



**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



**(11) BR 112018015225-0 B1**

**(22) Data do Depósito:** 07/11/2016

**(45) Data de Concessão:** 20/02/2024

**(54) Título:** MEDIÇÃO DE CSI EFICIENTE DE ENERGIA PARA FD-MIMO

**(51) Int.Cl.:** H04W 24/10.

**(30) Prioridade Unionista:** 28/01/2016 CN PCT/CN2016/072502.

**(73) Titular(es):** QUALCOMM INCORPORATED.

**(72) Inventor(es):** CHAO WEI.

**(86) Pedido PCT:** PCT CN2016104860 de 07/11/2016

**(87) Publicação PCT:** WO 2017/128800 de 03/08/2017

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 25/07/2018

**(57) Resumo:** Reconfiguração dinâmica de recursos de CSI-RS para divulgação de CSI é descrita para sistemas de múltiplas entradas e múltiplas saídas de dimensão completa (FD-MIMO). Enquanto um grande número de recursos de sinal de referência (CSI-RS) de informação de estado de canal (CSI) são configurados e associados com um processo de CSI, somente um subconjunto de recursos que são ativados por sinalização adicional são utilizados para medição e divulgação de CSI. O conjunto de recursos de CSI-RS ativos pode incluir somente um único recurso de CSI-RS. Tanto a divulgação de CSI periódica quanto a divulgação de CSI não periódica podem, portanto, ser baseadas no mesmo conjunto de recursos de CSI-RS ativados. Os elementos de controle do controle de acesso à mídia (MAC) podem ser utilizados para prover ativação/desativação dos recursos de CSI-RS. Adicionalmente, a divulgação de CSI pode ser baseada em ambos os recursos de CSI-RS ativados e o número associado de portas de antena.

"MEDIÇÃO DE CSI EFICIENTE DE ENERGIA PARA FD-MIMO"

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] Este pedido de patente de invenção reivindica o benefício junto a um Pedido de Patente de Invenção PCT, cujo número de identificação é PCT/CN2016/072502, intitulado, "MEDIÇÃO DE CSI EFICIENTE DE ENERGIA PARA FD-MIMO", depositado em 28 de Janeiro de 2016, o qual é expressamente incorporado por meio de referência a este documento em sua totalidade.

ANTECEDENTES

Campo

[0002] Aspectos da presente invenção se referem, de maneira geral, a sistemas de comunicação sem fio e, mais particularmente, a medição de informação de estado de canal (CSI) de canal eficiente de energia para múltiplas entradas e múltiplas saídas de dimensão completa.

Antecedentes

[0003] Redes de comunicação sem fio são amplamente empregadas para prover diversos serviços tais como voz, vídeo, pacote de dados, mensagens, transmissão e similares. Estas redes sem fio podem ser redes de múltiplos acessos capazes de suportar múltiplos usuários ao compartilhar os recursos de rede disponíveis. Tais redes, as quais são normalmente redes de acesso múltiplo, comunicações de suporte para múltiplos usuários ao 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 via rádio (RAN) definida como uma parte do Sistema de Telecomunicações Móvel Universal (UMTS), uma tecnologia de telefone móvel de

terceira geração (3G) suportada pelo Projeto de Parceria de 3ª Geração (3GPP). Exemplos de formatos de redes de múltiplos acessos incluem redes de Acessos Múltiplos de Divisão de Código (CDMA), redes de Acessos Múltiplos de Divisão de Tempo (TDMA), redes de Acessos Múltiplos de Divisão de Frequência (FDMA), redes de FDMA Ortogonal (OFDMA), e redes de FDMA de Portadora Única (SC-FDMA).

[0004] Uma rede de comunicação sem fios pode incluir um número de estações base ou nós B que pode suportar comunicação para um número de equipamentos de usuário (UEs). Um UE pode se comunicar com uma estação base através de um downlink e uplink. O downlink (ou link posterior) se refere a um link de comunicação proveniente da estação base em direção ao UE, e o uplink (link anterior) se refere ao link de comunicação proveniente do UE em direção à estação base.

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

[0006] Tendo em vista que a demanda por acesso à banda larga móvel continua a crescer, as possibilidades

de interferência e redes congestionada cresce à medida que mais UEs acessam as redes de comunicação sem fio de longo alcance e mais sistemas sem fio de curto alcance sendo empregados em comunidades. Pesquisa e Desenvolvimento continuam a avançar as tecnologias de UMTS não somente para suprir a crescente demanda por acesso à banda larga móvel, mas também para avançar e aperfeiçoar a experiência de usuário com comunicações sem fio.

#### SUMÁRIO

[0007] Em um aspecto da invenção, um método de comunicação sem fio inclui uma identificação de uma pluralidade de recursos de sinal de referência (CSI-RS) de informação de estado de canal (CSI) configurados e associados a um processo de CSI para relato de CSI, receber um sinal de configuração identificando um subconjunto de recursos de CSI-RS da pluralidade de recursos de CSI-RS que são ativados para medição e relato de CSI, em que o subconjunto da pluralidade dos recursos de CSI-RS inclui poucos recursos de CSI-RS do que a pluralidade de CSI-RS, e transmissão de um relatório de CSI com base no subconjunto de recursos de CSI-RS.

[0008] Em um aspecto adicional da invenção, um aparelho configurado para comunicação sem fio inclui meios para receber uma identificação de uma pluralidade de recursos de CSI-RS configurado e associado com um processo de CSI para relato de CSI, meios para receber um sinal de configuração identificando um subconjunto de recursos de CSI-RS da pluralidade de recursos de CSI-RS que são ativados para medição e relato de CSI, em que o subconjunto da pluralidade dos recursos de CSI-RS inclui poucos

recursos de CSI-RS do que a pluralidade de recursos de CSI-RS, e meios para transmitir um relatório de CSI com base no subconjunto de recursos de CSI-RS.

[0009] Em um aspecto adicional da invenção, um meio legível por computador não transitório tendo código de programação gravado no mesmo. O código de programação inclui ainda código para receber uma identificação de uma pluralidade de recursos de CSI-RS configurados e associados com um processo de CSI para relato de CSI, código para receber um sinal de configuração identificando um subconjunto de recursos de CSI-RS da pluralidade de recursos de CSI-RS que são ativados para medição e relato de CSI, em que o subconjunto da pluralidade de recursos de CSI-RS inclui poucos recursos de CSI-RS do que a pluralidade de recursos de CSI-RS, e código para transmitir um relatório de CSI baseado no subconjunto de recursos de CSI-RS.

[0010] Em um aspecto adicional da invenção, um aparelho configurado para comunicação sem fio é revelado. Um aparelho inclui ao menos um processador, e uma memória acoplada ao processador. O processador é configurado para receber uma identificação de uma pluralidade de recursos de CSI-RS configurada e associada com um processo de CSI para relato de CSI, para receber um sinal de configuração identificando um subconjunto de recursos da pluralidade de recursos de CSI-RS que são ativados para medição e relato de CSI, em que o subconjunto da pluralidade dos recursos de CSI-RS inclui menos recursos de CSI-RS do que a pluralidade de recursos de CSI-RS, e para transmitir um relatório de CSI baseado no subconjunto de recursos de CSI-RS.

[0011] O conteúdo supracitado definiu, de maneira ampla, as características e vantagens técnicas dos exemplos de acordo com a invenção no intuito de que a descrição detalhada a seguir possa ser melhor compreendida. Características e vantagens adicionais serão descritas neste documento. A conceituação e exemplos específicos revelados podem ser prontamente utilizados como uma base para modificar ou projetar outras estruturas para executar as mesmas propostas do presente documento. Tais construções equivalentes não se afastam do escopo das reivindicações em anexo. Características dos conceitos revelados neste documento, tanto sua organização quanto o método de operação, juntamente com as vantagens associadas serão melhor compreendidas a partir da descrição a seguir quando consideradas em conexão com as figuras em anexo. Cada uma das figuras é provida com o propósito de ilustração e descrição, e não como uma definição dos limites das reivindicações.

#### DESCRIÇÃO BREVE DAS FIGURAS

[0012] Uma compreensão adicional da natureza e das vantagens da presente invenção pode ser realizada por meio de referência às figuras a seguir. As figuras em anexo, componentes similares, ou elementos podem ter o mesmo símbolo de referência. Além disso, diversos componentes do mesmo tipo podem ser distintos entre os componentes similares. Caso somente o primeiro símbolo de referência seja usado no relatório, a descrição é aplicável a qualquer um dos componentes similares tendo o mesmo primeiro símbolo de referência independente do segundo símbolo de referência.

[0013] A FIG. 1 é um diagrama de bloco ilustrando detalhes de um sistema de comunicação sem fio.

[0014] A FIG. 2 é um diagrama de blocos ilustrando conceitualmente um desenho de uma estação base/eNB e um UE configurado de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0015] A FIG. 3 é um diagrama ilustrando um típico arranjo de antena ativo em 2D.

[0016] A FIG. 4A é um diagrama de blocos ilustrando um exemplo de estação base transmitindo CSI-RS não pré-codificado.

[0017] A FIG. 4B é um diagrama de blocos ilustrando um exemplo de estação base transmitindo CSI-RS de feixe formado utilizando recursos de CSI-RS.

[0018] As FIGs. 5A e 5B são diagramas de bloco ilustrando blocos exemplificativos executados para implementar um ou mais aspectos da invenção.

[0019] As FIGs. 6A e 6B são diagramas de bloco ilustrando fluxos de transmissão de comunicações entre uma estação base e um UE configurado para aspectos da presente invenção.

[0020] A FIG. 7 é um diagrama de blocos ilustrando um eNB configurado de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0021] A FIG. 8 é um diagrama de blocos ilustrando um UE configurado de acordo com um aspecto da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA

[0022] A descrição detalhada apresentada abaixo, em ligação com as figuras em anexo, pretende ser uma descrição de várias configurações possíveis e não se destina a limitar o escopo da invenção. Em vez disso, a descrição detalhada inclui detalhes específicos com a finalidade de fornecer uma compreensão completa do conteúdo inventivo do documento. Será evidente para os especialistas na técnica que estes detalhes específicos não são necessários em todos os casos e que, em alguns casos, as estruturas e componentes bem conhecidos são mostrados na forma de diagrama de blocos para clareza de apresentação.

[0023] Esta invenção refere-se, de maneira genérica, ao fornecimento ou participação em acesso compartilhado autorizado entre dois ou mais sistemas de comunicações sem fio, também conhecidos como redes de comunicação sem fio. Em várias modalidades, as técnicas e aparelhos podem ser utilizados para redes de comunicação sem fios tais como 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 ortogonais de FDMA (OFDMA) , redes de FDMA com uma única portadora (SC-FDMA), redes LTE, redes GSM, bem como outras redes de comunicações. Conforme descrito neste documento, os termos "redes" e "sistemas" podem ser usados de forma intercambiável.

[0024] Uma rede CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, tal como acesso universal a rádio terrestre (UTRA), cdma2000, e similares. O UTRA inclui banda larga CDMA (W-CDMA) e taxa de chip baixa (LCR). O CDMA2000 abrange os padrões IS-2000, IS-95 e IS-856.



[0025] Uma rede TDMA pode implementar uma tecnologia de rádio como o Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM). O 3GPP define padrões para a rede de acesso por rádio (RAN) de GSM EDGE (taxas de dados melhoradas para evolução de GSM), também denominada GERAN. GERAN é o componente de rádio do GSM /EDGE, juntamente com a rede que une as estações base (por exemplo, as interfaces Ater e Abis) e os controladores da estação base (interfaces A, etc.). A rede de acesso de rádio representa um componente de uma rede GSM, através da qual as chamadas telefônicas e dados de pacote são roteados de e para a rede telefônica pública comutada (PSTN) e Internet para e de aparelhos de assinantes, também conhecidos como terminais de usuário ou equipamentos de usuário (UEs). A rede de operadora de telefonia celular pode compreender um ou mais GERANs, que podem ser acoplados a UTRANs no caso de uma rede UMTS/GSM. Uma rede de operadores também pode incluir uma ou mais redes LTE e/ou uma ou mais outras redes. Os vários tipos de redes diferentes podem usar diferentes tecnologias de acesso de rádio (RATs) e redes de acesso de rádio (RANs).

[0026] Uma rede OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, tal como o UTRA (E-UTRA), o IEEE 802.11, o IEEE 802.16, o IEEE 802.20, o flash-OFDM e similares. UTRA, E-UTRA e GSM fazem parte do sistema universal de telecomunicações móveis (UMTS). Em particular, a evolução a longo prazo (LTE) é uma versão do UMTS que usa o E-UTRA. O UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS e LTE são descritos em documentos fornecidos por uma organização chamada "Projeto de Parceria de 3ª Geração" (3GPP), e o cdma2000 é descrito em documentos de uma organização

denominada "Projeto de Parceria de 3ª Geração 2" (3GPP2). Essas várias tecnologias e padrões de rádio são conhecidos ou estão sendo desenvolvidos. Por exemplo, o Projeto de Parceria de 3ª Geração (3GPP) é uma colaboração entre grupos de associações de telecomunicações que visa definir uma especificação de telefone celular de terceira geração (3G) aplicável globalmente. A evolução de longo prazo (LTE) de 3GPP é um projeto de 3GPP que visa aperfeiçoar o padrão de telefonia móvel universal do sistema de telecomunicações móveis (UMTS). O 3GPP pode definir especificações para a próxima geração de redes móveis, sistemas móveis, e dispositivos móveis. Para maior clareza, certos aspectos do aparelho e técnicas podem ser descritos abaixo para implementações de LTE ou de uma maneira centrada no LTE, e a terminologia de LTE pode ser usada como exemplos ilustrativos em partes da descrição abaixo; entretanto, a descrição não pretende ser limitada a aplicações de LTE. De fato, a presente invenção diz respeito ao acesso compartilhado ao espectro sem fios entre redes, utilizando diferentes tecnologias de acesso rádio ou interfaces aéreas de rádio.

[0027] Um novo tipo de portadora baseado em LTE/LTE-A, inclusive no espectro não licenciado, também foi sugerido como passível de ser compatível com Wi-Fi de nível de portadora, tornando o LTE/LTE-A com espectro não licenciado uma alternativa ao WiFi. O LTE/LTE-A, quando operando em espectro não licenciado, pode alavancar conceitos de LTE e introduzir algumas modificações nos aspectos de camada física (PHY) e controle de acesso ao meio (MAC) da rede ou dispositivos de rede para prover

operação eficiente no espectro não licenciado e atender aos requisitos regulatórios. O espectro não licenciado utilizado pode variar de várias centenas de Megahertz (MHz) até dezenas de Gigahertz (GHz), por exemplo. Em operação, essas redes LTE/LTE-A podem operar com qualquer combinação de espectro licenciado ou não licenciado, dependendo do carregamento e da disponibilidade. Desta forma, pode ser evidente, para um especialista na técnica, que os sistemas, aparelhos e métodos descritos neste documento podem ser aplicados a outros sistemas e aplicações de comunicações.

[0028] Os projetos de sistema podem suportar vários sinais de referência de frequência de tempo para o downlink e uplink para facilitar a formação de feixes e outras funções. Um sinal de referência é um sinal gerado com base em dados conhecidos e também pode ser referido como piloto, preâmbulo, sinal de treino, sinal sonoro, e similares. Um sinal de referência pode ser usado por um receptor para várias finalidades, tais como estimativa de canal, demodulação coerente, medição de qualidade de canal, medição de intensidade de sinal, e similares. Os sistemas MIMO que utilizam múltiplas antenas geralmente permitem a coordenação do envio de sinais de referência entre antenas, no entanto, os sistemas de LTE não fornecem, em geral, coordenação de envio de sinais de referência de múltiplas estações base ou eNBs.

[0029] Em algumas implementações, um sistema pode utilizar duplexação por divisão de tempo (TDD). Para TDD, o downlink e o uplink compartilham o mesmo espectro de frequência ou canal, e as transmissões de downlink e de uplink são enviadas no mesmo espectro de frequência. A

resposta do canal de downlink pode assim ser correlacionada com a resposta do canal de uplink. A reciprocidade pode permitir que um canal de downlink seja estimado com base nas transmissões enviadas através do uplink. Estas transmissões de uplink podem ser sinais de referência ou canais de controle de uplink (que podem ser utilizados como símbolos de referência após demodulação). As transmissões de uplink podem permitir a estimativa de um canal seletivo de espaço através de múltiplas antenas.

[0030] Em implementações de LTE, a multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) é usada para o downlink - isto é, de uma estação base, ponto de acesso ou eNó B (eNB) para um terminal de usuário ou UE. O uso do OFDM atende ao requisito LTE de flexibilidade de espectro e permite soluções eficientes em termos de custo para portadoras de grande porte com altas taxas de pico, e é uma tecnologia bem estabelecida. Por exemplo, o OFDM é usado em padrões como IEEE 802.11a/g, 802.16, Rádio de Alto Desempenho de LAN-2 (HIPERLAN-2, onde LAN significa Rede de Área Local) padronizada pelo Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicações (ETSI), Transmissão de Vídeo Digital (DVB) publicado pela Junta de Comitê Técnico do ETSI, e outros padrões.

[0031] Blocos de recursos físicos de frequência de tempo (também indicados aqui como blocos de recursos ou "RBs" para brevidade) podem ser definidos em sistemas OFDM como grupos de portadores de transporte (por exemplo, sub-portadoras) ou intervalos designados para transportar dados. Os RBs são definidos ao longo de um período de tempo e frequência. Os blocos de recursos são

compostos de elementos de recurso de frequência de tempo (também indicados neste documento como elementos de recurso ou "REs" para brevidade), que podem ser definidos por índices de tempo e frequência em um intervalo. Detalhes adicionais de LTE de RBs e REs são descritos nas especificações 3GPP, como, por exemplo, 3GPP de TS 36.211.

[0032] A UMTS LTE suporta larguras de banda de portadora escaláveis de 20 MHz até 1,4 MHz. Em LTE, uma RB é definida como 12 subportadoras quando a largura de banda da subportadora é de 15 kHz, ou 24 subportadoras quando a largura de banda da subportadora é de 7,5 kHz. Numa implementação exemplificativa, no domínio do tempo existe um quadro de rádio definido que tem 10 ms de comprimento e consiste em 10 subquadros de 1 milissegundo (ms) cada. Cada subquadro consiste em 2 intervalos, onde cada intervalo é de 0,5 ms. O espaçamento da sub-portadora no domínio da frequência, neste caso, é de 15 kHz. Doze dessas sub-portadoras juntas (por intervalo) constituem uma RB, portanto, nesta implementação, um bloco de recursos é de 180 kHz. Seis blocos de recursos cabem em uma portadora de 1,4 MHz e 100 blocos de recursos cabem em uma portadora de 20 MHz.

[0033] Vários outros aspectos e características da revelação são adicionalmente descritos abaixo. Deve ser evidente que os ensinamentos aqui apresentados podem ser incorporados numa ampla variedade de formas e que qualquer estrutura, função específica, ou ambas, descritas neste documento, são meramente representativas e não limitativas. Com base nos ensinamentos aqui apresentados, um indivíduo versado no

estado da técnica verificará que um aspecto revelado neste documento pode ser implementado independentemente de quaisquer outros aspectos e que dois ou mais destes aspectos podem ser combinados de diversas maneiras. Por exemplo, um aparelho pode ser implementado ou um método pode ser praticado usando qualquer número dos aspectos estabelecidos neste documento. Além disso, tal aparelho pode ser implementado ou tal método pode ser praticado utilizando outra estrutura, funcionalidade ou estrutura e funcionalidade em adição ou diferente de um ou mais dos aspectos estabelecidos neste documento. Por exemplo, um método pode ser implementado como parte de um sistema, dispositivo, aparelho e/ou como instruções armazenadas em um meio legível por computador para execução em um processador ou computador. Além disso, um aspecto pode compreender pelo menos um elemento de uma reivindicação.

[0034] A FIG. 1 mostra uma rede sem fio 100 para comunicação, que pode ser uma rede LTE-A. A rede sem fios 100 inclui um certo número de nós evoluídos Bs (eNBs) 105 e outras entidades de rede. Um eNB pode ser uma estação que se comunica com os UEs e também pode ser referida como uma estação base, um nó B, um ponto de acesso e similares. Cada eNB 105 pode fornecer cobertura de comunicação para uma área geográfica específica. No 3GPP, o termo "célula" pode se referir a essa área de cobertura geográfica específica de um eNB e/ou um subsistema eNB servindo a área de cobertura, dependendo do contexto em que o termo é usado.

[0035] Um eNB pode fornecer cobertura de comunicação para uma macro célula ou uma célula pequena,

tal como uma célula pico ou uma célula femto, e/ou outros tipos de célula. Uma macro célula geralmente cobre 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 pequena, tal como uma célula pico, cobriria geralmente uma área geográfica relativamente pequena e pode permitir acesso irrestrito por UEs com assinaturas de serviços com o fornecedor de rede. Uma célula pequena, tal como uma célula femto, geralmente também cobriria uma área geográfica relativamente pequena (por exemplo, uma casa) e, além de acesso irrestrito, também pode fornecer acesso restrito por UEs que tenham uma associação com a célula femto (por exemplo, UEs num grupo de assinantes fechado (CSG), UEs para usuários em casa e semelhantes). Um eNB para uma célula de macro pode ser referido como um macro eNB. Um eNB para uma célula pequena pode ser referido como um eNB de célula pequena, um pico eNB, um femto eNB, ou um eNB doméstico. No exemplo mostrado na FIG. 1, os eNBs 105a, 105b e 105c s eNBs macro para as células macro 110a, 110b e 110c, respectivamente. Os eNBs 105x, 105y e 105z são eNBs de células pequenas, que podem incluir eNBs pico ou femto que fornecem serviço a pequenas células 110x, 110y e 110z, respectivamente. Um eNB pode suportar uma ou várias células (por exemplo, dois, três, quatro e semelhantes).

[0036] A rede sem fio 100 pode suportar operação síncrona ou assíncrona. Para operação síncrona, os eNBs podem ter temporização de quadros similar, e transmissões de diferentes eNBs podem ser aproximadamente alinhadas no tempo. Para operação assíncrona, os eNBs

podem ter temporizações de quadros diferentes, e as transmissões de diferentes eNBs podem não estar alinhadas no tempo.

[0037] Os UEs 115 estão dispersos por toda a rede sem fios 100, e cada UE pode ser estacionário ou móvel. Um UE pode também ser referido como um terminal, uma estação móvel, uma unidade de assinante, uma estação, ou semelhante. Um UE pode ser um telefone celular, um assistente digital pessoal (PDA), um modem sem fio, um dispositivo de comunicação sem fio, um dispositivo portátil, um tablet, um laptop, um telefone sem fio, uma estação de circuito local sem fio (WLL), ou semelhante. Um UE pode ser capaz de se comunicar com eNBs macro, eNBs pico, eNBs femto, relés e similares. Na FIG. 1, um raio (por exemplo, ligações de comunicação 125) indica transmissões sem fios entre um UE e um eNB de serviço, que é um eNB designado para servir o UE no downlink e/ou uplink, ou transmissão desejada entre eNBs. A comunicação de recuo com fio 134 indica comunicações de recuo com fio que podem ocorrer entre eNBs.

[0038] O LTE/-A utiliza multiplexagem por divisão de frequência ortogonal (OFDM) no downlink e multiplexagem por divisão de frequência de portadora única (SC-FDM) no uplink. A OFDM e SC-FDM particionam a largura de banda do sistema em subportadoras ortogonais múltiplas (X), que são também comumente referidas como tons, caixas ou semelhantes. Cada subportadora pode ser modulada com dados. Em geral, os símbolos de modulação são enviados no domínio da frequência com OFDM e no domínio do tempo com SC-FDM. O espaçamento entre subportadoras adjacentes pode



ser fixo, e o número total de subportadoras (X) pode ser dependente da largura de banda do sistema. Por exemplo, X pode ser igual a 72, 180, 300, 600, 900 e 1200 para uma largura de banda do sistema correspondente de 1.4, 3, 5, 10, 15 ou 20 megahertz (MHz), respectivamente. A largura de banda do sistema também pode ser particionada em sub-bandas. Por exemplo, uma sub-banda pode cobrir 1.08 MHz, e pode haver 1, 2, 4, 8 ou 16 sub-bandas para uma largura de banda do sistema correspondente de 1.4, 3, 5, 10, 15 ou 20 MHz, respectivamente.

[0039] A FIG. 2 mostra um diagrama de blocos de um desenho de uma estação base/eNB 105 e um UE 115, que pode ser uma das estações base/eNBs e um dos UEs na FIG. 1. Para um cenário de associação restrita, o eNB 105 pode ser a pequena célula eNB 105z na FIG. 1, e o UE 115 pode ser o UE 115z, o qual, para acessar as pequenas células de eNB 105z, seria incluído em uma lista de UE acessíveis para eNB 105z de células pequenas. O eNB 105 também pode ser uma estação base de algum outro tipo. O eNB 105 pode estar equipado com antenas 234a a 234t, e o UE 115 pode estar equipado com antenas 252a a 252r.

[0040] No eNB 105, um processador de transmissão 220 pode receber dados de uma fonte de dados 212 e informações de controle de um controlador/processador 240. A informação de controle pode ser para o PBCH, PCFICH, PHICH, PDCCH, etc. Os dados podem ser para o PDSCH, etc. O processador de transmissão 220 pode processar (por exemplo, codificar e mapa de símbolos) os dados e informações de controle para obter símbolos de dados e símbolos de controle, respectivamente. O

processador de transmissão 220 também pode gerar símbolos de referência, por exemplo, para o PSS, SSS e sinal de referência específico da célula. Um processador MIMO (múltiplas entradas e múltiplas saídas) de transmissão (TX) 230 pode executar processamento espacial (por exemplo, pré-codificação) nos símbolos de dados, símbolos de controle e/ou símbolos de referência, se aplicável, e pode fornecer fluxos de símbolos de saída aos moduladores (MODs) 232a a 232t. Cada modulador 232 pode processar um fluxo de símbolos de saída respectivos (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter um fluxo de amostra de saída. Cada modulador 232 pode ainda processar (por exemplo, converter em analógico, amplificar, filtrar e converter de forma ascendente) o fluxo de amostra de saída para obter um sinal de ligação descendente. Os sinais de downlink dos moduladores 232a a 232t podem ser transmitidos através das antenas 234a a 234t, respectivamente.

[0041] No UE 115, as antenas 252a a 252r podem receber os sinais de downlink do eNB 105 e podem fornecer sinais recebidos aos demoduladores (DEMODs) 254a a 254r, respectivamente. Cada demodulador 254 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter negativamente e digitalizar) um sinal recebido respectivo para obter amostras de entrada. Cada demodulador 254 pode processar adicionalmente as amostras de entrada (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter símbolos recebidos. Um detector de MIMO 256 pode obter símbolos recebidos de todos os demoduladores 254a a 254r, realizar detecção MIMO nos símbolos recebidos, se aplicável, e fornecer símbolos detectados. Um processador de recepção 258 pode processar

(por exemplo, demodular, desintercalas e decodificar) os símbolos detectados, fornecer dados decodificados para o UE 115 a um depósito de dados 260 e fornecer informação de controle decodificada a um controlador /processador 280.

[0042] No uplink, no UE 115, um processador de transmissão 264 pode receber e processar dados (por exemplo, para o PUSCH) a partir de uma fonte de dados 262 e informação de controle (por exemplo, para o PUCCH) do controlador/processador 280. O processador de transmissão 264 também pode gerar símbolos de referência para um sinal de referência. Os símbolos do processador de transmissão 264 podem ser pré-codificados por um processador 266 TX MIMO, se aplicável, processados adicionalmente pelos moduladores 254a a 254r (por exemplo, para SC-FDM, etc.) e transmitidos ao eNB 105. No eNB 105, os sinais de uplink do UE 115 podem ser recebidos pelas antenas 234, processados pelos demoduladores 232, detectados por um detector MIMO 236, caso aplicável, e processados adicionalmente por um processador de recepção 238 para obter dados decodificados e informação de controle enviada pelo UE 115. O processador 238 pode fornecer os dados decodificados a um depósito de dados 239 e as informações de controle decodificadas ao controlador/processador 240.

[0043] Os controladores/processadores 240 e 280 podem direcionar a operação no eNB 105 e no UE 115, respectivamente. O controlador/processador 240 e/ou outros processadores e módulos no eNB 105 podem executar ou direcionar a execução de vários processos para as técnicas descritas neste documento. Os controladores/processador 280 e/ou outros processadores e módulos no UE 115 podem

também executar ou dirigir a execução dos blocos funcionais ilustrados nas FIGs. 5A e 5B, e/ou outros processos para as técnicas descritas neste documento. As memórias 242 e 282 podem armazenar dados e códigos de programa para o eNB 105 e o UE 115, respectivamente. Um programador 244 pode programar UEs para transmissão de dados no downlink e/ou uplink.

[0044] A tecnologia MIMO (múltiplas entradas e múltiplas saídas) geralmente permite que a comunicação aproveite a dimensão espacial por meio do retorno de informações de estado do canal (CSI) no eNB. Um eNB pode transmitir sinais de referência de CSI específicos de célula (CSI-RS) para os quais o UE mede CSI com base em configurações sinalizadas por eNB via RRC, tais como configuração de recursos e modo de transmissão de CSI-RS. Os CSI-RS são periodicamente transmitidos em periodicidades de 5, 10, 20, 40, 80 ms, ou semelhantes. Um UE pode relatar CSI em casos de relato de CSI também configurados pelo eNB. Como parte do relatório de CSI, o UE gera e relata o indicador de qualidade de canal (CQI), o indicador de matriz de pré-codificação (PMI) e o indicador de classificação (RI). O CSI pode ser relatado via PUCCH ou via PUSCH e pode ser relatado periodicamente ou de forma não periódica, com granularidade potencialmente diferente. Quando relatado via PUCCH, o tamanho da carga útil para o CSI pode ser limitado.

[0045] Com intuito de aumentar a capacidade do sistema, foi considerada a tecnologia dimensional total (FD)-MIMO, na qual um eNB utiliza um arranjo de antenas bidimensional (2D) com um grande número de antenas com

portas de antena com eixos horizontais e verticais, e que possui um maior número de unidades de transceptor. Para sistemas MIMO convencionais, a formação de feixes tem tipicamente implementado o uso somente da dimensão de azimuth, apesar de uma propagação 3D de múltiplos trajetos. No entanto, para o FD-MIMO, cada unidade transceptora tem seu próprio controle independente de amplitude e fase. Tal capacidade, juntamente com o arranjo de antenas ativas 2D, permite que o sinal transmitido seja direcionado não apenas na direção horizontal, como nos sistemas convencionais de múltiplas antenas, mas também simultaneamente na direção horizontal e vertical, o que proporciona maior flexibilidade na configuração do feixe direções de um eNB para um UE. Fornecer a direção de feixe dinâmico na direção vertical foi mostrada para resultar em ganho significativo na prevenção de interferência. Assim, as tecnologias FD-MIMO podem aproveitar tanto o azimuth quanto a elevação de formação de feixes, o que melhoraria muito a capacidade do sistema MIMO e a qualidade do sinal.

[0046] A FIG. 3 é um diagrama de blocos que ilustra um típico conjunto de antenas ativas em 2D 30. O arranjo de antenas ativas 30 é um conjunto de antenas planares uniformes de polarização cruzada de 64 transmissores compreendendo quatro colunas, em que cada coluna inclui oito elementos de antena verticais de polarização cruzada. Matrizes de antenas ativas são frequentemente descritas de acordo com o número de colunas de antena (N), o tipo de polarização (P), e o número de elementos verticais que possuem o mesmo tipo de polarização em uma coluna (M). Portanto, o arranjo de antenas ativas

30 tem quatro colunas ( $N=4$ ), com oito elementos de antena ( $M=8$ ) com polarização cruzada verticais ( $P = 2$ ).

[0047] Para uma estrutura de matriz 2D, a fim de explorar a dimensão vertical por formação de feixe de elevação, o CSI é necessário na estação base. O CSI, em termos de PMI, RI e CQI, pode ser alimentado de volta à estação base por uma estação móvel com base na estimativa de canal de ligação descendente e no(s) livro(s) de código PMI pré-definidos. No entanto, diferente do sistema MIMO convencional, o eNB com capacidade de FD-MIMO é tipicamente equipado com um sistema de antena de grande escala e, assim, a aquisição de CSI completa do UE é bastante desafiadora devido à complexidade da estimativa de canal e sobrecarga CSI-RS excessiva e sobrecarga de retorno de CSI do uplink de subida.

[0048] Para relatórios CSI em sistemas com FD-MIMO, um processo CSI pode ser configurado com uma das duas classes de relatório CSI, classe A não pré-codificada ou classe B com forma de feixe. A FIG. 4A é um diagrama de blocos que ilustra um exemplo de estação base 400 que transmite um CSI-RS 401 não pré-codificado. No relatório não pré-codificado de classe A, um recurso CSI-RS de potência diferente de zero (NZP) por processo CSI pode ser usado para medição de canal em que o número de portas CSI-RS pode ser 8, 12 ou 16. A medição de interferência no relatório de classe A pode incluir um recurso de medição de interferência CSI (IM) por processo CSI.

[0049] A estação base 400 serve os UEs 403 e 404 e os UEs 405 e 406 na estrutura 40. As portas de CSI-RS 2D transmitem CSI-RS 401 e PDSCH 402 não pré-codificados

para os UE 403 a 406. Ao relatar o retorno de CSI, os UE 403 a 406 medem o CSI-RS não pré-codificado e relatam o CQI, o indicador de matriz de pré-codificação (PMI) (livro de códigos 2D), e o indicador de classificação para a estação base 400.

[0050] A FIG. 4B é um diagrama de blocos que ilustra um exemplo de estação base 407 que transmite CSI-RS em forma de feixe utilizando recursos CSI-RS 408 a 410. Os recursos CSI-RS 408 a 410 podem ser direcionados para servir diferentes grupos UE, tais como o grupo UE 415, incluindo os UE 411 e 412, e o grupo UE 416, incluindo os UE 413 e 414 na estrutura 41. Como diferentes recursos CSI-RS são usados para diferentes grupos UE, ao fornecer feedback CSI, os UEs 411 a 414 relatam o CQI, PMI (livro de códigos 1D), indicador de classificação, assim como o indicador de recurso CSI-RS (CRI), se  $K > 1$ , que identifica para a estação de base 407 qual dos recursos CSI-RS o UE foi medido e provido para o retorno de informação de estado de canal (CSI).

[0051] No relato de CSI de feixe formado de classe B, cada processo CSI pode ser associado a K recursos/configurações de NZP CSI-RS, com portas  $N_k$  para o  $k$ -ésimo recurso CSI-RS ( $K$  poderia ser  $\geq 1$ ), em que  $N_k$  pode ser 1, 2, 4 ou 8, e podem ser diferentes para cada recurso CSI-RS. Cada recurso de CSI-RS também pode ter virtualização de porta CSI-RS diferente, por exemplo, virtualizada a partir de conjuntos diferentes de elementos de antena ou do mesmo conjunto de elementos de antena, porém com diferentes pesos de formação de feixes.

Múltiplos CSI-IM por processo CSI também são possíveis, com uma ligação de um para um para cada recurso NZP CSI-RS.

[0052] Com um aumento no número de portas de antena, a transmissão periódica do CSI-RS pelo relatório eNB for CSI usa energia adicional para transmissões através de portas adicionais. Para relatórios de classe A, o número de portas CSI-RS para relatórios CSI será estendido até 32 portas em sistemas de acordo com versões posteriores de padrões, como Lançamento (Lanç.) 14. Para relatórios de classe B, até 8 recursos de CSI-RS podem ser configurados para relatórios CSI com um número total de até 64 portas de CSI-RS. A medição periódica de CSI para um número maior de portas de antena também aumenta significativamente o consumo de energia no UE. No entanto, o CSI periódico fornece uma visão mais grosseira das condições do canal devido à granularidade de retorno limitada. Desta forma, apenas um ganho marginal pode ser esperado de um CSI periódico com base em um número maior de portas CSI-RS, comparado com um aumento significativo de sobrecarga CSI-RS para manipular o maior número de portas CSI-RS. Por exemplo, aumentar o número de portas CSI-RS de 8 para 64 resulta em um aumento de 6,67% na sobrecarga de downlink para um CSI-RS de 5 ms.

[0053] Outra questão surge em relação à robustez do sistema para o CSI-RS em feixe de classe B. Com mais antenas, os feixes CSI-RS se tornam mais estreitos. Consequentemente, para UEs em movimento rápido, o rastreamento de feixe robusto se torna mais desafiador. Uma maneira de melhorar a robustez da formação de feixes pode ser configurar mais recursos CSI-RS (por exemplo,  $K >$



8) para medição e relato de CSI. No entanto, este aumento não pode ser suportado por todos os UEs, porque a capacidade de UE restringe o número total de portas CSI-RS em um processo CSI.

[0054] Várias opções foram propostas para lidar com os problemas que surgem a partir do uso de um número maior de portas CSI-RS. Numa primeira abordagem, os recursos do CSI-RS são agrupados para CSI-RS não periódico. O agrupamento desses recursos do CSI-RS pode ajudar a reduzir a sobrecarga do CSI-RS por meio do compartilhamento dinâmico de recursos do CSI-RS com vários UEs obtidos por meio dos recursos em pesquisa. Em uma segunda abordagem, os recursos do CSI-RS são configurados independentemente para relatórios CSI periódicos e não periódicos. Essa configuração independente de recursos pode melhorar a eficiência energética, pois permite que o eNB desligue os amplificadores de potência usados para CSI não periódicos quando não há dados para transmitir na célula. As duas abordagens também podem ser combinadas, por exemplo, para atribuir recursos CSI-RS periódicos com periodicidade mais longa e um número menor de portas de antena para relatórios de CSI periódicos ou transmissão CSI-RS não periódica com um número maior de portas de antena para relatórios CSI aperiódicos para adquirir o CSI preciso.

[0055] Diversas questões surgem com a proposta de usar o CSI-RS não periódico para relatórios CSI não periódicos. Em primeiro lugar, é necessária uma sinalização adicional para indicar a densidade/localização/frequência/tempo, o número da porta, a potência de transmissão do CSI-RS não periódico. Caso um

gatilho de CSI não periódico for usado para disparar a transmissão CSI-RS não periódica, o subquadro CSI-RS aperiódico seria localizado apenas entre o disparador CSI não periódico e o relatório CSI não periódico. No entanto, o recurso de CSI-RS medido para relatórios de CSI não periódico pode ser transmitido antes do acionador CSI não periódico, a fim de relaxar a complexidade de processamento de CSI. Além disso, essa proposta violaria a convenção atual, que estabelece que o relato de CSI periódico e o relato de CSI não periódico sempre se referem ao mesmo conjunto de portas de antenas e ao mesmo conjunto de recursos do CSI-RS. Assim, potencialmente, alterar as portas da antena e os recursos do CSI-RS entre os relatórios de CSI periódicos e não periódicos também aumentaria a complexidade do UE.

[0056] Vários aspectos da presente revelação são direcionados para uma reconfiguração dinâmica de recursos CSI-RS para relatórios de CSI. Vários recursos CSI-RS podem ser configurados e associados a um processo CSI para relatório CSI para CSI-RS não pré-codificado de classe A e CSI-RS com formação de feixe de classe B. Vários recursos em um processo CSI, por exemplo,  $K > 8$ , podem ser possíveis.  $N_k = 1/2/4/8/12/16$  ou até 32, onde  $N_k$  pode ser diferente para  $k$  diferente. A configuração também pode incluir localização de frequência/tempo, identificadores de embaralhamento, etc. Embora os recursos do  $K$  estejam configurados, apenas um subconjunto dos recursos ativados (por exemplo,  $K' \leq K$ ) pode ser usado para medição e relatório do CSI. Por exemplo, para CSI-RS não pré-codificado,  $K'$  pode ser igual a 1, no qual apenas um

recurso está ativo para o relatório CSI. Para CSI-RS com forma de feixe,  $K'$  pode ser menor ou igual a 8. Em tais aspectos, tanto os relatórios CSI periódicos quanto os aperiódicos são baseados no mesmo conjunto de recursos CSI-RS ativados.

[0057] As FIGs. 5A e 5B são diagramas de blocos que ilustram blocos de exemplo executados para implementar um aspecto da presente invenção. Os blocos das FIGs. 5A e 5B são também descritos em relação às FIGs. 7 e 8. A FIG. 7 é um diagrama de blocos que ilustra um eNB 700 configurado de acordo com um aspecto da presente invenção. A FIG. 8 é um diagrama de blocos que ilustra um UE 800 configurado de acordo com um dos aspectos da presente invenção. O eNB 700 inclui vários componentes e hardware, incluindo o hardware, componentes e características, conforme descrito na FIG. 2 em relação ao eNB 105. Por exemplo, o eNB 700 inclui o controlador/processador 240, que controla o hardware e os componentes, e executa a lógica armazenada na memória 242 para implementar o ambiente operacional e os recursos do eNB 700. Os sinais são transmitidos e recebidos através das antenas 234a a 234t e dos rádios sem fio 701a a 701t. Os rádios sem fios 701a a 701t podem incluir componentes, tais como modulador/demoduladores 232a a 232t, detector de MIMO 236, processador de recepção 238, processador de MIMO TX 230, e processador de transmissão 220 (FIG. 2). O UE 800 inclui vários componentes e hardware, incluindo o hardware, componentes e características, conforme descrito na FIG. 2 em relação ao UE 115. Por exemplo, o UE 800 inclui o controlador /processador 280 que controla o hardware e os

componentes, e executa a lógica armazenada na memória 282 para implementar o ambiente operacional e as características do UE 800. Os sinais são transmitidos e recebidos através das antenas 252a a 252r e dos rádios sem fio 801a a 801r. Os rádios sem fio 801a a 801r podem incluir componentes, tais como demodulador/ moduladores 254a a 254r, detector MIMO 256, processador de recepção 258, processador de MIMO TX 266, e processador de transmissão 264. Os blocos ilustrados na FIG. 5A são executados por uma estação base, tal como eNBs 105 e 700, enquanto os blocos ilustrados na FIG. 5B são executados por um UE, tal como os UE 115 e 800.

[0058] No bloco 500, uma estação base, tal como eNB 700, sinaliza a configuração de uma pluralidade de recursos CSI-RS associados a um processo CSI. Por exemplo, o eNB 700 configura os recursos do CSI-RS acessando os recursos do CSI-RS 702 na memória 242. Os recursos CSI-RS 702 são configurados para um processo CSI particular. A informação de configuração é transmitida pelo eNB 700, sob o controle do controlador/ processador 240, através de rádios sem fio 701a a 701t e das antenas 234a a 234t. Os parâmetros de configuração podem ainda incluir informação, tal como localização de frequência/ tempo, identificadores (IDs) de embaralhamento, número de portas de antena e semelhantes, que seriam utilizados pelo UE para detectar o CSI-RS transmitido a partir do eNB 700.

[0059] No bloco 501, um UE, tal como o UE 800, recebe uma identificação da pluralidade de recursos CSI-RS configurados e associados a um processo CSI. Por exemplo, o UE 800 recebe a informação de configuração via antenas

252a a 252r e rádios sem fio 801a a 801r, que identifica todos os recursos CSI-RS configurados e associados ao processo CSI. O UE 800 armazenará a configuração de recurso CSI-RS nos recursos configurados do CSI-RS 804 na memória 282.

[0060] No bloco 502, a estação base, tal como eNB 700, seleciona um subconjunto dos recursos CSI-RS configurados para ativação. Por exemplo, o eNB 700, sob controle do controlador /processador 240, executa o controle de seleção de subconjuntos 703, armazenado na memória 242, que identifica um subconjunto dos recursos CSI-RS configurados para ativação. O subconjunto selecionado é menor que o número total de recursos CSI-RS que foram configurados para o processo CSI. Em um aspecto, como para o relatório CSI de CSI-RS não pré-codificado de classe A, o subconjunto selecionado pode incluir um único recurso CSI-RS. Em outro aspecto, tal como para o relatório CSI de CSI-RS de classe B em forma de feixe, o subconjunto selecionado pode incluir um ou mais recursos CSI-RS, até um número menor que o número total de recursos CSI-RS.

[0061] No bloco 503, uma estação base, tal como eNB 700, transmite um sinal de configuração identificando o subconjunto de recursos CSI-RS selecionados para ativação. Por exemplo, o eNB 700 transmite uma configuração, tal como um sinal de mapa de bits de ativação/desativação usando rádios sem fio 701a a 701t e antenas 234a a 234t.

[0062] No bloco 504, um UE, tal como o UE 800, recebe o sinal de configuração identificando o subconjunto

de recursos CSI-RS que são ativados para medição e relatório de CSI. Por exemplo, o UE 800 recebe o sinal de configuração via antenas 252a a 252r e rádios sem fio 801a a 801r. O sinal de configuração é então armazenado em recursos CSI-RS ativados 805 na memória 282.

[0063] No bloco 505, uma estação base, tal como eNB 700, transmite CSI-RS sobre os recursos CSI-RS ativados identificados no sinal de configuração. Por exemplo, sob o controle do controlador/processador 240, o eNB 700 executa o gerador CSI-RS 705, armazenado na memória 242, para gerar o CSI-RS para transmissão através dos rádios sem fio 701a a 701t e antenas 234a a 234t.

[0064] No bloco 506, um UE, tal como o UE 800, mede as condições de canal associadas ao subconjunto de recursos de CSI-RS indicados como ativados. Por exemplo, o UE 800 também recebe os parâmetros de configuração para o CSI-RS do eNB 700 via sinalização de camada superior e armazena os parâmetros na memória 282 na configuração 806 do CSI-RS. Utilizando os parâmetros de configuração, o UE 800, sob o controle do controlador/processador 280, sintoniza os rádios sem fio 801a a 801r com a temporização e frequência apropriadas indicadas nos parâmetros de configuração para detectar o CSI-RS transmitido nos recursos CSI-RS ativados. O UE 800 executa a lógica de medição 802 para medir a qualidade e condições do canal do CSI-RS.

[0065] No bloco 507, um UE, tal como o UE 800, relata o CSI com base nas condições do canal medido. Por exemplo, o UE 800 utiliza os resultados de medição da execução da lógica de medição 802 e executa, sob o controle

do controlador/ processador 280, o gerador de relatório de CSI 803, armazenado na memória 282. O UE 800 transmite o relatório CSI para o eNB 700 utilizando os rádios 801a a 801r sem fios e as antenas 252a a 252r.

[0066] No bloco 508, uma estação base, tal como eNB 700, recebe o relatório CSI de um ou mais dos UEs servidos pelo eNB 700. Por exemplo, o eNB 700 recebe o relatório de CSI através das antenas 234a a 234t e dos rádios sem fio 701a a 701t. O eNB 700 usará então o relatório CSI para gerenciar a conexão com o UE associado.

[0067] Conforme descrito em relação às FIGs. 5A e 5B, aspectos da presente invenção proporcionam sinalização de ativação/desativação de recursos de CSI-RS. A ativação/ desativação pode ser executada por meio de elementos de controle (CEs) de controle de acesso ao meio (MAC). Por exemplo, ao transmitir e receber o sinal de configuração nos blocos 503 e 504, um MAC CE pode ser usado para ativar ou desativar um ou mais recursos NZP CSI-RS, conforme indicado por um mapa de bits longo de K bits no MAC CE. Se ativada, a transmissão CSI-RS resultante pode ser baseada em parâmetros configurados em uma camada superior, como localização de frequência/tempo, número de porta e similares. Um UE pode, portanto, realizar medições em todos os recursos CSI-RS ativos de acordo com os procedimentos e requisitos existentes. O UE pode começar a relatar CSI com base nas medições dos últimos recursos CSI-RS ativados começando no subquadro  $n + 8$ , após a recepção da ativação/desativação de MAC no subquadro  $n$ . Fornecer os subquadros adicionais antes de iniciar o relatório do CSI

permite que uma oportunidade para o CSI-RS seja transmitida para os recursos recém-ativados do CSI-RS.

[0068] Deve ser notado que, quando não há um CQI válido disponível para os recursos CSI-RS ativados mais recentes para relatório de CSI, o UE pode relatar um valor fixo (fora do intervalo). Por exemplo, quando não existe um caso de transmissão CSI-RS para o recurso CSI-RS ativado antes do próximo subquadro de relatório CSI, o UE pode relatar este valor fixo que indica que o relatório CQI não está associado a uma medição real.

[0069] Aspectos alternativos da presente revelação também podem fornecer a desativação de recursos de CSI-RS utilizando um temporizador de desativação automática. Com referência às FIGs. 7 e 8, o eNB 700 inclui um temporizador 704 e o UE 800 inclui um temporizador 807 que são disparados após a transmissão e recepção do sinal de configuração identificando o subconjunto de recursos do CSI-RS. Quando o temporizador expira, o eNB 700 e o UE 800 assumem a desativação do recurso CSI-RS correspondente. Em uma implementação de exemplo, esse temporizador pode ser efetivamente desativado, definindo o comprimento do temporizador para um valor de "infinito". Quando um recurso CSI-RS é desativado ou configurado, mas não ativado, os recursos CSI-RS associados podem ser liberados para a transmissão PDSCH. Um UE não seria obrigado a realizar a medição de CSI para o CSI-RS desativado.

[0070] Para cada processo CSI, pelo menos um recurso CSI-RS pode ser ativado para relatórios CSI com base em um MAC CE ou em uma regra predeterminada. Por



exemplo, pode ser assumido que o recurso CSI-RS com o menor índice seja ativado antes de receber a primeira ativação de MAC, ou, quando não há recursos de CSI-RS ativados, por um CE de ativação/desativação de MAC. Se um recurso NZP CSI-RS estiver ativado, o recurso CSI-IM associado também será ativado para a medição de interferência.

[0071] A FIG. 6A é um diagrama de blocos que ilustra um fluxo de transmissão 60 de comunicações entre a estação de base 601 e o UE 602 configurado de acordo com aspectos da presente invenção. A estação base 601 pode incluir hardware, componentes e características semelhantes aos ilustrados em relação aos eNBs 105 e 700. Adicionalmente, o UE 602 pode incluir hardware, componentes e características semelhantes aos ilustrados em relação aos UE 115 e 800. Dois recursos CSI-RS, o recurso nº 1 da NZP CSI-RS e o recurso nº 2 da NZP CSI-RS são configurados para relatórios de CSI. Dependendo se os recursos do CSI-RS estão ativos, a estação base 601 transmitirá o CSI-RS para o retorno do CSI. Por exemplo, no subquadro 0, a estação base 601 transmite NZP CSI-RS para o recurso nº 1 do NZP CSI-RS. O UE 602 mede o CSI-RS e relata o CSI para NZP CSI-RS nº 1 no subquadro 4. Com base na periodicidade de 5 ms para CSI-RS do recurso nº 1 de NZP CSI-RS, que é sinalizado para o UE 602 através de sinalização de camada superior, a estação base 601 transmite outro CSI-RS para o recurso nº 1 de NZP CSI-RS no subquadro 5 e também transmite uma ativação/desativação do MAC CE 600 para o UE 602, a fim de identificar o próximo recurso ou recursos CSI-RS que estarão ativos. A ativação/desativação do MAC CE

600 permite que o recurso nº 1 de NZP CSI-RS seja desativado e o recurso nº 2 de NZP CSI-RS seja ativado.

[0072] Após a recepção da ativação/desativação MAC CE 600 pelo UE 602 no subquadro 5, a estação base 601 deixa de transmitir CSI-RS para o recurso nº 1 de NZP CSI-RS e começa a transmitir o CSI-RS para o recurso nº 2 de NZP CSI-RS no subquadro 10. A estação base 601 transmitirá CSI-RS a uma periodicidade e deslocamento, conforme configurado por sinalização de camada superior (por exemplo, uma periodicidade de 10 ms e um deslocamento de subquadro de 0, conforme previsto no exemplo ilustrado da Figura 6A). O UE 602 iniciará o relatório CSI com base nas medições do CSI-RS para o recurso nº 2 de NZP CSI-RS no subquadro 14.

[0073] Deve-se notar que, em outro exemplo de operação, se, após a ativação/desativação de MAC CE 600, o primeiro CSI-RS para o recurso nº 2 de NZP CSI-RS começa após a primeira oportunidade de relatório CQI no subquadro 14, portanto o UE 602 incluiria o valor fixo fora do intervalo no relatório CSI no subquadro 14. A estação base 601 reconheceria o valor fora do intervalo no relatório CSI do UE 602 como uma indicação de que o CQI não se baseia na medição de um CSI-RS.

[0074] A FIG. 6B é um diagrama de blocos que ilustra um fluxo de transmissão 61 de comunicações entre a estação de base 601 e o UE 602 configurado de acordo com aspectos da presente invenção. O fluxo de transmissão 61 inclui as comunicações identificadas na FIG. 6A e também inclui subquadros adicionais de comunicação entre a estação base 601 e o UE 602. Adicionalmente, conforme ilustrado na

FIG. 6B, a estação base 601 e o UE 602 operam utilizando temporizadores de desativação. Com os temporizadores de desativação dentro da estação base 601 e UE 602, a estação base 601 inicia o temporizador de desativação após transmissão da ativação/ desativação do MAC CE 600 e UE 602 iniciam o temporizador de desativação após recepção da ativação/desativação de MAC CE 600. O temporizador de desativação está configurado para expirar no subquadro 25. Na expiração do temporizador de desativação 603, a estação de base 601 interrompe as transmissões de CSI-RS para o recurso nº 2 do NZP de CSI-RS, pois o recurso nº 2 do NZP CSI-RS é desativado. Se não houver nenhuma outra ativação/desativação de MAC CE transmitida antes do temporizador de desativação expirar, a estação base 601 e UE 602 usarão então uma regra predeterminada para determinar um próximo recurso de NZP CSI-RS ativado. Por exemplo, quando todos os recursos CSI-RS são desativados, a estação base 601 pode selecionar o recurso CSI-RS com o menor índice para a transmissão CSI-RS. No exemplo ilustrado, a estação base 601 pararia o CSI-RS para o recurso nº 2 do NZP CSI-RS e selecionaria o recurso nº 1 do NZP CSI-RS para as transmissões do CSI-RS. A estação base 601 irá, portanto, começar a transmissão do CSI-RS para o recurso nº 1 de NZP CSI-RS no subquadro 26. O UE 602 mede o CSI-RS para o recurso nº 1 da NZP CSI-RS transmitido no subquadro 26 e relata o CSI resultante no subquadro 30.

[0075] Aspectos adicionais da presente invenção proporcionam relatórios de CSI para CSI-RS não pré-codificados de classe A com recursos CSI-RS dinâmicos. Apenas um dos recursos configurados do CSI-RS é ativado

para o relatório CSI de classe A. Em um aspecto de exemplo,  $K = 4$ . No entanto, o subconjunto de recursos configurados selecionado é identificado como 1,  $K' = 1$ , para CSI-RS não pré-codificado de classe A. Devido a diferentes  $N_k$ , os tipos de relatório CSI para retorno de CSI em PUCCH e carga útil de CQI/PMI/RI podem ser determinados pela  $N_k$  do recurso CSI-RS ativado.

[0076] Aspectos adicionais da presente invenção também fornecem relatórios de CSI para CSI-RS de feixe de classe B com recursos CSI-RS dinâmicos. O relatório de um indicador de recurso CSI-RS (CRI) também pode ser configurado com a largura de bit determinada por uma das várias opções. Em uma primeira opção, a largura de bit pode corresponder ao número de recursos configurados CSI-RS em um processo CSI,  $K$ . Em outra opção, a largura de bit pode corresponder ao número de recursos CSI-RS ativados, por exemplo,  $K'$  em oposição a  $K$ .

[0077] Para relatórios CSI periódicos, o CRI pode ser relatado juntamente com o RI no mesmo subquadro de acordo com uma regra pré determinada. Por exemplo, em um aspecto, para o mesmo  $N_k$  de todos os recursos CSI-RS ativados, RI e CRI são relatados em conjunto usando um dos seguintes tipos com base no modo de relatório  $N_k$  e PUCCH: relatados em conjunto CRI e RI, relatados em conjunto CRI, RI e o livro de códigos de longo prazo/banda larga ( $W_1$ ), e o relatório conjunto de CRI, RI e indicador de tipo de pré codificação (PTI). Se todos os recursos CSI-RS ativados não tiverem o mesmo  $N_k$ , o CRI e o RI podem ser relatados em conjunto, independentemente do modo de relatório  $N_k$  e PUCCH. Em tal aspecto, a largura de bit de RI pode ser

determinada usando o máximo ( $N_k$ ) de todos os recursos CSI-RS ativados.

[0078] Para relatórios CSI não periódicos, o CRI pode ser relatado no mesmo subquadro com RI, PMI e CQI. Se  $N_k = 1$  para todos os recursos CSI-RS ativados, então, o relatório PI e PMI pode ser omitido. Caso contrário, CRI e RI podem ser codificados em conjunto com a largura de bit de RI determinada usando  $\max(N_k)$  de todos os recursos CSI-RS ativados.

[0079] Os peritos na técnica compreenderiam que a informação e os sinais podem ser representados usando qualquer uma de uma variedade de diferentes tecnologias e técnicas. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos e chips que podem ser referenciados ao longo da descrição acima podem ser representados por tensões, correntes, ondas eletromagnéticas, campos ou partículas magnéticas, campos óticos ou partículas, ou qualquer combinação destes.

[0080] Os blocos e módulos funcionais descritos neste documento podem compreender processadores, dispositivos eletrônicos, dispositivos de hardware, componentes eletrônicos, circuitos lógicos, memórias, códigos de software, códigos de firmware, etc., ou qualquer combinação destes.

[0081] A presente invenção compreende um primeiro aspecto, tal como um meio legível por computador não transitório tendo código de programa gravado no mesmo, o código do programa compreendendo:

código de programa executável por um computador para fazer com que o computador receba uma identificação de

uma pluralidade de recursos de informações de estado de canal (CSI) - sinal de referência (CSI-RS) configurados e associados a um processo CSI para relato de CSI;

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador receba um sinal de configuração identificando um subconjunto de recursos CSI-RS da pluralidade de recursos CSI-RS que são ativados para medição e relatório CSI, em que o subconjunto da pluralidade de CSI-RS dos recursos de CSI-RS incluem menos recursos de CSI-RS do que a pluralidade de recursos do CSI-RS; e

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador transmita um relatório CSI com base no subconjunto de recursos do CSI-RS.

[0082] Com base no primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um segundo aspecto, em que a identificação da pluralidade de recursos de CSI-RS inclui a identificação de pelo menos um dos: periodicidade, deslocamento, identificadores (IDs) de embaralhamento, e número de portas de antena para cada um da pluralidade de recursos CSI-RS.

[0083] Baseado no primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um terceiro aspecto, em que o subconjunto de recursos CSI-RS inclui um único recurso CSI-RS.

[0084] Baseado no primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um quarto aspecto, incluindo ainda:

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador receba um CSI-RS associado

ao subconjunto de recursos CSI-RS indicados como ativados em subquadros N mais antigos depois de receber o sinal de configuração, em que um valor de N é configurado por sinalização de camada superior; e

código do programa executável pelo computador para fazer com que o computador meça as condições do canal associadas ao subconjunto de recursos do CSI-RS indicados como ativados; e

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador gere o relatório CSI usando as condições de canal medidas.

[0085] Baseado no quarto aspecto, o meio não transitório legível por computador de um quinto aspecto, em que o valor de N é um dentre: 4 ou 8 e selecionado de acordo com um conjunto de condições, em que o conjunto de condições inclui um de: número total de portas de antena associadas a cada um dos CSI-RS da pluralidade de recursos de CSI-RS sendo igual ou um tamanho do subconjunto de recursos de CSI-RS sendo fixo.

[0086] Com base no primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um sexto aspecto, incluindo ainda:

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador falhe ao detectar uma transmissão de CSI-RS associada ao subconjunto de recursos CSI-RS antes de uma oportunidade de relatório CSI; e

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador gere o relatório CSI usando um valor fixo associado à falha na detecção da transmissão CSI-RS.

[0087] Baseado no primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um sétimo aspecto, em que o sinal de configuração inclui um elemento de controle de controle de acesso ao meio (MAC) identificando cada um dos vários recursos de CSI-RS que estão desativados e cada um da pluralidade de recursos do CSI-RS do subconjunto de recursos do CSI-RS.

[0088] Baseado no sétimo aspecto, o meio não transitório legível por computador de um oitavo aspecto, em que o elemento de controle de MAC inclui um mapa de bits de ativação de K bits, em que K representa um número total da pluralidade de recursos de CSI-RS, em que K bits do mapa de bits de ativação identifica cada um dos vários recursos de CSI-RS que são desativados e cada um da pluralidade de recursos de CSI-RS do subconjunto de recursos de CSI-RS.

[0089] Com base no oitavo aspecto, o meio não transitório legível por computador de um nono aspecto, incluindo ainda:

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador inicie um temporizador de desativação em resposta ao recebimento do sinal de configuração, em que o temporizador de desativação conta o tempo até a desativação do subconjunto de recursos do CSI-RS.

[0090] Baseado no nono aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo aspecto, incluindo ainda:

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador desative o subconjunto de



recursos do CSI-RS em resposta à expiração do temporizador de desativação; e

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador reatribua um ou mais dos subconjuntos desativados de recursos CSI-RS para transmissão compartilhada de downlink.

[0091] Com base no primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo primeiro aspecto, incluindo ainda:

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador atinja uma oportunidade de relato de CSI;

código do programa executável pelo computador para fazer com que o computador identifique que nenhum da pluralidade de recursos do CSI-RS foi indicado como ativado;

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador determine ao menos um dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS que é ativado com base em uma regra predeterminada;

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador meça as condições de canal associadas com ao menos um dentre a pluralidade de recursos CSI-RS; e

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador gere o relatório CSI usando as condições de canal medidas.

[0092] Baseado no décimo aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo segundo aspecto, em que o código do programa executável pelo

computador para fazer com que o computador realize identificação inclui um dos seguintes:

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador não receba um primeiro sinal de configuração antes dos meios para alcançar a oportunidade de relato do CSI;

código de programa executável por computador para fazer com que o computador receba o sinal de configuração com nenhum dos vários recursos CSI-RS indicados como ativados; ou

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador detecte a expiração do temporizador de desativação para o subconjunto de recursos do CSI-RS.

[0093] Baseado no décimo primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo terceiro aspecto, em que a regra predeterminada inclui um de:

um primeiro recurso CSI-RS da pluralidade de recursos CSI-RS com um índice mais baixo; ou

um segundo recurso CSI-RS do subconjunto de recursos do CSI-RS com o menor índice do subconjunto de recursos do CSI-RS.

[0094] Baseado no primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo quarto aspecto, em que um tipo de relatório CSI existe para recursos CSI-RS não pré-codificados e o subconjunto de recursos CSI-RS inclui um único recurso CSI-RS, o meio não legível de leitura por computador, incluindo:

código de programa executável por computador para fazer com que o computador determine uma carga útil de CSI com base em um número de portas de antena associadas ao subconjunto de recursos de CSI-RS.

[0095] Com base no primeiro aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo quinto aspecto, em que um tipo de relatório de CSI existe para recursos de CSI-RS formados em feixe e o número do subconjunto de recursos CSI-RS sendo maior que um, o meio transitório legível por computador, incluindo ainda:

código de programa executável por computador para fazer com que o computador determine uma largura de bits para relatar um indicador de recursos de CSI-RS (CRI) com base em um dos seguintes:

um número da pluralidade de recursos CSI-RS; ou  
um número do subconjunto de recursos do CSI-RS.

[0096] Com base no décimo quinto aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo sexto aspecto, incluindo ainda:

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador determine um número total de portas de antena associadas a cada um dos recursos do CSI-RS do subconjunto de recursos do CSI-RS para relatórios periódicos de CSI;

código de programa, executável em resposta ao número total de portas de antena associadas a cada um dos recursos CSI-RS do subconjunto de recursos de CSI-RS sendo iguais, executável por computador para fazer com que o computador selecione a execução de um dos seguintes:

código de programa executável por computador para fazer com que o computador divulgue conjuntamente o CRI e um indicador de classificação em um mesmo subquadro;

código de programa executável pelo computador para fazer com que o computador relate conjuntamente o CRI, o indicador de classificação, e um livro de códigos de banda larga no mesmo subquadro; ou

código de programa executável por computador para fazer com que o computador relate conjuntamente o CRI, o indicador de classificação, e um indicador de tipo de pré codificação no mesmo subquadro,

em que o código do programa executável por computador para fazer com que o computador realize seleção é baseado no modo de relatório de CSI periódico; e

código de programa, executável em resposta ao número total de portas de antena associadas a cada um dos recursos CSI-RS do subconjunto de recursos CSI-RS, sendo executável pelo computador para fazer com que o computador divulgue conjuntamente o CRI e o indicador de classificação no mesmo subquadro.

[0097] Baseado no décimo sexto aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo sétimo aspecto, em que uma largura de banda do indicador de classificação é determinada com base no número máximo de portas de antena do número total de portas de antena associadas a cada um dos CSI-RS recursos do subconjunto de recursos da CSI-RS.

[0098] Baseado no décimo quinto aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo oitavo aspecto, incluindo ainda:

código de programa executável por computador para fazer com que o computador determine um número total de portas de antena associadas a cada um dos recursos CSI-RS do subconjunto de recursos de CSI-RS para relatórios CSI não periódicos;

código de programa, executável em resposta ao número total de portas de antenas associadas a cada um dos recursos de CSI-RS do subconjunto de recursos de CSI-RS sendo igual a um, executável por computador para fazer com que o computador relate conjuntamente CRI com um canal indicador de qualidade (IQC) em um mesmo subquadro; e

código de programa, executável em resposta ao número total de portas de antena associadas a cada um dos recursos de CSI-RS do subconjunto de recursos CSI-RS sendo maior que um, executável pelo computador para fazer com que o computador relate conjuntamente o CRI e CQI com um indicador de classificação e um indicador de matriz de pré-codificação no mesmo subquadro.

[0099] Baseado no décimo oitavo aspecto, o meio não transitório legível por computador de um décimo nono aspecto, em que uma largura de banda do indicador de classificação é determinada com base no número máximo de portas de antena do número total de portas de antena associadas a cada um dos CSI-RS recursos do subconjunto de recursos da CSI-RS.

[0100] Um meio não transitório legível por computador de acordo com qualquer combinação de reivindicações do desde a primeira até a décima nona.

[0101] Os especialistas na técnica verificarão ainda que os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos,

circuitos e passos de algoritmo descritos em ligação com a presente invenção podem ser implementados como hardware eletrônico, software de computador ou combinações de ambos. Para ilustrar claramente essa permutabilidade de hardware e software, vários componentes ilustrativos, blocos, módulos, circuitos e etapas foram descritos acima em termos gerais de acordo com a sua funcionalidade. Se tal funcionalidade é implementada como hardware ou software, dependerá da aplicação particular e das restrições de projeto impostas ao sistema como um todo. Os especialistas na técnica podem implementar a funcionalidade descrita de maneiras variadas para cada aplicação em particular, porém tais decisões de implementação não devem ser interpretadas como causadoras de um desvio do escopo da presente invenção. Os especialistas qualificados também reconhecerão prontamente que a ordem ou combinação de componentes, métodos ou interações que são descritas neste documento são meramente exemplificativas e que os componentes, métodos ou interações dos vários aspectos da presente revelação podem ser combinados ou realizados de outras maneiras com relação aqueles ilustrados e descritos neste documento.

[0102] Os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos e circuitos descritos em ligação com a presente invenção podem ser implementados ou executados com um processador de uso geral, um processador de sinal digital (DSP), um circuito integrado específico de aplicação (ASIC), um arranjo de portas programável em campo (FPGA) ou outro dispositivo lógico programável, porta discreta ou lógica do transistor, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação destes concebidos para desempenhar as

funções descritas neste documento. Um processador de uso geral pode ser um microprocessador, porém, em alternativa, o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador ou máquina de estado convencional. Um processador pode também ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo de DSP, ou qualquer outra configuração deste tipo.

[0103] As etapas de um método ou algoritmo descritos em ligação com a presente invenção podem ser incorporados diretamente no 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, registradores, disco rígido, um disco removível, um CD-ROM ou qualquer outra forma de meio de armazenamento conhecido na técnica. Um suporte de armazenamento exemplificativo é acoplado ao processador de tal modo que o processador possa ler informação e gravar informação no meio de armazenamento. Em alternativa, o meio de armazenamento pode ser parte integrante do processador. O processador e o meio de armazenamento podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Em alternativa, o processador e o meio de armazenamento podem residir como componentes discretos em um terminal de usuário.

[0104] Em um ou mais modelos exemplares, as funções descritas podem ser implementadas através de

instruções executáveis por computador 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 um meio legível por computador. A mídia legível por computador inclui mídia de armazenamento de computador e mídia de comunicação, incluindo qualquer meio que facilite a transferência de um programa de computador de um lugar para outro. A mídia de armazenamento legível por computador pode ser qualquer mídia disponível que possa ser acessada por um computador de uso geral ou para fins especiais. A título de exemplo, e não limitativo, esses meios legíveis por computador podem compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento em disco ótico, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outro meio que possa ser utilizado para transportar ou armazenar o código de programa desejado, meios na forma de instruções ou estruturas de dados e que pode ser acessado por um computador de propósito geral ou de propósito específico, ou um processador de propósito geral ou de propósito específico. Além disso, uma conexão pode ser apropriadamente denominada mídia legível por computador. Por exemplo, se o software for transmitido de um site, servidor ou outra fonte remota usando um cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par trançado ou linha de assinante digital (DSL), o cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par trançado, ou DSL, estão incluídos na definição de meio. Disco e unidade de disco, conforme usado neste documento, inclui disco compacto (CD), disco laser, disco ótico, disco



versátil digital (DVD), disco flexível e disco blu-ray onde discos geralmente reproduzem dados magneticamente, enquanto unidades de disco reproduzem dados óticamente com lasers. Combinações dos itens acima também devem ser incluídas no escopo de mídia legível por computador.

[0105] Conforme utilizado neste documento, incluindo as reivindicações, o termo "e/ou", quando usados em uma lista de dois ou mais itens, significam que qualquer um dos itens listados pode ser empregado por si só, ou qualquer combinação de dois ou mais de os itens listados podem ser empregados. Por exemplo, se uma composição é 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, conforme utilizado neste documento, incluindo as reivindicações, "ou" conforme utilizado em uma lista de itens prefaciados por "ao menos um de" indica uma lista disjuntiva tal 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) ou qualquer um deles em qualquer combinação destes.

[0106] A descrição anterior da invenção é fornecida para permitir que qualquer perito na técnica fabrique ou utilize a invenção. Várias modificações à invenção ficarão prontamente evidentes para os especialistas na técnica, e os princípios genéricos aqui definidos podem ser aplicados a outras variações sem se afastar do espírito ou escopo da invenção. Assim, a divulgação não se destina a ser limitada aos exemplos e figuras descritas neste documento, mas deve estar de acordo

com o escopo mais amplo consistente com os princípios e características inovadoras descritas neste documento.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de comunicação sem fio, compreendendo:

receber (501) uma identificação de uma pluralidade de recursos de sinal de referência de informação de estado de canal, CSI, CSI-RS, configurados e associados a um processo de CSI para relato de CSI;

receber (504) um sinal de configuração identificando um subconjunto de recursos de CSI-RS dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS que são ativados para medição e relato de CSI, em que o subconjunto da pluralidade dos recursos de CSI-RS inclui menos recursos de CSI-RS do que a pluralidade de recursos de CSI-RS; e

transmitir (507) um relatório de CSI baseado no subconjunto de recursos de CSI-RS;

o método **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente:

alcançar uma oportunidade de relato de CSI;

identificar que nenhum recurso dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS foi indicado como ativado;

determinar que pelo menos um dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS é ativado com base em uma regra predeterminada;

medir condições de canal associadas com o pelo menos um dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS; e

gerar o relatório de CSI utilizando as condições de canal medidas.

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

pluralidade de recursos de CSI-RS inclui identificação de pelo menos um dentre: a periodicidade, deslocamento, identificadores, IDs, de embaralhamento, e número de portas de antena para cada um dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS.

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

receber um CSI-RS associado ao subconjunto de recursos de CSI-RS indicado como ativado em N subquadros iniciais após receber o sinal de configuração, em que um valor de N é configurado pela sinalização de camada mais alta; e

medir condições de canal associadas ao subconjunto de recursos de CSI-RS indicados como ativados; e

gerar o relatório de CSI utilizando as condições de canal medidas.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que o valor de N é um dentre: 4 ou 8 e selecionado de acordo com um conjunto de condições, em que o conjunto de condições inclui um dentre: um número total de portas de antenas associado com cada um dos CSI-RS dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS sendo igual ou um tamanho do subconjunto de recursos de CSI-RS sendo fixo.

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

falhar em detectar uma transmissão de CSI-RS associada ao subconjunto de recursos de CSI-RS antes de uma oportunidade de relato de CSI; e

gerar o relatório de CSI utilizando um valor fixo associado à falha em detectar a transmissão de CSI-RS.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o sinal de configuração inclui um elemento de controle de acesso ao meio, MAC, identificando cada um dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS que são desativados e cada um dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS do subconjunto de recursos de CSI-RS.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que o elemento de controle MAC inclui um mapa de bits de ativação de K bits, em que K representa um número total dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS, em que o mapa de bits de ativação de K bits identifica cada um dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS que são desativados e cada um dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS do subconjunto de recursos de CSI-RS.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que inclui adicionalmente:

iniciar um temporizador de desativação em resposta ao recebimento do sinal de configuração, em que o temporizador de desativação conta o tempo até a desativação do subconjunto de recursos de CSI-RS.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que inclui adicionalmente:

desativar o subconjunto de recursos de CSI-RS em resposta à expiração do temporizador de desativação; e

reatribuir um ou mais do subconjunto desativado de recursos de CSI-RS para transmissão compartilhada de downlink.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a identificação inclui um dentre:

falhar em receber um primeiro sinal do sinal de configuração antes de alcançar a oportunidade de relato de CSI;

receber o sinal de configuração com nenhum recurso dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS indicados como ativados; ou

detectar expiração do temporizador de desativação para o subconjunto de recursos de CSI-RS.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a regra predeterminada inclui um dentre:

um primeiro recurso de CSI-RS dentre a pluralidade de recursos de CSI-RS tendo um índice mais baixo; ou

um segundo recurso de CSI-RS do subconjunto de recursos de CSI-RS tendo o índice mais baixo do subconjunto de recursos de CSI-RS.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que um tipo de relato de CSI é para recursos de CSI-RS não pré-codificados e o subconjunto de recursos de CSI-RS inclui um único recurso de CSI-RS, o método incluindo adicionalmente:

determinar uma carga útil de CSI com base em um número de portas de antenas associado ao subconjunto de recursos de CSI-RS.

13. Aparelho, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

meios configurados para realizar o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12.

14. Memória **caracterizada** pelo fato de que compreende instruções armazenadas na mesma, as instruções sendo executadas por um computador para realizar o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12.

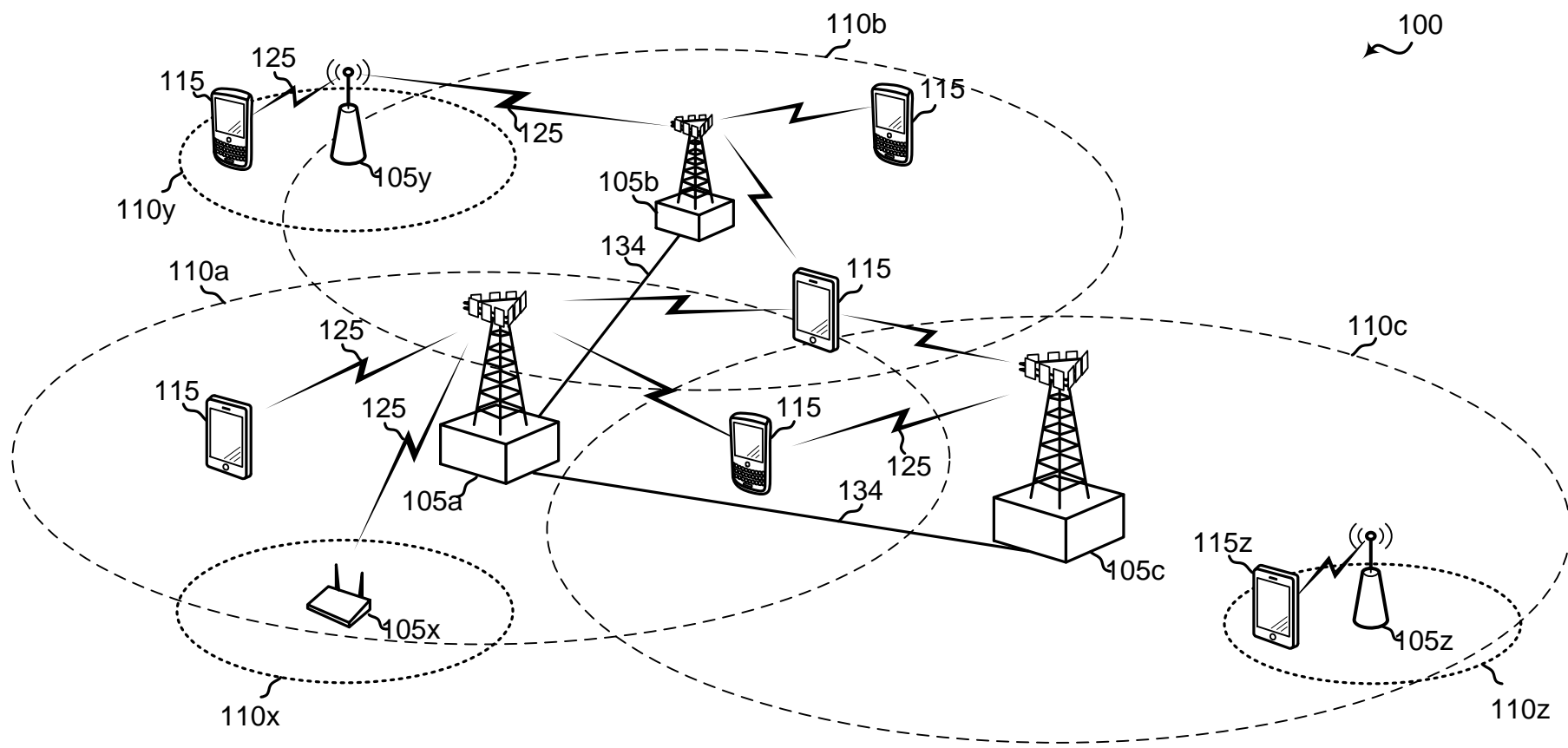


FIG. 1



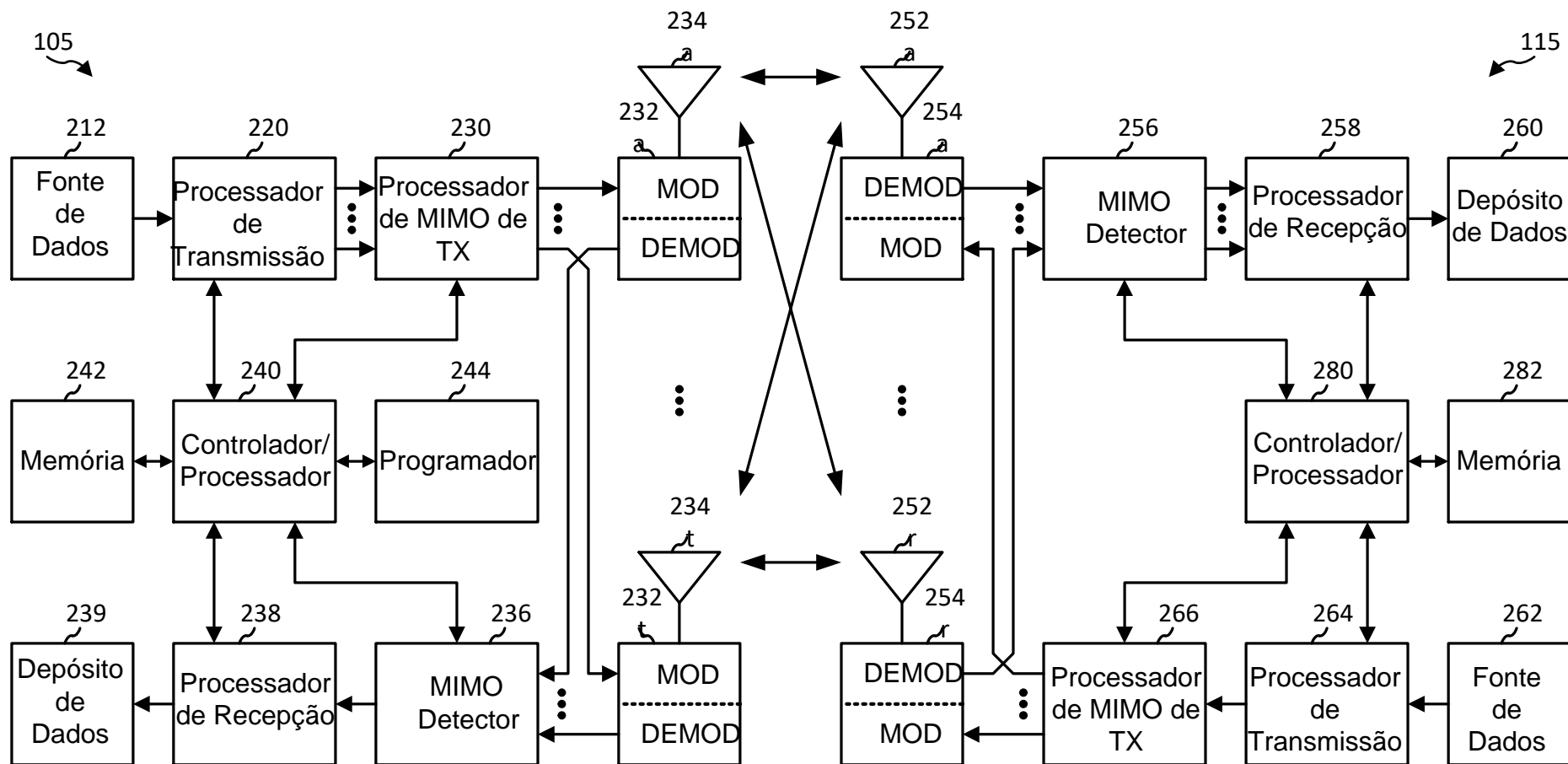


FIG. 2

30

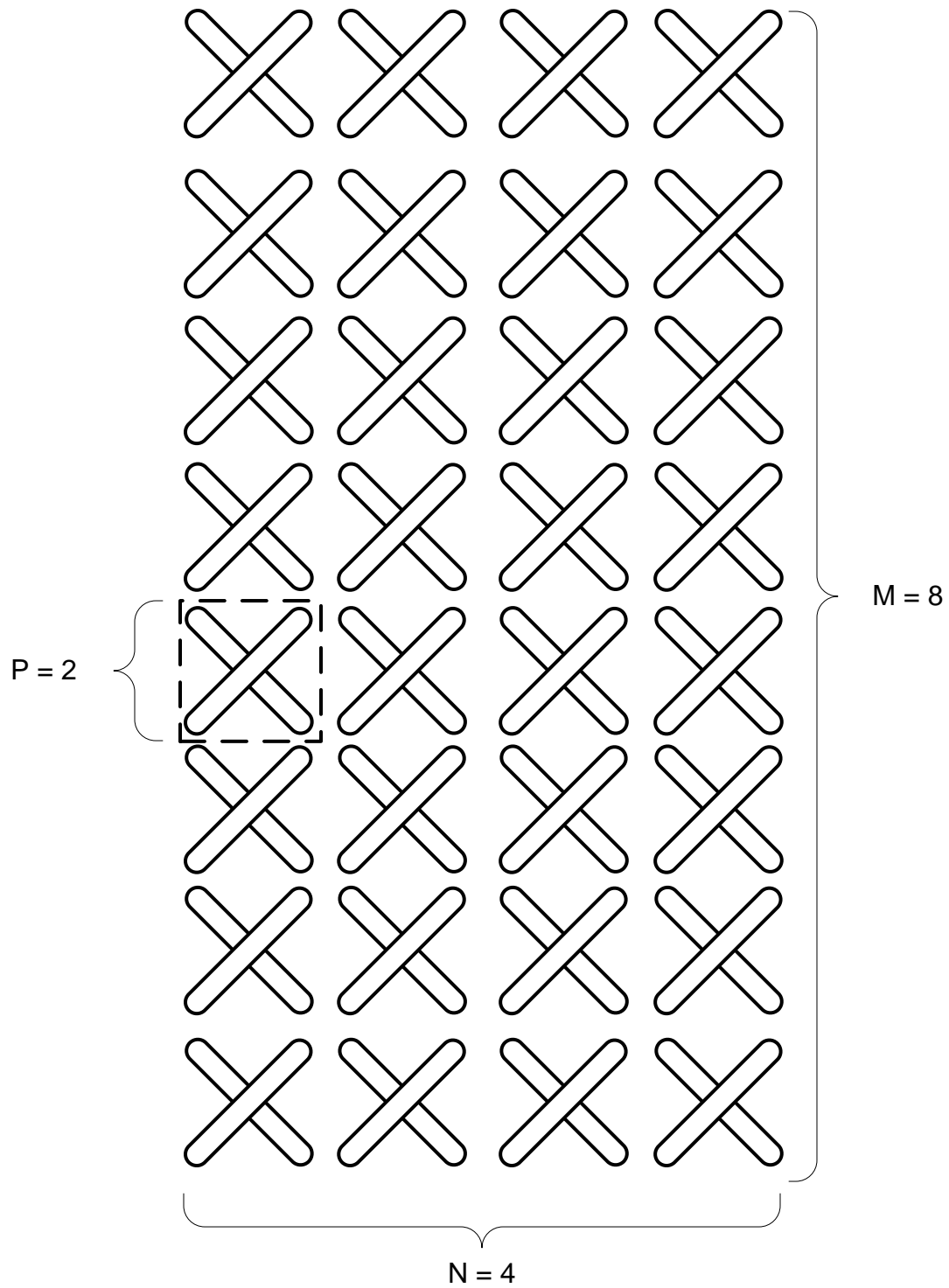


FIG. 3

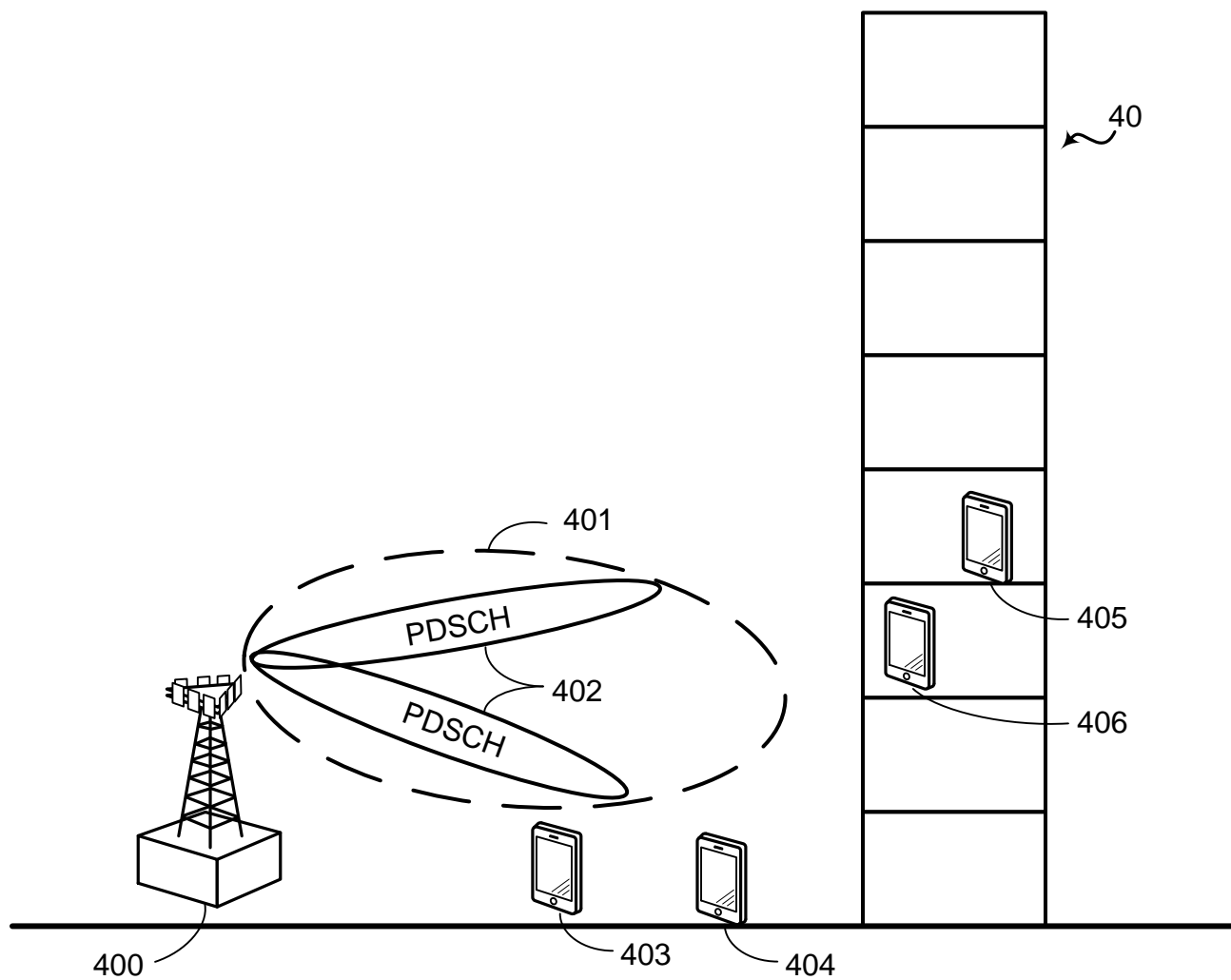
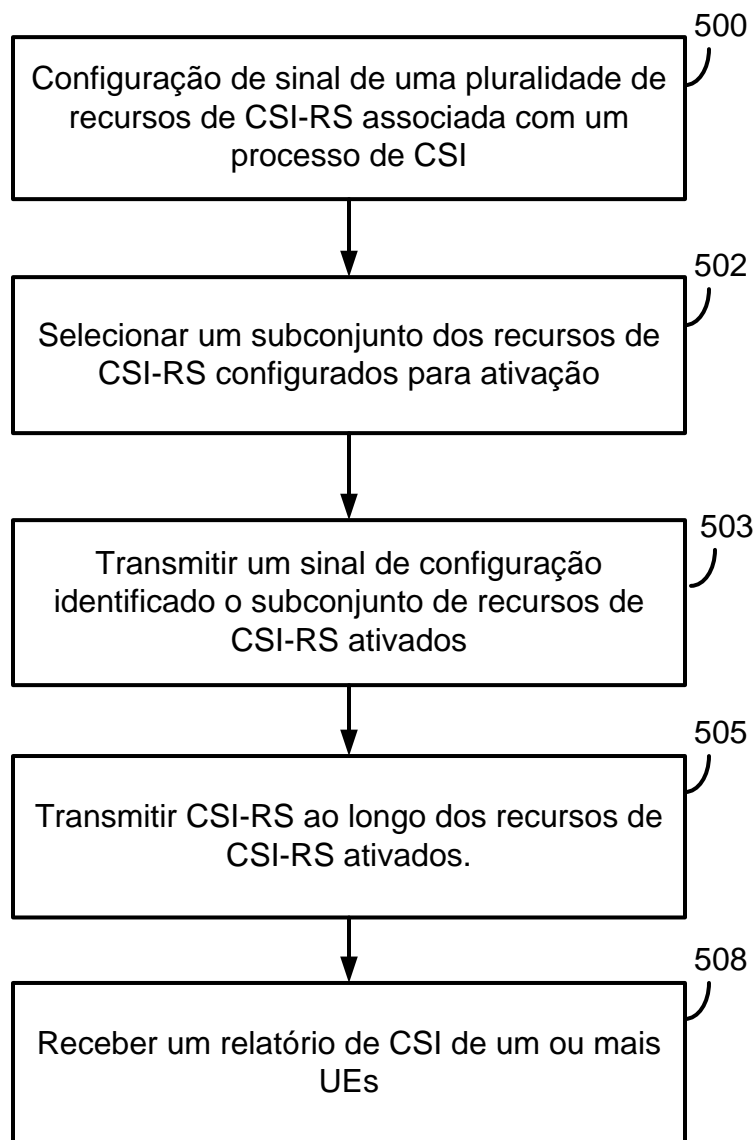
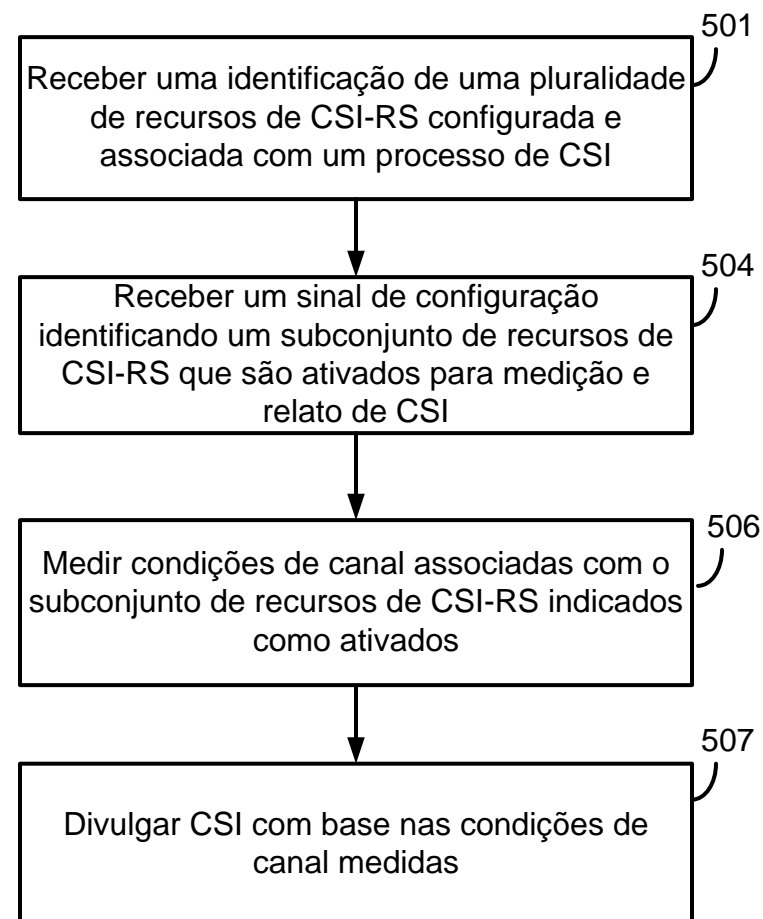


FIG. 4A





**FIG. 5A**



**FIG. 5B**

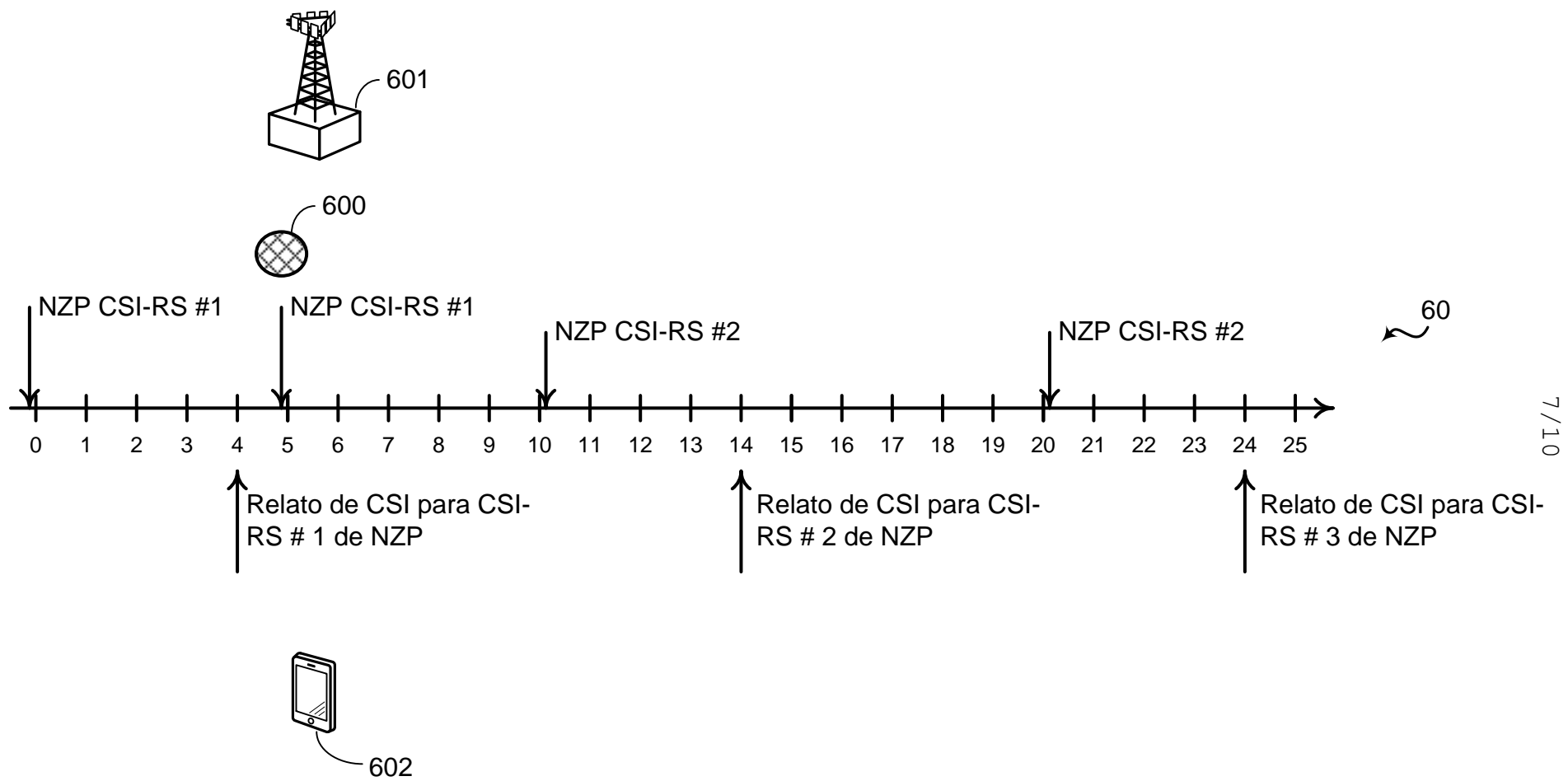


FIG. 6A

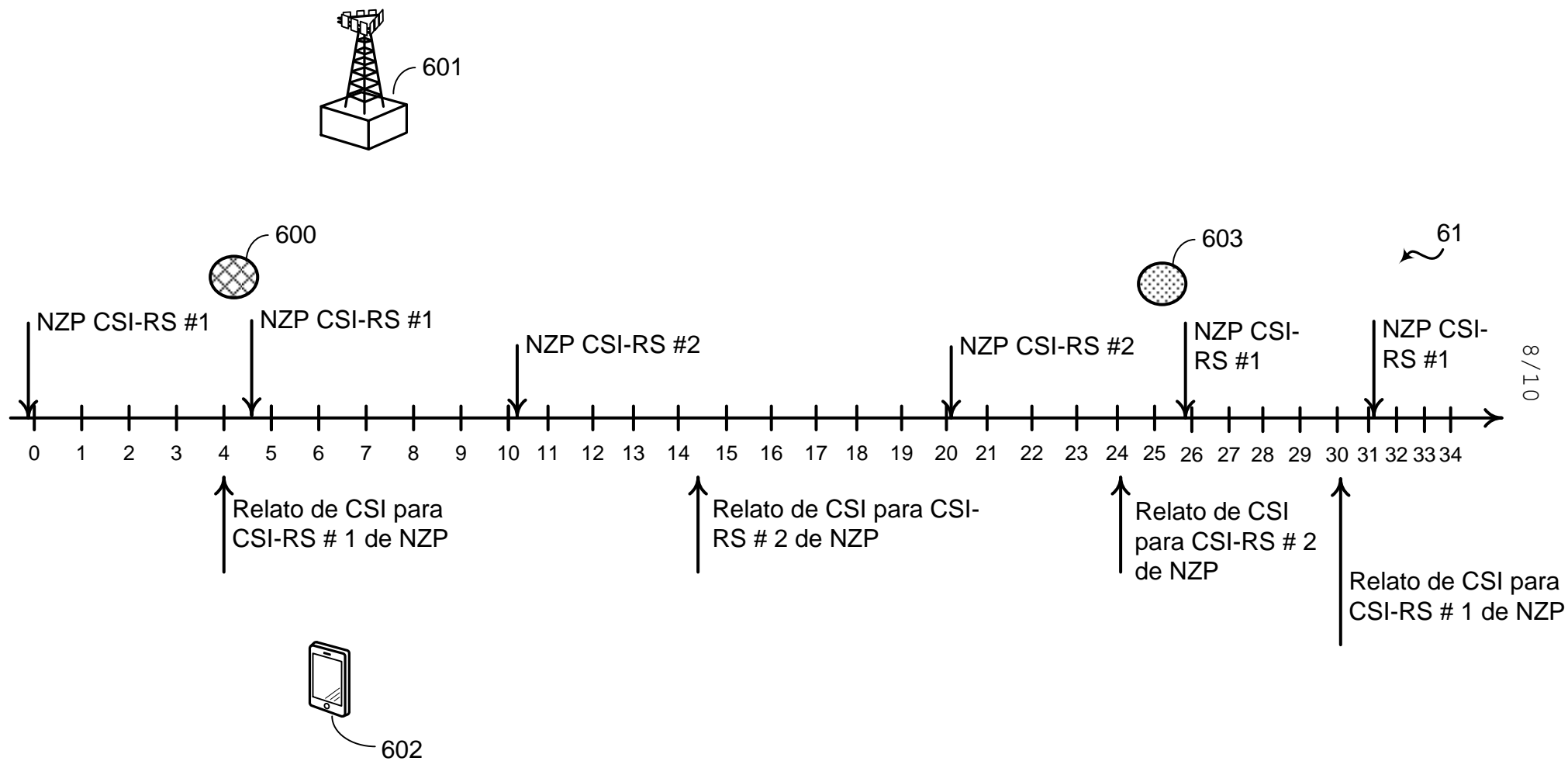
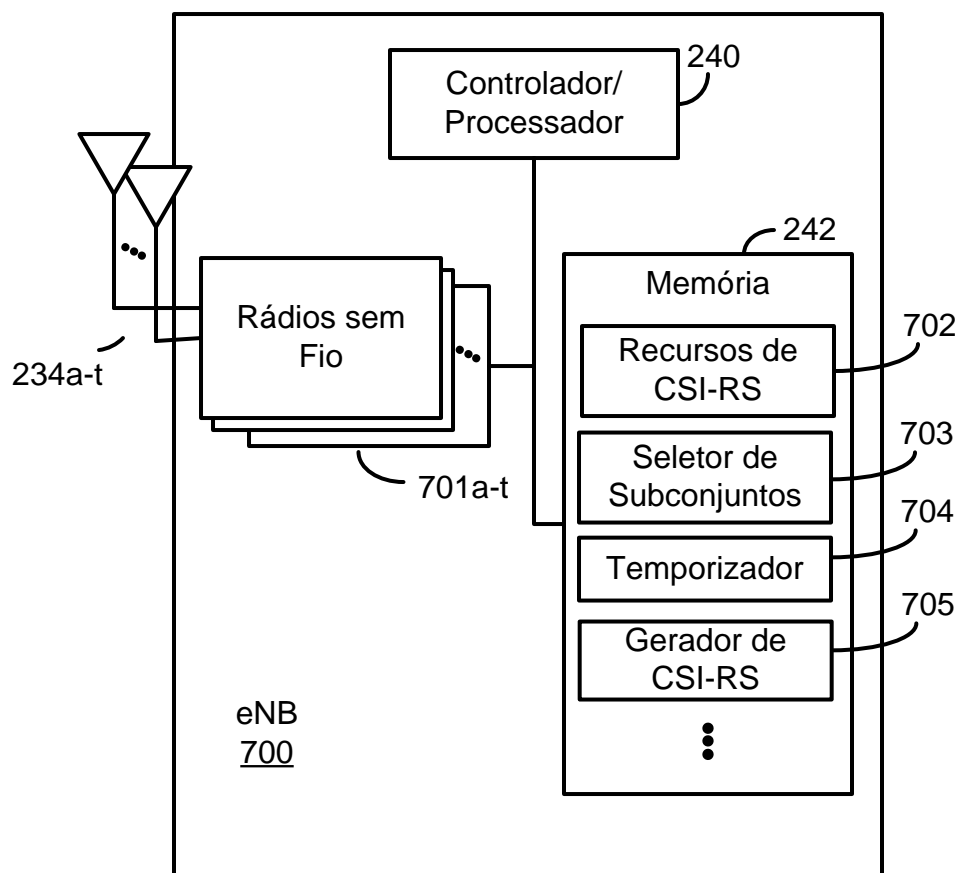
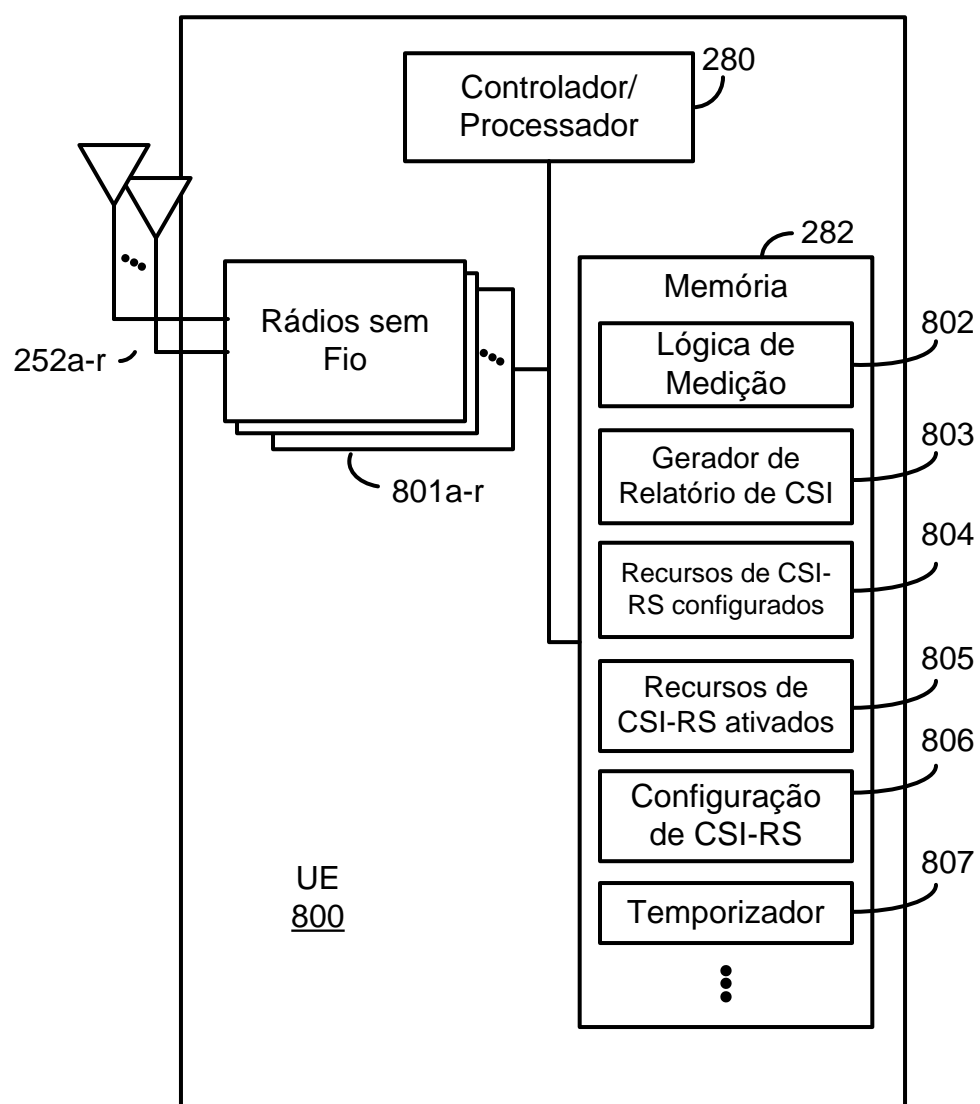


FIG. 6B

**FIG. 7**



**FIG. 8**