



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

(21) BR 112019017262-9 A2



(22) Data do Depósito: 20/02/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 14/04/2020

(54) Título: SINAL DE REFERÊNCIA E PRÉ-CODIFICAÇÃO DE TX/RX PARA MULTIPLEXAÇÃO DE UE EM SS RS

(51) Int. Cl.: H04B 7/00; H04L 5/00.

(30) Prioridade Unionista: 16/02/2018 US 15/932,312; 21/02/2017 US 62/461,510.

(71) Depositante(es): QUALCOMM INCORPORATED.

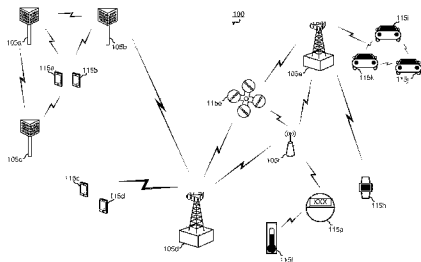
(72) Inventor(es): SEYED ALI AKBAR FAKOORIAN; XIAOXIA ZHANG; TAESANG YOO; SIDDHARTHA MALLIK; JUAN MONTOJO.

(86) Pedido PCT: PCT US2018018814 de 20/02/2018

(87) Publicação PCT: WO 2018/156515 de 30/08/2018

(85) Data da Fase Nacional: 19/08/2019

(57) Resumo: A presente invenção se refere a sinal de referência e pré-codificação de transmissor (TX) / receptor (Rx) para multiplexação de equipamento de usuário (UE) em redes de espectro compartilhado novo rádio (NR). Em alguns sinais de referência, uma estação base pode agendar vários UEs para transmissão de sinais de referência em uplink dentro de um subquadro identificado. A estação base pode transmitir uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de identificação que identifica uma multiplexação para portas de antena designadas para transmissão dos sinais de referência em uplink. A multiplexação pode ser uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão da frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) no subquadro identificado. Sinais de referência adicionais, pré-codificadores de transmissão podem ser identificados pela estação base com base em cálculos de inversão de canal da matriz de canal determinados com base em sinais de referência em uplink.



**"SINAL DE REFERÊNCIA E PRÉ-CODIFICAÇÃO DE TX/RX PARA
MULTIPLEXAÇÃO DE UE EM SS RS"**

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] Este Pedido de Patente reivindica o benefício do Pedido de Patente Provisório US nº 62/461,510, intitulado "REFERENCE SIGNAL AND TX/RX PRECODING FOR UE MULTIPLEXING IN NR SS", depositado em 21 de fevereiro de 2017; e Patente de Patente US Não Provisório nº xx/xxx, xxx, intitulado "REFERENCE SIGNAL AND TX/RX PRECODING FOR UE MULTIPLEXING IN NR SS", depositado em 16 de Fevereiro de 2018, cujas descrições são incorporadas por referência em sua totalidade, como se totalmente estabelecidas abaixo e para todos os fins aplicáveis.

FUNDAMENTOS

Campo

[0002] Os aspectos da presente invenção se referem, em geral, a sistemas de comunicação sem fio e, mais particularmente, ao sinal de referência e pré-codificação do transmissor (TX)/receptor (Rx) para multiplexação de equipamento de usuário (UE) em redes de espectro compartilhado novo rádio (NR).

Fundamentos

[0003] As redes de comunicação sem fio são amplamente implantadas para fornecer vários serviços de comunicação, como voz, vídeo, pacote de dados, mensagens, transmissões e assim por diante. Essas redes sem fio podem ser redes de acesso múltiplo capazes de suportar vários usuários compartilhando os recursos de rede disponíveis. Essas redes, que normalmente são redes de acesso múltiplo, oferecem suporte para comunicações para vários usuários

através do compartilhamento dos recursos de rede disponíveis. Um exemplo dessa rede é a Rede de Acesso via Rádio Terrestre Universal (UTRAN). A UTRAN é a rede de acesso via rádio (RAN) definido como uma parte do Sistema Universal de Telecomunicações Móveis (UMTS), a terceira geração (3G) da tecnologia de telefonia móvel com suporte do Projeto de Parceria da 3ª Geração (3GPP). 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 FDMA Ortogonal (OFDMA), redes FDMA de Portadora Única (SC-FDMA).

[0004] Uma rede de comunicação sem fio pode incluir uma série de estações base ou nós B que podem oferecer suporte à comunicação para uma série de dispositivos sem fio. 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 da estação base ao UE, e o uplink (ou link reverso) se refere ao link de comunicação do UE à estação base.

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

degradar o desempenho tanto no downlink quanto no uplink.

[0006] Como a demanda por acesso à banda larga móvel continua a aumentar, as possibilidades de interferência e redes congestionadas crescem com cada vez 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 alavancar as tecnologias sem fio, não apenas para atender a crescente demanda por acesso à banda larga móvel, mas para desenvolver e melhorar a experiência do usuário com as comunicações móveis.

SUMÁRIO

[0007] Em um aspecto da invenção, um método de comunicação sem fio inclui agendar, por uma estação base, uma pluralidade de UEs para transmissão de um ou mais sinais de referência uplink dentro de um subquadro identificado; transmitir, pela estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão da frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) sobre o subquadro identificado; e receber, na estação base, uma pluralidade de sinais de referência uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs de acordo com o agendamento.

[0008] Em um aspecto adicional da invenção, um

método de comunicação sem fio inclui estimar, por uma estação base, uma matriz de canal com base em um ou mais sinais de referência uplink recebidos por um ou mais UEs servidos pela estação base; calcular, através da estação base, uma matriz de inversão de canal resultante de uma transposta conjugada da matriz de canal multiplicada por uma inversão de um produto da matriz de canal multiplicada pela transposta conjugada da matriz de canal; selecionar, através da estação base, vetores de coluna correspondentes da matriz de inversão de canal do cálculo correspondente a cada um dos um ou mais UEs; aplicar, pela estação base, uma decomposição de valor singular aos vetores de coluna correspondentes selecionados para obter uma matriz de pré-codificador da razão sinal-vazamento (SLR); identificar, pela estação base, um pré-codificador de transmissão dos um ou mais UEs como um número de valor de classificação de vetores singulares esquerdos menores da matriz de pré-codificador da SLR; e transmitir, pela estação base, dados ao um dos um ou mais UEs pré-codificados usando o pré-codificador de transmissão.

[0009] Em mais aspecto adicional da invenção, um aparelho configurado para comunicação sem fio inclui meio para agendar, por uma estação base, uma pluralidade de UEs para transmissão de um ou mais sinais de referência uplink dentro de um subquadro identificado; meio para transmitir, através da estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou

mais sinais de referência uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre FDM e TDM através do subquadro identificado; e meio para receber, na estação base, uma pluralidade de sinais de referência uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs de acordo com o agendamento.

[0010] Em um aspecto adicional da invenção, um método de comunicação sem fio inclui meio para estimar, por uma estação base, uma matriz de canal com base em um ou mais sinais de referência uplink recebidos por um ou mais UEs servidos pela estação base; meio para calcular, através da estação base, uma matriz de inversão de canal resultante de uma transposta conjugada da matriz de canal multiplicada por uma inversão de um produto da matriz de canal multiplicada pela transposta conjugada da matriz de canal; meio para selecionar, através da estação base, vetores de coluna correspondentes da matriz de inversão de canal do cálculo correspondente a cada um dos um ou mais UEs; meio para aplicar, pela estação base, uma decomposição de valor singular aos vetores de coluna correspondentes selecionados para obter uma matriz de pré-codificador da SLR; meio para identificar, pela estação base, um pré-codificador de transmissão dos um ou mais UEs como um número de valor de classificação de vetores singulares esquerdos menores da matriz de pré-codificador da SLR; e meio para transmitir, pela estação base, dados ao um dos um ou mais UEs pré-codificados usando o pré-codificador de transmissão.

[0011] Em um aspecto adicional da invenção, um meio de leitura por computador não transitório com código do programa nele registrado. O código de programa inclui

ainda código de agendamento, por uma estação base, de uma pluralidade de UEs para transmissão de um ou mais sinais de referência uplink dentro de um subquadro identificado; código de transmissão, através da estação base, de uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre FDM e TDM através do subquadro identificado; e código de recebimento, na estação base, de uma pluralidade de sinais de referência uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs de acordo com o agendamento.

[0012] Em um aspecto adicional da invenção, um meio de leitura por computador não transitório com código do programa nele registrado. O código de programa inclui ainda código de estimativa, por uma estação base, de uma matriz de canal com base em um ou mais sinais de referência uplink recebidos por um ou mais UEs servidos pela estação base; código de cálculo, através da estação base, de uma matriz de inversão de canal resultante de uma transposta conjugada da matriz de canal multiplicada por uma inversão de um produto da matriz de canal multiplicada pela transposta conjugada da matriz de canal; código de seleção, através da estação base, de vetores de coluna correspondentes da matriz de inversão de canal do cálculo correspondente a cada um dos um ou mais UEs; código de aplicação, pela estação base, de uma decomposição de valor

singular aos vetores de coluna correspondentes selecionados para obter uma matriz de pré-codificador da SLR; código de identificação, pela estação base, de um pré-codificador de transmissão dos um ou mais UEs como um número de valor de classificação de vetores singulares esquerdos menores da matriz de pré-codificador da SLR; e código de transmissão, pela estação base, de dados ao um dos um ou mais UEs pré-codificados usando o pré-codificador de transmissão.

[0013] Em um aspecto adicional da invenção, é descrito um aparelho configurado para comunicação sem fio. O aparelho inclui pelo menos um processador e uma memória acoplada ao processador. O processador é configurado para agendar, por uma estação base, uma pluralidade de UEs para transmissão de um ou mais sinais de referência uplink dentro de um subquadro identificado; transmitir, através da estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre FDM e TDM através do subquadro identificado; e receber, na estação base, uma pluralidade de sinais de referência uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs de acordo com o agendamento.

[0014] Em um aspecto adicional da invenção, é descrito um aparelho configurado para comunicação sem fio. O aparelho inclui pelo menos um processador e uma memória acoplada ao processador. O processador é configurado para

estimar, por uma estação base, uma matriz de canal com base em um ou mais sinais de referência uplink recebidos por um ou mais UEs servidos pela estação base; calcular, através da estação base, uma matriz de inversão de canal resultante de uma transposta conjugada da matriz de canal multiplicada por uma inversão de um produto da matriz de canal multiplicada pela transposta conjugada da matriz de canal; selecionar, através da estação base, vetores de coluna correspondentes da matriz de inversão de canal do cálculo correspondente a cada um dos um ou mais UEs; aplicar, pela estação base, uma decomposição de valor singular aos vetores de coluna correspondentes selecionados para obter uma matriz de pré-codificador da SLR; identificar, pela estação base, um pré-codificador de transmissão dos um ou mais UEs como um número de valor de classificação de vetores singulares esquerdos menores da matriz de pré-codificador da SLR; e transmitir, pela estação base, dados ao um dos um ou mais UEs pré-codificados usando o pré-codificador de transmissão.

[0015] Em um aspecto da invenção, um método de comunicação sem fio inclui agendar, por uma estação base, uma pluralidade de UEs para transmissão de um ou mais sinais de referência uplink dentro de um subquadro identificado; transmitir, pela estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência uplink pela pluralidade de UEs, e em que a

multiplexação é uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão da frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) sobre o subquadro identificado; sinalizar, pela estação base, um identificador de célula virtual (ID) para cada um da pluralidade de UE, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base vizinhas; e receber, na estação base, uma pluralidade de sinais de referência uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência uplink é identificada de acordo com o ID da célula virtual e o agendamento.

[0016] Em mais aspecto adicional da invenção, um aparelho configurado para comunicação sem fio inclui meio para agendar, por uma estação base, uma pluralidade de UEs para transmissão de um ou mais sinais de referência uplink dentro de um subquadro identificado; meio para transmitir, através da estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre FDM e TDM através do subquadro identificado; meio para sinalizar, pela estação base, um ID de célula virtual para cada um da pluralidade de UEs, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base vizinhas, e meio para receber, na estação base, uma pluralidade de sinais de referência uplink no

subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência uplink é identificada de acordo com o ID de célula virtual e o meio para agendar.

[0017] Em um aspecto adicional da invenção, um meio de leitura por computador não transitório com código do programa nele registrado. O código de programa inclui ainda código de agendamento, por uma estação base, de uma pluralidade de UEs para transmissão de um ou mais sinais de referência uplink dentro de um subquadro identificado; código de transmissão, pela estação base, de uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre FDM e TDM sobre o subquadro identificado; código de sinalização, pela estação base, de um ID de célula virtual para cada um da pluralidade de UEs que identifica um grupo de células associado atribuído a cada um da pluralidade de UEs, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base vizinhas; e código de recebimento, na estação base, de uma pluralidade de sinais de referência uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência uplink é identificada de acordo com o ID da célula virtual e o código de agendamento.

[0018] Em um aspecto adicional da invenção, é descrito um aparelho configurado para comunicação sem fio. O aparelho inclui pelo menos um processador e uma memória acoplada ao processador. O processador é configurado para agendar, por uma estação base, uma pluralidade de UEs para transmissão de um ou mais sinais de referência uplink dentro de um subquadro identificado; para transmitir, pela estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre FDM e TDM sobre o subquadro identificado; para sinalizar, pela estação base, um ID de célula virtual para cada um da pluralidade de UEs que identifica um grupo de células associado atribuído a cada um da pluralidade de UEs, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base vizinhas; e para receber, na estação base, uma pluralidade de sinais de referência uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência uplink é identificada de acordo com o ID da célula virtual e a configuração do pelo menos um processador para agendamento.

[0019] O conteúdo anterior descreveu, em termos gerais, os recursos e vantagens técnicas de exemplos de acordo com a invenção, a fim de que a descrição detalhada a seguir possa ser melhor compreendida. Recursos e vantagens

adicionais serão descritos a seguir. A concepção e exemplos específicos descritos podem ser prontamente utilizados como base para a modificação ou a concepção de outras estruturas para realização dos mesmos fins da presente invenção. Essas construções equivalentes não se afastam do âmbito das reivindicações anexas. As características dos conceitos descritos neste documento, tanto a sua organização quanto seu modo de funcionamento, juntamente com as vantagens associadas serão melhor compreendidas a partir da descrição a seguir, quando consideradas em ligação com os desenhos anexos. Cada uma das figuras é fornecida para fins de ilustração e descrição, e não como uma definição dos limites das reivindicações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0020] Uma nova compreensão sobre a natureza e as vantagens da presente invenção pode ser percebida por referência aos desenhos a seguir. Nas figuras anexas, componentes ou características semelhantes podem ter o mesmo marcador de referência. Além disso, vários componentes do mesmo tipo podem ser diferenciados seguindo o marcador de referência por um traço e um segundo marcador que distingue entre os componentes semelhantes. Se apenas o primeiro marcador de referência for usado na especificação, a descrição é aplicável a qualquer um dos componentes similares com o mesmo primeiro marcador de referência, independentemente do segundo marcador de referência.

[0021] A figura 1 é um diagrama em blocos que ilustra detalhes de um sistema de comunicação sem fio.

[0022] A figura 2 é um diagrama em blocos que ilustra um projeto de uma estação base e um UE configurados

de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0023] A figura 3 ilustra um exemplo de um diagrama de tempo para o particionamento coordenado de recursos.

[0024] A figura 4A é um diagrama em blocos ilustrando comunicações sem fio de acordo com aspectos da presente invenção.

[0025] A figura 4B é um exemplo de um diagrama de tempo ilustrando a multiplexação do sinal de referência uplink de acordo com aspectos da presente invenção.

[0026] A figura 5 é um diagrama em blocos que ilustra blocos exemplificativos executados para implementar aspectos da presente invenção.

[0027] A figura 6 é um diagrama em blocos funcional que ilustra blocos exemplificativos executados para implementar outros aspectos da presente invenção.

[0028] A figura 7 é um diagrama em blocos de uma estação base em uma rede de comunicação de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0029] A figura 8 é um diagrama em blocos de um UE em uma rede de comunicação de acordo com um aspecto da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0030] A descrição detalhada apresentada abaixo, em conexão com os desenhos anexos, deve ser considerada uma descrição de várias configurações e não pretende limitar o escopo da invenção. Ao contrário, a descrição detalhada inclui detalhes específicos com o propósito de fornecer uma compreensão abrangente da matéria inventiva. Será aparente para aqueles com habilidades na técnica que estes detalhes

específicos não são necessários em todos os casos e que, às vezes, estruturas e componentes bem conhecidos são mostrados em forma de diagrama em blocos para clareza da apresentação.

[0031] Esta invenção em geral se refere ao fornecimento ou participação em acesso compartilhado autorizado entre dois ou mais sistemas de comunicações sem fio, também chamados de redes de comunicações sem fio. Em várias formas de realização, as técnicas e o aparelho podem ser usados para redes de comunicação sem fio, 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 FDMA Ortogonal (OFDMA), redes FDMA de Portadora Única (SC-FDMA), redes LTE, redes GSM, redes da 5ª geração (5G) ou novo rádio (NR), assim como outras redes de comunicações. Como descrito neste documento, os termos "redes" e "sistemas" podem ser usados como sinônimos.

[0032] Uma rede OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio como UTRA evoluída (E-UTRA), IEEE 802.11, IEEE 802.16, IEEE 802.20, flash-OFDM e similares. UTRA, E-UTRA e Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) são parte do sistema universal de telecomunicações móveis (UMTS). Em particular, a evolução de longo prazo (LTE) é uma versão do UMTS que usa a E-UTRA. UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS e LTE são descritas em documentos de uma organização chamada "Projeto de Parceria da 3ª Geração" (3GPP), e a CDMA2000 é descrita em documentos de uma organização chamada "Projeto de Parceria da 3ª Geração 2" (3GPP2). Estes diversos padrões e tecnologias de rádio são

conhecidos ou estão em desenvolvimento. Por exemplo, o Projeto de Parceria da 3ª Geração (3GPP) é uma colaboração entre grupos de associações de telecomunicações que visa definir uma especificação globalmente aplicável da telefonia móvel para a terceira geração (3G). A evolução de longo prazo (LTE) 3GPP é um projeto da 3GPP que visa melhorar o padrão da telefonia móvel para o sistema universal de telecomunicações móveis (UMTS). O 3GPP pode definir as especificações para a próxima geração de redes móveis, sistemas móveis e dispositivos móveis. A presente invenção se refere à evolução das tecnologias sem fio de LTE, 4G, 5G, NR e além com acesso compartilhado para o espectro sem fio entre redes usando uma coleção de novas e diferentes tecnologias de acesso via rádio ou interfaces aéreas via rádio.

[0033] Em particular, as redes 5G contemplam diversas implantações, espectro diversificado e vários serviços e dispositivos que podem ser implementados usando uma interface aérea unificada com base em OFDM. Para atingir estes objetivos, são considerados outros avanços para LTE e LTE-A, além do desenvolvimento da tecnologia novo rádio para redes NR 5G. A NR 5G será capaz de escalar para fornecer cobertura (1) a uma enorme Internet das Coisas (IoTs) com uma densidade ultra-alta (por exemplo, nós ~1M/km²), complexidade ultrabaixa (por exemplo, ~10s de bits/s), energia ultrabaixa (por exemplo, ~10+ anos de vida útil da bateria), e cobertura intensa com a capacidade de alcançar locais desafiadores; (2) incluindo controle de missão crítica com forte segurança para salvaguardar informações confidenciais pessoais, financeiras ou

informações classificadas, ultra-alta confiabilidade (por exemplo, -99,9999% de confiabilidade), latência ultrabaixa (por exemplo, - 1 ms), e usuários com amplas gamas de mobilidade ou falta dela; e (3) com banda larga móvel aumentada, incluindo altíssima capacidade (por exemplo, -10 Tbps/km²), velocidades de dados extremas (por exemplo, velocidade de multi-Gbps, velocidades de experiência do usuário de 100+ Mbps) e reconhecimento profundo com descoberta avançada e otimizações.

[0034] A NR 5G pode ser implementada para usar formas de onda com base em OFDM otimizadas com numerologia e intervalo de tempo de transmissão (TTI) escaláveis; tendo um quadro flexível, comum para multiplexar com eficiência serviços e recursos com um projeto dinâmico, de baixa latência da duplexação por divisão do tempo (TDD) / duplexação por divisão da frequência (FDD); e com tecnologias sem fio avançadas, como a tecnologia massiva de várias entradas, várias saídas (MIMO), transmissões avançadas via onda milimétrica (mmWave), codificação de canal avançada e mobilidade centrada no dispositivo. A escalabilidade da numerologia em NR 5G, com dimensionamento de espaçamento de subportadora, pode tratar de forma eficiente de diversos serviços operacionais em espectro variado e diversas implantações. Por exemplo, em várias implantações de cobertura externa e macro de implementações FDD/TDD com menos de 3GHz, o espaçamento da subportadora pode ocorrer 15 kHz, por exemplo, mais de 1, 5, 10, 20 MHz, e largura de banda semelhante. Para outras diversas implantações de cobertura externa e em pequenas células de TDD superiores a 3 GHz, o espaçamento da subportadora pode

ocorrer com largura de banda de 30 kHz em 80/100 MHz. Para outras diversas implantações de banda larga interna, usando uma TDD na parte não licenciada da banda de 5 GHz, o espaçamento da subportadora pode ocorrer com 60 kHz em uma largura de banda de 160 MHz. Finalmente, para implantações transmitindo com componentes de Onda mm em uma TDD de 28 GHz, o espaçamento da subportadora pode ocorrer com 120 kHz em uma largura de banda de 500 MHz.

[0035] A numerologia escalável da NR 5G facilita o TTI escalável para diferentes exigências de latência e qualidade de serviço (QoS). Por exemplo, o TTI mais curto pode ser usado para baixa latência e alta confiabilidade, enquanto o TTI mais longo pode ser usado para maior eficiência espectral. A multiplexação eficiente de TTIs longos e curtos permite que as transmissões comecem nos limites do símbolo. A NR 5G também contempla um projeto de subquadro integrado autocontido com informações de agendamento uplink/downlink, dados e confirmação no mesmo subquadro. O subquadro integrado autocontido suporta comunicações em espectro compartilhado não licenciado ou com base em contenção, uplink/downlink adaptativo que pode ser configurado de forma flexível por célula para alternar de forma dinâmica entre uplink e downlink para satisfazer as atuais necessidades de tráfego.

[0036] Vários outros aspectos e características da invenção são ainda descritos abaixo. Deve ser evidente que os ensinamentos aqui podem ser incorporados em uma ampla variedade de formas e que qualquer estrutura, função específica, ou ambas estando aqui descritas, é meramente representativa e não limitante. Com base nos ensinamentos

neste documento, aquele com um nível de habilidade na técnica deve compreender que um aspecto aqui descrito pode ser implementado de forma independente de quaisquer outros aspectos, e que dois ou mais desses aspectos podem ser combinados de várias maneiras. Por exemplo, um aparelho pode ser implementado ou um método pode ser praticado usando qualquer número dos aspectos aqui estabelecidos. Além disso, um aparelho desse tipo pode ser implementado ou um método desse tipo pode ser praticado usando outra estrutura, funcionalidade ou estrutura e funcionalidade em adição a ou diferentes dos aspectos aqui estabelecidos. Por exemplo, um método pode ser implementado como parte de um sistema, dispositivo, aparelho e/ou como instruções armazenadas em um meio de leitura por computador para execução em um processador ou computador. Além disso, um aspecto pode compreender pelo menos um elemento de uma reivindicação.

[0037] A figura 1 é um diagrama em blocos que ilustra uma rede 5G 100 incluindo várias estações base e UEs configurados de acordo com um aspecto da presente invenção. A rede 5G 100 inclui uma série de estações base 105 e outras entidades de rede. Uma estação base pode ser uma estação que se comunica com os UEs e também pode ser referida como um nó B evoluído (eNB), um eNB da próxima geração (gNB), um ponto de acesso e similares. Cada estação base 105 pode fornecer cobertura de comunicação para uma determinada área geográfica. Em 3GPP, o termo "célula" pode se referir a essa área de cobertura geográfica particular de uma estação base e / ou um subsistema de estação base que serve a área de cobertura, dependendo do contexto em

que o termo é usado.

[0038] Uma estação base pode fornecer cobertura de comunicação para uma macrocélula ou uma célula pequena, como uma picocélula ou uma femtocélula e / ou outros tipos de célula. Uma macrocélula em geral cobre uma área geográfica relativamente grande (por exemplo, vários quilômetros de raio) e pode permitir o acesso sem restrições por UEs com assinaturas de serviço com o provedor de rede. Uma célula pequena, como uma picocélula, em geral cobriria uma área geográfica relativamente menor e pode permitir o acesso irrestrito por UEs com assinaturas de serviço com o provedor de rede. Uma célula pequena, como uma femtocélula, também cobriria uma área geográfica relativamente pequena (por exemplo, um domicílio) e, além de acesso irrestrito, também pode fornecer acesso restrito por UEs com uma associação à femtocélula (por exemplo, UEs em um grupo fechado de assinantes (CSG), UEs para usuários no domicílio e similares). Uma estação base para uma macrocélula pode ser referida como uma estação base macro. Uma estação base para uma pequena célula pode ser referida como uma estação base de células pequenas, uma estação base pico, uma estação base femto ou uma estação base doméstica. No exemplo mostrado na figura 1, as estações base 105d e 105e são as estações base macro regulares, enquanto as estações base 105a-105c são estações base macro habilitadas com uma dentre 3^a dimensão (3D), dimensão total (FD) ou MIMO massiva. As estações base 105a-105c tiram proveito de suas funcionalidades MIMO de maior dimensão para explorar a formação de feixes 3D em ambas as formações de feixe de elevação e azimute para aumentar a cobertura e a

capacidade. A estação base 105f é uma estação base de célula pequena que pode ser um nó doméstico ou ponto de acesso portátil. Uma estação base pode oferecer suporte para uma ou várias (por exemplo, duas, três, quatro e similares) células.

[0039] A rede 5G 100 pode oferecer suporte à operação síncrona ou assíncrona. Para operação síncrona, as estações base podem ter tempos de quadro semelhantes, e as transmissões de diferentes estações base podem ser aproximadamente alinhadas no tempo. Para operação assíncrona, as estações base podem ter diferentes tempos de quadro, e as transmissões de diferentes estações base podem não ser alinhadas no tempo.

[0040] Os UEs 115 podem ser dispersos por toda a rede sem fio 100, e cada UE pode ser fixo ou móvel. Um UE pode também ser referido como um terminal, uma estação móvel, uma unidade de assinante, uma estação ou similares. 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 tablet, um computador portátil, um telefone sem fios, uma estação loop local sem fio (WLL) ou similares. Os UEs 115a-115d são exemplos de dispositivos móveis do tipo smartfone que acessam a rede 5G 100. Um UE também pode ser uma máquina especificamente configurada para comunicação conectada, incluindo comunicação do tipo máquina (MTC), MTC aprimorada (eMTC), IoT de banda estreita (NB-IoT) e similares. Os UEs 115e-115k são exemplos de diferentes máquinas configuradas para comunicação que acessam a rede 5G 100. Um UE pode ser capaz de se comunicar com qualquer tipo estações base, seja

estação base macro, de pequenas células ou similares. Na figura 1, um relâmpago (por exemplo, links de comunicação 125) indica transmissões sem fio entre um UE e uma estação base de serviço, que é uma estação base designada para servir o UE no downlink e/ou uplink, ou transmissão desejada entre estações base, e transmissões backhaul entre estações base.

[0041] Em operação na rede 5G 100, as estações base 105a-105c servem UEs 115a e 115b usando a formação de feixe 3D e técnicas espaciais coordenadas, como multiponto coordenado (CoMP) ou multiconectividade. A estação base macro 105d executa comunicações backhaul com as estações base 105a- 105c, bem como pequenas células, estação base 105f. A estação base macro 105d também transmite serviços multicast que são assinados e recebidos pelos UEs 115c e 115d. Esses serviços multicast podem incluir televisão móvel ou streaming de vídeo, ou podem incluir outros serviços para fornecer informações da comunidade, como emergências ou alertas climáticos, como alertas AMBER (alerta de rapto de criança) ou alertas de segurança cinza.

[0042] A rede 5G 100 também suporta comunicações de missão crítica com links ultraconfiáveis e redundantes para dispositivos de missão crítica, como o UE 115e, que é um drone. Os links de comunicação redundante com o UE 115e inclui desde as estações base macro 105d e 105e, bem como estação base de pequenas células 105f. Outros dispositivos do tipo de máquina, como o UE 115f (termômetro), o UE 115g (medidor inteligente) e o UE 115h (dispositivo vestível), podem se comunicar por meio da rede 5G 100, ou diretamente com as estações base, como a estação base de pequenas

células 105f, e a estação base macro 105e, ou em configurações multi-hop dúvida por comunicação com outro dispositivo de usuário que transmite suas informações para a rede, como o UE 115f que comunica informações de medição de temperatura ao medidor inteligente, o UE 115g, que são, então, reportadas à rede por meio da estação base de pequenas células 105f. A rede 5G 100 também pode fornecer eficiência de rede adicional através de comunicações TDD/FDD dinâmicas, de baixa latência, como em uma rede em malha veículo-a-veículo (V2V) entre os UEs 115i-115k que se comunicam com a estação base macro 105e.

[0043] A figura 2 mostra um diagrama em blocos de um projeto de uma estação base 105 e um UE 115, que podem ser uma das estações base e um dos UEs na figura 1. Na estação base 105, um processador de transmissão 220 pode receber dados de uma fonte de dados 212 e informações de controle de um controlador / processador 240. As informações de controle podem ser para o PBCH, PCFICH, PHICH, PDCCH, EPDCCH, MPDCCH, etc. Os dados podem ser para o PDSCH, etc. O processador de transmissão 220 pode processar (por exemplo, codificar e mapear com 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 o sinal de referência específico da célula. Um processador de transmissão (TX) de várias entradas e várias saídas (MIMO) 230 pode realizar o processamento espacial (por exemplo, pré-codificação) quanto aos símbolos de dados, os símbolos de controle e/ou os 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 respectivo fluxo de símbolos de saída (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter um fluxo de amostras de saída. Cada modulador 232 pode ainda processar (por exemplo, converter para analógico, amplificar, filtrar e converter positivamente) o fluxo de amostras de saída para obter um sinal downlink. Sinais downlink dos moduladores 232a a 232t podem ser transmitidos através das antenas 234a a 234t, respectivamente.

[0044] No UE 115, as antenas 252a a 252r podem receber os sinais downlink da estação base 105 e podem fornecer os sinais recebidos aos demoduladores (DEMOS) 254a a 254r, respectivamente. Cada demodulador 254 pode regular (por exemplo, filtrar, amplificar, converter negativamente e digitalizar) um respectivo sinal recebido para obter amostras de entrada. Cada demodulador 254 pode ainda processar as amostras de entrada (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter os símbolos recebidos. Um detector MIMO 256 pode obter os símbolos recebidos de todos os demoduladores 254a a 254r, realizar a detecção MIMO quanto aos símbolos recebidos, se aplicável, e fornecer os símbolos detectados. Um processador de recebimento 258 pode processar (por exemplo, demodular, desintercalar e decodificar) os símbolos detectados, fornecer dados decodificados para o UE 115 a um coletor de dados 260, e fornecer informações de controle decodificadas a um controlador/processador 280.

[0045] No uplink, no UE 115, um processador de transmissão 264 pode receber e processar os dados (por

exemplo, para o PUSCH) de uma fonte de dados 262 e informações 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 TX MIMO 266, se aplicável, processados ainda pelos moduladores 254A a 254r (por exemplo, para SC-FDM, etc.) e transmitidos à estação base 105. Na estação base 105, os sinais uplink do UE 115 podem ser recebidos pelas antenas 234, processados pelos demoduladores 232, detectados por um detector MEVIO 236, se aplicável, e posteriormente processados pelo processador de recebimento 238 para obter dados decodificados e informações de controle enviadas pelo UE 115. O processador 238 pode fornecer os dados decodificados a um coletor de dados 239 e as informações de controle decodificadas ao controlador/processador 240.

[0046] Os controladores/processadores 240 e 280 podem direcionar a operação na estação base 105 e no UE 115, respectivamente. O controlador/processador 240 e/ou outros processadores e módulos na estação base 105 podem realizar ou direcionar a execução de vários processos para as técnicas aqui descritas. Os controladores/processador 280 e/ou outros processadores e módulos no UE 115 também podem realizar ou direcionar a execução dos blocos funcionais ilustrado nas figuras 4A, 5 e 6, e/ou outros processos para as técnicas aqui descritas. As memórias 242 e 282 podem armazenar dados e códigos de programas para a estação base 105 e o UE 115, respectivamente. O escalonador 244 pode agendar UEs para transmissão de dados no downlink

e/ou uplink.

[0047] Os sistemas de comunicação sem fio operados por diferentes entidades operacionais de rede (por exemplo, operadores de rede) podem compartilhar o espectro. Em alguns casos, uma entidade operacional de rede pode ser configurada para usar uma totalidade de um espectro compartilhado designado por pelo menos um período de tempo antes que outra entidade operacional de rede use a totalidade do espectro compartilhado designado por um período de tempo diferente. Assim, a fim de permitir que as entidades operacionais de rede usem a totalidade do espectro compartilhado designado, e a fim de atenuar comunicações interferentes entre as diferentes entidades operacionais de rede, determinados recursos (por exemplo, tempo) podem ser divididos e alocados às diferentes entidades operacionais de rede para determinados tipos de comunicação.

[0048] Por exemplo, a uma entidade operacional de rede, podem ser alocados determinados recursos de tempo reservados para comunicação exclusiva pela entidade operacional de rede que usa a totalidade do espectro compartilhado. À entidade operacional de rede, também podem ser alocados outros recursos de tempo em que a entidade recebe prioridade sobre outras entidades operacionais de rede para se comunicar usando o espectro compartilhado. Esses recursos de tempo, priorizados para uso pela entidade operacional de rede, podem ser usados por outras entidades operacionais de rede de uma forma oportunista, se a entidade operacional de rede não usar os recursos. Os recursos adicionais de tempo podem ser alocados por

qualquer operador de rede para uso de forma oportunista.

[0049] O acesso ao espectro compartilhado e a arbitragem de recursos de tempo entre diferentes entidades operacionais de rede podem ser centralmente controlados por uma entidade distinta, determinada de forma autônoma por um esquema de arbitragem predefinido, ou determinada de forma dinâmica com base em interações entre nós sem fio dos operadores de rede.

[0050] Em alguns casos, o UE 115 e a estação base 105 podem operar em uma faixa compartilhada do espectro de radiofrequência, que pode incluir espectro de frequência licenciado ou não licenciado (por exemplo, com base em contenção). Em uma parte de frequência não licenciada da banda de espectro de radiofrequência compartilhada, os UEs 115 ou estações de base 105 podem tradicionalmente realizar um procedimento de detecção de meio para disputar o acesso ao espectro de frequência. Por exemplo, o UE 115 ou a estação base 105 pode realizar um procedimento de verificação prévia (LBT), como uma avaliação de canais livres (CCA), antes da comunicação a fim de determinar se o canal compartilhado está disponível. Uma CCA pode incluir um procedimento de detecção de energia para determinar se existem quaisquer outras transmissões ativas. Por exemplo, um dispositivo pode inferir que uma mudança em um indicador de intensidade de sinal recebido (RSSI) de um medidor de energia indica que um canal está ocupado. Especificamente, a potência do sinal que está concentrada em uma determinada largura de banda e excede um nível de ruído predeterminado pode indicar outro transmissor sem fio. Uma CCA também pode incluir a detecção de sequências específicas que indicam o

uso do canal. Por exemplo, outro dispositivo pode transmitir um preâmbulo específico antes de transmitir uma sequência de dados. Em alguns casos, um procedimento LBT pode incluir um nó sem fio que ajusta sua própria janela de backoff com base na quantidade de energia detectada em um canal e/ou no feedback de confirmação/confirmação negativa (ACK/NACK) para seus próprios pacotes transmitidos como um representante para colisões.

[0051] O uso de um procedimento de detecção do médio para disputar o acesso a um espectro compartilhado não licenciado pode resultar em ineficácia da comunicação. Isso pode ser particularmente evidente quando várias entidades operacionais de rede (por exemplo, os operadores de rede) estão tentando acessar um recurso compartilhado. Na rede 5G 100, as estações base 105 e os UEs 115 podem ser operados pelas mesmas ou por diferentes entidades operacionais da rede. Em alguns exemplos, uma estação base 105 ou UE 115 individual pode ser operado por mais de uma entidade operacional da rede. Em outros exemplos, cada estação base 105 e UE 115 pode ser operado por uma única entidade operacional da rede. Exigir que cada estação base 105 e UE 115 de diferentes entidades operacionais de rede disputem por recursos compartilhados pode resultar em aumento na sobrecarga de sinalização e latência de comunicação.

[0052] A figura 3 ilustra um exemplo de um diagrama de tempo 300 para o particionamento coordenado de recursos. O diagrama de tempo 300 inclui um superquadro 305, que pode representar um período fixo de tempo (por exemplo, 20 ms). O superquadro 305 pode ser repetido para

uma dada sessão de comunicação e pode ser usado por um sistema sem fio, como a rede 5G 100 descrita com referência à figura 1. O superquadro 305 pode ser dividido em intervalos como um intervalo de aquisição (A-INT) 310 e um intervalo de arbitragem 315. Como descrito em mais detalhes abaixo, o A-INT 310 e o intervalo de arbitragem 315 podem ser subdivididos em subintervalos, designados para certos tipos de recurso, e atribuídos a diferentes entidades operacionais de rede para facilitar as comunicações coordenadas entre as diferentes entidades operacionais de rede. Por exemplo, o intervalo de arbitragem 315 pode ser dividido em uma pluralidade de subintervalos 320. Além disso, o superquadro 305 pode ainda ser dividido em uma pluralidade de subquadros 325 com uma duração fixa (por exemplo, 1 ms). Embora o diagrama de tempo 300 ilustre três diferentes entidades operacionais de rede (por exemplo, Operador A, Operador B, Operador C), o número de entidades operacionais de rede usando o superquadro 305 para comunicações de coordenação pode ser maior ou menor que o número ilustrado no diagrama de tempo 300.

[0053] O A-INT 310 pode ser um intervalo dedicado do superquadro 305 que está reservado para comunicações exclusivas pelas entidades operacionais de rede. Em alguns exemplos, a cada entidade operacional de rede podem ser alocados determinados recursos dentro do A-INT 310 para comunicações exclusivas. Por exemplo, os recursos 330-a podem ser reservados para comunicações exclusivas pelo Operador A, como através da estação base 105a, os recursos 330-b podem ser reservados para comunicações exclusivas pelo Operador B, como através da estação base 105b, e os

recursos 330-c podem ser reservados para comunicações exclusivas pelo Operador C, como através da estação base 105c. Uma vez que os recursos 330-a são reservados para comunicações exclusivas pelo Operador A, nem o Operador B, nem o Operador C podem se comunicar durante os recursos 330-a, mesmo se o Operador A optar por não se comunicar durante esses recursos. Isto é, o acesso a recursos exclusivos é limitado ao operador de rede designado. Restrições similares se aplicam aos recursos 330-b para o Operador B e aos recursos 330-c para o Operador C. Os nós sem fio do Operador A (por exemplo, os UEs 115 ou as estações base 105) podem comunicar qualquer informação desejada durante seus recursos exclusivos 330-a, como dados ou informações de controle.

[0054] Quando em comunicação através de um recurso exclusivo, uma entidade operacional de rede não precisa realizar quaisquer procedimentos de avaliação do meio (por exemplo, Verificação Prévia (LBT) ou a avaliação de canais livres (CCA)) porque a entidade operacional de rede sabe que os recursos estão reservados. Como somente a entidade operacional de rede designada pode se comunicar através de recursos exclusivos, pode haver uma menor probabilidade de comunicações interferentes em relação à dependência de técnicas de avaliação do meio apenas (por exemplo, nenhum problema de nó oculto). Em alguns exemplos, o A-INT 310 é usado para transmitir informações de controle, tais como sinais de sincronização (por exemplo, sinais SYNC), informações do sistema (por exemplo, blocos de informações do sistema (SIBs)), informações de paginação (por exemplo, mensagens do canal físico de transmissão via

broadcast (PBCH)), ou informações de acesso aleatório (por exemplo, sinais do canal de acesso aleatório (RACH)). Em alguns exemplos, todos os nós sem fio associados a uma entidade operacional de rede podem transmitir ao mesmo tempo durante seus recursos exclusivos.

[0055] Em alguns exemplos, os recursos podem ser classificados como priorizados para determinadas entidades operacionais de rede. Os recursos que são atribuídos com prioridade para uma determinada entidade operacional de rede podem ser referidos como um intervalo garantido (G-INT) para essa entidade operacional de rede. O intervalo de recursos usado pela entidade operacional de rede durante o G-INT pode ser referido como um subintervalo priorizado. Por exemplo, os recursos 335-a podem ser priorizados para uso pelo Operador A e podem, portanto, ser referidos como um G-INT para o Operador A (por exemplo, G-INT-OpA). Da mesma forma, os recursos 335-b podem ser priorizados para o Operador B, os recursos 335-c podem ser priorizados para o Operador C, os recursos 335-d podem ser priorizados para o Operador A, os recursos 335-e podem ser priorizados para o Operador B e os recursos 335-f podem ser priorizados para o Operador C.

[0056] Os vários recursos do G-INT ilustrados na Figura 3 aparecem escalonados para ilustrar sua associação com suas respectivas entidades operacionais de rede, mas esses recursos podem estar, todos, na mesma largura de faixa de frequência. Assim, se vistos ao longo de uma grade tempo-frequência, os recursos do G-INT podem aparecer como uma linha contígua dentro do superquadro 305. Essa divisão de dados pode ser um exemplo da multiplexação por divisão

do tempo (TDM). Além disso, quando os recursos aparecem no mesmo subintervalo (por exemplo, os recursos 340-a e os recursos 335-b), esses recursos representam os mesmos recursos de tempo em relação ao superquadro 305 (por exemplo, os recursos ocupam o mesmo subintervalo 320), mas os recursos são designados separadamente para ilustrar que os mesmos recursos de tempo podem ser classificados de forma diferente para diferentes operadores.

[0057] Quando os recursos são atribuídos com prioridade para uma determinada entidade operacional de rede (por exemplo, um G-INT), essa entidade operacional de rede pode se comunicar usando esses recursos sem ter de esperar ou executar quaisquer procedimentos de detecção de meio (por exemplo, LBT ou CCA). Por exemplo, os nós sem fio do Operador A são livres para comunicar quaisquer dados ou informações de controle durante os recursos 335-a, sem a interferência dos nós sem fio do Operador B ou Operador C.

[0058] Uma entidade operacional de rede pode, adicionalmente, sinalizar para outro operador que ela pretende usar um determinado G-INT. Por exemplo, com referências aos recursos 335-a, o Operador A pode sinalizar ao Operador B e Operador C que ele pretende usar os recursos 335-a. Essa sinalização pode ser referida como uma indicação de atividade. Além disso, uma vez que o Operador A tem prioridade sobre os recursos 335-a, o Operador A pode ser considerado como um operador de maior prioridade do que ambos o Operador B e o Operador C. No entanto, como discutido acima, o Operador A não precisa enviar sinalização às outras entidades operacionais de rede para garantir a transmissão livre de interferências durante os

recursos 335-a porque os recursos 335-a são atribuídos com prioridade ao Operador A.

[0059] Da mesma forma, uma entidade operacional de rede pode sinalizar para outra entidade operacional de rede que ela não pretende usar um determinado G-INT. Essa sinalização também pode ser referida como uma indicação de atividade. Por exemplo, com referência aos recursos 335-b, o Operador B pode sinalizar ao Operador A e ao Operador C que ele não pretende usar os recursos 335-b para comunicação, mesmo que os recursos sejam atribuídos com prioridade ao Operador. Com referência aos recursos 335-b, o Operador B pode ser considerado uma entidade operacional de rede de maior prioridade do que o Operador A e o Operador C. Nesses casos, os Operadores A e C podem tentar usar os recursos do subintervalo 320 de forma oportunista. Assim, a partir da perspectiva do Operador A, o subintervalo 320 que contém os recursos 335-b pode ser considerado um intervalo oportunista (O-INT) para o Operador A (por exemplo, O-INT-OpA). Para fins ilustrativos, os recursos 340-a podem representar o O-INT para o Operador A. Ainda, sob a perspectiva do Operador C, o mesmo subintervalo 320 pode representar um O-INT para o Operador C com recursos 340-b correspondentes. Os recursos 340-a, 335-b e 340-b representam, todos, os mesmos recursos de tempo (por exemplo, um subintervalo particular 320), mas são identificados separadamente para significar que os mesmos recursos podem ser considerados como um G-INT para algumas entidades operacionais de rede e, ainda, como um O-INT para outras.

[0060] Para usar os recursos de forma

oportunista, o Operador A e o Operador C podem realizar procedimentos de detecção de meio para verificar a presença de comunicações em um canal específico antes da transmissão de dados. Por exemplo, se o Operador B decidir não usar os recursos 335-b (por exemplo, G-INT-OpB), então o Operador A pode usar os mesmos recursos (por exemplo, representados pelos recursos 340-a), verificando, primeiro, o canal quanto a interferências (por exemplo, LBT) e, em seguida, transmitindo dados se o canal for determinado livre. Da mesma forma, se o Operador C quiser acessar os recursos de forma oportunista durante o subintervalo 320 (por exemplo, usar um O-INT representado pelos recursos 340-b) em resposta a uma indicação de que o Operador B não usaria seu G-INT C, o operador C pode realizar um procedimento de detecção de meio e acessar os recursos, caso disponíveis. Em alguns casos, dois operadores (por exemplo, o Operador A e o Operador C) podem tentar acessar os mesmos recursos, caso em que os operadores podem empregar procedimentos baseados em disputa para evitar comunicações interferentes. Os operadores também podem ter subprioridades atribuídas a eles, designadas para determinar qual operador pode obter acesso aos recursos, se mais de um operador estiver tentando acessar simultaneamente.

[0061] Em alguns exemplos, uma entidade operacional de rede pode pretender não usar um determinado G-INT atribuído a ela, mas não pode enviar uma indicação de atividade que transmita a intenção de não usar os recursos. Nesses casos, para um determinado subintervalo 320, as entidades operacionais de prioridade mais baixa podem ser configuradas para monitorar o canal para determinar se uma

entidade operacional de prioridade mais elevada está usando os recursos. Se uma entidade operacional de menor prioridade determinar através de LBT ou método similar que uma entidade operacional de maior prioridade não vai usar seus recursos G-INT, então as entidades operacionais de menor prioridade podem tentar acessar os recursos de forma oportunista, como descrito acima.

[0062] Em alguns exemplos, o acesso a um G-INT ou O-INT pode ser precedido por um sinal de reserva (por exemplo, pedido-para-enviar (RTS)/livre-para enviar (CTS)), e a janela de disputa (CW) pode ser escolhida aleatoriamente entre um e o número total de entidades operacionais.

[0063] Em alguns exemplos, uma entidade operacional pode empregar ou ser compatível com as comunicações em multipontos coordenados (CoMP). Por exemplo, uma entidade operacional pode empregar CoMP e duplexação por divisão do tempo (TDD) dinâmica em um G-INT e CoMP oportunista em um O-INT, conforme necessário.

[0064] No exemplo ilustrado na figura 3, cada subintervalo 320 inclui um G-INT para um dentre o Operador A, B ou C. No entanto, em alguns casos, um ou mais subintervalos 320 pode incluir recursos que não são reservados para uso exclusivo nem reservados para uso priorizado (por exemplo, recursos não atribuídos). Esses recursos não atribuídos podem ser considerados um O-INT para qualquer entidade operacional de rede e podem ser acessados de forma oportunista, como descrito acima.

[0065] Em alguns exemplos, cada subquadro 325 pode conter 14 símbolos (por exemplo, 250-µs para

espaçamento de tom a 60 kHz). Esses subquadros 325 podem ser autônomos, Cs de Intervalo autocontido (ITCs) ou os subquadros 325 podem ser uma parte de um ITC longo. Um ITC pode ser uma transmissão autocontida começando com uma transmissão em downlink e finalizando com uma transmissão em uplink. Em algumas formas de realização, um ITC pode conter um ou mais subquadros 325 funcionando contiguamente mediante ocupação do meio. Em alguns casos, pode haver um máximo de oito operadores de rede em um A-INT 310 (por exemplo, com duração de 2 ms) assumindo uma oportunidade de transmissão de 250 μ s.

[0066] Embora três operadores estejam ilustrados na figura 3, deve ser entendido que mais ou menos entidades operacionais de rede podem ser configuradas para operar de forma coordenada, como descrito acima. Em alguns casos, a localização do G-INT, O-INT ou A-INT dentro do superquadro 305 para cada operador é determinada de forma autônoma, com base no número de entidades operacionais de rede ativas em um sistema. Por exemplo, se houver apenas uma entidade operacional de rede, cada subintervalo 320 pode ser ocupado por um G-INT para essa única entidade operacional de rede, ou os subintervalos 320 podem alternar entre G-INTs para essa entidade operacional de rede e O-INTs para permitir a entrada de outras entidades operacionais de rede. Se existirem duas entidades operacionais de rede, os subintervalos 320 podem alternar entre G-INTs para a primeira entidade operacional de rede e G-INTs para a segunda entidade operacional de rede. Se existirem três entidades operacionais de rede, os G-INT e O-INTs para cada entidade operacional de rede podem ser concebidos conforme

ilustrado na figura 3. Se existirem quatro entidades operacionais de rede, os primeiros quatro subintervalos 320 podem incluir G-INTs consecutivos para as quatro entidades operacionais de rede e os restantes dois subintervalos 320 podem conter O-INTs. Da mesma forma, se existirem cinco entidades operacionais de rede, os cinco primeiros subintervalos 320 podem conter G-INTs consecutivos para as cinco entidades operacionais de rede, e o subintervalo 320 restante pode conter um O-INT. Se existirem seis entidades operacionais de rede, todos os seis subintervalos 320 podem incluir G-INTs consecutivos para cada entidade operacional de rede. Deve ser entendido que esses exemplos são para fins ilustrativos e que podem ser usadas outras alocações de intervalos determinadas de forma autônoma.

[0067] Deve ser entendido que o quadro de coordenação descrito com referência à figura 3 é somente para fins de ilustração. Por exemplo, a duração do superquadro 305 pode ser mais ou menos de 20 ms. Além disso, o número, a duração e a localização dos subintervalos 320 e subquadros 325 podem diferir da configuração ilustrada. Além disso, os tipos de designações de recursos (por exemplo, exclusivos, priorizados, não atribuídos) podem ser diferentes ou incluir mais ou menos subdesignações.

[0068] Em LTE, a transmissão do sinal de referência de sondagem (SRS) por porta de antena pode ser facilitada usando um turno cíclico Q_p de uma sequência de base:

$$\alpha_{\tilde{p}} = 2\pi \frac{n_{SRS}^{cs,\tilde{p}}}{6}, \quad n_{SRS}^{cs,\tilde{p}} = \left(n_{SRS}^{cs} + \frac{\tilde{p}}{N_{ap}} \right) \bmod 8$$

onde $n_{SRS}^{cs} \in \{0,1,\dots,7\}$ é configurado por camadas superiores para cada UE, e $\tilde{p} \in \{0,1,\dots,N_{ap}-1\}$, N_{ap} é o número de portas de antena usadas para transmissão do sinal de referência de sondagem. A geração da sequência de base segue regras comuns para sinais de referência em uplink.

[0069] Deve ser notado que, para SRS, a sequência de base é uma função do identificador (ID) de célula física, visto que um ID de célula virtual não é definido para o SRS.

[0070] O SRS pode ser agendado em uma variedade de formatos diferentes. Por exemplo, o SRS pode ser periódico (agendado através da sinalização RRS) ou aperiódico (agendado através da concessão de uplink) a cada segundo subquadro (por exemplo, 2 ms) ou a cada 16º subquadro (por exemplo, 160 ms). O SRS pode ser de banda larga (por exemplo, um SRS sem salto de frequência), em que o SRS abrange a largura de banda de interesse em um único símbolo SC-FDMA. O SRS também pode ser de banda estreita (por exemplo, SRS com salto de frequência), em que o SRS é transmitido em vários símbolos, onde, dentro de cada símbolo, apenas uma parte da largura de banda de interesse é coberta. No domínio do tempo, o SRS pode ser transmitido no último símbolo do subquadro, enquanto no domínio da frequência, os símbolos SRS podem ser mapeados a cada dois tons, como em um padrão em pente.

[0071] A multiplexação de sinais SRS é atualmente

controlada através da multiplexação por divisão do tempo (TDM) e da multiplexação por divisão da frequência (FDM). Em TDM, SRS de diferentes UEs são agendados em diferentes subquadros, enquanto, em FDM, diferentes sequências têm pontos de partida diferentes no domínio da frequência para um padrão em pente ou, em geral, diferentes bandas estreitas. UEs diferentes com SRS no mesmo recurso de tempo/frequência podem geralmente começar com as mesmas sequências de base que são alternadas de acordo com diferentes turnos cíclicos correspondentes aos UEs.

[0072] Uma opção que pode estar disponível para geração de SRS em uma rede NR-SS seria adotar os procedimentos LTE legados. Por exemplo, o posicionamento de transmissões do SRS, para alguns fins de multiponto coordenado (CoMP), como agendamento de UE, pode mover a transmissão do SRS para o(s) primeiro(s) símbolo(s) OFDM do subquadro, ou também no(s) símbolo(s) do meio ou o último. Transmissões do SRS também podem ser não pré-codificadas por antena ou pré-codificadas por camada. As portas de antena do SRS entre os UEs agendados podem ser multiplexadas usando FDM, TDM, ou multiplexação com base em turnos cíclicos. Ao usar a FDM, o número de padrões em pente pode ser aumentado a partir dos formatos legados de dois padrões em pente. Por exemplo, pode haver três padrões em pente definidos com SRS a cada 3ª subportadora.

[0073] Além disso, as normas podem introduzir mais símbolos OFDM para cada transmissão de SRS que pode ser aplicada usando multiplexação por divisão de código (CDM), em TDM ou FDM, embora diferentes turnos cíclicos possam ainda ser usados na multiplexação. Um ID de célula

virtual também pode ser usado, semelhante ao CoMP uplink para sinais de referência de demodulação (DMRS), em que UEs com diferentes IDs de células físicas podem ter a mesma sequência. Várias combinações desses aspectos diferentes também podem ser usadas. Com projeto de LTE legado de dois padrões em pente e oito turnos cíclicos, 16 portas de antena podem ser multiplexadas dentro de apenas uma transmissão de SRS (um símbolo OFDM).

[0074] Com referência às figuras 4A e 4B, vários aspectos da presente invenção fornecem uma opção alternativa, em que é definido um SRS de alta densidade em que as portas de antena do SRS entre os UEs agendados podem ser multiplexadas em FDM e/ou TDM. Aspectos opcionais também podem fornecer CDM (no tempo e/ou frequência) que pode ser aplicada sobre FDM e/ou TDM. Por conseguinte, uma ou mais estações base 405A-405C podem trocar sinais com os UEs 415A e 415B a fim de suportar a multiplexação para portas de antena designadas para transmissão de sinais de referência em uplink pelos UEs 415A e 415B. Por exemplo, a estação base 405c pode transmitir uma mensagem de configuração do sinal de referência em 420, e essa mensagem pode incluir um identificador da sequência de transmissão que identifica a multiplexação, em um subquadro identificado, para as portas de antena designadas para transmissão dos sinais de referência em uplink pelos UEs.

[0075] Em opções adicionais, onde os mesmos recursos de tempo/frequência para SRS são usados, diferentes portas podem ser multiplexadas com diferentes turnos cíclicos. Nessa opção, um ID de célula virtual pode ser usado, onde UEs com diferentes IDs de células físicas

podem ter a mesma sequência de base. Outras opções podem fornecer combinações dos aspectos acima para gerar o SRS dentro de redes NR-SS. Assim, a estação base 405c pode incluir um ajuste do turno cíclico na mensagem de configuração do sinal de referência transmitida em 420, e os UEs podem empregar esse ajuste de turno cíclico para gerar os sinais de referência em uplink.

[0076] Em LTE, uma sequência DMRS pode ser definida no meio (por exemplo, o 4º símbolo para CP normal) de cada slot n_s . Em um slot n_s , DMRS por camada λ é obtido através de um turno cíclico α_λ de uma sequência de base:

$$\alpha_\lambda = 2\pi \frac{n_{cs,\lambda}}{12}$$

$$n_{cs,\lambda} = \left(n_{\text{DMRS}}^{(1)} + n_{\text{DMRS},\lambda}^{(2)} + n_{\text{PN}}(n_s) \right)$$

em que $n_{\text{DMRS}}^{(1)}$ é específico da célula e fornecido por camadas superiores, $n_{\text{PN}}(n_s)_s$ é específico da célula e é uma função do índice de slot n_s , ID de célula ou parâmetros de camada superior, e $n_{\text{DMRS},\lambda}^{(2)}$ é específico do UE, previsto na concessão em uplink, e representa um turno cíclico para a camada λ . A geração da sequência de base segue regras comuns para sinais de referência em uplink.

[0077] Deve ser notado que, para DMRS em uplink, a sequência de base é uma função do ID de célula física ou ID de célula virtual no caso do CoMP. O comprimento da sequência DMRS por camada é igual ao número de tons alocados por símbolo OFDM para dados em uplink. Diferente

do SRS, não existem padrões em pente definidos para DMRS.

[0078] A multiplexação do DMRS de diferentes UEs nos mesmos recursos de tempo/frequência pode ser implementada começando com as mesmas sequências de base, mas com a multiplexação usando diferentes turnos cíclicos. Com a aplicação adicional da CDM no tempo em duas sequências de DMRS em um subquadro, oito UEs, cada um com duas camadas, ou quatro UEs, cada um com quatro camadas, podem ser multiplexados. Esses aspectos pressupõem que os canais sejam separáveis. Essa abordagem irá funcionar tanto para SC-FDMA quanto OFDMA, em que o suporte do SC-FDMA pode ser vantajoso para UEs com maior cobertura e camadas únicas.

[0079] Uma opção para fornecer projeto de DMRS em uplink em redes NR SS pode adotar os procedimentos LTE legados para geração do DMRS. Por exemplo, a posição do DMRS pode ser nos primeiros símbolos OFDM (por exemplo, para PUSCH curto) ou no meio do slot (por exemplo, para PUSCH regular). As transmissões do DMRS podem ser pré-codificadas por camada, com a multiplexação aplicada por UE ou camada atribuída para transmissão. A multiplexação também pode incluir a aplicação de diferentes turnos cíclicos, em que um ID de célula virtual pode ser suportado para CoMP em uplink, a fim de acomodar as mesmas sequências de base para todos os UEs. TDM e/ou CDM podem ainda ser aplicadas no domínio do tempo em diferentes símbolos DMRS. Soluções opcionais podem ainda incluir várias combinações desses recursos.

[0080] Deve ainda ser notado que as portas ortogonais atribuídas a cada UE podem ser sinalizadas ao UE

na concessão de uplink ou dentro da sinalização RRC, semelhante ao LTE legado. Assim, a estação base 405c pode transmitir um esquema de modulação e codificação em 422 e identidades de portas ortogonais em 424. Além disso, a estação base 405c pode transmitir um ID de célula virtual em 426, que pode disparar a transmissão, em 428, de sinais de referência pelos UEs 415a e 415b, como SRS e/ou DMRS.

[0081] Vários aspectos adicionais da presente invenção fornecem um projeto unificado do SRS e DMRS em uplink. Nesses aspectos, cada UE ou camada para transmissão pode ser multiplexada em uma ou ambas FDM e TDM. Além disso, a CDM também pode ser aplicada em tempo e/ou frequência no topo da multiplexação FMD/TDM. Se todos os recursos ortogonais forem esgotados, sequências DMRS não ortogonais podem ser usadas. Por exemplo, as camadas intra-UE (por exemplo, camadas de transmissão associadas ao mesmo UE) podem ser ortogonais, enquanto as camadas inter-UE (por exemplo, camadas de transmissão associadas a diferentes UEs) pode ser não ortogonais. As portas ortogonais atribuídas a cada UE podem ser sinalizadas ao UE na concessão em uplink ou dentro do RRC com base, por exemplo, no ID da célula e/ou ID do UE.

[0082] Em exemplos para suporte a 16 portas DMRS, números variáveis de portas ortogonais podem ser definidos. Por exemplo, quatro portas DMRS ortogonais podem ser definidas. A sequência DMRS é inicializada com um ID de célula física. As camadas intra-UE são ortogonais, o que limita o número de camadas intra-UE a quatro. As portas DMRS em diferentes UEs são não ortogonais devido ao uso de sequências diferentes.

[0083] Em outro exemplo, 16 portas DMRS podem ser compartilhadas por todos os eNBs que compõem um conjunto de coordenação de eNBs CoMP. Como no exemplo anterior, existem quatro portas DMRS ortogonais definidas. A principal diferença é que todas as 16 portas DMRS são inicializadas com um ID de célula virtual.

[0084] Em um terceiro exemplo, todas as 16 portas DMRS podem ser definidas como ortogonais. Aqui, a sequência DMRS pode ser inicializada usando um ID de célula física ou ID de célula virtual.

[0085] Em relação ao projeto de sinais de referência para SRS e DMRS em uplink em redes NR-SS, vários aspectos fornecem opções usando TDM/FDM e CDM (em frequência e/ou tempo) para multiplexação de UE/porta. Um ID de célula virtual para transmissões de SRS é introduzido para permitir a multiplexação flexível do SRS em células. Essas soluções também podem ser usadas para outros sinais de referência NR-SS, por exemplo, DMRS em downlink.

[0086] Após recebimento, pela estação base, dos sinais de referência no subquadro identificado dos UEs 415a e/ou 415b, a estação base 405c pode usar os sinais de referência em uplink recebidos para identificar um pré-codificador de transmissão dos UEs 415a e 415b, e dados de transmissão, em 430, aos UEs 415a e 415b que são pré-codificados usando o pré-codificador de transmissão. As estações base 405A e 405B também podem receber os sinais de referência em uplink, identificar o pré-codificador, e transmitir os dados usando o pré-codificador. Embora descritas como estações base macro, deve ser entendido que as estações base 405A-405C podem ser qualquer tipo de

estação base.

[0087] Passando para a figura 5, é descrito em maiores detalhes o processo operacional da estação de base em relação ao suporte da multiplexação para portas de antena designadas para transmissão de sinais de referência em uplink. Partindo do bloco 500, o processo pode começar com o agendamento, pela estação base, de uma pluralidade de equipamentos de usuário (UEs) para transmissão de um ou mais sinais de referência em uplink dentro de um subquadro identificado. O processamento pode seguir do bloco 500 para o 501.

[0088] No bloco 501, o processo pode incluir a transmissão, através da estação base, de uma mensagem de configuração do sinal de referência. A mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink pela pluralidade de UEs. A multiplexação é uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão da frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) no subquadro identificado. O processamento pode seguir do bloco 501 para o bloco 502.

[0089] No bloco 502, o processo pode incluir a sinalização de um identificador de célula virtual (ID) para cada um dentre a pluralidade de UEs identificando um grupo de células associado atribuído a cada um da pluralidade de UEs, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas. A estação base pode agrupar os UEs em vários

grupos de células diferentes. Cada UE do grupo de células receberia um ID de célula virtual, no caso os UEs têm diferentes IDs de célula física. O grupo de células pode ser servido por várias estações base. O processamento pode seguir do bloco 502 para o bloco 503.

[0090] No bloco 503, o processo pode incluir o recebimento, na estação base, de uma pluralidade de sinais de referência em uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência em uplink é identificada de acordo com o ID da célula virtual e o agendamento. Após o bloco 503, o processo pode terminar.

[0091] A multiplexação pode incluir uma multiplexação por divisão do código (CDM) para uma ou mais portas de antena para uma ou ambas dentre FDM e TDM para a uma ou mais portas de antena no subquadro identificado. Nesse caso, o processo pode incluir a sinalização, pela estação base, de um esquema de codificação e modulação (MCS) para cada um da pluralidade de UEs, em que o MCS identifica uma ou mais camadas para transmissão pelo UE correspondente da pluralidade de UEs. O processo também pode incluir a alocação, pela estação base, de uma pluralidade de recursos de transmissão à pluralidade de UEs para a transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink, em que a multiplexação para as uma ou mais portas de antena é para cada uma das uma ou mais camadas para a transmissão. O processo pode ainda incluir a transmissão, pela estação base, de um identificador de porta ortogonal para a pluralidade de UEs que identificam uma ou mais portas ortogonais da pluralidade de recursos de transmissão

que são atribuídos à pluralidade de UEs.

[0092] No caso acima da CDM, é previsto que, de acordo com uma alternativa, o processamento pode incluir a atribuição, pela estação base, das uma ou mais portas ortogonais para a pelo uma ou mais camadas identificadas para um mesmo UE da pluralidade de UEs. De acordo com essa alternativa, o processamento também pode incluir a atribuição, pela estação base, de uma ou mais portas não ortogonais da pluralidade de recursos de transmissão para uma ou mais diferentes camadas identificadas para diferentes UEs da pluralidade de UEs, quando as uma ou mais portas ortogonais são menos do que toda a pluralidade de recursos de transmissão.

[0093] No caso acima da CDM, é também previsto que, de acordo com outra alternativa, o processamento pode incluir a atribuição, pela estação base, de uma mesma sequência de base para os um ou mais sinais de referência em uplink nas uma ou mais portas ortogonais ao mesmo UE. De acordo com essa alternativa, o processamento também pode incluir a atribuição, pela estação base, de uma sequência de base diferente para os um ou mais sinais de referência em uplink nas uma ou mais portas não ortogonais para os diferentes UEs. Opcionalmente, o processamento pode incluir a decodificação, pela estação base, da pluralidade de sinais de referência em uplink do um ou mais dentre a pluralidade de UEs iniciados por um identificador de célula virtual, em que o um ou mais da pluralidade de UEs são servidos por uma combinação entre a estação base e uma ou mais estações base próximas. Como outra opção, o processamento pode incluir a decodificação, pela estação

base, da pluralidade de sinais de referência em uplink dos um ou mais da pluralidade de UEs iniciados por um dentre: um identificador de célula física; ou um dentre: o identificador de célula física ou um identificador de célula virtual, quando as uma ou mais portas ortogonais se igualam à pluralidade de recursos de transmissão.

[0094] Também é previsto que a mensagem de configuração do sinal de referência pode incluir a identificação de um conjunto de turnos cíclicos, e os um ou mais sinais de referência em uplink podem ser multiplexados com um turno cíclico diferente selecionado a partir do conjunto de turnos cíclicos quando duas ou mais portas de antena são programadas para um mesmo recurso de transmissão. Nesse caso, o processo pode incluir o agrupamento, pela estação base, da pluralidade de UEs em dois ou mais grupos de células servidos por uma combinação entre a estação base e uma ou mais estações base próximas. O processo também pode incluir a sinalização, pela estação base, de um identificador (ID) de célula virtual para cada um da pluralidade de UEs identificando um grupo associado dos dois ou mais grupos de células atribuídos a cada um da pluralidade de UEs. O processo pode ainda incluir a atribuição, pela estação base, de uma mesma sequência de base para os um ou mais sinais de referência em uplink para cada UE de um grupo de células dos dois ou mais grupos de células.

[0095] Com referência à figura 6, o processo operacional da estação de base em relação à identificação do pré-codificador de transmissão é descrito em maiores detalhes. Partindo do bloco 600, o processo inclui estimar,

pela estação base, uma matriz de canal com base em um ou mais sinais de referência em uplink recebidos por um ou mais equipamentos de usuário (UEs) servidos pela estação base. O processamento pode seguir do bloco 600 para o bloco 601.

[0096] No bloco 601, o processo inclui calcular, pela estação base, uma matriz de inversão de canal resultante de uma transposta conjugada da matriz de canal multiplicada por uma inversão de um produto da matriz de canal multiplicado pela transposta conjugada da matriz de canal. O processamento pode seguir do bloco 601 para o bloco 602.

[0097] No bloco 602, o processo inclui a seleção, pela estação base, de vetores de coluna correspondentes da matriz de inversão de canal do cálculo correspondente a cada um dos um ou mais UEs. O processamento pode seguir do bloco 602 para o bloco 603.

[0098] No bloco 603, o processo inclui a aplicação, pela estação base, de uma decomposição de valor singular aos vetores de coluna correspondentes selecionados para obter uma matriz de pré-codificador da razão sinal-vazamento (SLR). O processamento pode seguir do bloco 603 para o bloco 604.

[0099] No bloco 604, o processo inclui identificar, pela estação base, um pré-codificador de transmissão de um dentre os um ou mais UEs como um número de valor de classificação de vetores singulares esquerdos menores da matriz de pré-codificador da SLR. O processamento pode seguir do bloco 604 para o bloco 605.

[00100] No bloco 605, o processo inclui a

transmissão, pela estação base, de dados a um dentre os um ou mais UEs pré-codificados usando o pré-codificador de transmissão. Após o bloco 605, o processamento pode terminar.

[00101] É previsto que, em alternativa, o processo acima pode incluir a identificação, pela estação base, de um pré-codificador receptor de um dentre os um ou mais UEs como um pré-codificador de transmissão em downlink da estação de base, em que o pré-codificador de transmissão em downlink inclui o número do valor de classificação de vetores singulares esquerdos menores da matriz do pré-codificador da SLR. Como outra opção, o processo pode incluir a seleção de um indicador da matriz de pré-codificação, pela estação base, em que o indicador da matriz de pré-codificação selecionado é equivalente ao pré-codificador de transmissão em uplink identificado. De acordo com essa opção, o processo pode incluir a transmissão, pela estação de base, do indicador da matriz de pré-codificação a um dentre os um ou mais UEs, em que o pré-codificador em uplink é o indicador da matriz de pré-codificação. Como outra opção, o processo pode incluir a transmissão de um ou mais sinais de referência em downlink usando o pré-codificador de transmissão a um dentre os um ou mais UEs, e a transmissão de um ou mais sinais de referência downlink pré-codificados. Mais detalhes sobre estas e outras opções são fornecidos abaixo.

[00102] Em downlink, sem perda da generalidade, suponha que existem K UEs e um eNB. Dito de outra forma, todos os eNBs CoMP estão juntos como apenas um eNB. O sistema de comunicação é dado por

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_i \\ \vdots \\ Y_K \end{bmatrix} = HX + Z, \quad H = \begin{bmatrix} H_1 \\ \vdots \\ H_i \\ \vdots \\ H_K \end{bmatrix}, \quad X = [W_1 \dots W_i \dots W_K] \begin{bmatrix} s_1 \\ \vdots \\ s_i \\ \vdots \\ s_K \end{bmatrix}$$

A região de capacidade desse canal é obtida por codificação Dirty Paper. Alguns UEs precisam decodificar sinais de outros UEs primeiro e subtrair de sinais recebidos sequencialmente até que eles possam decodificar sua própria mensagem. Essa abordagem não é prática devido à alta sobrecarga. Relembrando que, em SU-MIMO, em que o pré-codificador ideal para cada camada é tal que as camadas recebidas sejam ortogonais no espaço do receptor:

$$Y = HX + Z$$

A partir da decomposição svd, $\rightarrow H = UAV^H \rightarrow X = VS \rightarrow Y = UAS + Z$, em que S é um vetor de símbolos transmitidos através de diferentes camadas.

[00103] Com base nesse pré-codificador ideal, a presente invenção propõe um projeto de pré-codificação simplificado para CoMP DL. Para esse projeto, pode-se assumir:

$$\sum_i^K N_i \leq M,$$

em que N_i é o número da antena Rx em UE i e M é o número total de antenas eNB. Esse pressuposto, bem como o número de camadas transmitidas por cada UE, é opcional. Outra hipótese pode ser a de que $H_i H_i^H$ é a classificação plena (ou seja, existe a inversa). Essa hipótese também é

opcional.

[00104] Um problema pode ser definido para obter os pré-codificadores $Tx(W_{Ti})$ e $Rx(W_{Ri})$ para cada UEi:

Problema I: $\max_{W_{Ti}, W_{Ri}} \|W_{Ri}^H H_i W_{Ti}\|^2$, de modo que $\text{span}\{W_{Ti}\} \perp \text{span}\{H_i^H\}$ e $W_{Ti}^H W_{Ti} = I$ e $W_{Ri}^H W_{Ri} = I$. H_i representa o canal concatenados de todos os UEs, exceto i

$$H_i^H = [H_1^H \dots H_{i-1}^H H_{i+1}^H \dots H_K^H]$$

As restrições de ortogonalidade no Problema I garantem a capacidade de alcançar o que é chamado Diagonalização em Bloco. A solução ideal para esse problema pode ser obtida como:

W_{Ti} são os vetores singulares esquerdos, correspondentes aos maiores valores singulares r_i , de $P_{H_i^H}^\perp H_i^H$. $P_{H_i^H}^\perp H_i^H$ é a projeção de H_i^H no espaço nulo de H_i^H , em que $P_{H_i^H}^\perp = I - H_i^H (H_i H_i^H)^{-1} H_i$ e r_i representam o número de camadas para UEi.

[0105] W_{Ri} são os vetores singulares direitos r_i , correspondentes aos maiores valores singulares r_i , de $P_{H_i}^\perp H_i$. Os vetores singulares direitos de $P_{H_i}^\perp H_i$ e os vetores singulares esquerdos de $H_i W_{Ti}$ são os mesmos (a não

ser que sejam *Hermitian*'ed dúvida).

[00106] Deve-se notar que o eNB não precisa obter as matrizes de projeção para o número de UEs. Considere $H^H(HH^H)^{-1}$, a partir do lema de inversão matricial em bloco, segue-se:

$$H^H(HH^H)^{-1} = \left[P_{H_1}^\perp H_1^H (H_1 P_{H_1}^\perp H_1^H)^{-1} \dots P_{H_i}^\perp H_i^H (H_i P_{H_i}^\perp H_i^H)^{-1} \dots P_{H_K}^\perp H_K^H (H_K P_{H_K}^\perp H_K^H)^{-1} \right]$$

Na Etapa 1: eNB calcula $H^H(HH^H)^{-1}$. **Na Etapa 2:** Para cada UEi: 2-1: escolher as colunas correspondentes de $H^H(HH^H)^{-1} \rightarrow W_{ia} = P_{H_i}^\perp H_i^H (H_i P_{H_i}^\perp H_i^H)^{-1}$, e 2-2: aplicar svd $\rightarrow W_{ia} = U_i \Delta_i V_i^H$. W_{Ti} são os vetores singulares esquerdas r_i de W_{ia} correspondentes aos menores valores singulares r_i . W_{Ri} são os vetores singulares direitos r_i de W_{ia} correspondentes aos menores valores singulares r_i .

[00107] Deve-se notar que W_{ia} usado para ser o chamado pré-codificador SLR (é, de fato, pura diagonalização em bloco). Lembrar que os vetores singulares esquerdos de $P_{H_i}^\perp H_i^H$ são necessários. W_{ia} e $P_{H_i}^\perp H_i^H$ têm os mesmos vetores singulares esquerdos e direitos, porém valores singulares invertidos.

[00108] Em uplink, sem perda da generalidade, assumir que existam K UEs e um eNB. Dito de outra forma, todos os eNBs CoMP estão juntos como apenas um eNB. O sinal recebido no eNB é dado por:

$$Y = [H_1 \dots H_i \dots H_R] \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_R \end{bmatrix} + Z,$$

em que, sem perda da generalidade, $E\{ZZ^H\} = 1$. A região de capacidade desse canal é obtida por cancelamento sucessivo de interferência no eNB, porém todos os UEs deve ter conhecimento de canal todos os canais em UL. Essa opção não é prática devido à alta sobrecarga.

[00109] Relembrar que, em SU-MIMO, o pré-codificador ideal para cada camada é tal que as camadas recebidas sejam ortogonais no espaço do receptor:

$$Y = HX + Z$$

A partir da decomposição svd, $\rightarrow H = UAV^H \rightarrow X = VS \rightarrow Y = UAS + Z$, em que S é um vetor de símbolos transmitidos através de diferentes camadas.

[00110] Com base nesse pré-codificador ideal, a presente invenção propõe um projeto de pré-codificação simplificado para CoMP UL. Para esse projeto, pode-se assumir:

$$\sum_i^K N_i \leq M,$$

em que N_i é o número da antena Tx em UE_i e M é o número total de antenas de recebimento. Esse pressuposto, bem como o número de camadas transmitidas por cada UE, é opcional. Outra hipótese pode ser a de que $H_i^H H_i$ é a classificação plena (ou seja, existe a inversa). Essa hipótese também é opcional.

[00111] O segundo problema pode ser expresso

como: Problema II: $\max_{W_{Ri}, W_{Ti}} \|W_{Ri}^H H_i W_{Ti}\|^2$, de tal forma que $\text{span}\{W_{Ri}\} \perp \text{span}\{H_i\}$ e $W_{Ri}^H W_{Ri} = I$ e $W_{Ti}^H W_{Ti} = I$. $H_i = 1$ representa o canal concatenado de todas as UEs, exceto i. $H_i = [H_1 \dots H_{i-1} H_{i+1} \dots H_K]$. As restrições de ortogonalidade no problema II garantem subespaços de recebimento ortogonais para diferentes UEs. W_{Ri} são os vetores singulares esquerdos r_i , correspondentes aos maiores valores singulares r_i , de $P_{H_i}^\perp H_i$. $P_{H_i}^\perp H_i$ é a projeção de H_i no espaço nulo de H_i , em que $P_{H_i}^\perp = I - H_i (H_i^H H_i)^{-1} H_i^H$. r_i Representa o número de camadas para UEi. W_{Ti} são os vetores singulares direitos r_i , correspondentes aos maiores valores singulares r_i , de $P_{H_i}^\perp H_i$. Os vetores singulares direitos de $P_{H_i}^\perp H_i$ e os vetores singulares direitos de $W_{Ri}^H H_i$ são os mesmos.

[00112] Deve-se notar que, semelhante ao DL, todos pré-codificadores podem ser obtidos por uma grande inversão de matriz única. O problema II em UL é a dualidade do Problema I para DL; mais precisamente, $W_{Ti}^{DL} = W_{Ri}^{UL}$ e $W_{Ri}^{UL} = W_{Ti}^{DL}$.

[00113] Para que a estação base decodifique UEi, o sinal recebido em eNB é dado por

$$Y = H_{eq} \begin{bmatrix} S_1 \\ \vdots \\ S_i \\ \vdots \\ S_K \end{bmatrix} + Z$$

$$H_{eq} = [H_1 W_{T1} \ H_2 W_{T2} \ \dots \ H_i W_{Ti} \ \dots \ H_K W_{TK}]$$

Também é possível assumir que $\text{span}\{W_{Ri}\} \perp \text{span}\{H_i\}$, em que

$$H_i = [H_1 \ H_2 \ \dots \ H_{i-1} \ H_{i+1} \ \dots \ H_K]$$

E

$$Y_{ieq} = W_{Ri}^H Y = W_{Ri}^H H_i W_{Ti} S_i + Z_{ieq} = W_{Ri}^H P_{H_i}^\perp H_i W_{Ti} S_i + Z_{ieq} = \Delta_i S_i + Z_{ieq}, \text{ em que } \Delta_i$$

é diagonal e representa os maiores valores únicos de $P_{H_i}^\perp H_i$.
 r_i : número de camadas em UEi ($r_i \leq n_i$).

[00114] A estação base pode sinalizar o pré-codificadores aos UEs de várias maneiras diferentes. Uma primeira opção pode ser com base no livro de códigos. Um eNB escolhe um PMI para que o canal equivalente, $\text{span}\{H_i P_i\} \approx \text{span}\{H_i W_{Ti}\}$.

[00115] Uma segunda opção pode ser com base no pré-codificador. Por exemplo, um UE pode ter uma ideia aproximada do pré-codificador comparando DMRS/CSI-RS pré-codificado com um DMRS/CSI-RS não pré-codificado. Nesse aspecto, o eNB pode transmitir tanto DMRS/CSI-RS pré-codificado quanto DMRS/CSI-RS não pré-codificado. Em outro aspecto opcional, a implantação com base no pré-codificador, o eNB pode transmitir apenas o DMRS/CSI-RS pré-codificado. Nesse aspecto, assumir que H_i é o canal UL $\rightarrow H_i^T$ é o canal DL \rightarrow eNB envia CSI-RS pré-codificadas com

W_{Ri}^* . As medidas UEi do canal DL das CSI-RS pré-codificadas podem ser escritas como: $H_i^T W_{Ri}^* = (H_i^H W_{Ri})^*$. A partir das propriedades da projeção: $I = P_{H_i}^\perp + P_{H_i}$ \rightarrow

$$H_i^H W_{Ri} = H_i^H (P_{H_i}^\perp + P_{H_i}) W_{Ri} = H_i^H P_{H_i}^\perp W_{Ri} = W_{Ti} \Delta_i.$$

Assim: $H_i^T W_{Ri}^* = (W_{Ti} \Delta_i)^* = W_{Ti}^* \Delta_i^*$. O UE, então, obtém assim o pré-codificador em UL W_{Ti} a partir das CSI-RS pré-codificadas.

[00116] A figura 7 é um diagrama em blocos de uma estação base 700 em uma rede de comunicação de acordo com um aspecto da presente invenção. A estação base 700 pode incluir o controlador/processador 240 para realizar ou direcionar a execução de vários processos ou códigos de programa armazenados na memória 242. A estação base 700 pode ainda incluir rádios sem fio 701a-t para processar sinais downlink ou uplink recebidos das antenas 234a-t. A memória 242 pode armazenar os recursos CSI-RS 702 e códigos de programa para execução de seletor de subconjunto 703, temporizador 704, gerador de CSI-RS 705, lógica de agrupamento de UE 706, gerador de ID de célula virtual 707 ou outros módulos/aplicativos. Os recursos CSI-RS podem armazenar um conjunto de recursos a serem usados para CSI-RS. O seletor de subconjunto 703, o temporizador 704, o gerador de CSI-RS 705, a lógica de agrupamento de UE 706 e o gerador de ID de célula virtual 707 podem levar o processador controlador 240 a operar em conformidade com os processos acima descritos com referência às figuras 4A, 4B, 5 e/ou 6.

[00117] A figura 8 é um diagrama em blocos de um UE 800 em uma rede de comunicação de acordo com um aspecto

da presente invenção. O UE 800 pode incluir o controlador/processador 280 para realizar ou direcionar a execução de vários processos ou códigos de programa armazenados na memória 282. O UE 800 pode ainda incluir rádios sem fio 801a-r para processar sinais em downlink ou uplink recebidos das antenas 252a-r. A memória 282 pode armazenar lógica de medição 802, gerador de relatórios de CSI 803, recursos de CSI-RS configurados 804, recursos de CSI-RS ativados 805, configuração de CSI-RS 806, temporizador 807, ID de célula virtual 808 e outra lógica/aplicativos. A lógica de medição 802, lógica de medição 802, gerador de relatórios de CSI 803, recursos de CSI-RS configurados 804, recursos de CSI-RS ativados 805, configuração de CSI-RS 806, temporizador 807, ID de célula virtual 808 podem levar o processador controlador 282 a operar em conformidade com os processos acima descritos com referência às figuras 4A, 4B, 5 e/ou 6

[00118] Aqueles com conhecimento na técnica irão entender que as informações e os sinais podem ser representados usando qualquer uma dentre 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 ou partículas ópticas, ou qualquer combinação destes.

[00119] Os blocos funcionais e os módulos nas figuras 4A, e 5-6 podem compreender os processadores, dispositivos eletrônicos, dispositivos de hardware, componentes eletrônicos, circuitos lógicos, memórias,

códigos de software, códigos de firmware, etc., ou qualquer combinação destes.

[00120] Aqueles com conhecimento na técnica irão avaliar que os vários blocos lógicos, módulos, circuitos e etapas de algoritmo ilustrativos descritos em ligação com a presente invenção podem ser implantados como hardware eletrônico, software de computador ou combinações de ambos. Para ilustrar claramente essa alternância entre hardware e software, vários componentes, blocos, módulos, circuito e etapas ilustrativos foram descritos acima, de um modo geral em termos de sua funcionalidade. Se essa funcionalidade é implantada como hardware ou software, depende da aplicação particular e restrições de projeto impostas ao sistema em geral. Os técnicos no assunto podem implantar a funcionalidade descrita de diversas formas para cada aplicação particular, mas essas decisões de implantação não devem ser interpretadas como causando um afastamento do âmbito da presente invenção. Os técnicos no assunto também irão prontamente reconhecer que a ordem ou a combinação de componentes, métodos ou interações aqui descritas são apenas exemplos e que os componentes, métodos ou interações dos vários aspectos da presente invenção podem ser combinados ou realizados de maneiras diferentes das ilustradas e descritas neste documento.

[00121] Os vários blocos lógicos, módulos e circuitos ilustrativos descritos em ligação com a presente invenção podem ser implantados ou executados com um processador para fins gerais, um processador de sinal digital (DSP), um circuito integrado específico para aplicativos (ASIC), um arranjo de portas programável em

campo (FPGA) ou outro dispositivo lógico programável (PLD), porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação destes concebida para desempenhar as funções aqui descritas. Um processador para fins gerais pode ser um microprocessador, mas, em alternativa, o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador ou máquina de estado convencional comercialmente disponível. Um processador também pode ser implantado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP, ou qualquer outra configuração deste tipo.

[00122] As etapas de um método ou algoritmo descritas em ligação com a 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 estar presente na memória RAM, memória flash, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, registos, disco rígido, disco removível, um CD-ROM, ou qualquer outra forma de armazenamento conhecida na arte. Um meio de armazenamento exemplificativo é acoplado ao processador, de tal modo que o processador possa ler informações a partir de, e registrar informações para, o meio de armazenamento. Em alternativa, o meio de armazenamento pode ser parte integrante do processador. O processador e o meio de armazenamento podem estar presentes em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Em alternativa, o processador e o meio de armazenamento

podem estar presentes como componentes discretos em um terminal de usuário.

[00123] Em um ou mais projetos exemplificativos, as funções descritas podem ser implantadas em hardware, software, firmware ou qualquer combinação destes. Se implantadas em software, as funções podem ser armazenadas ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em um meio de leitura por computador. Meios de leitura por computador incluem meios de armazenamento em computador e meios de comunicação, incluindo qualquer meio que facilite a transferência de um programa de computador de um lugar para outro. Meios de armazenamento de leitura por computador podem ser quaisquer meios disponíveis que possam ser acessados por um computador para fins gerais ou fins especiais. A título de exemplo, e não de limitação, os meios de leitura 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 usado para transportar ou armazenar meio de código de programa desejado sob a forma de instruções ou de estruturas de dados, e que possa ser acessado por um computador para fins gerais ou fins especiais ou um processador para fins gerais ou fins especiais. Além disso, uma conexão pode ser apropriadamente denominada um meio de leitura por computador. Por exemplo, se o software for transmitido a partir de um site, servidor ou outra fonte remota usando um cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par trançado ou linha de assinante digital (DSL), então o cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par trançado ou DSL estão

incluídos na definição de meio. Disco (disk) e disco (disc), como usados aqui, incluem disco compacto (CD), disco laser, disco ótico, disco versátil digital (DVD), disquete e disco Blu-ray, em que discos geralmente reproduzem dados magneticamente, enquanto discos reproduzem dados opticamente com lasers. Combinações dos itens acima também devem ser incluídas no âmbito dos meios de leitura por computador.

[00124] Como usado neste documento, inclusive 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 usado por si só, ou qualquer combinação de dois ou mais dos itens listados pode ser usada. Por exemplo, se uma composição é descrita como contendo os componentes A, B e/ou C, a composição pode conter apenas A; apenas B; apenas C; A e B em combinação; A e C em combinação; B e C em combinação; ou A, B e C em combinação. Além disso, como usado aqui, inclusive nas reivindicações, "ou", como usado em uma lista de itens precedida por "pelo menos um dentre" indica uma lista inclusiva, de forma que, por exemplo, uma lista de "pelo menos um dentre A, B ou C" significa A ou B ou C ou AB ou AC ou BC ou ABC (isto é, A e B e C) ou qualquer um desses em qualquer combinação entre eles.

[00125] A descrição anterior da invenção é fornecida para permitir que qualquer pessoa com conhecimentos na técnica reproduza ou use a invenção. Diversas modificações a esta descrição serão prontamente aparentes para aqueles com conhecimentos na técnica, e os princípios genéricos definidos neste documento podem ser

aplicados a outras variações, sem afastamento do espírito ou âmbito da invenção. Assim, a invenção não deve ser limitada aos exemplos e projetos aqui descritos, mas deve ser concedido o mais amplo escopo em consonância com os princípios e recursos inovadores aqui descritos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de comunicação sem fio, que compreende:

o agendamento, pela estação base, de uma pluralidade de equipamentos de usuário (UEs) para transmissão de um ou mais sinais de referência em uplink dentro de um subquadro identificado;

a transmissão, pela estação base, de uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador da sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão de frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) no subquadro identificado;

a sinalização, pela estação base, de um identificador de célula virtual (ID) para cada um dentre a pluralidade de UEs identificando um grupo de células associado atribuído a cada um da pluralidade de UEs, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas; e

o recebimento, na estação base, de uma pluralidade de sinais de referência em uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência em uplink é identificada de acordo com o ID da célula virtual e o agendamento.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a multiplexação inclui ainda uma multiplexação por divisão

do código (CDM) para as uma ou mais portas de antena nas uma ou ambas dentre FDM e TDM para as uma ou mais portas de antena no subquadro identificado.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui a identificação de um conjunto de turnos cíclicos, em que a multiplexação inclui ainda a multiplexação dos um ou mais sinais de referência em uplink com um turno cíclico diferente selecionado a partir do conjunto de turnos cíclicos quando duas ou mais portas de antena são agendadas para um mesmo recurso de transmissão.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, que inclui ainda:

o agrupamento, pela estação base, da pluralidade de UEs em dois ou mais grupos de células servidos pela combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas, em que o grupo de células associado é selecionado a partir dos dois ou mais grupos de célula; e

a atribuição, pela estação base, de uma mesma sequência de base para os um ou mais sinais de referência em uplink para cada UE do grupo de células associado.

5. Método de acordo com a reivindicação 2, que inclui ainda:

a sinalização, pela estação base, de um esquema de codificação e modulação (MCS) para cada um da pluralidade de UEs, em que o MCS identifica uma ou mais camadas para transmissão por um UE correspondente dentre a pluralidade de UEs.

a alocação, pela estação base, de uma pluralidade de recursos de transmissão à pluralidade de UEs para a

transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink, em que a multiplexação para as uma ou mais portas de antena é para cada uma dentre as uma ou mais camadas para a transmissão; e

a transmissão, pela estação base, de um identificador de porta ortogonal à pluralidade de UEs que identificam uma ou mais portas ortogonais da pluralidade de recursos de transmissão que são atribuídos à pluralidade de UEs.

6. Método de acordo com a reivindicação 5, que inclui ainda:

a atribuição, pela estação base, das uma ou mais portas ortogonais para a pelo menos uma ou mais camadas identificadas para um mesmo UE da pluralidade de UEs; e

a atribuição, pela estação base, de uma ou mais portas não ortogonais da pluralidade de recursos de transmissão para uma ou mais diferentes camadas identificadas para diferentes UEs da pluralidade de UEs, quando as uma ou mais portas ortogonais são menos do que toda a pluralidade de recursos de transmissão.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, que inclui ainda:

a atribuição, pela estação base, de uma mesma sequência de base para os um ou mais sinais de referência em uplink nas uma ou mais portas ortogonais ao mesmo UE; e

a atribuição, pela estação base, de uma sequência de base diferente para os um ou mais sinais de referência em uplink nas uma ou mais portas não ortogonais para os diferentes UEs.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, em que

o recebimento da pluralidade de sinais de referência em uplink inclui:

a decodificação, pela estação base, da pluralidade de sinais de referência em uplink dos um ou mais da pluralidade de UEs iniciados pelo ID de célula virtual, em que os um ou mais da pluralidade da UEs.

9. Método de acordo com a reivindicação 7, em que o recebimento da pluralidade de sinais de referência em uplink inclui:

a decodificação, pela estação de base, da pluralidade de sinais de referência em uplink dentre os um ou mais da pluralidade de UEs iniciados por um dentre:

um identificador de célula física; ou

um dentre: o identificador de célula física ou o ID de célula virtual, quando as uma ou mais portas ortogonais se igualam à pluralidade dos recursos de transmissão.

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

meio para agendar, pela estação base, uma pluralidade de equipamentos de usuário (UEs) para transmissão de um ou mais sinais de referência em uplink dentro de um subquadro identificado;

meio para transmitir, pela estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador da sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink pela pluralidade de UEs, e em que a

multiplexação é uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão de frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) no subquadro identificado;

meio para sinalizar, pela estação base, um identificador de célula virtual (ID) para cada um dentre a pluralidade de UEs identificando um grupo de células associado atribuído a cada um da pluralidade de UEs, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas; e

meio para receber, na estação base, de uma pluralidade de sinais de referência em uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência em uplink é identificada de acordo com o ID da célula virtual e o meio de agendamento.

11. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, em que a multiplexação inclui ainda uma multiplexação por divisão do código (CDM) para as uma ou mais portas de antena nas uma ou ambas dentre FDM e TDM para as uma ou mais portas de antena no subquadro identificado.

12. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui a identificação de um conjunto de turnos cíclicos, em que a multiplexação inclui ainda a multiplexação dos um ou mais sinais de referência em uplink com um turno cíclico diferente selecionado a partir do conjunto de turnos cíclicos quando duas ou mais portas de antena são agendadas para um mesmo recurso de transmissão.

13. Aparelho de acordo com a reivindicação 12, que inclui ainda:

meio para agrupar, pela estação base, a pluralidade de UEs em dois ou mais grupos de células servidos pela combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas, em que o grupo de células associado é selecionado a partir dos dois ou mais grupos de células; e o meio para atribuir, pela estação de base, uma mesma sequência de base para os um ou mais sinais de referência em uplink para cada UE do grupo de células associado.

14. Aparelho de acordo com a reivindicação 11, que inclui ainda:

meio para sinalizar, pela estação base, um esquema de codificação e modulação (MCS) para cada um da pluralidade de UEs, em que o MCS identifica uma ou mais camadas para transmissão por um UE correspondente dentre a pluralidade de UEs.

meio para alocar, pela estação base, uma pluralidade de recursos de transmissão à pluralidade de UEs para a transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink, em que a multiplexação para as uma ou mais portas de antena é para cada uma dentre as uma ou mais camadas para a transmissão; e

meio para transmitir, pela estação base, um identificador de porta ortogonal à pluralidade de UEs que identificam uma ou mais portas ortogonais da pluralidade de recursos de transmissão que são atribuídos à pluralidade de UEs.

15. Aparelho de acordo com a reivindicação 14, que inclui ainda:

meio para atribuir, pela estação base, as uma ou mais portas ortogonais para a pelo menos uma ou mais

camadas identificadas para um mesmo UE da pluralidade de UEs; e

meio para atribuir, pela estação base, uma ou mais portas não ortogonais da pluralidade de recursos de transmissão para uma ou mais diferentes camadas identificadas para diferentes UEs da pluralidade de UEs, quando as uma ou mais portas ortogonais são menos do que toda a pluralidade de recursos de transmissão.

16. Meio de leitura por computador não transitório com código de programa nele registrado, o código de programa compreendendo:

código de programa executável por um computador para levar o computador a agendar, por uma estação base, uma pluralidade de equipamentos de usuário (UEs) para transmissão de um ou mais sinais de referência em uplink dentro de um subquadro identificado;

código de programa executável pelo computador para levar o computador a transmitir, pela estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador da sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão da frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) no subquadro identificado;

código de programa executável pelo computador para levar o computador a sinalizar, pela estação base, um identificador de célula virtual (ID) para cada um dentre a

pluralidade de UEs identificando um grupo de células associado atribuído a cada um da pluralidade de UEs, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas; e

código de programa executável pelo computador para levar o computador a receber, na estação base, uma pluralidade de sinais de referência em uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência em uplink é identificada de acordo com o ID da célula virtual e o meio de agendamento.

17. Meio de leitura por computador não transitório de acordo com a reivindicação 16, em que a multiplexação inclui ainda uma multiplexação por divisão do código (CDM) para as uma ou mais portas de antena nas uma ou ambas dentre FDM e TDM para as uma ou mais portas de antena no subquadro identificado.

18. Meio de leitura por computador não transitório de acordo com a reivindicação 16, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui a identificação de um conjunto de turnos cíclicos, em que a multiplexação inclui ainda a multiplexação dos um ou mais sinais de referência em uplink com um turno cíclico diferente selecionado a partir do conjunto de turnos cíclicos quando duas ou mais portas de antena são agendadas para um mesmo recurso de transmissão.

19. Meio de leitura por computador não transitório de acordo com a reivindicação 18, que inclui ainda:

código de programa executável pelo computador

para levar o computador a agrupar, pela estação base, a pluralidade de UEs em dois ou mais grupos de células servidos pela combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas, em que o grupo de células associado é selecionado a partir dos dois ou mais grupos de células; e

código de programa executável pelo computador para levar o computador a atribuir, pela estação base, uma mesma sequência de base para os um ou mais sinais de referência em uplink para cada UE do grupo de células associado.

20. Meio de leitura por computador não transitório de acordo com a reivindicação 17, que inclui ainda: código de programa executável pelo computador para levar o computador a sinalizar, pela estação base, um esquema de codificação e modulação (MCS) para cada um da pluralidade de UEs, em que o MCS identifica uma ou mais camadas para transmissão por um UE correspondente dentre a pluralidade de UEs;

código de programa executável pelo computador para levar o computador a alocar, pela estação base, uma pluralidade de recursos de transmissão à pluralidade de UEs para a transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink, em que a multiplexação para as uma ou mais portas de antena é para cada uma dentre as uma ou mais camadas para a transmissão; e

código de programa executável pelo computador para levar o computador a transmitir, pela estação base, um identificador de porta ortogonal à pluralidade de UEs identificando uma ou mais portas ortogonais da pluralidade

de recursos de transmissão que são atribuídos à pluralidade de UEs.

21. Meio de leitura por computador não transitório de acordo com a reivindicação 20, que inclui ainda:

código de programa executável pelo computador para levar o computador a atribuir, pela estação base, as uma ou mais portas ortogonais a pelo menos uma ou mais camadas identificadas para um mesmo UE da pluralidade de UEs; e

código de programa executável pelo computador para levar o computador a atribuir, pela estação base, uma ou mais portas não ortogonais da pluralidade de recursos de transmissão para uma ou mais diferentes camadas identificadas para diferentes UEs da pluralidade de UEs, quando as uma ou mais portas ortogonais são menos do que toda a pluralidade de recursos de transmissão.

22. Aparelho configurado para comunicações sem fio, o aparelho compreendendo:

pelo menos um processador; e

uma memória associada ao pelo menos um processador,

em que o pelo menos um processador é configurado:

para agendar, pela estação base, uma pluralidade de equipamentos de usuário (UEs) para transmissão de um ou mais sinais de referência em uplink dentro de um subquadro identificado;

para transmitir, pela estação base, uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um

identificador da sequência de transmissão que identifica uma multiplexação para uma ou mais portas de antena atribuídas para transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink pela pluralidade de UEs, e em que a multiplexação é uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão de frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) no subquadro identificado;

para sinalizar, pela estação base, um identificador de célula virtual (ID) para cada um dentre a pluralidade de UEs identificando um grupo de células associado atribuído a cada um da pluralidade de UEs, em que o grupo de células associado é servido por uma combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas; e

para receber, na estação base, uma pluralidade de sinais de referência em uplink no subquadro identificado a partir de um ou mais da pluralidade de UEs, em que a pluralidade de sinais de referência em uplink é identificada de acordo com o ID da célula virtual e o agendamento.

23. Aparelho de acordo com a reivindicação 22, em que a multiplexação inclui ainda uma multiplexação por divisão do código (CDM) para as uma ou mais portas de antena nas uma ou ambas dentre FDM e TDM para as uma ou mais portas de antena no subquadro identificado.

24. Aparelho de acordo com a reivindicação 22, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui a identificação de um conjunto de turnos cíclicos, em que a multiplexação inclui ainda a multiplexação dos um ou mais sinais de referência em uplink com um turno cíclico diferente selecionado a partir do conjunto de turnos

cíclicos quando duas ou mais portas de antena são agendadas para um mesmo recurso de transmissão.

25. Aparelho de acordo com a reivindicação 24, que inclui ainda a configuração do pelo menos um processador:

para agrupar, pela estação base, a pluralidade de UEs em dois ou mais grupos de células servidos pela combinação da estação base e uma ou mais estações base próximas, em que o grupo de células associado é selecionado a partir dos dois ou mais grupos de célula; e

para atribuir, pela estação base, uma mesma sequência de base para os um ou mais sinais de referência em uplink para cada UE do grupo de células associado.

26. Aparelho de acordo com a reivindicação 23, que inclui ainda a configuração do pelo menos um processador:

para sinalizar, pela estação base, um esquema de codificação e modulação (MCS) para cada um da pluralidade de UEs, em que o MCS identifica uma ou mais camadas para transmissão por um UE correspondente dentre a pluralidade de UEs.

para alocar, pela estação base, uma pluralidade de recursos de transmissão à pluralidade de UEs para a transmissão dos um ou mais sinais de referência em uplink, em que a multiplexação para as uma ou mais portas de antena é para cada uma dentre as uma ou mais camadas para a transmissão; e

para transmitir, pela estação base, um identificador de porta ortogonal à pluralidade de UEs que identificam uma ou mais portas ortogonais da pluralidade de

recursos de transmissão que são atribuídos à pluralidade de UEs.

27. Aparelho de acordo com a reivindicação 26, que inclui ainda a configuração do pelo menos um processador:

para atribuir, pela estação base, as uma ou mais portas ortogonais para a pelo menos uma ou mais camadas identificadas para um mesmo UE da pluralidade de UEs; e

para atribuir, pela estação base, uma ou mais portas não ortogonais da pluralidade de recursos de transmissão para uma ou mais diferentes camadas identificadas para diferentes UEs da pluralidade de UEs, quando as uma ou mais portas ortogonais são menos do que toda a pluralidade de recursos de transmissão.

28. Aparelho de acordo com a reivindicação 27, que inclui ainda a configuração do pelo menos um processador:

para atribuir, pela estação base, uma mesma sequência de base para os um ou mais sinais de referência em uplink nas uma ou mais portas ortogonais ao mesmo UE; e

para atribuir, pela estação base, uma sequência de base diferente para os um ou mais sinais de referência em uplink nas uma ou mais portas não ortogonais para os diferentes UEs.

29. Aparelho de acordo com a reivindicação 28, em que a configuração do pelo menos um processador para receber a pluralidade de sinais de referência em uplink inclui a configuração do pelo menos um processador para decodificar, pela estação base, a pluralidade de sinais de referência em uplink dos um ou mais dentre a pluralidade de

UEs iniciados por um identificador de célula virtual, em que os um ou mais da pluralidade de UEs são servidos por uma combinação entre a estação base e uma ou mais estações base próximas.

30. Aparelho de acordo com a reivindicação 28, em que a configuração do pelo menos um processador para receber a pluralidade de sinais de referência em uplink inclui a configuração do pelo menos um processador para decodificar, pela estação base, a pluralidade de sinais de referência em uplink dos um ou mais dentre a pluralidade de UEs iniciados por um dentre:

um identificador de célula física; ou

um dentre: o identificador de célula física ou um ID de célula virtual, quando as uma ou mais portas ortogonais se iguala à pluralidade dos recursos de transmissão.

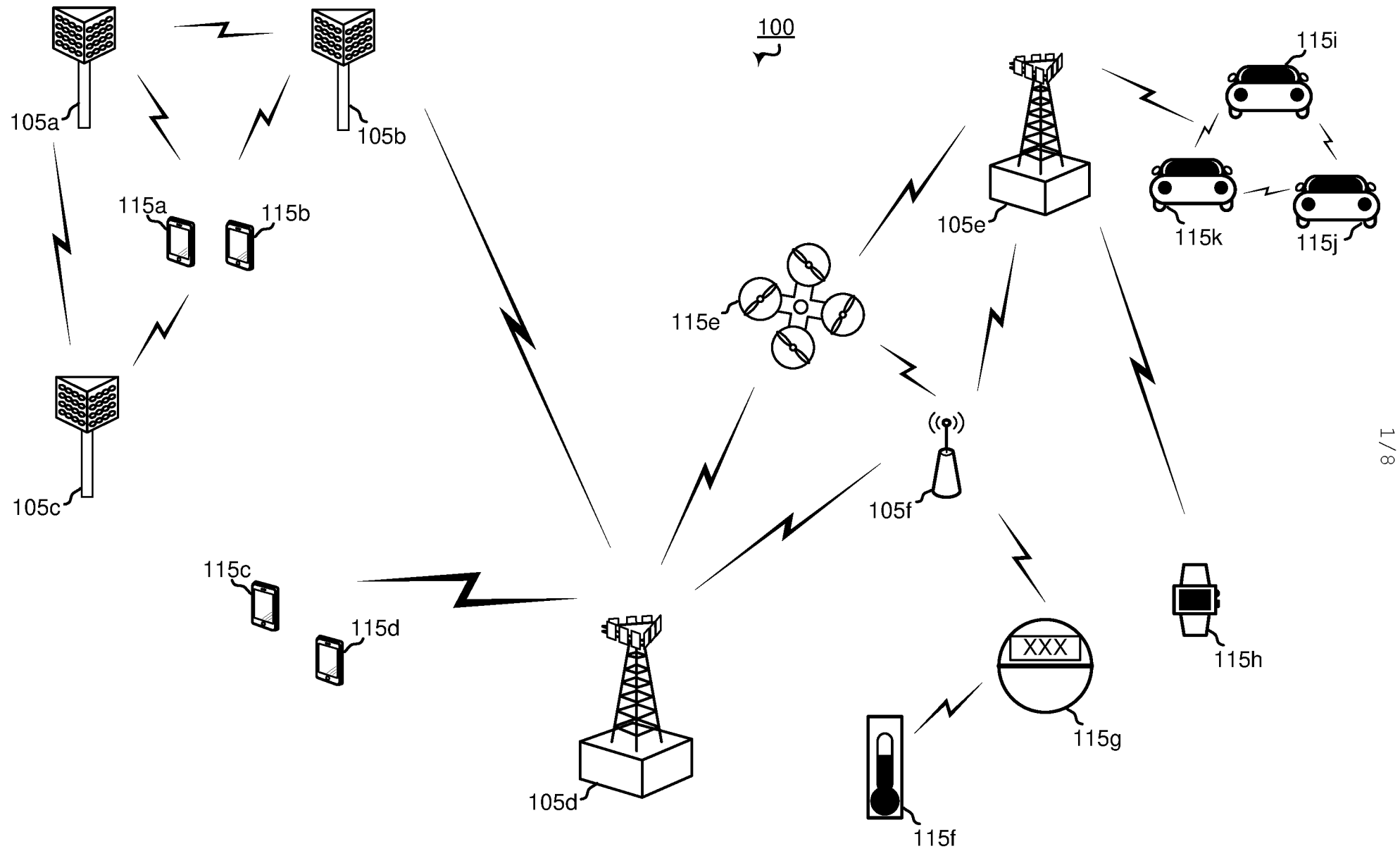


FIG. 1

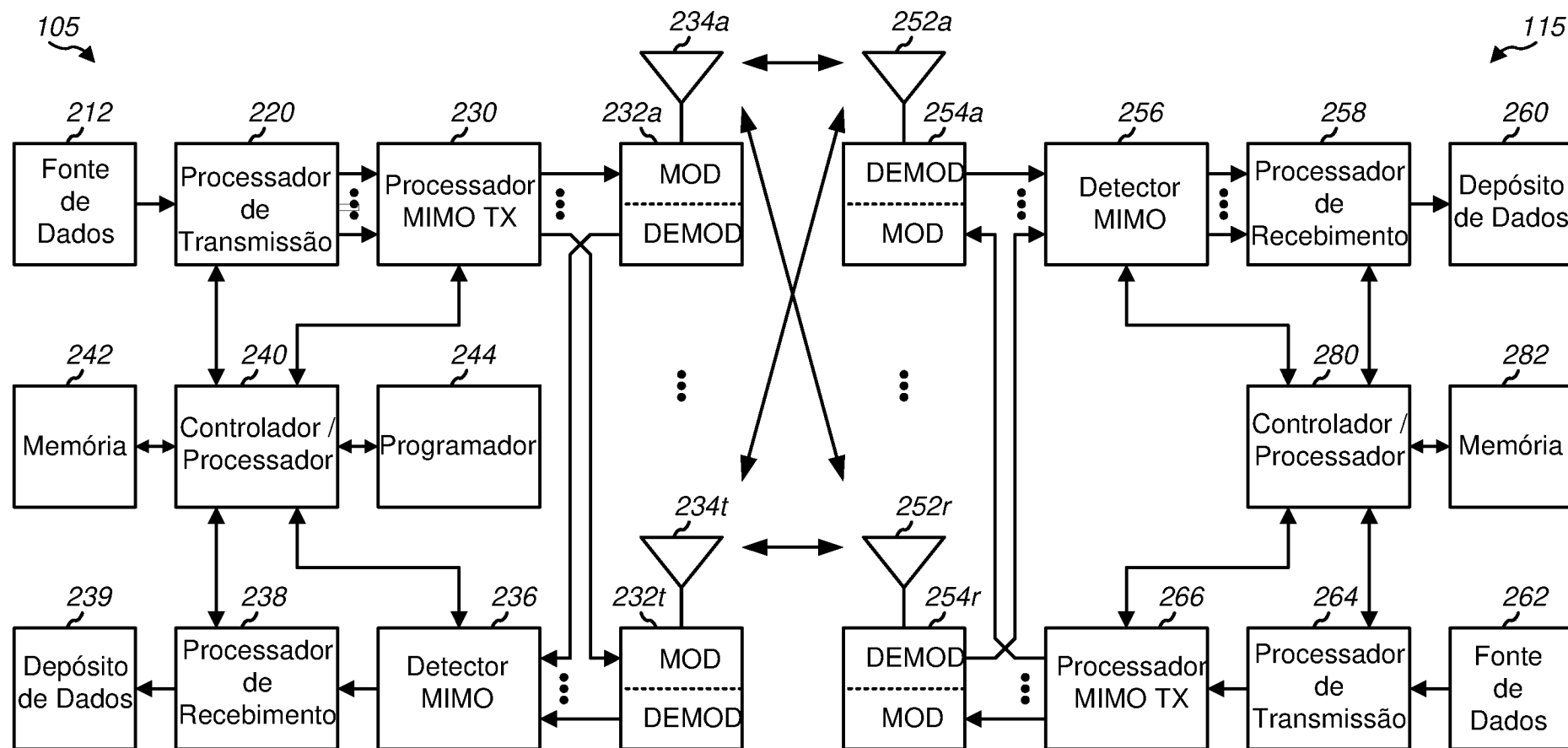


FIG. 2

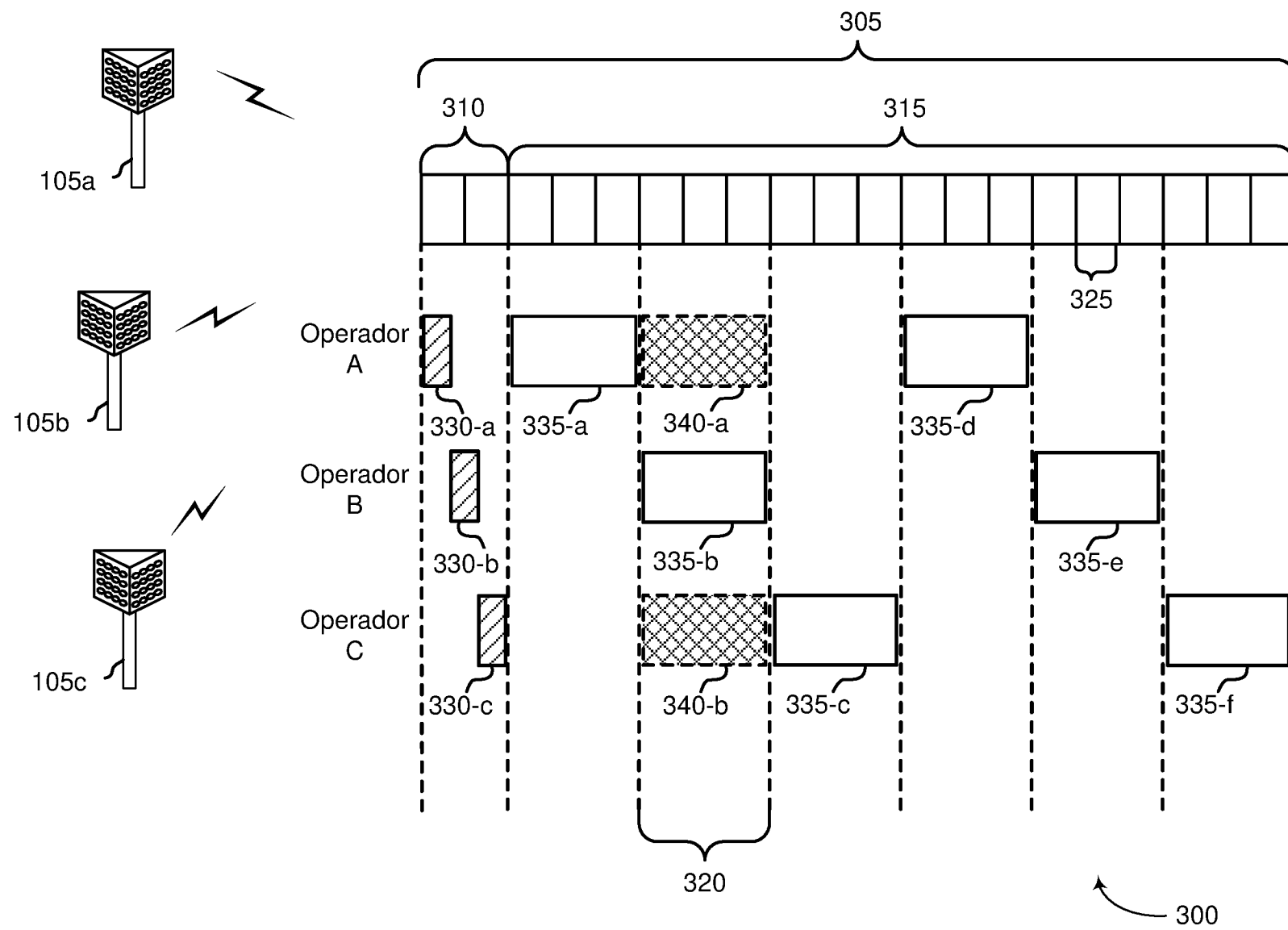
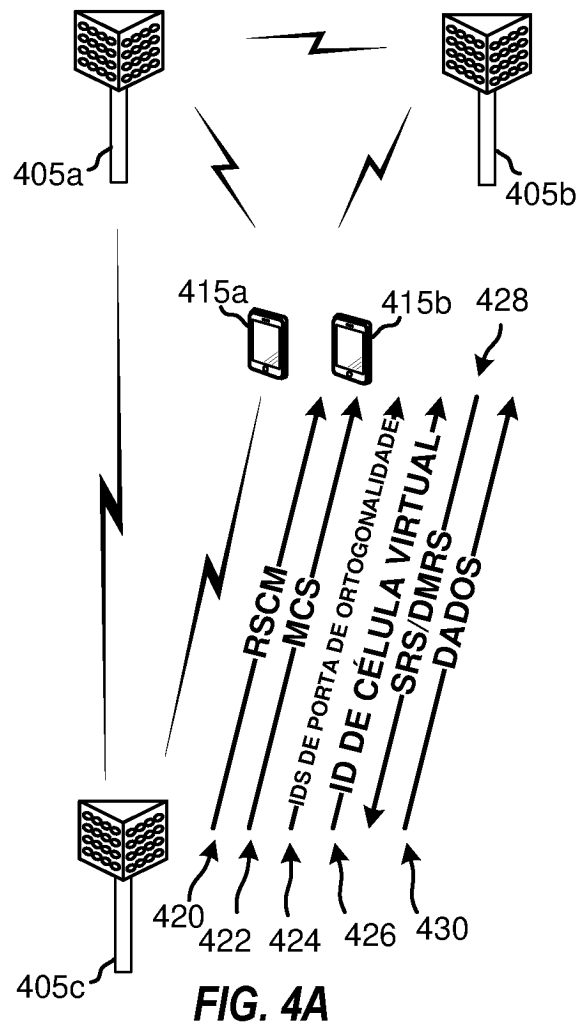


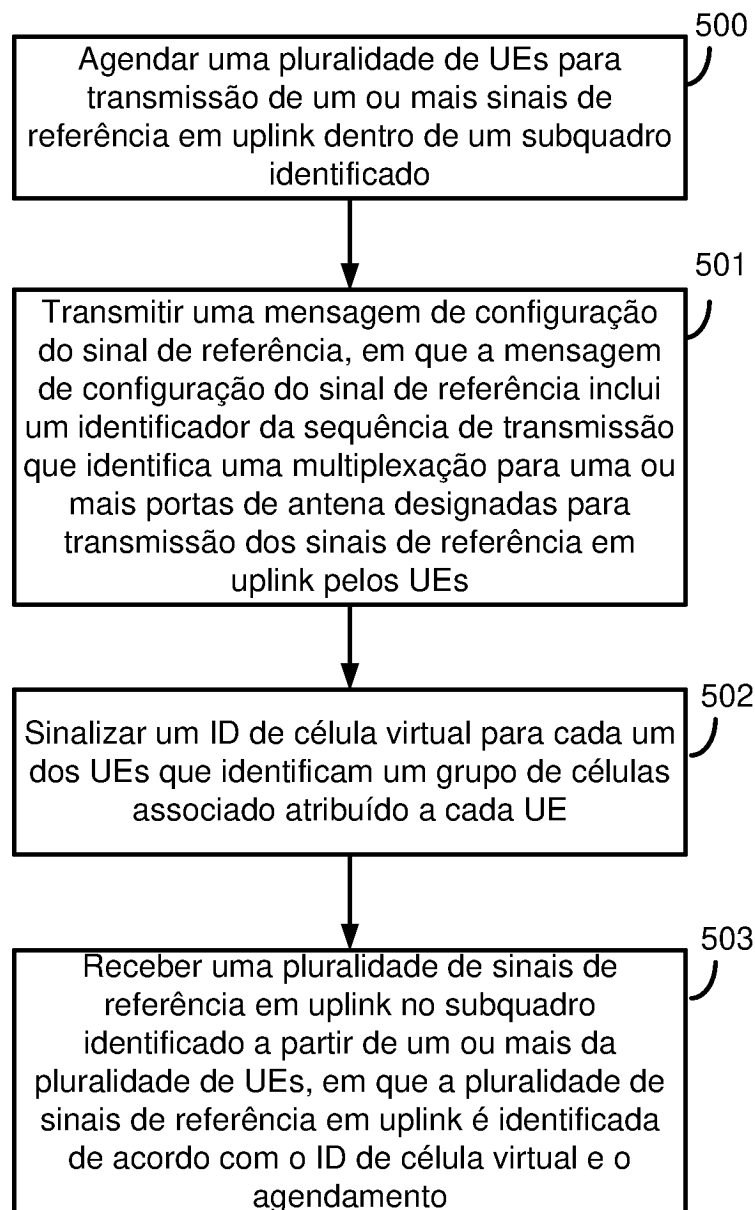
FIG. 3

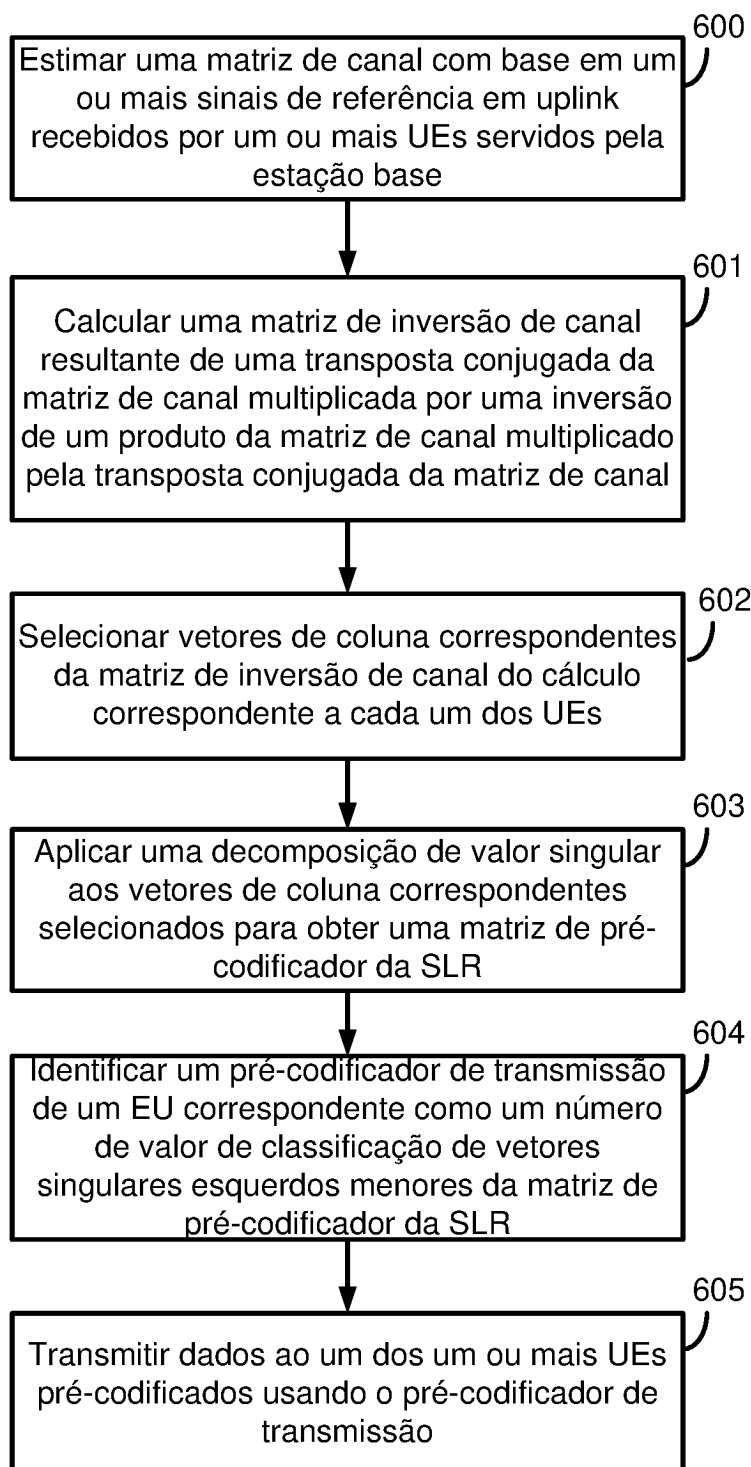


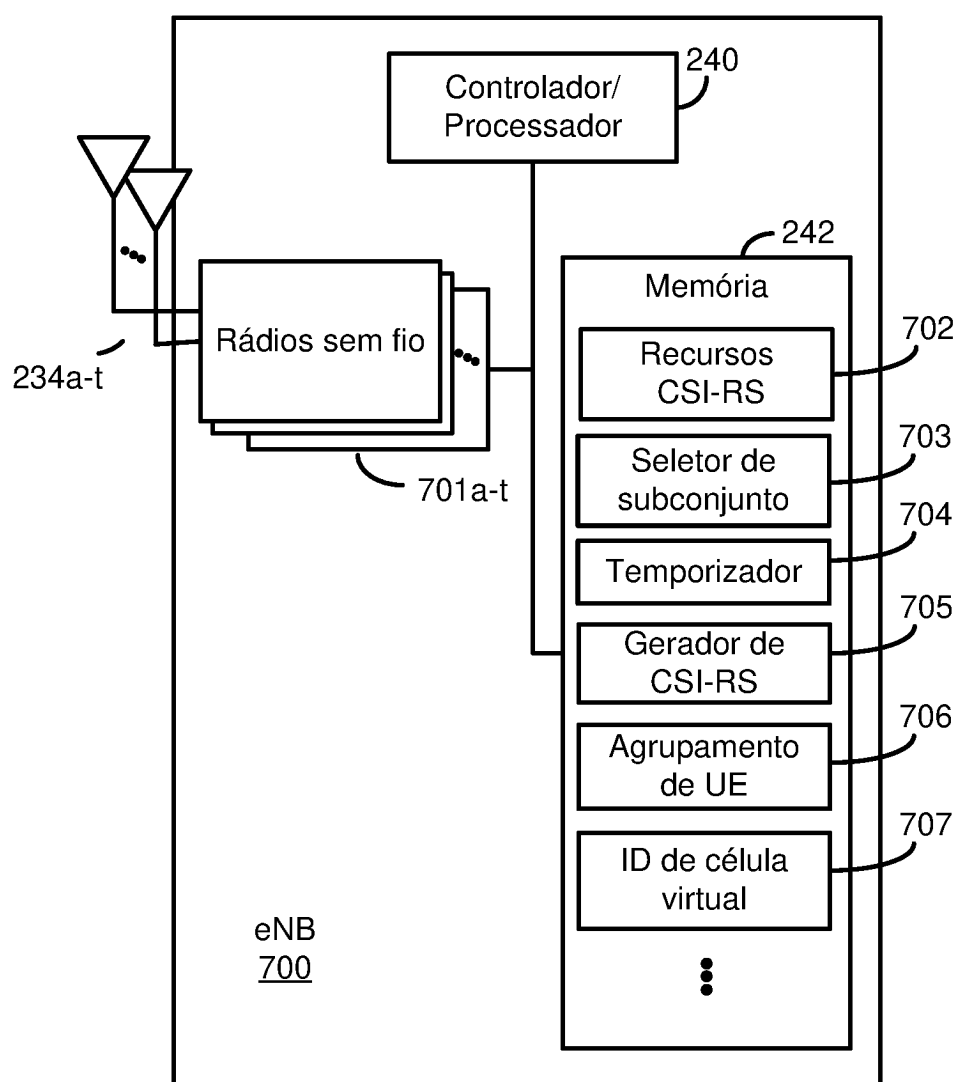
1	15	13	11	9	7	5	3
2	16	14	12	10	8	6	4
3	1	15	13	11	9	7	5
4	2	16	14	12	10	8	6
5	3	1	15	13	11	9	7
6	4	2	16	14	12	10	8
7	5	3	1	15	13	11	9
8	6	4	2	16	14	12	10
9	7	5	3	1	15	13	11
10	8	6	4	2	16	14	12
11	9	7	5	3	1	15	13
12	10	8	6	4	2	16	14
13	11	9	7	5	3	1	15
14	12	10	8	6	4	2	16
15	13	11	9	7	5	3	1
16	14	12	10	8	6	4	2

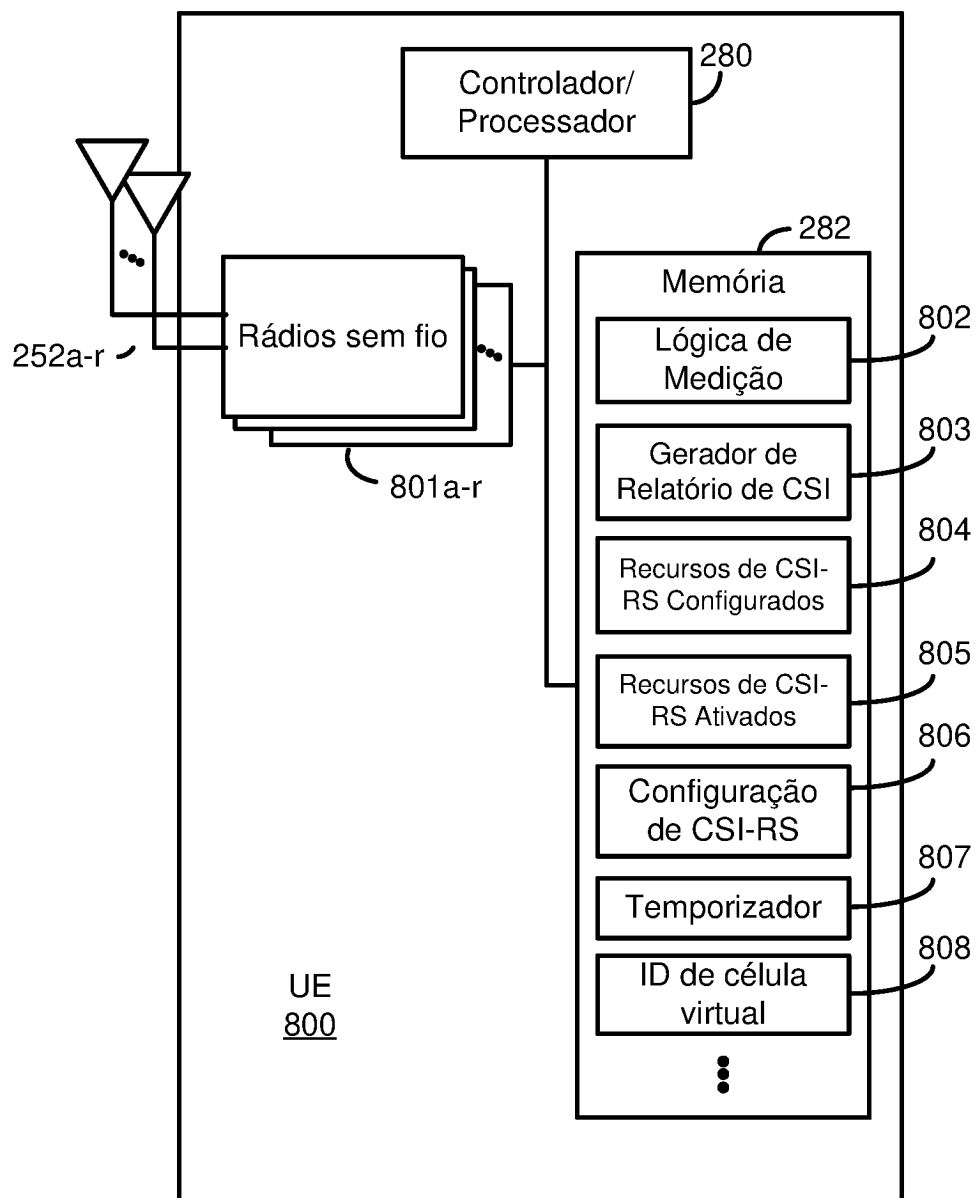
exemplo de
multiplexação de
16 portas

FIG. 4B

**FIG. 5**

**FIG. 6**

**FIG. 7**

**FIG. 8**

RESUMO**"SINAL DE REFERÊNCIA E PRÉ-CODIFICAÇÃO DE TX/RX PARA
MULTIPLEXAÇÃO DE UE EM SS RS"**

A presente invenção se refere a sinal de referência e pré-codificação de transmissor (TX) / receptor (Rx) para multiplexação de equipamento de usuário (UE) em redes de espectro compartilhado novo rádio (NR). Em alguns sinais de referência, uma estação base pode agendar vários UEs para transmissão de sinais de referência em uplink dentro de um subquadro identificado. A estação base pode transmitir uma mensagem de configuração do sinal de referência, em que a mensagem de configuração do sinal de referência inclui um identificador de sequência de identificação que identifica uma multiplexação para portas de antena designadas para transmissão dos sinais de referência em uplink. A multiplexação pode ser uma ou ambas dentre a multiplexação por divisão da frequência (FDM) e a multiplexação por divisão do tempo (TDM) no subquadro identificado. Sinais de referência adicionais, pré-codificadores de transmissão podem ser identificados pela estação base com base em cálculos de inversão de canal da matriz de canal determinados com base em sinais de referência em uplink.