto também cobriria em geral uma área geográfica relativamente pequena (por exemplo, uma casa) e, além do acesso irrestrito, pode também fornecer acesso restrito por UEs tendo uma associação com a célula femto (por exemplo, UEs em um grupo de assinantes fechado (CSG), UEs para usuários na casa e similares). Um eNB para uma célula macro pode ser mencionado como eNB macro. Um eNB para uma célula pico pode ser mencionado como um eNB pico. E, um eNB para uma célula femto pode ser mencionado como um eNB femto ou um eNB nativo. Um eNB pode suportar um ou múltiplas (por exemplo, duas, três, quatro e similares) células.

[0039] A rede de núcleo 130 pode comunicar com os eNBs 105 através de um backhaul 132 (por exemplo, S1, etc.). Os eNBs 105 podem comunicar também entre si, por exemplo, diretamente ou indiretamente através de links de backhaul 134 (por exemplo, X2, etc.) e/ou através de links de backhaul 132 (por exemplo, através de rede de núcleo 130). O sistema 100 pode suportar operação síncrona ou assíncrona. Para operação síncrona, os eNBs podem ter temporização de quadro e/ou gating similar, e transmissões a partir de eNBs diferentes podem ser aproximadamente alinhadas em tempo. Para operação assíncrona, os eNBs podem ter timing de quadro e/ou gating diferente, e transmissões de eNBs diferentes não podem ser alinhadas em tempo. As técnicas descritas aqui podem ser usadas para operações

síncronas ou assíncronas.

[0040] Os UEs 115 são dispersos por todo o sistema 100, e cada UE pode ser estacionário ou móvel. Um UE 115 pode ser também mencionado por aqueles 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 comunicação 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 telefônico, um agente de usuário, um cliente móvel, um cliente, ou alguma outra terminologia adequada. Um UE 115 pode ser um telefone celular, um assistente pessoal digital (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 loop local sem fio (WLL) ou similar. Um UE pode ser capaz de comunicar com eNBs macro, eNBs pico, eNBs femto, retransmissões, e similares.

[0041] Os links de comunicação 125 mostrados no sistema 100 podem incluir transmissões uplink (UL) a partir de um dispositivo móvel 115 para uma estação base 105, e/ou transmissões downlink (DL), a partir de uma estação base 105 para um dispositivo móvel 115. As transmissões downlink podem ser também chamadas transmissões de link direto enquanto as transmissões uplink podem ser também chamadas transmissões de link inverso. As transmissões downlink podem ser feitas usando um espectro licenciado (Por exemplo, LTE), um espectro não licenciado (por exemplo, LTE/LTE-A com espectro não licenciado), ou ambos (LTE/LTE-A com/sem espectro não licenciado). Similarmente, as transmissões uplink podem ser feitas usando um espectro licenciado (por exemplo, LTE), um

espectro não licenciado (por exemplo, LTE/LTE-A com espectro não licenciado), ou ambos (LTE/LTE-A com/sem espectro não licenciado).

[0042] Em algumas modalidades do sistema 100, vários cenários de implantação para LTE/LTE-A com espectro não licenciado podem ser suportados incluindo um modo downlink suplementar (SDL) no qual capacidade de downlink LTE em um espectro licenciado pode ser descarregado para um espectro não licenciado, um modo de agregação de portadora no qual a capacidade tanto de downlink LTE como uplink pode ser descarregado a partir de um espectro licenciado para um espectro não licenciado, e um modo independente no qual comunicações downlink e uplink LTE entre uma estação base (por exemplo, eNB) e um UE podem ocorrer em um espectro não licenciado. Estações base 105 bem como UEs 115 podem suportar um ou mais desses modos de operação ou modos de operação similares. Sinais de comunicação OFDMA podem ser usados nos links de comunicação 125 para transmissões downlink LTE em um espectro não licenciado, enquanto sinais de comunicação SC-FDMA podem ser usados nos links de comunicação 125 para transmissões uplink LTE em um espectro não licenciado. Detalhes adicionais em relação à implementação de LTE/LTE-A com cenários de implantação de espectro não licenciado ou modos de operação em um sistema como o sistema 100, bem como outras características e funções relacionadas à operação de LTE/LTE-A com espectro não licenciado, são fornecidos abaixo com referência às figuras 2A - 11B.

[0043] Voltando a seguir para a figura 2A, um diagrama 200 mostra exemplos de um modo downlink suplementar e de um modo de agregação de portadora para uma rede LTE que suporta LTE/LTE-A com espectro não licenciado. O diagrama 200 pode ser um exemplo de porções do sistema

100 da figura 1. Além disso, a estação base 105-a pode ser um exemplo das estações base 105 da figura 1, enquanto os UEs 115-a podem ser exemplos dos UEs 115 da figura 1.

[0044] No exemplo de um modo de downlink suplementar no diagrama 200, a estação base 105-a pode transmitir sinais de comunicação OFDMA para um UE 115-a usando um downlink 205. O downlink 205 é associado a uma frequência F1 em um espectro não licenciado. A estação base 105-a pode transmitir sinais de comunicação OFDMA para o mesmo UE 115-a usando um link bidirecional 210 e pode receber sinais de comunicação SC-FDMA a partir daquele UE 115-a usando o link bidirecional 210. O link bidirecional 210 é associado a uma frequência F4 em um espectro licenciado. O downlink 205 no espectro não licenciado e link bidirecional 210 no espectro licenciado pode operar simultaneamente. O downlink 205 pode fornecer uma descarga de capacidade de downlink para a estação base 105-a. Em algumas modalidades, o downlink 205 pode ser usado para serviços unicast (por exemplo, endereçados a um UE) ou para serviços multicast (por exemplo, endereçados a vários UEs). Esse cenário pode ocorrer com qualquer provedor de serviço (por exemplo, operador de rede móvel tradicional ou MNO) que usa um espectro licenciado e necessita aliviar um pouco do congestionamento de tráfego e/ou sinalização.

[0045] Em um exemplo, de um modo de agregação de portadora no diagrama 200, a estação base 105-a pode transmitir sinais de comunicação OFDMA para um UE 115a- usando um link bidirecional 215 e pode receber sinais de comunicação SC-FDMA a partir do mesmo UE 115a- usando o link bidirecional 215. O link bidirecional 215 é associado à frequência F1 no espectro não licenciado. A estação base 105-a pode também transmitir sinais de comunicação OFDMA para o mesmo UE 115-a usando um link bidirecional 220 e

pode receber sinais de comunicação SC-FDMA a partir do mesmo UE 115-a usando o link bidirecional 220. O link bidirecional 220 é associado a uma frequência F2 em um espectro licenciado. O link bidirecional 215 pode fornecer uma descarga de capacidade downlink e uplink para a estação base 105-a. como o downlink suplementar descrito acima, esse cenário pode ocorrer com qualquer provedor de serviço (por exemplo, MNO) que usa um espectro licenciado e necessita aliviar um pouco do congestionamento de tráfego e/ou sinalização.

[0046] Em outro exemplo de um modo de agregação de portadora no diagrama 200, a estação base 105-a pode transmitir sinais de comunicação OFDMA para um UE 115-a usando um link bidirecional 225 e pode receber sinais de comunicação SC-FDMA a partir do mesmo UE 115-a usando o link bidirecional 225. O link bidirecional 225 é associado à frequência F3 em um espectro não licenciado. A estação base 105-a pode transmitir também sinais de comunicação OFDMA para o mesmo UE 115-a usando um link bidirecional 230 e pode receber sinais de comunicação SC-FDMA a partir do mesmo UE 115-a usando o link bidirecional 230. O link bidirecional 230 é associado à frequência F2 no espectro licenciado. O link bidirecional 225 pode fornecer uma descarga de capacidade e downlink e uplink para a estação base 105-a. esse exemplo e aqueles fornecidos acima são apresentados para fins ilustrativos e pode haver outros modos de operação ou cenários de implantação similares que combinem LTE/LTE-A com ou sem espectro não licenciado para descarga de capacidade.

[0047] Como descrito acima, o provedor de serviço típico que pode beneficiar da descarga de capacidade oferecido pelo uso de LTE/LTE-A com espectro não licenciado é um MNO tradicional com espectro LTE. Para

esses provedores de serviço, uma configuração operacional pode incluir um modo bootstrapped (por exemplo, downlink suplementar, agregação de portadora) que usa a portadora de componente principal LTE (PCC) no espectro licenciado e a portadora de componente secundário LTE (SCC) no espectro não licenciado.

[0048] No modo de downlink suplementar, o controle para LTE/LTE-A com espectro não licenciado pode ser transportado através do uplink LTE (por exemplo, porção de uplink do link bidirecional 210). Um dos motivos para fornecer descarga de capacidade de downlink é porque a demanda de dados é amplamente acionada por consumo de downlink. Além disso, nesse modo, pode não haver um impacto regulador uma vez que o UE não está transmitindo no espectro não licenciado. Não há necessidade de implementar exigências de ouvir antes de falar (LBT) ou acesso múltiplo de detecção de portadora (CSMA) no UE. Entretanto, LBT pode ser implementado na estação base (por exemplo, eNB) por exemplo, utilizando uma avaliação de canal livre (CCA) periódica (por exemplo, a cada 10 milissegundos) e/ou um mecanismo de agarrar-e-abandonar alinhado em um limite de quadro de rádio.

[0049] No modo de agregação de portadora, dados e controle podem ser comunicados em LTE (por exemplo, links bidirecionais 210, 220 e 230) enquanto dados podem ser comunicados em LTE/LTE-A com espectro não licenciado (por exemplo, links bidirecionais 215 e 225). Os mecanismos de agregação de portadora suportados ao usar LTE/LTE-A com espectro não licenciado podem estar compreendidos em uma agregação de portadora de duplexagem de divisão de tempo-duplexagem de divisão de frequência híbrida (FDD-TDD) ou uma agregação de portadora TDD-TDD com simetria diferente através de portadoras de componente.

[0050] A figura 2B mostra um diagrama 200-a que ilustra um exemplo de um modo independente para LTE/LTE-A com espectro não licenciado. O diagrama 200-a pode ser um exemplo de porções do sistema 100 da figura 1. Além disso, a estação base 105-b pode ser um exemplo das estações base 105 da figura 1 e estação base 105-a da figura 2A, enquanto o UE 115-b pode ser um exemplo dos UEs 115 da figura 1 e os UEs 115-a da figura 2A.

[0051] No exemplo de um modo independente no diagrama 200-a, a estação base 105-b pode transmitir sinais de comunicação OFDMA para o UE 115-b utilizando um link bidirecional 240 e pode receber sinais de comunicações SC-FDMA a partir do UE 115-b usando o link bidirecional 240. O link bidirecional 240 é associado à frequência F3 em um espectro não licenciado descrito acima com referência à figura 2A. O modo independente pode ser usado em cenários de acesso sem fio não tradicionais, como acesso em estádio (por exemplo, unicast, multicast). O provedor de serviço típico para esse modo de operação pode ser um proprietário de estádio, companhia de cabo, hosts de evento, hotéis, empresas, e grandes sociedades comerciais que não têm espectro licenciado. Para esses provedores de serviço, uma configuração operacional para o modo independente pode usar o PCC no espectro não licenciado. Além disso, LBT pode ser implementado tanto na estação base como em UE.

[0052] Voltando a seguir para a figura 3, um diagrama 300 ilustra um exemplo de agregação de portadora ao usar LTE simultaneamente em espectro licenciado e não licenciado de acordo com várias modalidades. O esquema de agregação de portadora no diagrama 300 pode corresponder a agregação de portadora FDD-TDD híbrida descrita acima com referência à figura 2A. esse tipo de agregação de portadora pode ser utilizado pelo menos em porções do sistema 100 da

figura 1. Além disso, esse tipo de agregação de portadora pode ser usado 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.

[0053] Nesse exemplo, um FDD (FDD-LTE) pode ser executado com relação a LTE no downlink, um primeiro TDD (TDD1) pode ser executado com relação à LTE/LTE-A com espectro não licenciado, um segundo TDD (TDD2) pode ser executado com relação a LTE com espectro licenciado, e outro FDD (FDD-LTE) pode ser executado com relação a LTE no uplink com espectro licenciado. TDD1 resulta em uma razão de DL:UL de 6:4, enquanto a razão para TDD2 é 7:3. Na escala de tempo, as razões DL:UL efetivas diferentes 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 portadora que combinam as operações de LTE/LTE-A com ou sem espectro licenciado.

[0054] A figura 4 mostra um diagrama de blocos de um design de uma estação base/eNB 105 e um UE 115, que pode ser uma das estações base/eNBs e um dos UEs na figura 1. O eNB 105 pode ser equipado com antenas 434a até 434t, e o UE 115 pode ser equipado com antenas 452a até 452r. No eNB 105, um processador de transmissão 420 pode receber dados a partir de uma fonte de dados 412 e informações de controle a partir de um controlador/processador 440. As informações de controle podem ser para o canal de broadcast físico (PBCH), canal indicador de formato de controle físico (PCFICH), canal indicador de solicitação de repetição automática híbrida física (PHICH), canal de controle downlink físico (PDCCH), etc. Os dados podem ser para o canal compartilhado downlink físico (PDSCH), etc. O processador de transmissão 420 pode processar (por exemplo, codificar e mapear em símbolos) os dados e informações de

controle para obter símbolos de dados e símbolos de controle respectivamente. O processador de transmissão 420 pode também gerar símbolos de referência, por exemplo, para o sinal de sincronização principal (PSS), sinal de sincronização secundário (SSS), e sinal de referência específico de célula. Um processador de múltiplas entradas múltiplas saídas (MIMO) de transmissão (TX) 430 pode executar processamento espacial (por exemplo, pré-codificação) nos símbolos de dados, os símbolos de controle, e/ou os símbolos de referência, se aplicável, e pode fornecer fluxos de símbolo de saída aos moduladores (MODs) 432a até 432t. cada modulador 432 pode processar um fluxo de símbolo de saída respectivo (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter um fluxo de amostra de saída. Cada modulador 432 pode processar adicionalmente (Por exemplo, converter em analógico, amplificar, filtrar, e converter ascendentemente) o fluxo de amostra de saída para obter um sinal de downlink. Sinais de downlink a partir de moduladores 432a até 432t podem ser transmitidos através das antenas 434a até 434t, respectivamente.

[0055] No UE 115, as antenas 452a até 452r podem receber os sinais de downlink a partir do eNB 105 e podem fornecer sinais recebidos para os demoduladores (DEMODs) 454a até 454r, respectivamente. Cada demodulador 454 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter descendentemente e digitalizar) um sinal recebido respectivo para obter amostras de entrada. Cada demodulador 454 pode processar adicionalmente as amostras de entrada (por exemplo para OFDM, etc.) para obter símbolos recebidos. Um detector MIMO 456 pode obter símbolos recebidos a partir de todos os demoduladores 454a até 454r, executar detecção MIMO nos símbolos recebidos se aplicável, e fornecer símbolos detectados. Um processador de recepção

458 pode processar (por exemplo, demodular, desintercalarmos, e decodificar) os símbolos detectados, fornecer dados decodificados para o UE 115 para um depósito de dados 460, e fornecer informações de controle decodificadas para um controlador/processador 480.

[0056] No uplink, no UE 115, um processador de transmissão 464 pode receber e processar dados (por exemplo, para o canal compartilhado uplink físico (PUSCH)) a partir de uma fonte de dados 462 e informações de controle (por exemplo, para o canal de controle uplink físico (PUCCH)) a partir do controlador/processador 480. O processador de transmissão 464 pode também gerar símbolos de referência para um sinal de referência. Os símbolos a partir do processador de transmissão 464 podem ser pré-codificados por um processador MIMO TX 466 se aplicável, adicionalmente processados pelos demoduladores 454a até 454r (por exemplo, para SC-FDM, etc.), e transmitidos para o eNB 105. No eNB 105, os sinais uplink a partir do UE 115 podem ser recebidos pelas antenas 434, processados pelos moduladores 432, detectados por um detector MIMO 436 se aplicável, e processados adicionalmente por um processador de recepção 438 para obter dados decodificados e informações de controle enviadas pelo UE 115. O processador 438 pode fornecer os dados decodificados para um depósito de dados 439 e as informações de controle decodificadas para o controlador/processador 440.

[0057] Os controladores/processadores 440 e 480 podem orientar a operação no eNB 105 e UE 115, respectivamente. O controlador/processador 440 e/ou outros processadores e módulos no eNB 105 podem executar ou orientar a execução de vários processos para as técnicas descritas aqui. Os controladores/processadores 480 e/ou outros processadores e módulos no UE 115 podem também

executar ou orientar a execução dos blocos funcionais ilustrados nas figuras 5A, 5B, e 8 e/ou outros processos para as técnicas descritas aqui. As memórias 442 e 482 podem armazenar dados e códigos de programa para o eNB 105 e UE 115, respectivamente. Um programador 444 pode programar UEs para transmissão de dados no downlink e/ou uplink.

[0058] Ao estender LTE/LTE-A para espectro não licenciado, várias limitações adicionais, como as exigências de LBT resultam em transmissão não garantidas sobre o espectro não licenciado. Com tais limitações, considerações para feedback de CSI, em geral, e em operações de feedback rápido podem ser feitas em sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado.

[0059] Em sistemas LTE/LTE-A atuais, feedback CSI podem ser baseados em um subquadro de referência para estimação de ruído na qual o subquadro de referência é identificado de acordo com a equação $n-M$, onde n representa o subquadro atual e M representa o número de subquadros antes do subquadro atual no qual o subquadro de referência é localizado. Por exemplo, em sistemas LTE/LTE-A típicos, $M = 4$ ou 5 subquadros. Estimativas de canal para feedback de CSI de condição de canal podem ser também determinadas com medição não limitada de canal em sistemas atuais.

[0060] Para computar o feedback de CSI no UE, o bloco de feedback de CSI recebe duas entradas: a estimativa de canal e a estimativa de ruído. Em feedback de CSI rápido, como nos modos de transmissão 3 ou 4 (TM3/TM4) relatórios de CSI em limitações periódicas ou banda larga podem ser geradas com um overhead de aproximadamente 20 μ s quando gerado em implementações de hardware ou com um overhead de 30 μ s quando gerado utilizando implementações de software.

[0061] Como observado, sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado trazem diversas novas considerações para condições de interferência e canal. Sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado podem experimentar várias fontes de interferência adicionais. Por exemplo, interferência pode originar de um sinal não licenciado a partir da operadora igual ou em "serviço". Assumindo operação sincronizada em uma operadora, essa interferência pode originar de um eNB ou UE ou ambos. Sinais não licenciados a partir de operadoras diferentes também podem resultar em interferência e tais sinais interferentes, como originando de operadoras diferentes, podem não ser sincronizados. Além disso, interferência pode ser experimentada a partir de sinais WiFi. Sinais WiFi interferentes podem ser assíncronos com relação a sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado. Entretanto, tais sinais WiFi podem não impactar sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado dependendo das interações entre os sistemas LTE/LTE-A com componentes de espectro não licenciado e os dispositivos WiFi.

[0062] Além das diferenças em fontes de interferência, sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado introduzem novos padrões de interferência. Os procedimentos LBT podem introduzir mais variáveis no padrão de interferência. Desse modo, alguns padrões de interferência podem depender da distribuição conjunta de status de CCA para cada quadro LBT. Novamente, a interferência pode originar a partir de operadoras iguais/serviço ou diferentes. Isso é em adição às variações em padrões de tráfego causados pelos procedimentos LBT e transmissões não garantidas.

[0063] Para tratar das fontes adicionais e padrões de interferência presentes em redes LTE/LTE-A com

espectro não licenciado, várias configurações podem diferenciar entre a fonte de interferência ao computar informações de estado de canal (CSI), quer interferência a partir da mesma operadora, a partir de operadores diferentes, e das transmissões WiFi. Ao gerar sinalização de controle para acomodar as condições de canal variáveis, estações base podem usar conhecimento de resultados de CCA de estações base vizinhas bem como uma computação de interferência que não é somente refletivo de condições de interferência atuais, como também incluem interferência experimentada através de um número de transmissão ou subquadros LBT. Tais informações de interferência, visto que dependem dos valores de interferência atuais e históricos e probabilidades são mencionadas aqui como informações de interferência de histerese. A estação base gera tal sinalização de controle com base em tais informações de resultados de CCA, informação de interferência de histerese, e qualquer combinação de tais determinado pela estação base, recebidas diretamente a partir das estações base vizinhas através de backhaul, ou recebidas em relatórios de medição a partir de UEs servidos.

[0064] A figura 5A é um diagrama de bloco funcional ilustrando blocos de exemplo executados em uma estação base. No bloco 500, uma estação base, como estação base 105 (figura 4), obtém informações de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas. Essa informação de resultado de CCA pode ser obtida diretamente a partir das estações base vizinhas através de backhaul, quando tais estações base vizinhas são operadas pela mesma operadora de rede móvel (MNO). As informações de resultado de CCA podem também ser estimadas ou determinadas com base em ouvir e detectar sinais de transmissão indicativos de

resultados de CCA, como sinais de baliza de uso de canal (CUBS) e sinais de referência de informação de estação de canal (CSI-RS) que podem ser transmitidos a partir das estações base vizinhas quando clearance de CCA foi obtido por aquelas estações base vizinhas. As informações de resultado de CCA estimadas podem ser determinadas pela estação base ou por vários UEs servidos, que incluem essas informações em relatórios de medição transmitidos para a estação base em serviço.

[0065] No bloco 501, a estação base gera sinalização de controle para um ou mais de seus UEs servidos usando as informações de resultado de CCA. Quando a estação base, como estação base 105 conhece as informações de resultado de CCA, que pode incluir as probabilidades dos resultados de CCA das estações base vizinhas através de vários quadros de transmissão, a estação base pode selecionar de modo inteligente sinais de controle apropriados para os UEs para acomodar ou tratar qualquer interferência que possa ser atribuível às estações base vizinhas. Por exemplo, com conhecimento das informações de resultados de CCA, a estação base pode selecionar um esquema de codificação de modulação adequado (MCS) para cada dos UEs servidos. Após geração da sinalização de controle, então, no bloco 502, a estação base transmite a sinalização de controle gerado para os UEs apropriados.

[0066] A figura 5B é um diagrama de bloco funcional ilustrando blocos de exemplo executados por um UE. No bloco 503, um UE detecta sinais de transmissão indicativos de informações de resultado de CCA para uma pluralidade de estações base vizinhas. Quando uma entidade de transmissão detecta um CCA livre, genericamente começa a transmitir imediatamente no canal liberado, usando CUBS.

Adicionalmente, quando estações base deixaram livre um canal com uma verificação de CCA bem sucedida, sinais CS-RS são transmitidas para UEs servidos para obter feedback de CSI para controlar comunicações entre a estação base e UE específico.

[0067] No bloco 504, o UE determina estimativas de informação de resultado de CCA para as estações base vizinhas com base em sinais de transmissão indicativos da informação de resultado de CCA. Um UE, como UE 115, pode detectar tais sinais, por exemplo, CUBS, CSI-RS, e similares, através do quadro atual ou através de múltiplos quadros de transmissão para deduzir ou estimar probabilidades de resultado de CCA para as estações base vizinhas.

[0068] No bloco 505, o UE transmite um relatório de medição para sua estação base em serviço, em que o relatório de medição inclui as estimativas de informação de resultado de CCA. Após as informações de resultados de CCA terem sido estimados pelo UE, o UE pode incluir aquelas informações em um relatório de medição para a estação base em serviço. A estação base em serviço pode então usar aquelas informações na interferência adicional resultando das comunicações LTE/LTE-A com espectro não licenciado para gerar e atribuir sinalização de controle apropriado para comunicações de UE adicionais.

[0069] Como implantação de redes LTE/LTE-A usando espectro não licenciado fornece padrões de inferência variáveis a partir de múltiplas fontes em potencial, vários cenários podem ser experimentados entre locais de redes nos quais todos os vizinhos estão compreendidos no mesmo MNO, ou outros locais onde os vizinhos podem incluir estações base operadas por outros MNOs que podem operar assincronamente a partir de outras

estações base MNO e locais nos quais as transmissões de WiFi podem se originar em locais de WiFi dedicados ou quando dispositivos capazes de WiFi diferentes começam a transmitir em um modo ad hoc.

[0070] A figura 6A é um diagrama de blocos ilustrando local de rede 60 de uma rede LTE/LTE-A incluindo espectro não licenciado. O local de rede 60 inclui eNBs 601-603 cada tendo áreas de coberturas 601c-603c. eNBs 601-603 comunicam entre si através de backhaul 607. O local de rede 60 também reflete pequeno eNB 604 com área de cobertura 604c. eNBs 601-603 e pequeno eNB 604 são individualmente operados pelo mesmo MNO e são síncronos entre si. Vários equipamentos de usuário, como UEs 600, 605 e 606 são localizados no local de rede 60 e são servidos por eNBs 601-603 e pequeno eNB 604, respectivamente.

[0071] Na rede LTE/LTE-A com espectro não licenciado implantado, as fontes de interferência originam com sinais a partir das entidades de rede na mesma operadora (operador "em serviço"). Com o mesmo MNO, a operação sincronizada pode ser assumida se os sinais interferentes são transmitidos a partir de um eNB ou UE ou ambos. Como cada entidade de transmissão no local de rede 60 usa os procedimentos ouvir antes de falar (LBT), mais variabilidade é introduzida nos padrões de interferência em potencial. Por exemplo, o padrão de interferência pode depender da distribuição conjunta de status de CCA para cada quadro de LBT. Isso está em adição a variação de padrão de tráfego. Por exemplo, quando um status CCA livre é obtido, um eNB liberado pode não ter tantos dados para transmitir quanto outro eNB liberado e, portanto, pode transmitir para menos subquadros do que outro eNB liberado.

[0072] Deve ser observado que eNBs que transmitem usando espectro não licenciado provavelmente

seriam eNBs de célula menores, como estações base do tipo femto, pico, ou outra retransmissão/pequena. Estações base macro podem não tipicamente usar transmissões em relação a espectro não licenciado, porém mais provavelmente transmitiriam usando espectro licenciado. Entretanto, várias implementações não são limitados ao tipo de eNB ou estação base que podem utilizar espectro não licenciado em transmissões LTE/LTE-A.

[0073] Com relação a sistemas duplex de divisão de tempo LTE (TDD), eNBs diferentes podem usar configurações de subquadro de uplink (UL)/downlink (DL) de TDD diferentes. Desse modo, uma estação base vizinha no subquadro 3 pode ser configurada para operações downlink enquanto outra estação base vizinha ou em serviço, no subquadro 3, usa uma configuração de subquadro UL/DL diferente e, como tal, é configurada para operações uplink. Esse descasamento de transmissão também levaria à interferência.

[0074] Se eNB em serviço conhecer as decisões de CCA a partir de células vizinhas, pode selecionar sinalização de controle para UEs servidos para tratar da interferência vizinha. Por exemplo, se eNB 601 conhecer as decisões de CCA a partir das células vizinhas, eNBs 602-603 e eNB pequeno 604, pode selecionar o MCS apropriado para UE 600. Outra opção de exemplo pode ser para eNB 601 selecionar portas de sinal de referência de demodulação ortogonal (DM-RS) para sinais piloto e selecionar pré-codificadores ortogonais para transmissão de dados. Essa informação de decisão de CCA pode ser comunicada diretamente de eNBs 602-603 através de backhaul 607. Além disso, como eNBs 602 e 603 podem fornecer interferência dominante, cada pode não ser ativo durante o mesmo quadro LBT. Desse modo, múltiplas hipóteses de CSI podem ser

usadas para eNBs 602 e 603 através de múltiplos quadros LBT.

[0075] Adicionalmente, eNB 601 pode sintetizar uma estimativa de ruído através de quadros LBT diferentes com base em CUBS ou CSI-RS detectado a partir de eNBs 602-603 e eNB pequeno 604. Com base nessas transmissões detectadas indicativas de informação de resposta de CCA, uma probabilidade de resposta de CCA pode ser determinada, cujo eNB 601 pode usar para gerar sinais de controle apropriados para UE 600.

[0076] Deve ser observado que, quando gerado através de múltiplos quadros de transmissão ou quadros LBT, a informação de respostas de CCA pode perder resolução "espacial". Isto é, os locais específicos e orientações de várias fontes de interferência seriam mediados ou normalizados em probabilidades ao invés de locais de interferência específicos.

[0077] Em implementações adicionais, se eNB 601 não receber decisões de CCA diretamente a partir de suas células vizinhas, como eNBs 602-603 e eNB pequeno 604, eNB 601 pode se basear em CSI mediado para programar um UE, como UE 600. Por exemplo, a computação de CSI pode levar em conta a probabilidade de resultados de CCA para as interferências dominantes para estimativas de ruído. Tal probabilidade de CCA pode ser determinada por UE 600 através da detecção de CUBS, CSI-RS, ou outros sinais em múltiplos quadros LBT, se transmitidos. Quando gerados por um UE, como UE 500, UE 500 transmitiria a informação de probabilidade de resposta de CCA estimada para eNB 601 em um relatório de medição. eNB 601 então usaria a informação de probabilidade de respostas de CCA estimada a partir do relatório de medição recebido.

[0078] A figura 6B é um diagrama de bloco

ilustrando local de rede 61 de uma rede LTE/LTE-A incluindo espectro não licenciado. Para fins do exemplo ilustrado na figura 6B, os mesmos elementos são identificados. Entretanto, eNB 602 pertence a um MNO diferente do que eNB 601. Similarmente, eNB 603 pertence a um MNO diferente do que eNBs 601-602. Cada das redes operadas por eNBs 601-603 é assíncrona entre si. Em tais locais de rede, como local de rede 61, interferência pode originar de muitas fontes diferentes, como entidades de rede que pertencem ao MNO de eNB 601, e entidades de rede que pertencem aos MNOs de eNBs 602 e 603. Interferência originando a partir de MNOs diferentes, como de eNBs 602 e 603, inclui transmissões a partir do UE 605, que é conectado ao MNO operado através de eNB 602 e eNB pequeno 604, bem como transmissões de eNB 602 e eNB pequeno 604, e transmissões do UE 606, que é conectado ao MNO operado através de eNB 603, bem como transmissões de eNB 603. A interferência a partir das entidades de rede nos outros MNOs não é sincronizada com o MNO operado através de eNB 601. Desse modo, processamento adicional pode ser realizado para detectar vários sinais através das transmissões interferentes.

[0079] Além das múltiplas fontes de interferência diferentes, que podem ser assíncronas entre si, múltiplos padrões de interferência podem ser encontrados. Em sistemas LTE/LTE-A incluindo espectro não licenciado, os procedimentos de LBT introduzem mais variáveis em padrão de interferência. O padrão de interferência pode depender da distribuição conjunta de status de CCA e resulta através de cada das entidades de transmissão para cada quadro LBT, que pode ser de entidades no mesmo MNO ou através de MNOs assíncronos diferentes. Como observado acima com relação à figura 6A, essa variação de padrão de interferência com base na distribuição de

informação de resultados de CCA seria além das variações de padrão de tráfego que podem originar devido a cargas de transmissão diferentes, configurações UL/DL TDD diferentes e similares.

[0080] Para tratar de interferência a partir de fontes síncronas no mesmo MNO, procedimentos similares àqueles descritos com relação à figura 6A podem ser usados. Por exemplo, receber decisões de CCA em eNB 601 diretamente a partir dos outros eNBs através de um backhaul ou por determinar a informação de resultados de CCA com base em sinais observados ou detectados indicativos de informações de resultados de CCA. Entretanto, o local de rede 61 ilustra três MNOs separados operados através de eNBs 601-603, respectivamente, e nenhum backhaul existe entre os eNBs diferentes dos MNOs diferentes. Desse modo, para interferência vindo dos eNBs diferentes das operadoras diferentes, uma média ou interferência processada pode ser capturada. Como observado acima, essa informação de interferência de histerese se baseia não somente em medições de interferência atuais ou detecção, porém em condições de interferência detectadas através de múltiplos quadros LBT. Essa informação de interferência de histerese provê uma probabilidade de CCA através das várias estações base vizinhas, como eNBs 602-603 e eNB pequeno 604.

[0081] Interferência pode ser medida quando uma falha de CCA ocorre. Como o eNB, como eNB 601 detecta uma falha de CCA, o mesmo não transmitirá. Desse modo, pode ouvir e medir interferência a partir das estações base vizinhas. Em aspectos adicionais, pesos podem ser adicionados à interferência para fornecer certa inteligência às medições de interferência. Os pesos podem acomodar para a variabilidade de sinais de interferência que podem originar através de CCAs falhos e bem sucedidos

das estações base vizinhas. Os pesos podem incluir informações a partir dos UEs servidos, como UE 600, que identifica como o UE vê interferência através de múltiplos subquadros de transmissão. Desse modo, se a informação de probabilidade de interferência a partir do UE indicar que experimenta uma percentagem mais elevada de interferência a partir de um eNB vizinho em outro MNO, por exemplo, UE 600 vendo interferência a partir do eNB 602, as informações podem ser usadas para modificar os sinais interferentes a partir de eNB 602 que são detectados por eNB 602. Como eNB 602 é uma distância adicional a partir de eNB 601 do que é a partir de UE 600, a interferência medida ou detectada pode ser mais baixa que aquela vista por UE 600. Portanto, eNB 601 pode pesar a interferência detectada usando aquela informação de probabilidade de interferência recebida do UE 600, talvez em um relatório de medição ou outra sinalização de controle de uplink, para refletir melhor a interferência efetiva que UE 600 mais provavelmente verá de eNB 602.

[0082] Usando a informação de interferência de histerese determinada pelo eNB em serviço, como eNB 601, ou como recebido a partir de um UE servido, como UE 600, ao medir e processar a probabilidade de interferência vista através de múltiplos quadros de transmissão, a estação base em serviço pode determinar a temporização do MNO vizinho e começar a entender a interação entre si próprio e o MNO assíncrono operado através de eNB 603, por exemplo.

[0083] A figura 6C é um diagrama de blocos ilustrando local de rede 61 de uma rede LTE/LTE-A incluindo espectro não licenciado. Para fins do aspecto de exemplo ilustrado na figura 6C, os mesmos elementos são identificados. Entretanto, para o exemplo ilustrado na figura 6C, não apenas os eNBs 601-603 pertencem a MNos diferentes, como mostrado na figura 6B, transmissões Wifi

estão presentes em local de rede 62 e fornecem transmissões interferentes para UE 600. O roteador de WiFi 608 fornece acesso à Internet em um local fixo e UE 606i liga o transmissor WiFi para acessar a internet através de outro roteador de WiFi sem fio (não mostrado). Desse modo, a interferência pode origina de entidades de rede a partir da mesma operadora, de operadores assíncronas diferentes, ou também das transmissões de WiFi.

[0084] Deve ser observado que, dependendo da interação entre as entidades de rede associadas às redes LTE/LTE-A tendo espectro não licenciado e os dispositivos WiFi, pode não haver impacto de interferência para a rede LTE/LTE-A com espectro não licenciado.

[0085] A adição de sinalização de WiFi na rede LTE/LTE-A ilustrada na figura 6B com eNBs a partir de MNOs diferentes pode não alterar as variações para o padrão de interferência. Por exemplo, o padrão de interferência novamente dependeria da distribuição conjunta de status de CCA e resultados para cada quadro LBT e pode originar de MNOs iguais ou diferentes, além da interferência variável devido às variações de padrão de tráfego entre transmissores diferentes. Entretanto, como sinais de WiFi são de banda larga, todos os dados que carregam subportadoras de WiFi seriam carregados. Em redes LTE/LTE-A, a sinalização pode ser seletiva de frequência dependendo de condições de canal e carga de rede. Desse modo, o padrão de interferência a partir dos sinais WiFi pode, na realidade, causar padrões interferentes diferentes de LTE. Portanto, não há garantia de que as variações no padrão de interferência não mudarão com base em transmissões de WiFi.

[0086] Para tratar de interferência a partir de fontes síncronas no mesmo MNO, procedimentos similares àqueles descritos com relação à figura 6A podem ser usados.

Por exemplo, receber decisões de CCA no eNB 601 diretamente a partir dos outros eNBs através de um backhaul ou por determinar as informações de resultados de CCA com base em sinais observados ou detectados indicativos de informação de resultados de CCA. A interferência vista a partir de transmissões de WiFi pode ser tratada similarmente à interferência que se origina dos eNBs diferentes das operadoras diferentes, como ilustrado e descrito na figura 6B. por exemplo, para transmissões de WiFi, um interferência processada ou média pode ser capturada. Como observado acima, essa informação de interferência de histerese se baseia não somente em medições de interferência atual ou detecção, mas em condições de interferência detectada através de múltiplos quadros de LBT. Essa informação de interferência de histerese provê um sumário mais detalhado da interferência que pode ser visto a partir de transmissores de WiFi fixos, como do roteador de WiFi 608, que pode fornecer uma interferência mais previsível ou consistente, e a partir de fontes de WiFi "ocultas", como UE 606i, que somente transmitirá sinais de WiFi potencialmente de interferência, quando o transmissor de WiFi no UE 606i é ativado. Em um aspecto, a interferência de WiFi pode ser separada de outras transmissões de espectro não licenciado a partir de entidades de rede operando usando LTE/LTE-A com espectro não licenciado.

[0087] Em sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado, LBT é usado por um nó antes de iniciar transmissões. Esse sistema de usar procedimentos de LBT, como verificações de CCA, fornece uma solução de acesso de espectro baseado em conflito para múltiplas entidades concorrentes por recursos compartilhados. A figura 7A é um diagrama de blocos ilustrando uma estrutura

de quadro exemplar 70 para sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado. Múltiplas oportunidades de CCA (avaliação de canal livre) podem ser disponíveis, que podem ser compartilhadas por células/operadoras diferentes. eNB e UE podem executar CCA separadamente. Por exemplo, oportunidades de CCA downlink são ilustradas nos subquadros especiais 9, SG9 especial, e uma oportunidade de CCA uplink é ilustrada no subquadro especial 5, SF5 especial. Um nó (eNB, UE, etc.) pode ter também transmissões isentas de CCA (CETs). Verificações de CCA não são necessárias para todas as transmissões de nós. Por exemplo, uma verificação de CCA pode não ser necessária para transmissões autônomas sujeitas a algumas exigências reguladoras. Um CET pode ocorrer regularmente, por exemplo, a cada 60 ms, 80 ms, 100 ms, etc., com uma duração de uma fração de um subquadro. CET também pode estar presente para transmissões tanto downlink como uplink. CET pode carregar informações de sistema necessárias e outras informações úteis (por exemplo, controle de potência de grupo, sinais de referência de descoberta, sinais de broadcast de informação de sistema, etc.).

[0088] A figura 7B é um diagrama de blocos ilustrando uma configuração de subquadro exemplar 71 para sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado. Em cada quadro liberado de CCA, o número de subquadros de downlink programado por um nó em um sistema LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado podem nem sempre ser igual ao número de subquadros de downlink disponíveis. Essa programação de um número menor que o número disponível de subquadros de downlink pode ser devido a um número de motivos diferentes, como, um buffer de downlink limitado, gerenciamento de interferência, e similar. Como ilustrado na configuração de subquadro

exemplar 71, a verificação de CCA downlink ocorrendo no primeiro SF9 especial é detectada como livre, que libera cada dos subquadros de downlink, SF0-SF4 e a porção de downlink de SF5 especial. Entretanto, o eNB associado à configuração de subquadro exemplar 71 somente programa transmissão de downlink em SF0-SF2 deixando SF3-SF4 e a porção de downlink de SF5 especial liberada para transmissões eNB, porém sem nenhum tráfego de programa.

[0089] Medição de interferência em LTE pode ser usada para demodulação e/ou feedback de CSI. Em sistemas LTE sem espectro não licenciado compartilhado, medição de interferência pode ser realizada com base em um sinal de referência comum (CRS) ou com base em um recurso de medição de interferência ("IMR" ou "CSI-IM"). Em particular, IMR pode ser baseado em uma configuração de CSI-RS de potência zero (ZP). Um ZP CSI-RS pode ser configurado por RRC em um modo periódico, por exemplo, em unidades de 4 pares Res/PRB. Um processo de CSI-RS pode ser associado tanto a uma configuração de CSI-RS de potência não zero (NZP) como um IMR. Um UE mediria um canal com base no NZP CSI-RS e mediria interferência com base no IMR e então forneceria o feedback de informação de estado de canal correspondente com base naquelas medições.

[0090] Várias condições de interferência podem ser experimentadas por nós no sistema LTE/LTE-A com recursos compartilhados à base de conflito. Em um quadro no qual a verificação de CCA não liberou, a interferência de downlink vista por um UE no quadro pode originar de outras operadoras, nós ocultos de WiFi, e células diferentes da mesma operadora. Em um quadro no qual a verificação de CCA efetivamente liberou, a interferência de downlink vista por um UE no quadro pode originar de nós ocultos de outras operadoras, nós ocultos de WiFi e células diferentes da

mesma operadora. Em um quadro no qual a verificação de CCA pode ser liberada, porém o eNB escolhe não transmitir no quadro (por exemplo, devido ao buffer vazio, ou gerenciamento de interferência), se o eNB executar uma verificação de CCA e transmitir CUBS, a interferência de downlink vista por um UE no quadro pode originar dos nós ocultos de outras operadoras, nós ocultos de WiFi, e células diferentes da mesma operadora. Se o eNB escolhe não executar uma verificação de CCA ou executa uma verificação de CCA bem sucedida porém não transmite CUBS, a interferência de downlink vista por um UE no quadro pode originar de outras operadoras, nós ocultos de WiFi, e células diferentes da mesma operadora.

[0091] Adicionalmente, em um quadro no qual a verificação de CCA é livre, e o eNB transmite no quadro, um nó pode escolher programar apenas em um subconjunto de subquadros de downlink. Por exemplo, o nó pode somente programar transmissões de downlink nos primeiros poucos subquadros de downlink, ou nos subquadros de downlink do meio, ou nos últimos poucos subquadros de downlink. Os subquadros de downlink não programados são de natureza dinâmica dependendo das decisões de programação do nó. Se a programação sempre começar a partir do 1º subquadro no quadro, e a programação for consecutiva, subquadros anteriores podem experimentar tipicamente mais interferência do que subquadros posteriores. Além disso, subquadros diferentes podem experimentar mais interferência do que subquadros posteriores. Além disso, subquadros diferentes podem experimentar quantidades diferentes de interferência especialmente em redes heterogêneas. Embora a medição de interferência através de subquadros ajude a aperfeiçoar a mediação de interferência, mediação cega em relação a todos os subquadros pode não ser útil e pode, na

realidade, falhar em refletir precisamente condições efetivas de interferência de variação de subquadro.

[0092] Com as múltiplas várias condições de interferência experimentadas através de vários cenários LBT, pode ser benéfico diferenciar condições de interferência diferentes para os seguintes casos: categoria 1 inclui casos nos quais nenhum CUBS é transmitido pelo nó: caso 1: CCA não é executada e, desse modo, o quadro está inativo; caso 2: CCA é executada, porém nenhum CUBS é transmitido mesmo se a verificação de CCA for livre, e o quadro é inativo; caso 3: CCA não é liberado. A categoria 2 inclui casos nos quais o nó transmite um CUBS: caso 4: CCA é liberado, CUBS é transmitido, e o quadro não carrega controle de downlink ou transmissões de dados, que podem ser motivadas por feedback de CSI melhor, transmissão de concessões de UL, etc.,; caso 5: CCA é liberado, CUBS é transmitido, e um subconjunto dos subquadros de downlink disponíveis é programado para transmissão; caso 6: CCA é liberado, CUBS é transmitido, e todos os subquadros de downlink são programados para transmissão. Com cada dos casos nas duas categorias, pode ser benéfico para um UE determinar se NZP CSI-RS e/ou ZP CSI-RS estão disponíveis ou não. A consideração também pode ser feita com relação a se há necessidade de aumentar a presença de domínio de tempo de CSI-RS para medição de interferência e como implementar tal aumento.

[0093] Deve ser observado que no caso de operação de multipontos coordenados (CoMP), as condições CCA acima podem se referir a uma ou mais células para um UE.

[0094] Para medição de interferência, UEs nos casos 1/2/3 podem ver genericamente estatisticamente as mesmas condições de interferência. A interferência downlink

vista por um UE no quadro pode originar de outras operadoras, nós ocultos de WiFi, ou células diferentes da mesma operadora. O caso 3, em particular, pode ver condições de interferência diferentes, porque a falha da verificação de CCA pode ser devida à interferência elevada causada por transmissões a partir de outros nós. UEs nos casos 4/5/6 pode também ver em geral estatisticamente as mesmas condições de interferência. A interferência de downlink vista por um UE em tal quadro nos casos 4/5/6 pode originar de nós ocultos a partir de outras operadoras, nós ocultos a partir de WiFi, ou células diferentes da mesma operadora.

[0095] Para medição de canal, casos 1/2/3 não carregarão NZP CSI-RS (ou quaisquer outros sinais de referência de potência não zero, por exemplo, CUBS) para medição de canal. Embora o caso 4 possa carregar ou não NZP CSI-RS para medição de canal, pode ser benéfico permitir NZP CSI-RS no caso 4 para medição de canal para facilitar melhor a programação de DL em quadros futuros, visto que o caso 4 eNB liberou a verificação de CCA porém não transmite dados de downlink. O caso 5 também pode ou não carregar NZP CSI-RS para medição de canal dependendo de se NZP CSI-RS é configurado e no conjunto de subquadros de downlink programados. O caso 6 carregará NZP CSI-RS para medição de canal se o NZP CSI-RS cair no quadro. Vários aspectos da presente revelação são dirigidos a diferenciar entre as condições de interferência diferentes e determinar se um NZP CSI-RS é transmitido em um quadro quando CCA para o quadro é liberado e desse modo se a medição de canal está disponível.

[0096] A figura 8 é um diagrama de blocos ilustrando blocos de exemplo executados para implementar um aspecto da presente revelação. No bloco 800, um UE

identifica pelo menos uma portadora utilizando um espectro de radiofrequência baseado em conflito. Por exemplo, o UE pode identificar um sistema LTE/LTE-A com espectro compartilhado baseado em conflito.

[0097] No bloco 801, o UE detecta um sinal de transmissão indicativo de informação de resultado de CCA para a portadora identificada. Por exemplo, o UE pode ouvir e detectar transmissões de CUBS em um espectro não licenciado que é parte do espectro compartilhado baseado em conflito.

[0098] No bloco 802, o UE determina se um sinal de referência disponível para medição de informação de estado de canal está presente em um subquadro com base no sinal de transmissão detectado. A determinação da presença de um CSI-RS, como um IMR, ZP CSI-RS ou NZP CSI-RS (ou quaisquer outros sinais de referência de potência não zero para medição de canal, por exemplo, CUBS) pode ser baseada em detecção cega pelo UE ou em alguma indicação explícita. Se o UE detectar o CUBS, no bloco 801, detecção cega pelo UE pode ser ligada à detecção de CUBs. Desse modo, se CUBS for transmitido e detectado pelo UE no bloco 801, o sinal de referência é determinado para estar presente no subquadro. De outro modo, o UE determinará que o sinal de referência não está presente. Se presente, o UE executará medições sobre o sinal de referência.

[0099] No bloco 803, o UE transmite um relatório de medição com base pelo menos em parte na determinação de que o sinal de referência está presente. Quando o UE detecta o CUBS, no bloco 801, determinará que o sinal de referência (por exemplo, IMR, ZP CSI-RS, NZP CSI-RS, etc.) está presente e executará medições usando o sinal de referência. O relatório de medição incluirá as medições resultantes.

[0100] Se dois ou mais processos de CSI-RS forem configurados (por exemplo, para CoMP ou adaptação de tráfego e mitigação de interferência (eIMTA)), determinação separada para cada processo CSI-RS pode se tornar benéfica ao invés de determinação conjunta. A figura 9 é um diagrama de blocos ilustrando um UE 901 configurado de acordo com um aspecto da presente revelação. O UE 901 é servido pela estação base 900. O fluxo de comunicação 902 inclui quadros de comunicação FO-FN fornecendo subquadros de comunicação uplink e downlink entre estação base 900 e UE 901. Em um aspecto de exemplo, estações base 903-905 se unem com a estação base 900 para fornecer operações de CoMP para UE 901. Em outro aspecto de exemplo, operações de eIMTA estão presentes nas estações base 904-905. As operações de eIMTA resultam em subquadros transmitidos em comunicações entre estações base 904-905 e seus UEs respectivos para alterar dinamicamente a direção de uplink para downlink ou de downlink para uplink. Em cada aspecto de exemplo, múltiplos processos de CSI-RS podem ser configurados para as operações de CoMP no primeiro exemplo e para operações de eIMTA resultantes no segundo exemplo. Como, no primeiro exemplo de CoMP, feedback de CSI pode ser benéficamente usado pelas estações base 903-905 para melhorar o desempenho de CoMP, o UE 901 mediria separadamente e determinaria feedback de CSI para uso pelas estações base 900 e 903-905. No exemplo de eIMTA, como alguns dos subquadros podem alterar dinamicamente as direções, UE 901 separa o feedback de CSI devido à interferência de uplink a partir de feedback de CSI devido a interferência de downlink.

[0101] Além disso, se os sinais de referência não estiverem disponíveis (Por exemplo, se CUBS não for transmitido para um quadro), a medição de interferência

apode ser omitida. Por exemplo, se a estação base 900 não transmitir CUBS em quaisquer dos quadros FO-FN, UE 901 omitiria qualquer medição de interferência para aqueles quadros. Se a interferência não for medida no quadro, o UE 901 pode omitir relatório de CSI totalmente para o quadro ou reportar CSI com base em medições anteriores. Quando CUBS não é transmitido para um quadro, a interferência medida no quadro não reflete tipicamente bem a interferência efetiva. Desse modo, se interferência for medida em um quadro sem transmissão de CUBS, a interferência medida não deve ser filtrada com medições de interferência a partir de quadros quando CUBS é transmitido.

[0102] Deve ser observado que, em aspectos adicionais da presente revelação, mesmo se eNB 900 não tiver nada para transmitir, pode ainda escolher transmitir CUBS (caso 4) para medição adequada de interferência para uma célula e suas células vizinhas.

[0103] Ao invés de decodificação cega de sinais de referência, como NZP CSI-RS, IMR, ZP CSI-RS, etc., aspectos da presente revelação também podem fornecer uma indicação explícita da presença de sinal de referência. Por exemplo, a estação base 900 pode transmitir um sinal de broadcast, groupcast, ou unicast para UE 901 indicando se o sinal de referência está ou não presente no quadro para o UE.

[0104] Em outro design exemplar de vários aspectos da presente revelação, desde que o CUBS seja transmitido em um quadro pela estação base 900, o sinal de referência será sempre assumido presente no quadro pelo UE 901. Em tais configurações, pode ser benéfico colocar o sinal de referência, como NZP CSI-RS bem no início do quadro. Por exemplo, a estação base 900 pode transmitir o

signal de referência na porção de início, zona A, de SF4. De outro modo, se não houver outro tráfego de downlink, desperdiçaria recursos para o signal de referência ocupar a portadora. O signal de referência ocupando as porções posteriores do quadro, zona B de SF4, também pode não ser favorável se giro rápido de relatório de CSI for desejável. Em uma implementação de tal aspecto, desde que CUBS seja transmitido em um quadro, o signal de referência será sempre transmitido se for localizado na primeira metade (zona A) do quadro. Para a 1ª metade (zona B) do quadro, se a estação base 900 não programar nenhuma transmissão de downlink, o signal de referência não será transmitido. Em uma implementação de tal aspecto, desde que CUBS seja transmitido em um quadro, o signal de referência será sempre transmitido se for localizado no primeiro subquadro do quadro (F0).

[0105] Em aspectos adicionais da presente revelação, a estação base 900 pode transmitir CUBS ao invés de ou além do signal de referência. Tal transmissão de CUBS pode ser também usada por UE 901 para medição de canal, pelo menos no caso 4. O CUBS usado para feedback de CSI pode ser limitado a uma ou mais transmissões de CUBS, ao invés de todas as transmissões regulares de CUBS.

[0106] Em sistemas LTE sem espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito, CSI-RS são configurados em um modo específico de UE. Para sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito, CSI-RS pode ser configurado em um modo específico de célula, por exemplo, por fornecer CSI-RS em subquadros 0 e 5 de cada quadro.

[0107] Aspectos adicionais da presente revelação podem fornecer medição de interferência dependente de subquadro. A figura 10 é um diagrama de

blocos ilustrando fluxo de comunicação 1000 em um sistema de comunicação sem fio tendo espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito de acordo com um aspecto da presente revelação. No quadro 1001 quando CCA é liberado após a oportunidade de CCA downlink do primeiro SF9 Especial, CSI pode ser calculado para refletir quantidades diferentes de interferência em subquadros diferentes. O eNB (não mostrado) pode transmitir IMR 1002 em múltiplos subquadros no quadro 1001. Como ilustrado, IMR 1002 é transmitido no SF0, SF4 E SF5 Especial. Um UE (não mostrado) pode ser configurado ou disparado para medir condições de interferência separadamente para múltiplas partes do quadro 1001. Por exemplo, o UE pode ser configurado para medir condições de interferência na primeira parte do quadro 1001 usando IMR 1002 no SF0 e na parte posterior do quadro 1001 usando IMR 1002 no SF5 especial. Adicionalmente, o UE pode ser configurado para medir interferência usando IMR 1002 em SF4. Após medido, o UE pode relatar separadamente interferência para cada porção medida do quadro 1001.

[0108] Deve ser observado que, se todas as células vizinhas não usarem a porção de downlink do subquadro especial, SF5 especial, a interferência capturada na porção downlink de SF5 especial pelo UE seria totalmente devido a WiFi, assumindo implantações síncronas entre células vizinhas diferentes. Em todos os outros subquadros downlink regulares, como SF0 e SF4, a interferência capturada usando IMR 1002 seria devido tanto a WiFi como interferência inter-célula regular. Desse modo, não seria desejável mediar a interferência medida entre subquadros de downlink regulares e a porção de downlink de subquadros especiais.

[0109] Também pode ser importante capturar

interferência de nó oculto no relatório CSI. Se todos os nós vizinhos da mesma operadora tiverem alguns subquadros “vazios” comuns, isso ajudaria a indicar a interferência de nó oculto especialmente devido a WiFi. Por exemplo, com referência novamente à figura 9, a estação base 905 pode ser um nó WiFi que é oculto a partir da detecção geral na rede incluindo estações base 900, 903 e 904, e UE 901. Uma configuração na qual todos os nós vizinhos refreiam de transmissão nos subquadros especiais ou alguns subquadros regulares designados de quadros F0-FN permitiria que UE 901 medisse interferência que capturaria interferência de nó oculto a partir de estação base de WiFi oculto 905. Além disso, a interferência a partir de nós de WiFi pode estar compreendida em uma largura de banda menor que a largura de banda do sistema de sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito. Em caso positivo, pode ser desejável para UE 901 distinguir interferência dependente de sub-banda por não mediar interferência através de sub-bandas diferentes. Alternativamente, o UE 901 pode fornecer relatório dependente de sub-banda.

[0110] Aspectos adicionais da presente revelação podem fornecer múltiplas configurações de IMR fornecidas para um UE específico. Por exemplo, uma configuração para UE 901 pode corresponder a um subquadro anterior em um quadro (por exemplo, um subquadro anterior na zona A de SF4), enquanto outra configuração pode corresponder a um subquadro posterior em um quadro (Por exemplo, um subquadro posterior na zona B de SF4) e a periodicidade das configurações de IMR diferentes através de SF0-SFN pode não necessariamente ser igual. A configuração de IMR específica pode ser comunicada para UE 901 através de sinais de configuração de RRC a partir da

estação base 900. Configurações diferentes podem ser comunicadas para UE 906 do que aquelas comunicadas para UE 901. Adicionalmente, múltiplos IMRs com configurações diferentes podem ocorrer no mesmo quadro.

[0111] A configuração de IMR pode ser também diferente para diferentes condições de subquadro em aspectos adicionais. Por exemplo, uma configuração de IMR para um subquadro quando não há outro tráfego de downlink pode ser diferente do subquadro quando há outro tráfego. Com referência à figura 9, subquadros na zona B de SF4 podem não ser programados para comunicações downlink. Portanto, a configuração de sinais de referência, como IMR na zona B de SF4 pode ser diferente dos sinais de referência na zona A de SF4, em que comunicações downlink são programadas pela estação base 900. Adicionalmente, quando um subquadro é determinado estar vazio, o UE pode ser configurado para usar o subquadro vazio inteiro para medição de interferência. Por exemplo, com referência à figura 10, SF4 é um subquadro vazio sem transmissão de downlink programada. Desse modo, um UE comunicando usando fluxo de comunicação 1000 pode usar o comprimento inteiro de SF4 para medição de interferência. Ao reportar CSI para múltiplos processos de CSI-RS associados aos múltiplos IMRs, os relatórios de CSI podem ser separadamente ou conjuntamente codificados. Em particular, codificação de diferencial de subquadro para feedback de CSI também pode ser fornecido em aspectos adicionais da revelação. Em um aspecto de exemplo, CQI de 4 bits pode ser usado para o processo de CSI associado à primeira configuração de IMR, e um CQI diferencial de 2 bits pode se usado para o processo de CSI associado à segunda configuração de IMR. Em outro aspecto de exemplo, o CQI de diferencial pode ser tal que o 2º CSI é 0dB, 2dB, 4dB, e maior que 6dB melhor que aquele

do 1º CSI. Por exemplo, com referência à figura 10, um UE comunicando usando fluxo de comunicação 1000 pode realimentar um relatório de CSI completo para medições conduzidas em SF0 e realimentar um relatório de CSI diferencial para medições conduzidas em SF4.

[0112] Ao contrário de interferência de subquadro encontrada em sistemas LTE sem espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito, variações de interferência em um subquadro podem ser significativas em sistemas LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito. Devido à interferência de WiFi com rajada e potencialmente também devido a operações assíncronas e/ou estruturas de quadro diferentes entre operadoras diferentes, a interferência experimentada em partes diferentes de um subquadro pode ser significativamente diferente.

[0113] Em sistemas LTE sem espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito, IMR por porta cobre somente dois símbolos através da largura de banda inteira. Um aspecto da presente revelação provê ter mais sinais de referência disponíveis em um quadro LBT para capturar interferência de rajada. Tal CSI-RS adicional pode cobrir substancialmente a duração de subquadro inteira ou, pelo menos, todos os símbolos downlink em subquadros especiais para o sinal de referência. Para reduzir overhead em tais aspectos, um padrão de salto pode ser empregado em RBs diferentes ou uma presença seletiva fornecida em EBS designados.

[0114] As figuras 11A e 11B são diagramas de bloco ilustrando subquadros configurados de acordo com aspectos da presente revelação. Na figura 11A, sinais de referência 1101 são transmitidos por uma estação base através da frequência total 1102 do subquadro 1100. Sinais

de referência 1101 são transmitidos de acordo com um padrão de salto através de cada frequência e símbolo de subquadro 1100. Na figura 11B, sinais de referência 1104 são transmitidos através de cada frequência de subquadro 1103, porém apenas através de dois RBs, RBs Y03-Y04. Por fornecer transmissão de sinais de referência 1101 e 1104 através de cada símbolo de subquadros 1100 e 1103, um UE seria capaz de medir interferência em mais pontos através do tempo e frequência de um subquadro, o que pode resultar em um medição mais precisa de interferência de rajada.

[0115] O feedback de CSI fornecido por um UE pode estar na forma de interferência mediada observada no subquadro inteiro, ou interferência dependente de símbolo. No caso mencionado por último, variações de interferência em um subquadro podem ser capturadas. Por exemplo, com referência às figuras 11A e 11B, o UE pode fazer medições a partir dos sinais de referência em símbolos diferentes nos subquadros 1100 e 1103, que podem fornecer interferência distintamente diferente. Um UE pode transmitir o relatório para símbolos diferentes separadamente ou conjuntamente. O número de relatórios de interferência dependentes de símbolo pode ser igual ou menor que o número de símbolos em um subquadro. Por exemplo, assumindo 14 símbolos por subquadro, como ilustrado nas figuras 11A e 11B, dois relatórios podem ser criados, um relatório é a interferência média sobre a primeira partição (os 7 primeiros símbolos) e o segundo relatório é a interferência média sobre a segunda partição (os segundos símbolos).

[0116] Embora a discussão aqui focalize em medição de interferência para feedback de CSI, design similar pode ser aplicado para estimação de interferência para demodulação de dados/controle. Por exemplo, sinal de

referência de demodulação (DM-RS) para canais de controle (por exemplo, EPDCCH) e/ou dados (por exemplo, PDSCH) pode adotar um design similar, de modo que a presença do DM-RS é substancialmente sobre todos os símbolos em um quadro para capturar interferência mais eficientemente. Com referência novamente às figuras 11A e 11B, em tal aspecto adicional, os sinais de referência transmitidos em subquadros 1100 e 1103, usando um padrão de salto (figura 11A) ou uma presença de frequência seletiva (figura 11B), são DM-RS.

[0117] Aspectos da presente revelação como anteriormente descrita assumem que as operadoras e nós da mesma operadora em redes LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado são síncronos entre si. Como resultado, se um nó liberou uma verificação de CCA e transmite CUBS, outras operadoras não devem transmitir no mesmo quadro, a menos que devido a problemas de nó oculto (Por exemplo, o nó das outras operadoras não sente interferência suficiente a partir do nó de interesse). Em operações assíncronas, entretanto, algumas das soluções anteriores podem não ser aplicáveis. Por exemplo, um subquadro posterior em um quadro pode não necessariamente ver menos interferência que um anterior no quadro, visto que nós de outras operadoras podem ser mais prováveis de pegar e transmitir nos subquadros posteriores. Adicionalmente, o relatório de CSI diferencial apresentado acima pode não se aplicar porque o CSI para um subquadro posterior pode não necessariamente ser melhor que o CSI de um subquadro anterior no mesmo quadro. Em cenários assíncronos, a interferência capturada durante um subquadro vazio em um nó pode se tornar mais útil. Tal interferência medida durante esses subquadros vazios pode refletir condições de interferência devido a operações assíncronas de outras operadoras.

[0118] Como observado acima, eIMTA, que pode ser suportado por redes LTE/LTE-A com espectro não licenciado compartilhado baseado em conflito, fornece capacidade para a estrutura de quadro em uma célula ser dinamicamente alterada para cima em uma base por quadro. Desse modo, células vizinhas diferentes podem ter também estruturas de quadro diferentes que alteram em uma base dinâmica. Como resultado, a disponibilidade de um canal e/ou recurso de medição de interferência está sujeita a se um subquadro correspondente é realmente configurado como um subquadro downlink ou um subquadro uplink. O UE pode determinar a direção de subquadro através de detecção cega ou através de sinalização a partir de uma estação base, como através de um canal de controle. Após determinar que um subquadro é um subquadro uplink, o UE pode omitir a execução de canal e/ou medição de interferência para o subquadro, e o relatório correspondente. Se uma célula vizinha tiver uma estrutura de quadro diferente, pode ser benéfico capturar a interferência devido a transmissões de uplink na célula vizinha. Entretanto, a interferência medida com base nas transmissões uplink de uma célula vizinha não devem ser mediadas com interferência medida com base nas transmissões downlink de uma célula vizinha.

[0119] Em aspectos adicionais da presente revelação, como anteriormente observado, casos 1/2/3 são genericamente considerados como casos em que o UE deve pular a medição de interferência. Entretanto, aspectos adicionais da presente revelação fornecem para o UE executando medição de interferência para esses casos onde CUBS não é transmitido, de modo que, após recebimento dos relatórios de CSI correspondentes, a estação base pode ainda fazer uso dessa informação. Pelo menos para implantações assíncronas, a interferência medida para tais

quadros pode ainda refletir interferência efetiva. Aspectos adicionais da presente revelação podem também fornecer a colocação de sinais de referência, como IMR, ZP CSI-RS, NZP CSI-RS, etc., em um quadro para emular interferência para quadros futuros. Isto é, um quadro pode carregar sinais de referência para um ou mais quadros.

[0120] Aqueles versados na técnica entenderiam que informações e sinais podem ser representados usando qualquer de uma variedade de tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos e chips que podem ser referenciados do início ao fim na descrição acima podem ser representados por voltagens, correntes, ondas eletromagnéticas, partículas ou campos magnéticos, partículas ou campos óticos, ou qualquer combinação dos mesmos.

[0121] Os blocos funcionais e módulos nas figuras 5A, 5B e 8 podem compreender processadores, dispositivos eletrônicos, dispositivos de hardware, componentes de eletrônica, circuitos lógicos, memórias, códigos de software, códigos de firmware, etc., ou qualquer combinação dos mesmos.

[0122] Aqueles versados reconheceriam ainda que os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos, circuitos e etapas de algoritmo descritas com relação à revelação na presente invenção podem ser implementados como hardware eletrônico, software de computador, ou combinações de ambos. Para ilustrar claramente essa capacidade de troca de hardware e software, vários componentes ilustrativos, blocos, módulos, circuitos, e etapas foram descritos acima em geral em termos de sua funcionalidade. O fato de se tal funcionalidade é implementada como hardware ou software depende da aplicação específica e limitações de design

impostas sobre o sistema geral. Técnicos especializados podem implementar a funcionalidade descrita em modos variáveis para cada aplicação específica, porém tais decisões de implementação não devem ser interpretadas como causando afastamento do escopo da presente revelação. Técnicos especializados também reconhecerão prontamente que a ordem ou combinação de componentes, métodos ou interações que são descritos aqui são meramente exemplos e que os componentes, métodos ou interações dos vários aspectos da presente revelação podem ser combinados ou realizados em modos diferentes daqueles ilustrados e descritos aqui.

[0123] Os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos e circuitos descritos com relação à presente revelação podem ser implementados ou executados com um processador de propósito geral, um processador de sinais digitais (DSP), um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), uma disposição de porta programável em campo (FPGA) ou outro dispositivo de lógica programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes discretos de hardware ou qualquer combinação dos mesmos projetada para executar as funções descritas aqui. Um processador de propósito geral pode ser um microprocessador, porém na alternativa, o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador ou máquina de estado convencional. Um processador também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em combinação com um núcleo de DSP ou qualquer outra tal configuração.

[0124] As etapas de um método ou algoritmo descrito com relação à revelação da presente invenção podem ser incorporadas diretamente em hardware, em um módulo de

software executado por um processador ou em uma combinação dos dois. Um módulo de software pode residir em memória RAM, memória flash, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, registros, disco rígido, um disco removível, um CD-ROM, ou qualquer outra forma de meio de armazenagem conhecido na técnica. Um meio de armazenagem exemplar é acoplado ao processador de modo que o processador possa ler informações a partir de, e gravar informações para o meio de armazenagem. Na alternativa, o meio de armazenagem pode ser integral ao processador. O processador e o meio de armazenagem podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Na alternativa, o processador e o meio de armazenagem podem residir como componentes discretos em um terminal de usuário.

[0125] Em um ou mais designs exemplares, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware ou qualquer combinação dos mesmos. Se implementado em software, as funções podem ser armazenadas ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em uma mídia legível em computador. Mídia legível em computador inclui tanto mídia de armazenagem em computador como mídia de comunicação incluindo qualquer mídia que facilite transferência de um programa de computador a partir de um lugar para outro. Uma mídia de armazenagem pode ser qualquer mídia disponível que possa ser acessada por um computador de propósito geral ou propósito especial. Como exemplo, e não limitação, tal mídia legível em computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outra armazenagem de disco ótico, armazenagem de disco magnético ou outros dispositivos de armazenagem magnética, ou qualquer outra mídia que possa ser usada para carregar ou armazenar meio de código de programa desejável na forma de instruções ou estruturas de dados e que possa ser

acessada por um computador de propósito geral ou propósito especial, ou um processador de propósito geral ou propósito especial. Também, qualquer conexão pode ser adequadamente denominada uma mídia legível em computador. Por exemplo, se o software for transmitido a partir de um website, servidor, ou outra fonte remota usando um cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par torcido, ou linha de assinante digital (DSL), então o cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par torcido ou DSL, são incluídos na definição de mídia. Disk e disco, como usado aqui, incluem compact disc (CD), disco laser, disco ótico, digital versatile disc (DVD), disquete, e disc Blu-ray onde discos normalmente reproduzem dados magneticamente, enquanto discs reproduzem dados oticamente com lasers. As combinações do acima devem ser também incluídas no escopo de mídia legível em computador.

[0126] Como usado aqui, incluindo nas reivindicações o termo "e/ou", quando usado em uma lista de dois ou mais itens, significa que qualquer um dos itens listados pode ser empregado por si só, ou qualquer combinação de dois ou mais dos itens listados pode ser empregada. Por exemplo, se uma composição for descrita como contendo componentes A, B e/ou C, a composição pode conter A sozinho; B sozinho; C sozinho; A e B em combinação; A e C em combinação; B e C em combinação; ou A, B e C em combinação. Também, como utilizado aqui, incluindo nas reivindicações, "ou" como utilizado em uma lista de itens prefaciados por "ao menos um de" indica uma lista disjuntiva de modo que, por exemplo, uma lista de "ao menos um de A, B ou C" significa A ou B ou C ou AB ou AC ou BC ou ABC (isto é, A e B e C).

[0127] A descrição anterior da revelação é fornecida para permitir que qualquer pessoa versada na técnica faça ou use a revelação. Várias modificações na

revelação serão prontamente evidentes para aqueles versados na técnica, e os princípios genéricos definidos aqui podem ser aplicados a outras variações sem se afastar do espírito ou escopo da revelação. Desse modo, a revelação não pretende ser limitada aos exemplos e designs descritos aqui, porém deve ser acordado o escopo mais amplo compatível com os princípios e características novas reveladas aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para comunicação sem fio, que compreende:

identificar (800), por um equipamento de usuário, UE, (115) pelo menos uma portadora usando um espectro de radiofrequência baseada em conflito; **caracterizado pelo** fato de

detectar (801) um sinal de transmissão indicativo de informações de resultado de avaliação de canal livre, CCA, para pelo menos uma portadora, em que o sinal de transmissão inclui sinais de referência de informações de estado de canal, CSI-RS;

determinar (802) se um sinal de referência para medição de informações de estado de canal está presente em um subquadro com base no sinal de transmissão detectado; e

transmitir (803), pelo UE (115), um relatório de medição, em que o relatório de medição se baseia pelo menos em parte na determinação de que o sinal de referência está presente.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que:

o sinal de transmissão indicativo de informações de resultado de CCA é detectado para um quadro de transmissão que compreende uma pluralidade de subquadros, incluindo o subquadro no qual a determinação é realizada; ou

o sinal de transmissão indicativo de informações de resultado de CCA inclui sinais de baliza de uso de canal, CUBS.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que inclui adicionalmente:

determinar, pelo UE, a presença de sinal de referência por uma pluralidade de quadros de transmissão;

processar condições de interferência, como parte do relatório de medição, para um primeiro conjunto de quadros de transmissão da pluralidade de quadros de transmissão nos quais o sinal de referência é determinado como estando presente, separadamente de para um segundo conjunto de quadros no qual o sinal de referência é determinado como estando ausente.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que inclui adicionalmente:

executar uma primeira medição de interferência para um primeiro subquadro em um quadro de transmissão;

executar uma segunda medição de interferência para um segundo subquadro no quadro de transmissão; e

transmitir um relatório de medição que compreende uma primeira medição com base na primeira medição de interferência e uma segunda medição com base na segunda medição de interferência; ou

transmitir um primeiro relatório de medição associado à primeira medição de interferência e transmitir um segundo relatório de medição associado à segunda medição de interferência, em que o segundo relatório de medição fornece um diferencial entre a segunda medição de interferência e a primeira medição de interferência.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo** fato de que quando o relatório de medição compreende a primeira e segunda medições, o primeiro subquadro é um subquadro regular e o segundo subquadro é um subquadro especial, em que não é obtida a média da primeira medição com a segunda medição no relatório de medição; ou

o primeiro subquadro é configurado com uma primeira configuração de sinal de referência e o segundo subquadro é configurado com uma segunda configuração de

signal de referência diferente da primeira configuração de signal de referência.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que inclui adicionalmente realizar uma medição de interferência com base em um conjunto de elementos de recurso presente em substancialmente todos os símbolos no subquadro, em que, opcionalmente, os sinais de referência são dispostos em um dentre:

um padrão de salto através de cada frequência do subquadro; ou

uma ou mais frequências predeterminadas do subquadro.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que inclui adicionalmente:

transmitir um relatório indicativo das informações de resultado de CCA por uma duração predeterminada para pelo menos uma portadora.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a portadora usando um espectro de radiofrequência baseado em conflito está em um espectro não licenciado.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que inclui ainda:

determinar, pelo UE, que há dois ou mais processos de retroalimentação de estado de canal configurados para pelo menos uma portadora, em que a determinação do signal de referência para medição de canal é realizada separadamente para cada dos dois ou mais processos de retroalimentação de estado de canal.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o UE determina que o signal de referência não está presente, sendo que o método inclui

ainda um dentre:

omitir, pelo UE, o relatório de medição; ou
transmitir o relatório de medição, em que o relatório de medição se baseia, pelo menos em parte, em um relatório de medição anterior.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que inclui ainda:

receber, pelo UE, um sinal de presença, em que o sinal de presença indica se o sinal de referência está presente no subquadro; ou

determinar, pelo UE, que o subquadro é um subquadro vazio; e

executar uma medição de interferência, pelo UE, pelo subquadro inteiro em resposta à determinação de que o sinal de referência está presente.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que inclui adicionalmente:

gerar, pelo UE, o relatório de medição, em que o relatório de medição inclui retroalimentação de interferência com base em um dentre:

interferência média observada pelo UE por uma duração do subquadro; ou

interferência dependente de símbolo associada a um ou mais símbolos do subquadro, em que, opcionalmente, a retroalimentação de interferência se baseia em uma interferência dependente de símbolo, sendo que a geração inclui adicionalmente:

obter a média da interferência dos primeiros símbolos observada pelo UE por cada símbolo de uma primeira partição do subquadro; e

obter a média da interferência dos segundos símbolos observada pelo UE por cada símbolo de uma segunda partição do subquadro, em que uma ou mais da interferência

de primeiros símbolos e interferência de segundos símbolos é incluída no relatório de medição.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que inclui adicionalmente:

determinar que o subquadro é um subquadro em enlace ascendente; e

omitir a detecção, determinação e transmissão em resposta à determinação de que o subquadro é o subquadro em enlace ascendente; ou

medir, pelo UE, interferência no subquadro quando o CCA não estiver liberado; e

transmitir o relatório de medição, em que o relatório de medição se baseia pelo menos em parte na interferência medida no subquadro.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o sinal de referência é pelo menos um dentre um sinal de referência de informações de estado de canal de potência diferente de zero, um CSI-RS ou um CSI-RS de potência zero, em que, opcionalmente, o CSI-RS diferente de zero serve para uma medição de canal da retroalimentação de CSI e o CSI-RS de potência zero serve para uma medição de interferência da retroalimentação de CSI.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que um sinal de referência de potência diferente de zero é determinado como estando presente em um subquadro se um CCA correspondente estiver liberado ou independentemente se um CCA correspondente está liberado ou não.

16. Aparelho configurado para comunicação sem fio, que compreende:

meios para identificar (800), por um equipamento de usuário, UE, (115) pelo menos uma portadora usando um

espectro de radiofrequência baseada em conflito;
caracterizado por

meios para detectar (801) um sinal de transmissão indicativo de informações de resultado de avaliação de canal livre, CCA, para pelo menos uma portadora, em que o sinal de transmissão inclui sinais de referência de informações de estado de canal, CSI-RS;

meios para determinar (802) se um sinal de referência para medição de informações de estado de canal está presente em um subquadro com base no sinal de transmissão detectado; e

meios para transmitir (803), pelo UE (115), um relatório de medição, em que o relatório de medição se baseia pelo menos em parte na determinação de que o sinal de referência está presente.

17. Memória legível por computador **caracterizada por** possuir instruções nela armazenadas que, quando executadas, fazem com que o computador realize o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 15.

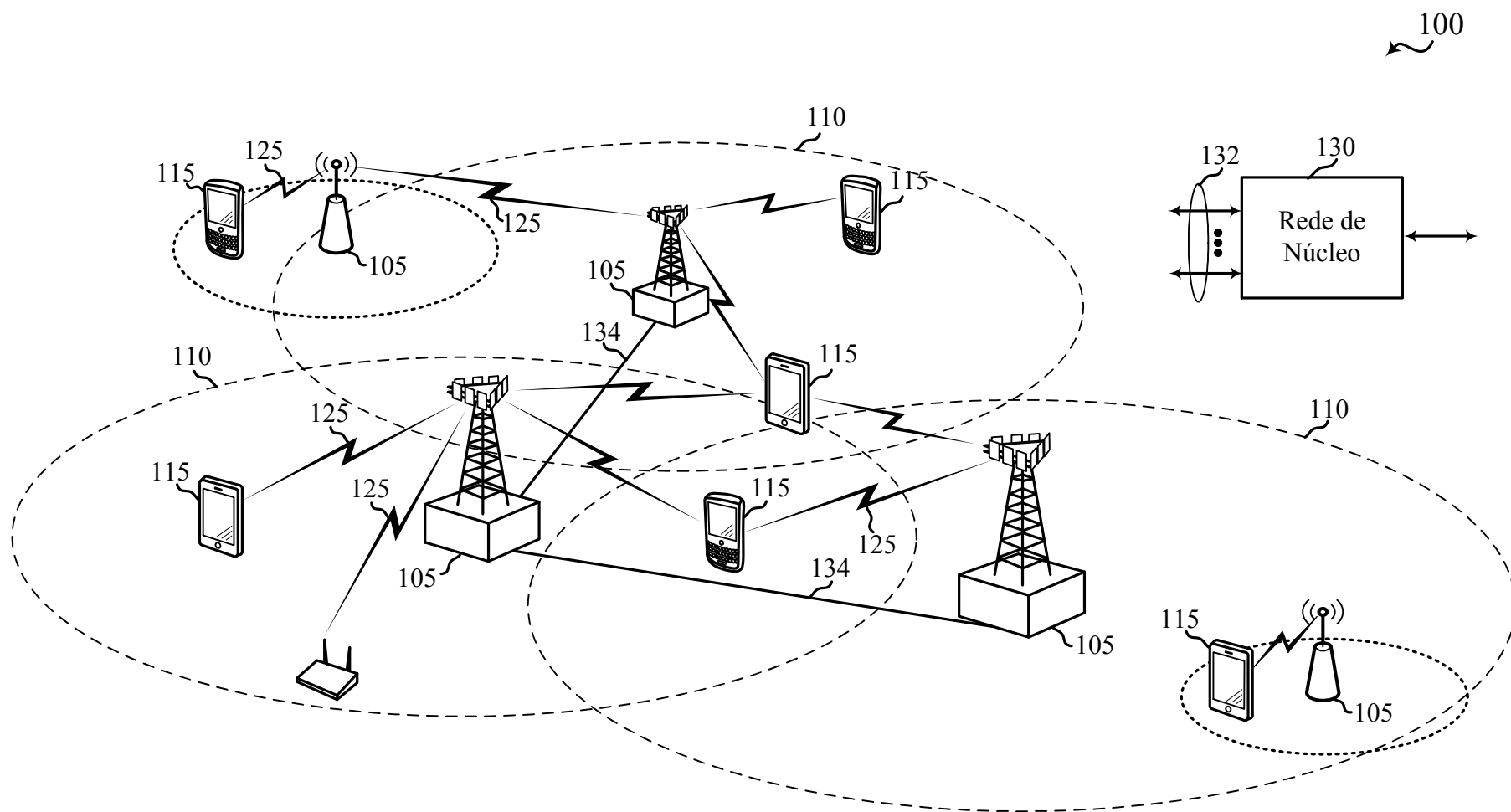


FIG. 1

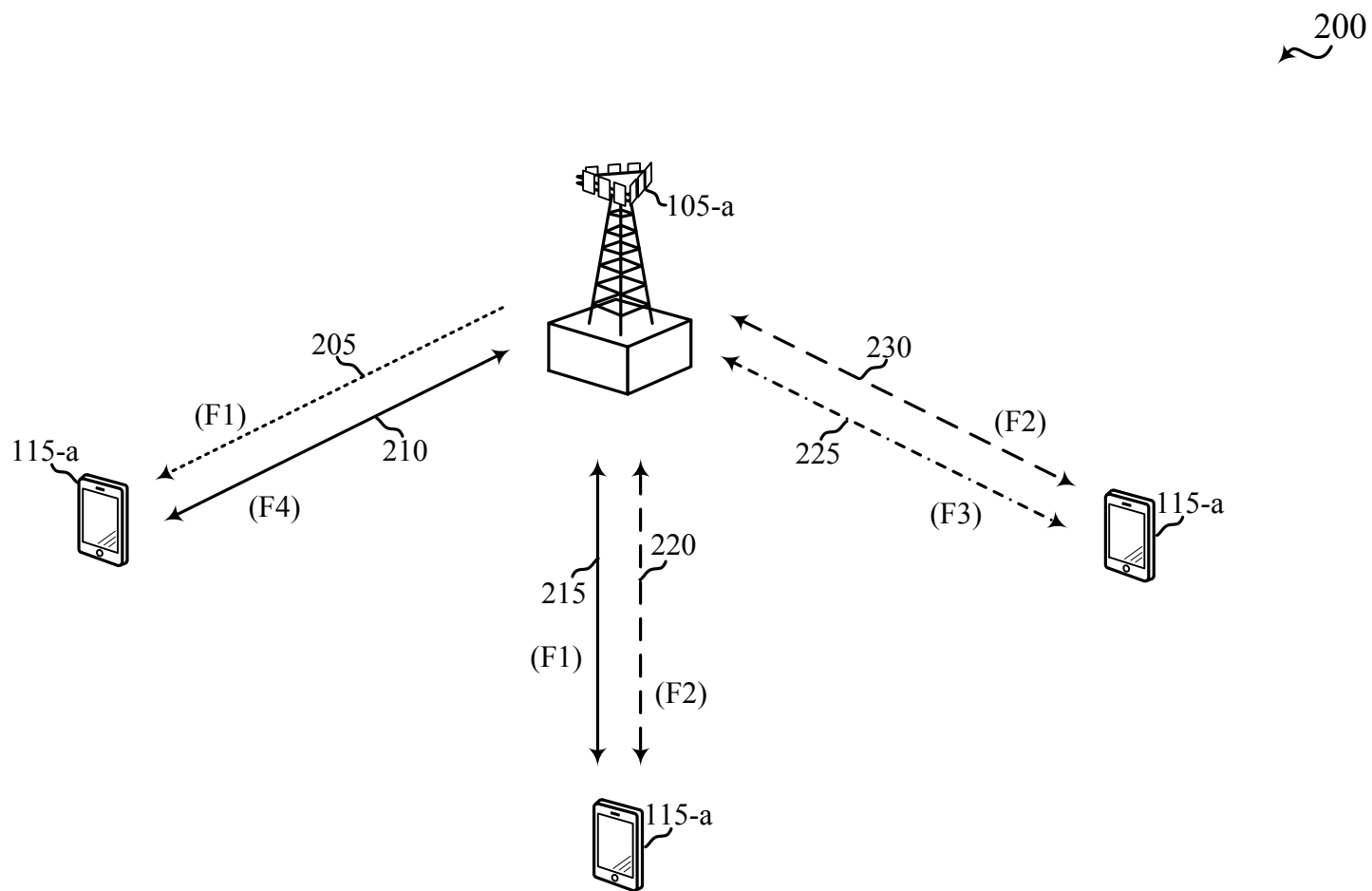


FIG. 2A

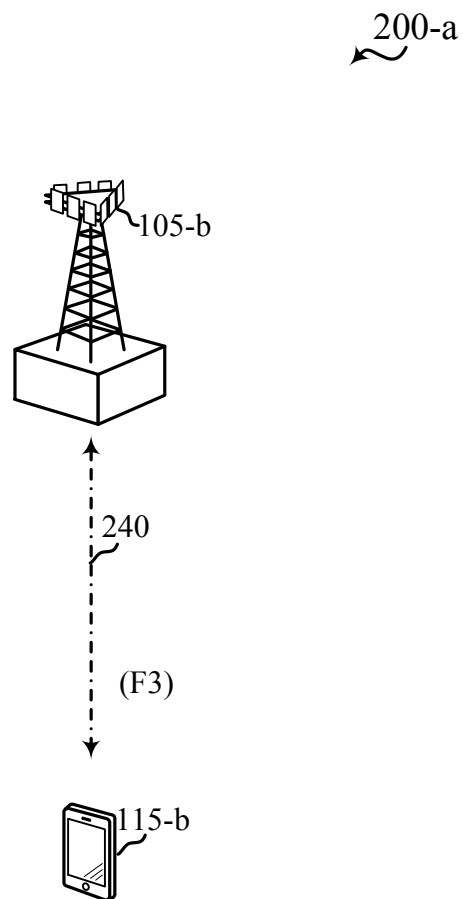


FIG. 2B

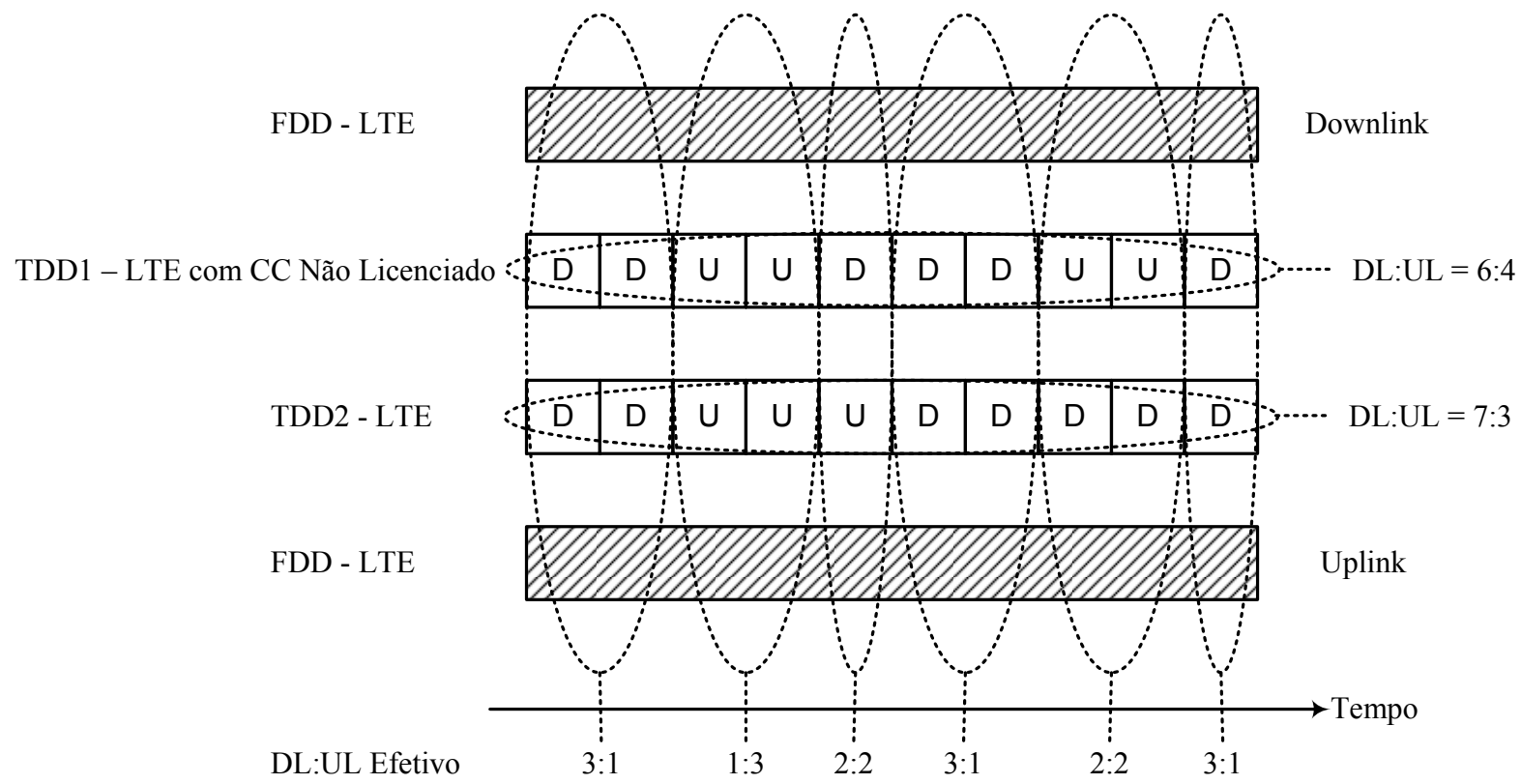


FIG. 3

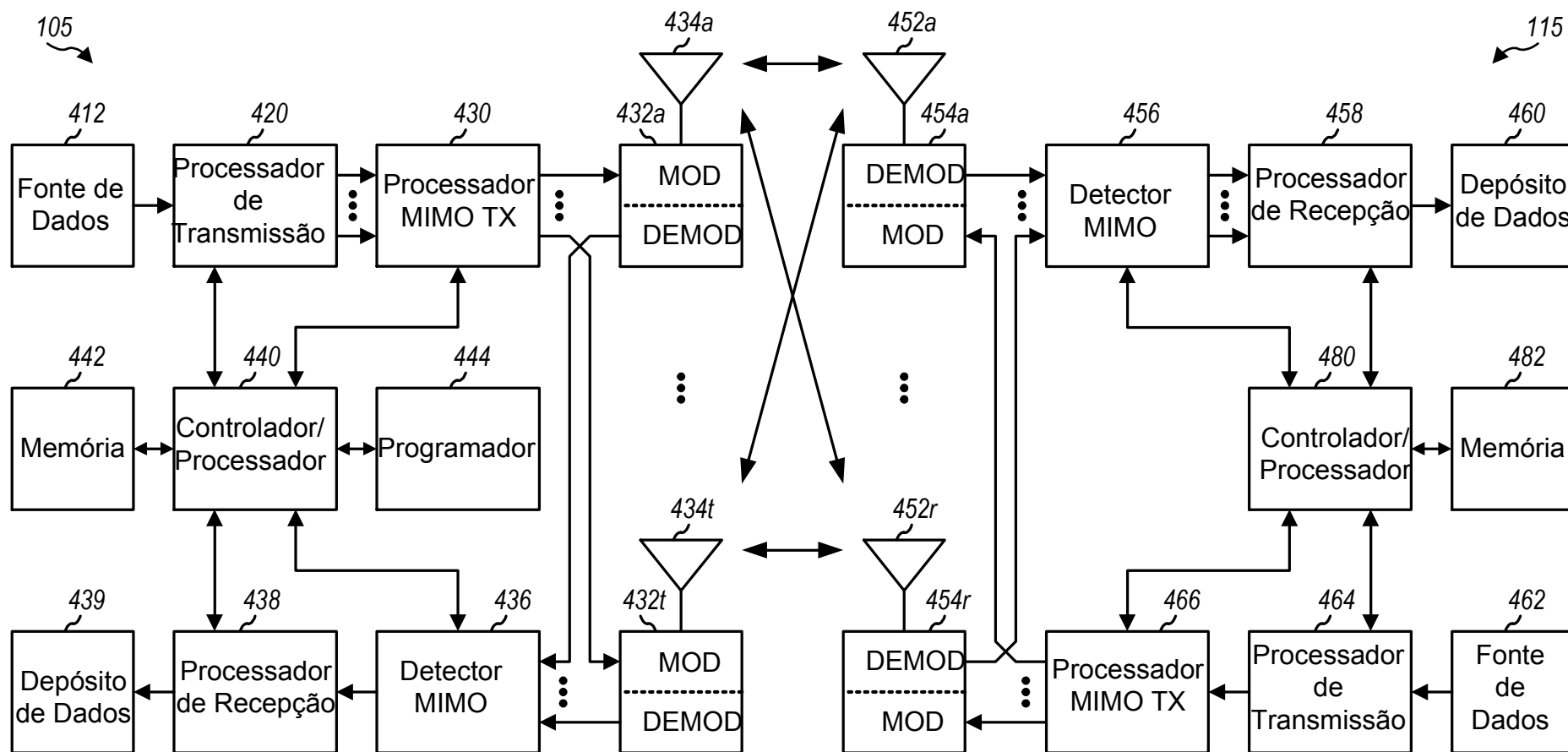


FIG. 4

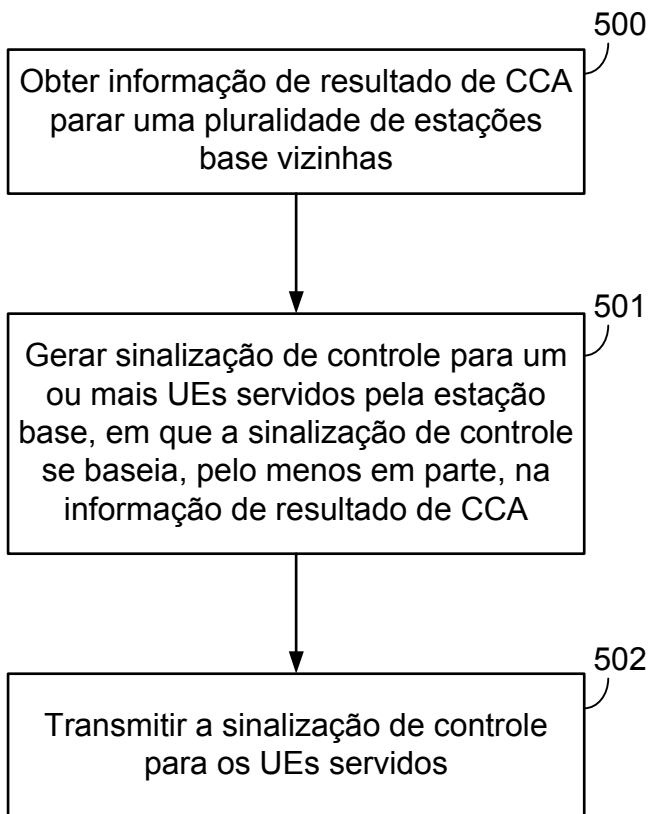


FIG. 5A

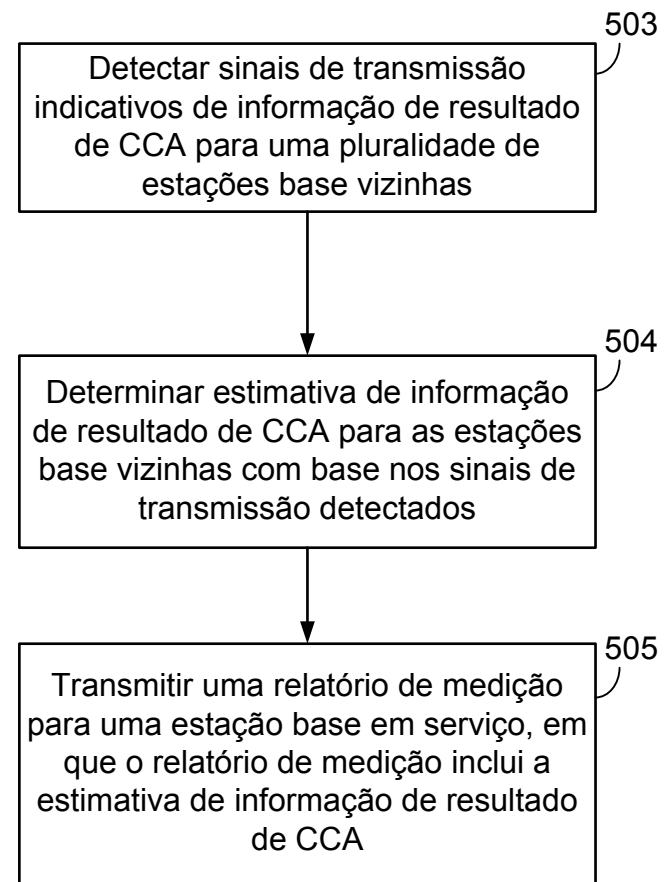


FIG. 5B

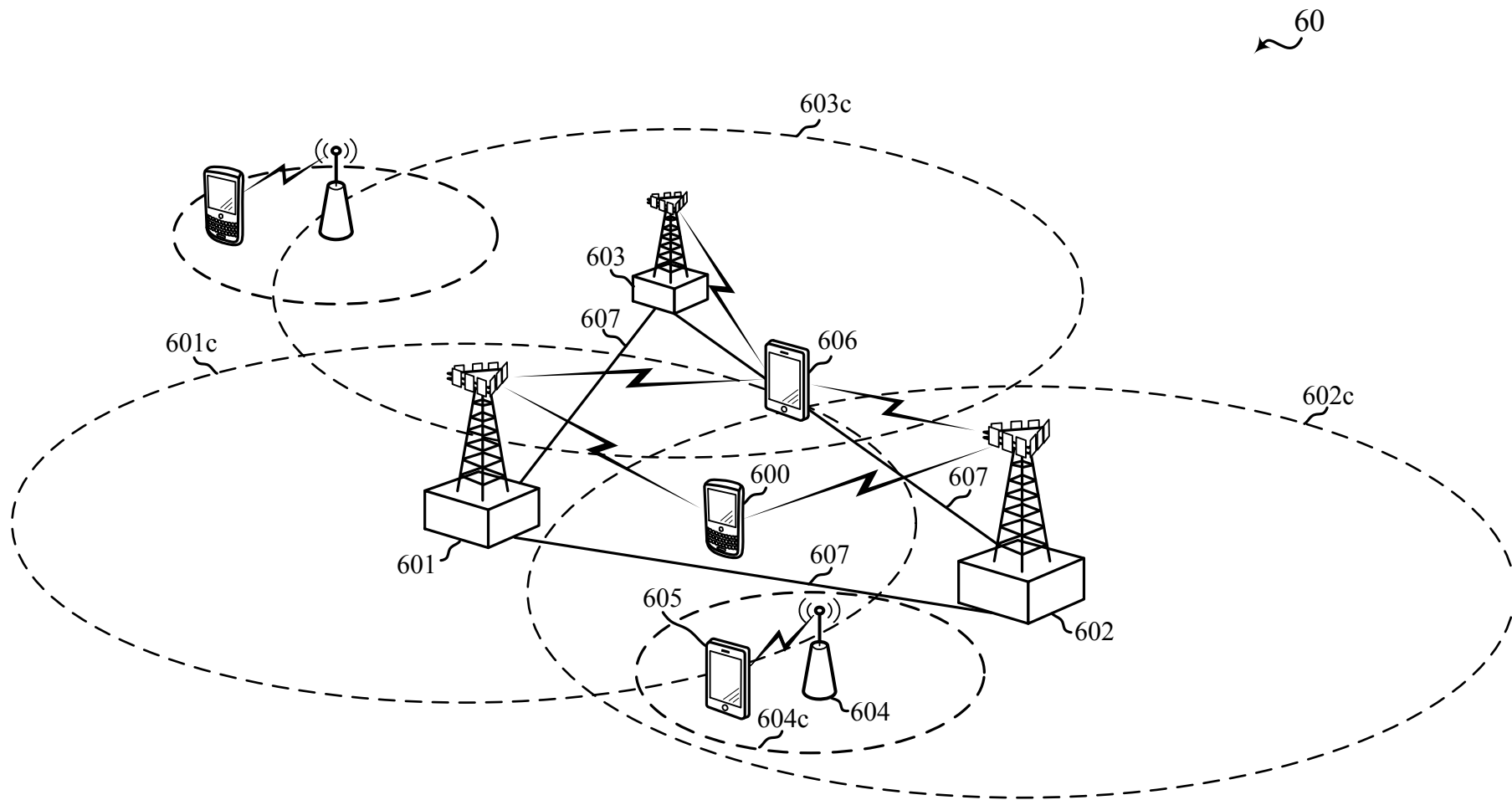


FIG. 6A

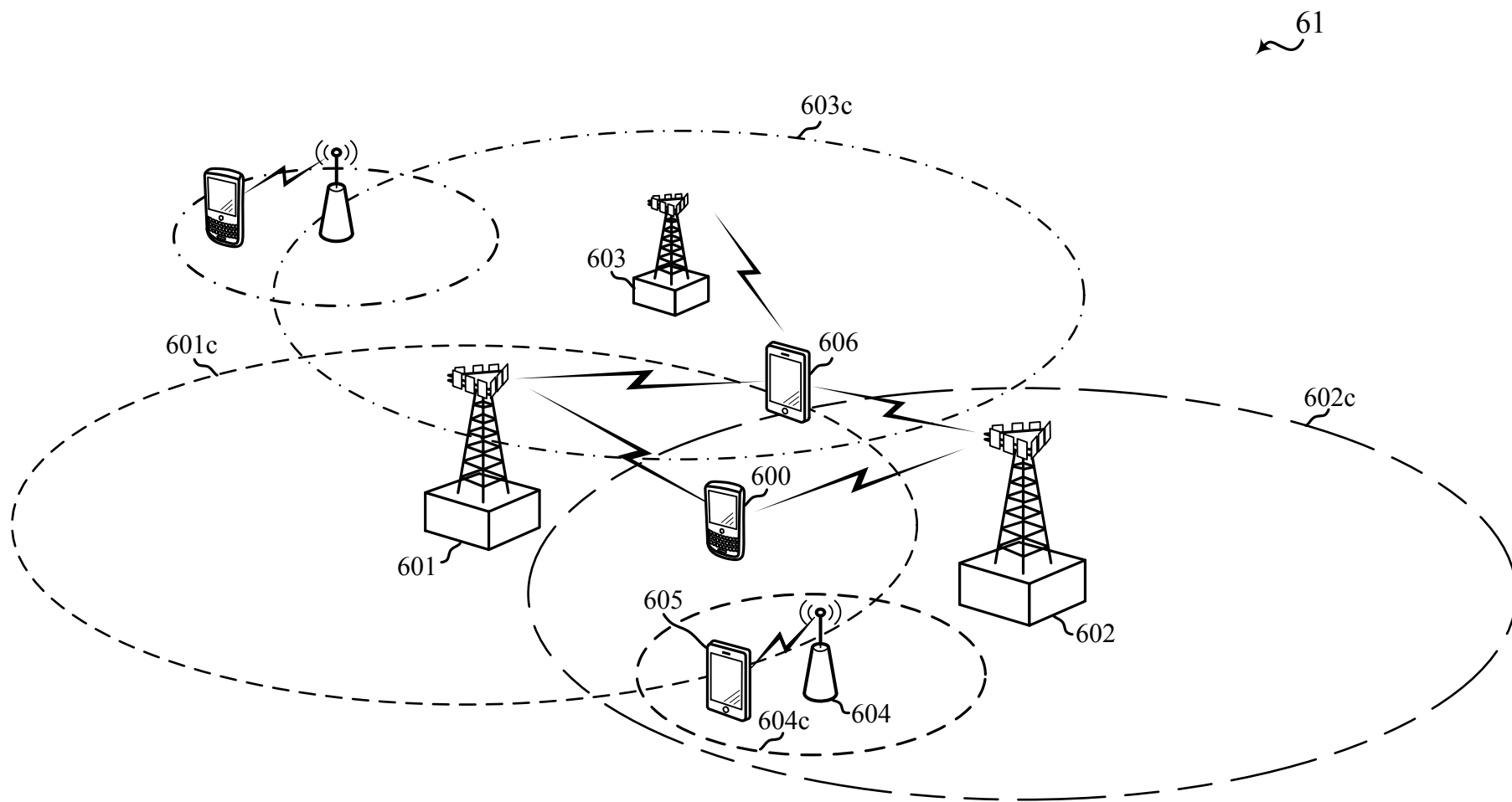


FIG. 6B



FIG. 6C

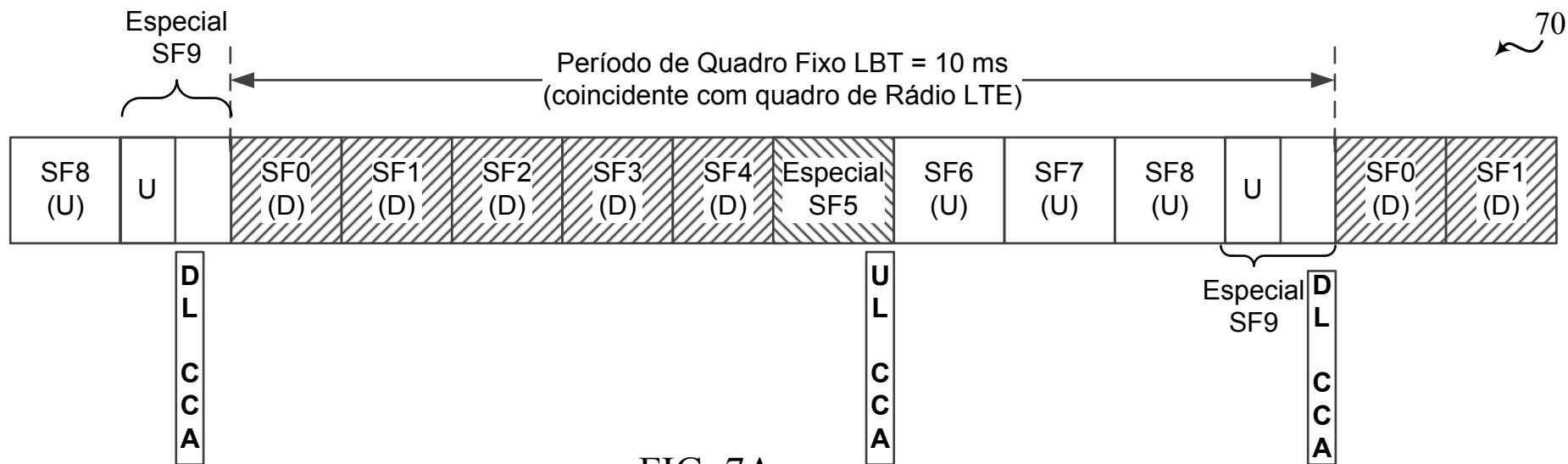


FIG. 7A

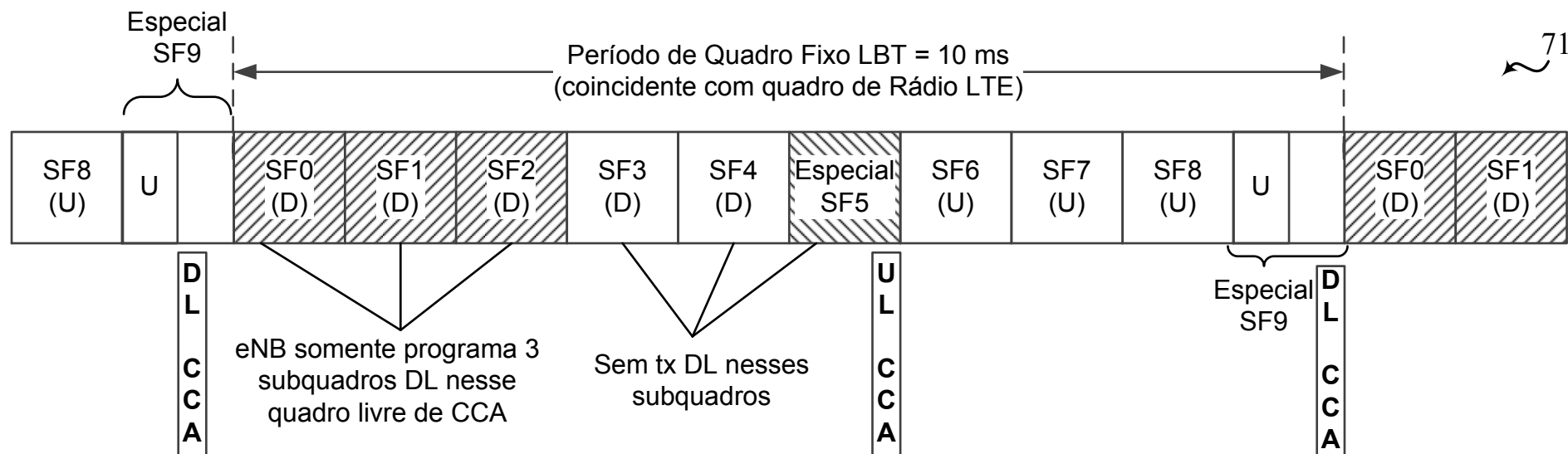


FIG. 7B

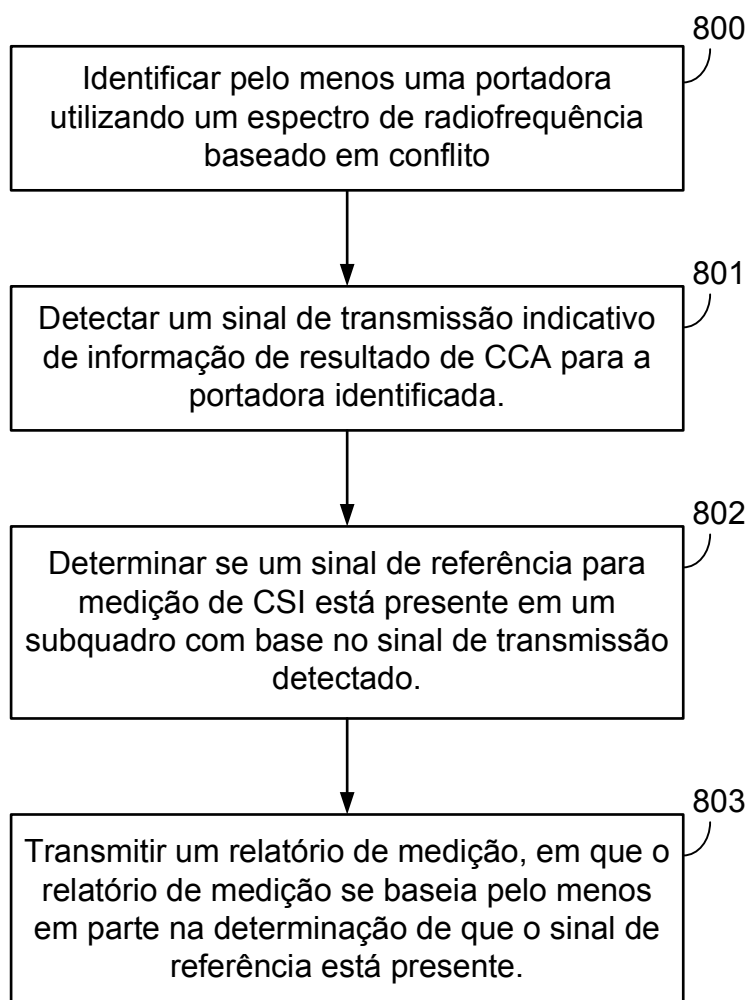


FIG. 8

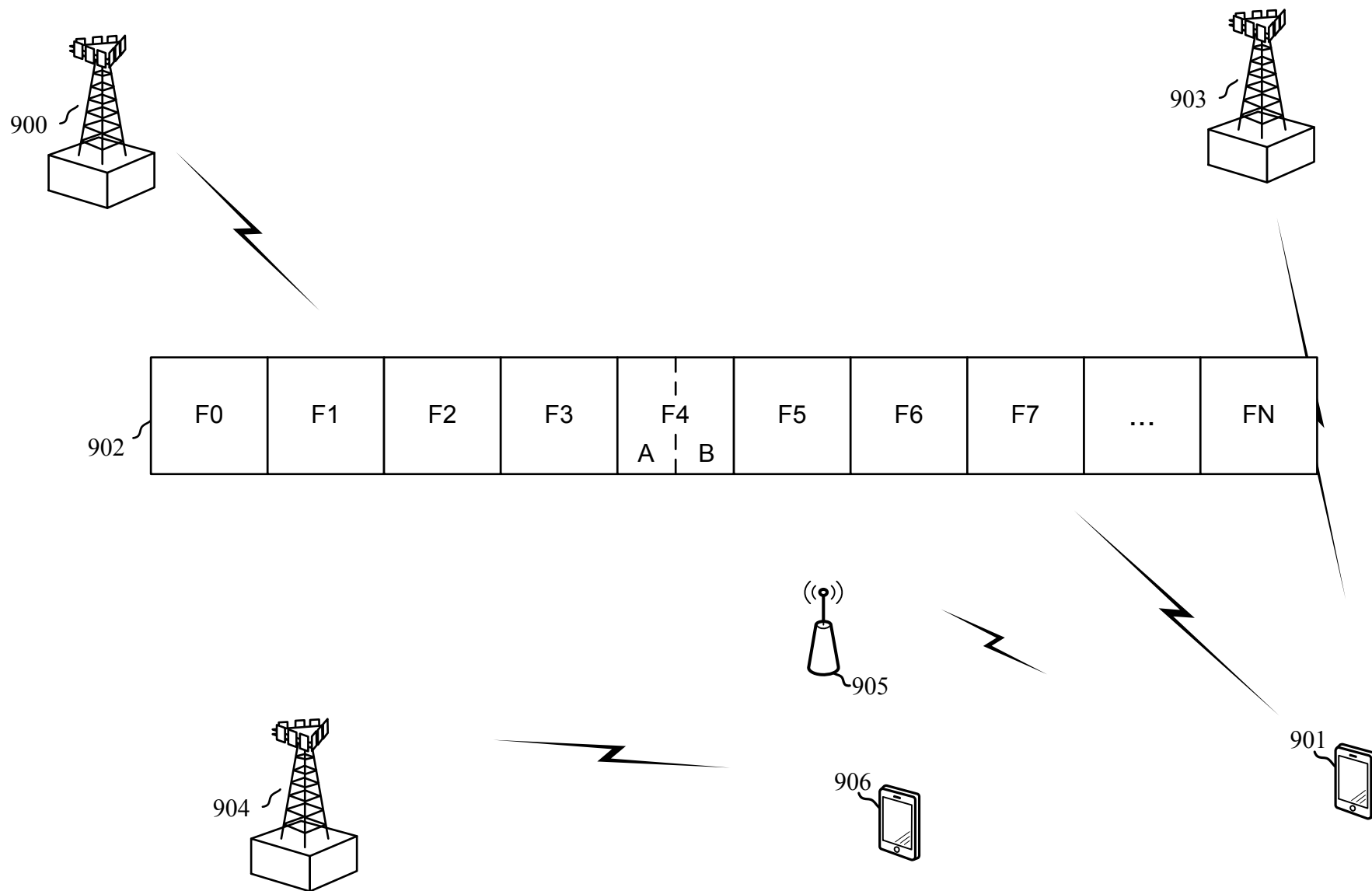


FIG. 9

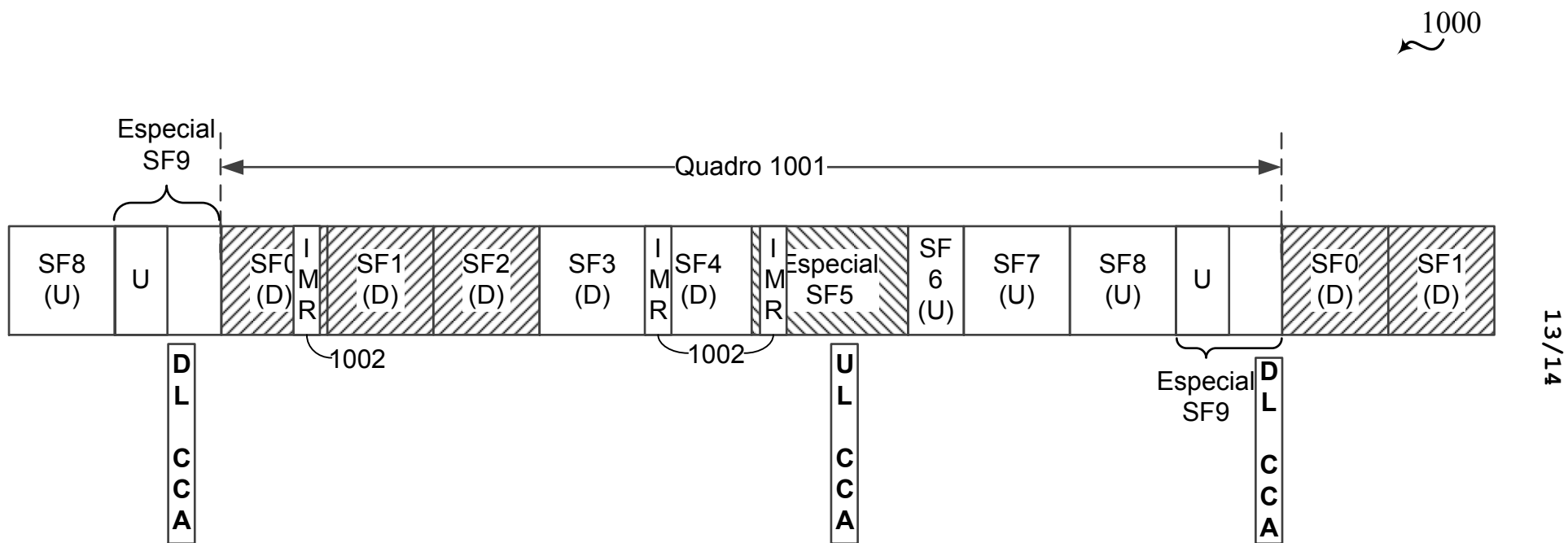


FIG. 10

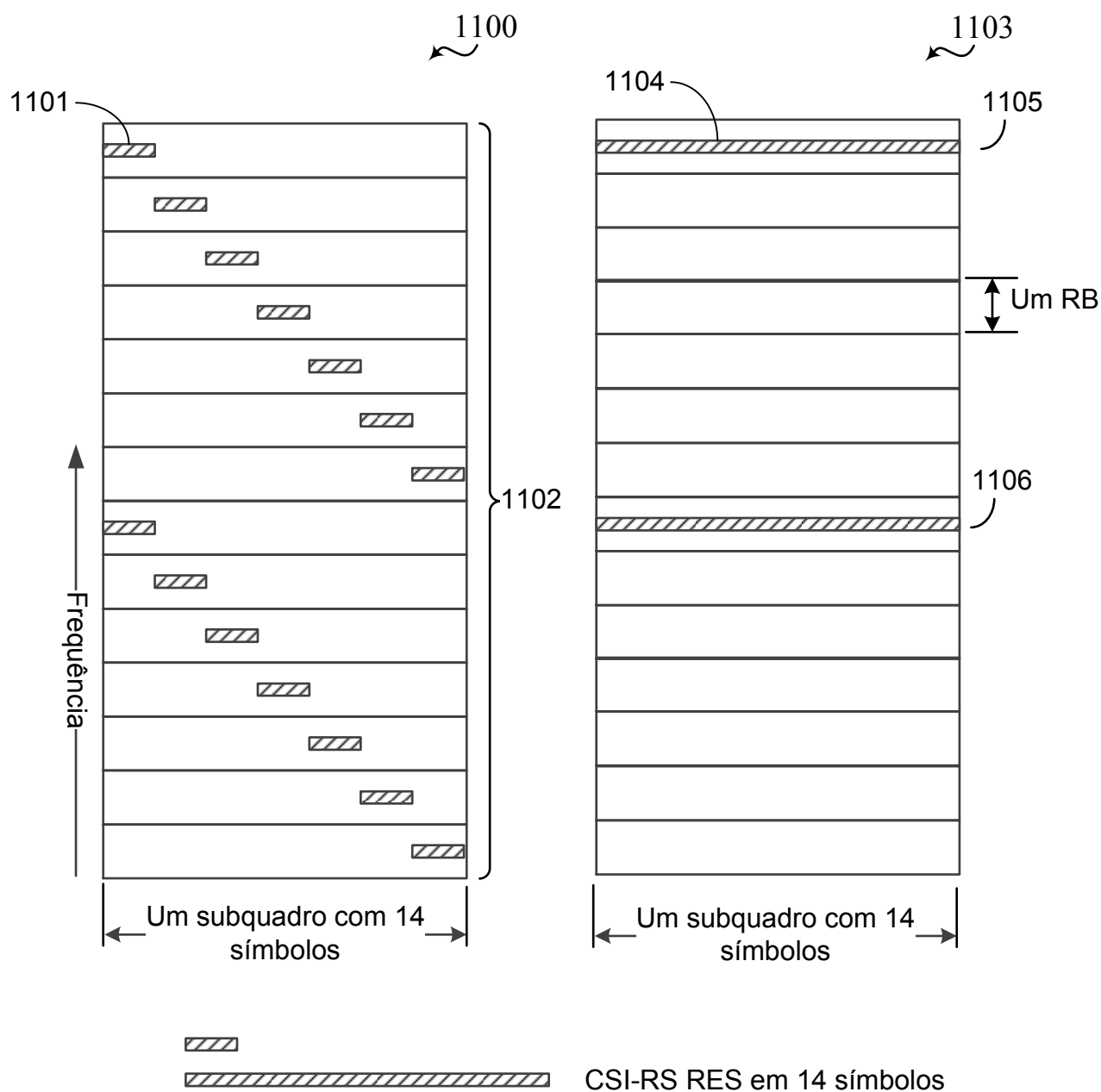


FIG. 11A

FIG. 11B