



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112017019622-0 B1

(22) Data do Depósito: 05/02/2016

(45) Data de Concessão: 05/12/2023

(54) Título: MÉTODO PARA COMUNICAÇÃO COM UMA ESTAÇÃO BASE, ESTAÇÃO BASE PARA COMUNICAÇÃO COM UMA PLURALIDADE DE EQUIPAMENTOS DE USUÁRIO, E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR

(51) Int.Cl.: H04B 7/04; H04L 5/00; H04B 7/06.

(30) Prioridade Unionista: 14/03/2015 US 62/133,334; 25/09/2015 US 14/866,778.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): JOSEPH BINAMIRA SORIAGA; JING JIANG; KRISHNA KIRAN MUKKAVILLI; PAVAN KUMAR VITTHALADEVUNI; NAGA BHUSHAN; TINGFANG JI; JOHN EDWARD SMEE.

(86) Pedido PCT: PCT US2016016723 de 05/02/2016

(87) Publicação PCT: WO 2016/148795 de 22/09/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 14/09/2017

(57) Resumo: A presente invenção se refere a sistemas e técnicas para melhorar a eficiência de largura de banda disponível entre UEs e estações-base. Um UE transmite um sinal de referência de som (SRS) para a estação-base. A estação-base caracteriza o canal de enlace ascendente com base no SRS recebido e, com o uso de reciprocidade, aplica a caracterização de canal para o canal de enlace descendente. Na aplicação das informações de canal, a estação-base forma o feixe para o UE com base nas informações de canal de enlace ascendente obtidas do SRS. O UE pode incluir um arranjo de antenas, em que cada UE transmite um SRS diferente que a estação-base recebe e usa para caracterizar o enlace descendente. Os múltiplos UEs (ou um único UE com múltiplas antenas) transmitem SRS ao mesmo tempo e alocação de frequência (não ortogonal), porém, sendo que cada uma envia seu próprio SRS único. Além disso, múltiplos UEs (ou um único UE com múltiplas antenas) podem enviar seu SRS em alocações de frequência/tempo únicas (ortogonal).

**"MÉTODO PARA COMUNICAÇÃO COM UMA ESTAÇÃO BASE, ESTAÇÃO BASE
PARA COMUNICAÇÃO COM UMA PLURALIDADE DE EQUIPAMENTOS DE
USUÁRIO, E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR"**

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS E REIVINDICAÇÃO
DE PRIORIDADE

[001] O presente pedido reivindica prioridade e o benefício do Pedido não Provisório nº U.S. 14/866.778, depositado no dia 25 de setembro de 2015, que reivindica o benefício do Pedido de Patente Provisório nº U.S. 62/133.334, depositado no dia 14 de março de 2015, ambos incorporados ao presente documento em sua totalidade a título de referência.

CAMPO DA TÉCNICA

[002] Este pedido refere-se a sistemas de comunicação sem fio e, mais particularmente, ao uso de informações de estado de canal obtidas de um sinal de som de enlace ascendente em aplicação ortogonal ou não ortogonal para a formação de mensagens de enlace descendente de forma de feixe para recipientes alvo.

INTRODUÇÃO

[003] Uma rede de comunicação sem fio pode incluir uma variedade de estações-base que podem suportar a comunicação para uma variedade de equipamentos de usuário (UEs). Nos últimos anos, as frequências de portadora nas quais as estações-base e UEs se comunicam continuaram a aumentar e incluir larguras de banda maiores. Para tirar proveito dessas frequências maiores, mais antenas no mesmo espaço físico foram usadas. Para que essas bandas de frequência maiores sejam úteis e se aproximem do mesmo raio de alcance como tecnologias anteriores (tais como 2G, 3G, ou 4G), no entanto, torna-se necessário um ganho maior (e mais preciso) de formação de feixe.

[004] Além disso, sistemas convencionais

empregam vários tipos de sinais de referência, com estruturas fixas variáveis, para fornecer medições e estimativas suficientes para operação de múltiplas antenas adaptativas em direções de enlace ascendente e/ou enlace descendente. Por exemplo, um sinal de referência de informações de estado de canal (CSI-RS) pode ser usado em um enlace descendente da estação-base para auxiliar a estação-base na determinação de formação de feixe, um sinal de referência de demodulação de enlace ascendente (DM-RS) específico para cada UE pode ser usado para estimar informações de canal para o enlace ascendente especificamente, e cada UE pode utilizar um sinal de referência de som (SRS) no enlace ascendente para auxiliar na programação (por exemplo, determinar quais bandas de frequência são boas ou ruins para os dados). Não há sinal único que tenha capacidade para alcançar toda a funcionalidade acima para UEs.

[005] A reciprocidade descreve a capacidade de uma estação utilizar informações (tal como um perfil de atraso de múltiplos percursos) de um canal (por exemplo, o enlace ascendente) ao fazer determinações referentes a um outro canal (por exemplo, o enlace descendente). A reciprocidade não estava disponível para redes de celular devido ao fato de que as abordagens atuais exigem sinais de referência específicos para antenas particulares, tal como CSI-RS no contexto de evolução a longo prazo (LTE). Além disso, CSI-RS e outros tipos de sinais não têm um bom fator de escala, o que está se tornando um problema crescente visto que a demanda de banda larga móvel continua a aumentar.

BRVE DESCRIÇÃO DE ALGUNS EXEMPLOS

[006] O seguinte resume alguns aspectos da presente revelação para fornecer um entendimento básico da

tecnologia discutida. Este sumário não é uma visão geral extensiva de todas os recursos contempladas da revelação, e não está destinado nem a identificar elementos chave ou críticos de todos os aspectos da revelação nem a delinear o escopo de qualquer um ou de todos os aspectos da revelação. Seu único propósito é apresentar alguns conceitos de um ou mais aspectos da revelação em sumário como um prelúdio à descrição mais detalhada, que é apresentada posteriormente.

[007] Em um aspecto da revelação, um método inclui receber, em uma estação-base, um sinal de referência de som (SRS) de um equipamento de usuário (UE) através de um canal de enlace ascendente; obter, pela estação-base, informações do SRS sobre o canal de enlace ascendente e aplicar as informações a um canal de enlace descendente; e transmitir, da estação-base, uma comunicação de enlace descendente formado por feixe para o UE através do canal de enlace descendente com base nas informações obtidas do SRS.

[008] Em um aspecto adicional da revelação, um método para se comunicar com uma estação-base inclui transmitir, de uma pluralidade de equipamentos de usuário (UEs), uma pluralidade de sinais de referência de som (SRSs), em que a pluralidade de SRSs é transmitida com o uso de recursos físicos não ortogonais através de canais de enlace ascendente correspondentes; e receber, da estação-base, comunicações de enlace descendente formado por feixe com base nas informações obtidas da pluralidade de SRSs sobre os canais de enlace ascendente e aplicadas aos canais de enlace descendente.

[009] Em um aspecto adicional da revelação, um método para se comunicar com uma estação-base inclui dispor, em um equipamento de usuário (UE) que compreende uma pluralidade de antenas, um sinal de referência de som diferente (SRS) que corresponde a uma diferente dentre a

pluralidade de antenas; transmitir, do UE, um sinal de referência de som diferente (SRS) de cada uma das múltiplas antenas; e receber, da estação-base, comunicações de enlace descendente formado por feixe com base nas informações obtidas do SRS diferente que corresponde a cada uma das múltiplas antenas.

[0010] Em um aspecto adicional da revelação, um método para se comunicar com uma pluralidade de equipamentos de usuário (UEs) inclui receber, em uma estação-base, uma pluralidade de sinais de referência de som (SRSs), um de cada UE dentre a pluralidade de UEs, em que cada SRS é transmitido de cada respectivo UE com o uso de recursos físicos ortogonais; obter, pela estação-base, informações de cada SRS sobre o respectivo canal de enlace ascendente e aplicar as informações a um respectivo canal de enlace descendente; e transmitir, da estação-base, uma comunicação de enlace descendente formado por feixe para cada UE através do respectivo canal de enlace descendente com base nas informações obtidas de cada SRS.

[0011] Em um aspecto adicional da revelação, um método para se comunicar com uma estação-base inclui transmitir, de um equipamento de usuário (UE), múltiplos sinais de referência de som de banda estreita (SRSs) em diferentes sub-bandas de frequência durante um subquadro; e receber, da estação-base, uma comunicação de enlace descendente formado por feixe com base nas informações obtidas dos SRSs que correspondem a cada uma das diferentes sub-bandas de frequência.

[0012] Em um aspecto adicional da revelação, uma estação-base inclui um transceptor configurado para receber um sinal de referência de som (SRS) de um equipamento de usuário (UE) através de um canal de enlace ascendente; e um processador configurado para obter

informações do SRS sobre o canal de enlace ascendente e aplicar as informações a um canal de enlace descendente, em que o transceptor é adicionalmente configurado para transmitir uma comunicação de enlace descendente formado por feixe para o UE através do canal de enlace descendente com base nas informações obtidas do SRS.

[0013] Em um aspecto adicional da revelação, um equipamento de usuário inclui uma pluralidade de antenas; um processador configurado para dispor um sinal de referência de som diferente (SRS) que corresponde a uma diferente dentre a pluralidade de antenas; e um transceptor configurado para transmitir um sinal de referência de som diferente (SRS) de cada uma das múltiplas antenas para uma estação-base e receber, da estação-base, comunicações de enlace descendente formado por feixe com base nas informações obtidas do SRS diferente que correspondem a cada uma das múltiplas antenas.

[0014] Em um aspecto adicional da revelação, um meio legível por computador que tem código de programa gravado no mesmo inclui código de programa que compreende código para fazer com que uma estação-base receba um sinal de referência de som (SRS) de um equipamento de usuário (UE) através de um canal de enlace ascendente; código para fazer com que a estação-base obtenha informações do SRS sobre o canal de enlace ascendente e aplicar as informações a um canal de enlace descendente; e código para fazer com que a estação-base transmita uma comunicação de enlace descendente formado por feixe para o UE através do canal de enlace descendente com base nas informações obtidas do SRS.

[0015] Em um aspecto adicional da revelação, um meio legível por computador que tem código de programa gravado no mesmo inclui código de programa que compreende código para fazer com que um equipamento de usuário (UE)

que compreende uma pluralidade de antenas disponha um sinal de referência de som diferente (SRS) que corresponde a uma diferente dentre a pluralidade de antenas; código para fazer com que o UE transmita um sinal de referência de som diferente (SRS) de cada uma das múltiplas antenas para uma estação-base; e código para fazer com que o UE receba, da estação-base, comunicações de enlace descendente formado por feixe com base nas informações obtidas do SRS diferente que correspondem a cada uma das múltiplas antenas.

[0016] Em um aspecto adicional da revelação, uma estação-base inclui meios para receber um sinal de referência de som (SRS) de um equipamento de usuário (UE) através de um canal de enlace ascendente; meios para obter informações do SRS sobre o canal de enlace ascendente e aplicar as informações a um canal de enlace descendente; e meios para transmitir uma comunicação de enlace descendente formado por feixe para o UE através do canal de enlace descendente com base nas informações obtidas do SRS.

[0017] Em um aspecto adicional da revelação, um equipamento de usuário (UE) que compreende uma pluralidade de antenas inclui meios para dispor um sinal de referência de som diferente (SRS) que corresponde a uma diferente dentre a pluralidade de antenas; meios para transmitir um sinal de referência de som diferente (SRS) de cada uma das múltiplas antenas para uma estação-base; e meios para receber, da estação-base, comunicações de enlace descendente formado por feixe com base nas informações obtidas do SRS diferente que correspondem a cada uma das múltiplas antenas.

[0018] Outros aspectos, recursos e modalidades da presente invenção se tornarão aparentes às pessoas de habilidade comum na técnica mediante a revisão da seguinte descrição de modalidades específicas e exemplificativas da

presente invenção em conjunto com as Figuras anexas. Embora as características da presente invenção possam ser discutidas em relação a certas modalidades e Figuras abaixo, todas as modalidades da presente invenção podem incluir um ou mais dos recursos vantajosos discutidos no presente documento. Em outras palavras, embora uma ou mais modalidades possam ser discutidas como tendo certos recursos vantajosos, um ou mais dos tais recursos também podem ser usados de acordo com as diversas modalidades da invenção discutidas no presente documento. De maneira similar, embora as modalidades exemplificativas possam ser discutidas abaixo como modalidades de um dispositivo, um sistema ou um método, deve ser entendido que tais modalidades exemplificativas podem ser implantadas em diversos dispositivos, sistemas e métodos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0019] A Figura 1 ilustra uma rede de comunicação sem fio de acordo com vários aspectos da presente revelação.

[0020] A Figura 2 ilustra uma rede de comunicação sem fio que utiliza sinais de referência de som para permitir a formação de feixe em uma estação-base.

[0021] A Figura 3 ilustra uma estrutura de subquadro exemplificativa.

[0022] A Figura 4 ilustra uma estrutura de quadro exemplificativa para um sistema de subquadro síncrono com falta de correlação de canal periódico.

[0023] A Figura 5 ilustra uma estrutura de quadro exemplificativa para um sistema de subquadro síncrono com falta de correlação de canal aleatório.

[0024] A Figura 6 ilustra uma estrutura de subquadro exemplificativa para SRS multiplexado de um equipamento de usuário de múltiplas antenas.

[0025] A Figura 7 ilustra uma estrutura de quadro exemplificativa para um SRS de comprimento estendido em um ambiente de baixa interferência.

[0026] A Figura 8 ilustra uma estrutura de quadro exemplificativa para um SRS de comprimento estendido em um ambiente de alta interferência.

[0027] A Figura 9 é um fluxograma que ilustra um método exemplificativo para utilizar um sinal de referência de som de enlace ascendente para estimativa de canal de acordo com vários aspectos da presente revelação.

[0028] A Figura 10 é um fluxograma que ilustra um método exemplificativo para utilizar um sinal de referência de som de enlace ascendente para estimativa de canal de acordo com vários aspectos da presente revelação.

[0029] A Figura 11 é um fluxograma que ilustra um método exemplificativo para utilizar um sinal de referência de som de enlace ascendente para estimativa de canal de acordo com vários aspectos da presente revelação.

[0030] A Figura 12 é um fluxograma que ilustra um método exemplificativo para utilizar um sinal de referência de som de enlace ascendente para estimativa de canal de acordo com vários aspectos da presente revelação.

[0031] A Figura 13 é um diagrama de blocos de um dispositivo de comunicação sem fio exemplificativo, tal como um equipamento de usuário, de acordo com as modalidades da presente revelação.

[0032] A Figura 14 é um diagrama de blocos de um dispositivo de comunicação sem fio exemplificativo, tal como uma estação-base, de acordo com as modalidades da presente revelação.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0033] A descrição detalhada apresentada abaixo, em conexão com os desenhos anexos, se destina a

descrever várias configurações, e não se destina a representar as únicas configurações em que os conceitos descritos no presente documento podem ser praticados. A descrição detalhada inclui detalhes específicos com o propósito de fornecer um entendimento completo dos vários conceitos. Entretanto, será evidente para aqueles versados na técnica que esses conceitos podem ser praticados sem esses detalhes específicos. Em alguns casos, estruturas e componentes bem conhecidos são mostrados em forma de diagrama de blocos a fim de evitar obscurecer tais conceitos.

[0034] As técnicas descritas no presente documento podem ser usadas para diversas redes de comunicação sem fio tais como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outras redes. Os termos "rede" e "sistema" são frequentemente usados de modo intercambiável. Uma rede de CDMA pode implantar uma tecnologia a rádio, tal como Acesso via rádio Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. O UTRA inclui CDMA de Banda Larga (WCDMA) e outras variantes de CDMA. O cdma2000 abrange os padrões IS-2000, IS-95 e IS-856. Uma rede de TDMA pode implantar uma tecnologia a rádio como o Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM). Uma rede de OFDMA pode implantar uma tecnologia a rádio como UTRA Evoluído (E-UTRA), Banda Larga Ultra Móvel (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDMA, etc. UTRA e E-UTRA fazem parte do Sistema de Telecomunicação Móvel Universal (UMTS). A Evolução a Longo Prazo (LTE) de 3GPP e um LTE Avançado (LTE-A) são novas versões de UMTS que usam E-UTRA. O UTRA, o E-UTRA, o UMTS, um LTE, um LTE-A e um GSM são descritos nos documentos de uma organização chamada "Projeto de Parceria de Terceira Geração" (3GPP). O CDMA2000 e o UMB são descritos em documentos de uma organização chamada "Projeto 2 de

Parceria de Terceira Geração" (3GPP2). As técnicas descritas no presente documento podem ser usadas para as redes sem fio e tecnologias a rádio mencionadas acima bem como outras redes sem fio e tecnologias a rádio, tal como uma rede de próxima geração (por exemplo, 5thGeneration (5G)).

[0035] As modalidades da presente revelação introduzem sistemas e técnicas para melhorar a eficiência do uso de largura de banda disponível em canais de comunicações sem fio entre UEs e estações-base. Em uma modalidade, a multiplexação pode ser usada para auxiliar no aumento da eficiência de uso de recursos de canal, tal como múltiplo acesso por divisão de frequência (FDMA), acesso múltiplos por divisão de tempo (TDMA), acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), ou acesso múltiplo por divisão espacial (SDMA). Uma maneira de alcançar SDMA, ou multiplexação de divisão de espaço, é através do uso de formação de feixe. Se um dispositivo tiver múltiplas antenas, o mesmo pode transmitir sinais de todas as antenas imediatamente enquanto altera a fase do sinal de cada antena para produzir interferência construtiva e destrutiva. A interferência pode ser calibrada para produzir interferência construtiva em uma direção específica e interferência destrutiva em todas as outras direções, então, transmitir essencialmente um "feixe" de informações que não criam interferência em qualquer outra área espacial. Os múltiplos feixes podem, portanto, ser transmitidos imediatamente em diferentes direções sem interferência. Para uma formação de feixe bem-sucedida, o dispositivo de antena múltipla usa as informações sobre o canal entre o próprio dispositivo e seu dispositivo receptor pretendido para criar um feixe que irá alcançar o receptor.

[0036] Desse modo, de acordo com as modalidades da presente revelação, uma estação-base pode explorar a reciprocidade de canal a fim de utilizar informações de canal obtidas do canal de enlace ascendente de um UE para a estação-base para o enlace descendente. Um UE pode transmitir um sinal de referência de som (SRS) para a estação-base dentro de um único subquadro. A estação-base, por sua vez, pode caracterizar o canal de enlace ascendente com base no SRS recebido e, com o uso de reciprocidade, aplicar a mesma caracterização de canal para o canal de enlace descendente de volta ao UE. Como parte da aplicação das informações de canal ao enlace descendente, a estação-base pode formar o feixe para o UE com base nas informações de canal de enlace ascendente obtidas do SRS.

[0037] Em modalidades adicionais, o UE pode incluir um arranjo de antenas (MIMO). Nessa situação, cada UE pode transmitir um SRS diferente que a estação-base recebe e, então, utiliza para o enlace descendente para aquelas várias antenas (ou, alternativamente, múltiplos UEs com únicas antenas poderiam ser usados para o mesmo efeito). Por exemplo, os múltiplos UEs (ou um único UE com múltiplas antenas) podem transmitir SRS ao mesmo tempo e na mesma alocação de frequência (por exemplo, não ortogonal), sendo que cada UE envia seu próprio SRS único (com base nos códigos de cifragem única ou permutações de entrelaçamento, por exemplo). Em um outro exemplo, múltiplos UEs (ou um único UE com múltiplas antenas) podem enviar seu SRS em alocações de frequência/tempo únicas (ortogonal).

[0038] A Figura 1 ilustra uma rede de comunicação sem fio 100 de acordo com vários aspectos da presente revelação. A rede de comunicação sem fio 100 pode incluir inúmeros UEs 102, bem como inúmeras estações-base 104. As estações-base 104 podem incluir um Nó B evoluído

(eNodeB). Uma estação-base também pode ser denominada uma estação-base de transceptor, um nó B, ou um ponto de acesso. Uma estação-base 104 pode ser uma estação que se comunica com os UEs 102 e também pode ser denominada uma estação-base, um nó B, um ponto de acesso, e similares.

[0039] As estações-base 104 Se comunicam com os UEs 102 conforme indicado pelos sinais de comunicação 106. Um UE 102 pode se comunicar com a estação-base 104 através de um enlace ascendente e um enlace descendente. O enlace descendente (ou enlace de encaminhamento) se refere ao enlace de comunicação da estação-base 104 para o UE 102. O enlace ascendente (ou enlace reverso) se refere ao enlace de comunicação do UE 102 para a estação-base 104. As estações-base 104 podem se comunicar entre si, direta ou indiretamente, através de conexões com fio e/ou sem fio, conforme indicado por sinais de comunicação 108.

[0040] UEs 102 podem ser dispersadas por toda a rede sem fio 100, conforme mostrado, e cada UE 102 pode ser estacionário ou móvel. O UE 102 também pode ser denominado um terminal, uma estação móvel, uma unidade de assinante, etc. O UE 102 pode ser um telefone celular, um telefone inteligente, um assistente pessoal digital, um modem sem fio, um computador do tipo laptop, um computador do tipo tablet, etc. A rede de comunicação sem fio 100 é um exemplo de uma rede a qual vários aspectos da revelação se aplicam.

[0041] Cada estação-base 104 pode fornecer cobertura de comunicação para uma área geográfica particular. Em 3 GPP, 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. Em relação a isso, uma estação-base 104 pode

fornecer cobertura de comunicação para uma macrocélula, uma picocélula, uma femtocélula, e/ou outros tipos de célula. Uma macrocélula geralmente abrange uma área geográfica relativamente grande (por exemplo, diversos quilômetros em raio) e pode permitir o acesso irrestrito por UEs com assinaturas de serviço com o provedor de rede. Uma picocélula pode geralmente abranger uma área geográfica relativamente menor e pode permitir acesso irrestrito por UEs com assinaturas de serviço com o provedor de rede. Uma femtocélula também abrangeria, em geral, uma área geográfica relativamente menor (por exemplo, uma residência) e, além do acesso irrestrito, também poderia fornecer acesso restrito por UEs que tivessem uma associação com um femtocélula (por exemplo, os UEs em um grupo de assinantes fechado (CSG), os UEs para os usuários na residência e similares). Uma estação-base para uma macrocélula pode ser referida como uma macroestação-base. Uma estação-base para uma picocélula pode ser denominada uma picoestação-base. Uma estação-base para uma femtocélula pode ser denominada uma femtoestação-base ou uma estação-base de rede "home".

[0042] No exemplo mostrado na Figura 1, as estações-base 104a, 104b e 104c são exemplos de macroestações-base para as áreas de cobertura 110a, 110b e 110c, respectivamente. As estações-base 104d e 104e são exemplos de pico e/ou femtoestações-base para as áreas de cobertura 110d e 110e, respectivamente. Conforme será reconhecido, uma estação-base 104 pode suportar uma ou múltiplas (por exemplo, duas, três, quatro, e similares) células.

[0043] A rede sem fio 100 também pode incluir estações de retransmissão. Uma estação de retransmissão é uma estação que recebe uma transmissão de dados e/ou outras

informações de uma estação a montante (por exemplo, uma estação-base, um UE, ou similares) e envia uma transmissão dos dados e/ou outras informações para uma estação a jusante (por exemplo, um outro UE, uma outra estação-base, ou similares). Uma estação de relé também pode ser um UE que retransmite transmissões para outros UEs. Uma estação de retransmissão também pode ser denominada uma estação-base de retransmissão, um UE de retransmissão, uma retransmissão, e similares.

[0044] A rede sem fio 100 pode suportar operação assíncrona ou síncrona. Para operação síncrona, as estações-base 104 podem ter temporização de quadro similar, e as transmissões de diferentes estações-base 104 podem ser aproximadamente alinhadas no tempo. Para operação assíncrona, as estações-base 104 podem ter temporização de quadro diferente, e transmissões de diferentes estações-base 104 podem não ser alinhadas no tempo.

[0045] Em algumas implantações, a rede sem fio 100 utiliza multiplexação de divisão de frequência ortogonal (OFDM) na multiplexação de divisão de frequência de portadora única e enlace descendente (SC-FDM) no enlace ascendente. OFDM e SC-FDM particionam a largura de banda de sistema em múltiplas subportadoras ortogonais (K), que também são comumente denominadas tons, bins, ou similares. Cada subportadora pode ser modulada com dados. Em geral, os símbolos de modulação são enviados no domínio da frequência com OFDM e no domínio do tempo com SC-FDM. O espaçamento entre subportadoras adjacentes pode ser fixado, e o número total de subportadoras (K) pode ser dependente da largura de banda de sistema. Por exemplo, K pode ser igual a 72, 180, 300, 600, 900, e 1200 para uma largura de banda de sistema correspondente de 1,4, 3, 5, 10, 15, ou 20 megahertz (MHz), respectivamente. A largura de banda do

sistema também pode ser particionada em sub-bandas. Por exemplo, uma sub-banda pode abranger 1,08 MHz, e pode haver 1, 2, 4, 8 ou 16 sub-bandas para uma largura de banda de sistema correspondente de 1,4, 3, 5, 10, 15, ou 20 MHz, respectivamente.

[0046] Em referência agora à Figura 2, é mostrado um exemplo de um sistema que pode ser usado para melhorar a eficiência de uso de largura de banda disponível em canais de comunicações sem fio entre um ou mais UEs 102 e uma ou mais estações-base 104, conforme discutido acima em relação à Figura 1. A Figura 2 ilustra uma estação-base 104 e um UE 102 por motivo de simplicidade de discussão, embora seja reconhecido que as modalidades da presente revelação podem ter um fator de escala de muito mais UEs 102 e/ou estações-base 104. O UE 102 e a estação-base 104 podem se comunicar entre si em várias frequências. Por exemplo, em uma modalidade, o UE 102 e a estação-base 104 podem se comunicar em frequências abaixo de 6 GHz, enquanto em uma outra modalidade em frequências acima de 6 GHz, para citar apenas dois exemplos.

[0047] UE 102 transmite um sinal de referência de som (SRS) 202 que é recebido pela estação-base 104. Em uma modalidade, o SRS 202 pode ser uma transmissão omnidirecional, enquanto em uma outra modalidade o SRS 202 pode ser uma transmissão de feixe amplo. Mediante o recebimento do SRS 202, a estação-base 104 tem capacidade para reunir a partir do SRS 202, explícita ou implicitamente, informações de canal para o canal de enlace ascendente entre o UE 102 e a estação-base 104. A estação-base 104 pode, então, utilizar aquelas informações de canal de enlace ascendente para orientar suas antenas para a formação de feixe de um enlace descendente 204 para o mesmo UE 102.

[0048] Para derivar a maior vantagem da reciprocidade (aplicar informações de canal obtidas do SRS 202 no enlace ascendente), a estação-base 104 pode rapidamente reaplicar aquelas informações (por treinamento) para formação de feixe (ou concentração) de uma transmissão de enlace descendente para o UE 102 de modo que minimize os efeitos de falta decorrelação de canal. Para auxiliar na rápida reaplicação das informações de canal no enlace descendente, as modalidades da presente revelação utilizam uma curta estrutura de subquadro. Em referência agora à Figura 3, é ilustrada uma estrutura de subquadro exemplificativa 300 que opera dentro de um quadro de tempo curto de modo que minimize os efeitos de falta de correlação no canal. Em uma modalidade, o quadro de tempo curto pode ser aproximadamente 500 microssegundos, apesar de poder ser mais curto ou mais longo que isso. O quadro de tempo curto permite que a estação-base 104 "congele" essencialmente o estado de canal para a duração do subquadro, durante o qual a estação-base 104 pode orientar e formar o feixe para o enlace descendente e, então, fornecer uma intermitência de enlace descendente.

[0049] As comunicações entre UE 102 e estação-base 104 podem ser divididas no domínio de tempo em subquadros (SFs) 300, tal com o SF 300 ilustrado na Figura 3. Um único subquadro é ilustrado na Figura 3 para facilidade de ilustração; conforme será reconhecido, a estrutura do SF 300 é escalonável para qualquer número de subquadros conforme for necessário ou desejado. Cada SF 300 é dividido em uma porção de enlace ascendente (UL) 302 e uma porção de enlace descendente (DL) 304, separadas por uma porção de transição U/D. Como parte da porção de UL 302, o UE 102 pode enviar vários tipos de sinais para a estação-base 104. Esses podem incluir, por exemplo, um SRS

(usado no presente documento para transmitir a formação de feixe na estação-base e no lugar do DMRS de enlace ascendente), dados de enlace ascendente, e opcionalmente solicita as informações. A porção de transição U/D é fornecida entre a porção de UL 302 e a porção de DL 304. Durante a porção de DL, a estação-base 104 envia vários tipos de sinais para o UE 102, incluindo, por exemplo, um sinal de referência de equipamento de usuário (UE-RS) e dados de enlace descendente (por exemplo, em uma intermitência de enlace descendente).

[0050] Em algumas modalidades, a estação-base 104 pode utilizar o SRS na porção de UL 302 para derivar múltiplas informações que facilitam o enlace descendente entre o UE 102 e a estação-base 104. Por exemplo, com base no SRS, a estação-base 104 que tem múltiplas antenas tem capacidade para orientar suas antenas para a formação de feixe dos dados de DL transmitido de volta para o UE 102 de modo que, por exemplo, a interferência com outros dispositivos de comunicação sem fio na faixa da estação-base 104 seja reduzida. A formação de feixe depende das informações sobre o canal entre o UE 102 e a estação-base 104 que a estação-base 104 deriva do SRS de enlace ascendente e, então, aplica ao enlace descendente com base na reciprocidade. A estação-base 104 pode reorientar suas antenas à medida que o canal altera ao longo do tempo (por exemplo, periódica ou aleatoriamente), por exemplo, de acordo com SRS subsequente recebido do UE 102. Isso pode acontecer, por exemplo, se o UE 102 estiver se movendo ou se outros objetos em movimento entrarem ou saírem da área/interferirem com o canal de enlace ascendente (ou enlace descendente). De acordo com as modalidades da presente revelação, o subquadro 300 é fornecido como parte de um sistema síncrono, de modo que o subquadro 300 seja

fornecido repetidamente ao longo do tempo de modo que a estação-base 104 possa reter os feixes para acomodar o movimento de UE 102 e a falta de correlação de canal relacionada àquele movimento (e/ou outras influências).

[0051] A reciprocidade de canal pode permitir que a estação-base 104 aplique as informações sobre o canal na direção de UL para estimar uma ou mais propriedades de canal na direção de DL, que pode ser usada para a formação de feixe das transmissões de DL. Dessa maneira, a estação-base 104 pode orientar suas antenas com base no SRS do UE 102. O SRS pode adicionalmente incluir informações que permitem que a estação-base 104 demodule os dados recebidos do UE 102 durante a porção de UL do SF 300. A estação-base 104 pode determinar adicionalmente, a partir do SRS, informações de programação que permitem que a estação-base 104 programe SFs futuros 300 (por exemplo, bandas de frequência, etc.) para se comunicar com o UE 102.

[0052] Em algumas modalidades, a multiplexação pode ser usada para permitir que a estação-base 104 se comunique com múltiplos UEs 102 durante a porção de DL 304 de um SF 300. A formação de feixe pode ser vantajosa devido ao fato de que a mesma permite que a estação-base 104 faça uso de multiplexação de divisão de espaço em conjunto com outros tipos de multiplexação, tais como multiplexação de divisão de frequência e/ou multiplexação de divisão de código. A estação-base 104 pode, portanto, solicitar que múltiplos UEs 102 enviem um SRS durante um SF 300, o que permite que a estação-base 104 reoriente sua formação de feixe de antena para cada UE 102 que irá se comunicar durante aquele SF 300.

[0053] Em referência agora à Figura 4, é ilustrada uma modalidade de alocação de recursos de SF de um SF 400 em um cenário de MIMO de múltiplo usuário (MU-

MIMO). Na modalidade da Figura 4, dois UEs 102 são representados por SRS 1, SRS 2, para simplicidade da discussão. Será reconhecido que mais UEs 102 podem estar incluídas em várias modalidades. Cada UE 102 no sistema MU-MIMO pode transmitir seu SRS ao mesmo tempo e na mesma alocação de frequência (isto é, com o uso de recursos físicos não ortogonais) sem a colisão ao utilizar, por exemplo, a permutação ou cifragem para tornar cada SRS único. Nesse caso, a estação-base 104 pode solicitar um SRS dos múltiplos UEs 102 durante o mesmo SF 400 pelo envio de uma solicitação durante uma porção de DL 402 no começo do SF 400. Essa solicitação pode incluir informações que instruem os UEs 102 como cifrar ou permutar seu SRS particular (por exemplo, SRS 1 para um primeiro UE 102 e SRS 2 para um segundo UE 102) para evitar interferência. Alternativamente, os UEs 102 pode observar a interferência de outros UEs 102 e decidir utilizar uma permutação, cifragem ou similares para transmitir um SRS com o uso de recursos físicos não ortogonais. Os UEs 102 podem notificar a estação-base 104 durante a porção de UL de SF 400 qual o método de permutação, cifragem ou outro método será usado para criar um SRS único.

[0054] Em referência agora à Figura 5 a qual ilustra uma modalidade alternativa, nem os UEs 102 nem a estação-base 104 podem determinar um ganho de processamento mínimo (PG) necessário para compensar um canal ruim, por exemplo, quando um UE 102 está distante de uma estação-base 104. O UE 102 pode determinar um PG mínimo ao monitorar quanto tempo leva para receber com sucesso um sinal de SYNC da estação-base 104. A estação-base 104 pode determinar um PG mínimo ao monitorar quanto tempo leva para configurar um canal de acesso aleatório (RACH) com o UE 102.

[0055] A fim de alcançar o PG mínimo, o

comprimento do SRS pode precisar estar em escala para exceder a porção do SF 500 alocada à porção de UL 502. A estação-base 104 pode solicitar um SRS alongado (ilustrado na Figura 5 como SRS 2) de um UE 102 durante uma porção de DL 504 no começo do SF 500, ou alternativamente, o UE 102 pode notificar a estação-base 104 durante a porção de UL 502 de SF 500 que precisa enviar um SRS alongado. No entanto, conforme ilustrado em SF 500, o UE 102 ainda pode ter capacidade para transmitir seu SRS alongado com o uso de recursos físicos não ortogonais devido ao fato de que não há perigo de seu sinal de baixa potência afetar outros UEs 102 no ambiente. Portanto, a estação-base 104 não precisa instruir outros UEs 102 no ambiente para modificar seu comportamento, nem os outros UEs 102 no ambiente precisam modificar proativamente seu comportamento.

[0056] Em uma outra modalidade, um único UE 102 com múltiplas antenas, tal como em um sistema de MIMO de único usuário (SU-MIMO), pode enviar um SRS de cada uma de suas antenas simultaneamente e na mesma frequência (isto é, com o uso de recursos físicos não- ortogonais) sem colisão ao usar permutação, cifragem, ou um precodificador diferente em todas as antenas para tornar cada SRS em cada antena específico em relação aos outros nas outras antenas. O SF 400 da Figura 4 (originalmente descrito em relação a únicas antenas em múltiplos UEs 102) ilustra essa modalidade, as múltiplas antenas em um único UE 102 funcionam de modo similar às únicas antenas em múltiplos UEs 102. Nesse caso (em referência agora à Figura 4 para essa modalidade alternativa), a estação-base 104 pode notificar o UE 102 durante uma porção de DL 402 no começo do SF 400 como criar um SRS único para cada antena, ou alternativamente, o UE 102 pode escolher seu próprio SRS único para cada antena e notificar para a estação-base 104

o que procurar.

[0057] Em referência agora à Figura 6, é ilustrada uma outra modalidade de MU-MIMO. Nessa modalidade, múltiplos UEs 102 (representados como usuários 1, 2, 3, e 4) podem enviar respectivo SRS durante o mesmo SF 600. De acordo com a modalidade da Figura 6, os múltiplos UEs 102 podem utilizar únicos conjuntos de alocações de frequência e tempo, isto é, com o uso de recursos físicos ortogonais, para o SRS de cada respectivo UE 102. Isso pode ser necessário quando os UEs 102 forem escolhidos para a estação-base 104, o que resulta em sinais de potência muito altos recebidos na estação-base 104, isto é, uma razão entre sinal e ruído de UL muito alta (SNR). Tais sinais potentes podem causar interferência entre si mesmo ao usar cifragem ou permutações, sendo assim, os sinais podem ser alocados sobre os recursos físicos ortogonais para evitar colisão. As alocações podem ser de porções contíguas da largura de banda de sistema. Alternativamente, as alocações podem ser espaçadas através de tons para sair da largura de banda entre as porções usadas pelos UEs 102. As alocações não precisam ser simétricas entre UEs 102. Por exemplo, conforme mostrado em SF 600, o primeiro e o segundo UEs 102 podem, cada um, ser alocados em duas peças não contíguas de espectro de frequência dentro de um primeiro período de tempo (representado por SRS 1 e SRS 2, respectivamente), enquanto o terceiro e o quarto UEs 102 podem ser, cada um, alocados em blocos contíguos de espectro de frequência (representado por SRS 3 e SRS 4, respectivamente) dentro de um segundo período de tempo. Em geral, UEs 102 podem ser alocados em um ou mais blocos contíguos ou não contíguos de espectro por um ou mais períodos contíguos ou não contíguos de tempo. A estação-base 104 pode reconhecer, por exemplo, com

base em um tempo muito curto para estabelecer um RACH com o UE 102, que o nível de potência de sinais recebidos a partir dos UEs 102 é muito alto e que os recursos ortogonais devem ser usados para o SRS de um ou mais dos UEs 102. A estação-base 104 pode conseqüentemente enviar instruções para os UEs 102 durante uma porção de DL do SF 600 que aloca recursos físicos para o SRS de cada UE 102. Alternativamente, um determinado UE 102 pode reconhecer que o mesmo tem um SNR de UL muito alto, por exemplo com base em um tempo muito curto para receber um sinal de SYNC da estação-base 104, e pode notificar a estação-base 104 de que o UE 102 precisa de sua própria alocação de recursos físicos para seu SNR. Alternativamente, o UE 102 pode sugerir uma alocação potencial para a estação-base 104.

[0058] Em uma outra modalidade, um único UE 102 com múltiplas antenas, tal como em um sistema SU-MIMO, pode enviar um SRS de cada uma de suas antenas durante o mesmo SF 600, mas utilizar conjuntos específicos de alocações de frequência e tempo, isto é, com o uso de recursos físicos ortogonais. Por exemplo, conforme mostrado em SF 600, a primeira e a segunda antenas de UE 102 podem, cada uma, ser alocadas em duas peças não contíguas de espectro de frequência dentro de um primeiro período de tempo (representado por SRS 1 e SRS 2, respectivamente), enquanto a terceira e a quarta antenas de UE 102 podem ser alocadas em um bloco contíguo único de espectro de frequência dentro de um segundo período de tempo (representado por SRS 3 e SRS 4, respectivamente). Nesse caso, a estação-base 104 pode notificar o UE 102 durante uma porção de DL 602 no começo do SF 600 de alocações de recurso para cada antena, ou alternativamente, o UE 102 pode escolher suas próprias alocações de recurso para cada antena e notificar para a estação-base 104 o que procurar.

[0059] Em referência agora à Figura 7, é mostrada uma modalidade em que um UE 102 tem um amplificador de potência de banda estreita (PA). A fim de tirar proveito de reciprocidade de canal, o que permite que a estação-base 104 realize a formação de feixe do canal de DL com base no SRS do UE 102, o SRS pode precisar abranger a largura de banda de sistema integral. Se o UE 102 tiver um PA de banda estreita, o mesmo pode apenas abranger uma sub-banda da largura de banda de sistema com qualquer determinada transmissão. Conforme ilustrado na estrutura de quadro 700, o UE 102 pode transmitir múltiplos SRS de banda estreita consecutivos em frequências escalonadas que, juntas, abrangem a largura de banda de sistema integral. A estação-base 104 pode coletar e combinar o múltiplos SRS de banda estreita consecutivos para obter informações completas sobre a largura de banda de sistema do canal de enlace descendente.

[0060] Em referência agora à Figura 8, de acordo com as modalidades da presente revelação, as informações sobre alguma porção da largura de banda de sistema menor que o todo podem ser suficientes para que a reciprocidade de canal seja mantida. O UE 102 pode transmitir consequentemente apenas quantos SRSs de banda estreita escalonada forem necessários para alcançar o limite para a reciprocidade de canal, conforme ilustrado pela estrutura de SF 800.

[0061] A Figura 9 é um fluxograma que ilustra um método 900 exemplificativo para utilizar um sinal de referência de som de enlace ascendente para estimativa de canal de acordo com vários aspectos da presente revelação. O método 900 pode ser implantado na estação-base 104. O método 900 será descrito em relação a uma única estação-base 104 para simplicidade de discussão, apesar de que será

reconhecido que os aspectos descritas no presente documento podem ser aplicáveis para qualquer número de estações-base 104. Entende-se que os blocos de método adicionais podem ser fornecidos antes, durante, e após os blocos de método 900, e que alguns dos blocos descritos podem ser substituídos por outras modalidades do método 900, ou eliminados.

[0062] No bloco 902, uma estação-base 104 recebe um SRS de um UE 102 em uma comunicação de enlace ascendente, conforme descrito de acordo com as várias modalidades acima. Por exemplo, a estação-base 104 pode receber o SRS como parte de uma porção de enlace ascendente de um subquadro conforme ilustrado na Figura 3. De acordo com as várias modalidades da presente revelação, a estação-base 102 pode receber um único SRS de um UE de antena única 102, múltiplos SRS que correspondem a múltiplas antenas de um único UE 102, múltiplos SRS que correspondem a únicas antenas de múltiplos UEs 102, e/ou múltiplos SRS que correspondem a múltiplas antenas de múltiplos UEs 102. Além disso, o SRS pode ser fornecido para a estação-base 104 de acordo com SRS não ortogonal ou ortogonal, dependendo da modalidade.

[0063] No bloco 904, a estação-base 104 extrai informações sobre o enlace ascendente do SRS recebido no bloco 902. Isso pode incluir informações úteis na demodulação de dados de enlace ascendente incluindo na porção de enlace ascendente do subquadro, informações de programação, e informações de canal sobre o canal de enlace ascendente.

[0064] No bloco 906, a estação-base 104 programa a comunicação de enlace descendente (por exemplo, a intermitência de enlace descendente que é parte da porção de enlace descendente de um subquadro), com base nas

informações extraídas do SRS no bloco 904. No bloco 908, a estação-base 104 orienta a formação de feixe para a uma ou mais antenas da estação-base 104 com base nas informações de canal extraídas do SRS recebido do UE 102. Com base no SRS, a formação de feixe pode ser invariável para o número de antenas dentro do sistema, tornando as modalidades da presente revelação compatíveis, mais adiante, com as futuras tecnologias que incluem mais antenas (por exemplo, 16, 32, etc.) em arranjos MIMO por exemplo.

[0065] No bloco 910, como parte do mesmo subquadro, a estação-base 104 transmite uma intermitência de enlace descendente que inclui um ou mais sinais de referência (tal como um UERS), bem como dados de enlace descendente. Com as formas de feixe das antenas da estação-base 104 orientadas com base nas informações de canal derivadas do SRS de enlace ascendente, aplicadas ao enlace descendente pela vantagem da reciprocidade durante um quadro de tempo curto encapsulado pelo subquadro, a estação-base 104 tem capacidade para aprimorar mais sua utilização de frequências mais altas enquanto ainda fornece uma faixa substancialmente equivalente que é possível com tecnologias de evolução/frequências inferiores (2G, 3G, 4G, por exemplo).

[0066] Entende-se que o método 900 pode ser implantado no código de programa armazenado em um meio legível por computador. O código de programa pode, por exemplo, fazer com que um processador implante os blocos 902-910 mediante a leitura do código do meio legível por computador. Em algumas modalidades, o UE 102 e estação-base 104 da presente revelação podem incluir tal processador e tal meio legível por computador com código de programa armazenado no mesmo.

[0067] Voltando-se agora à Figura 10, é

ilustrado um fluxograma de um método exemplificativo 1000 para utilizar um sinal de referência de som de enlace ascendente não- ortogonal para estimativa de canal de acordo com vários aspectos da presente revelação. O método 1000 pode ser implantado em um UE 102. O método 1000 descrito é aplicável tanto a únicos UEs 102 que têm múltiplas antenas quanto a múltiplos UEs 102 que têm, cada um, únicas antenas. Entende-se que os blocos de método adicionais podem ser fornecidos antes, durante, e após os blocos de método 1000, e que alguns dos blocos descritos podem ser substituídos por outras modalidades do método 1000, ou eliminados.

[0068] No bloco 1002, o UE 102 monitora o nível de interferência. Para um único UE 102 que tem múltiplas antenas, isso envolve monitorar o nível de interferência em cada antena do UE 102. Para os múltiplos UEs 102 que têm, cada um, uma única antena, isso envolve que cada UE 102 monitore o nível de interferência de sua antena.

[0069] No bloco 1004, o UE 102 (onde há múltiplas antenas) ou UEs 102 (onde, cada um, têm uma única antena) determina se uma permutação (entrelaçamento) ou um código de cifragem superará melhor a interferência monitorada no bloco 1002. Por exemplo, isso pode envolver o UE 102 que determina o uso da conversão em código não ortogonal em que o UE 102 é limitado por potência (por exemplo, o SNR de enlace ascendente é baixo) ou possibilita MU-MIMO no enlace descendente (por exemplo, onde os múltiplos UEs 102, cada um, têm múltiplas antenas).

[0070] No bloco 1006, em resposta à determinação no bloco 1004, o UE 102 configura o SRS para cada uma de suas antenas (ou, para UEs de antena única 102, cada UE 102 para sua respectiva antena) com o único código

de permutação ou cifragem, conforme determinado no bloco 1004.

[0071] Com o SRS (de cada antenna para um UE de MIMO 102 ou cada antenna para cada UE 102, dependendo da modalidade) cifrado, no bloco 1008, o UE 102 (cada SRS para cada antenna ou cada UE 102) transmite o SRS cifrado para a estação-base 104 através do canal de enlace ascendente. Em uma modalidade, a transmissão pode ser feita com o uso da largura de banda de canal completa e a porção de subquadro de enlace ascendente completa (conforme discutido em relação à Figura 3 acima).

[0072] Após a estação-base 104 receber o SRS na porção de enlace ascendente do subquadro a partir das múltiplas antenas do UE 102 (ou cada antenna de cada UE 102, dependendo da modalidade), a estação-base 104 deriva as informações de estado de canal do SRS para o canal de enlace ascendente e, com base na reciprocidade, aplica as informações de estado de canal derivadas ao canal de enlace descendente. Isso inclui orientar a forma de feixe para as antenas da estação-base 104 para o UE 102.

[0073] Como resultado, no bloco 1010, o UE 102 recebe uma intermitência de enlace descendente formado por feixe da estação-base 104 (nas múltiplas antenas de um único UE 102 ou em cada antenna de cada UE 102 de muitas) como parte da porção de enlace descendente do mesmo subquadro.

[0074] Entende-se que o método 1000 pode ser implantado no código de programa armazenado em um meio legível por computador. O código de programa pode, por exemplo, fazer com que um processador implante os blocos 1002-1010 mediante a leitura do código do meio legível por computador. Em algumas modalidades, o UE 102 e estação-base 104 da presente revelação podem incluir tal processador e

tal meio legível por computador com código de programa armazenado no mesmo.

[0075] A Figura 11 ilustra um fluxograma de um método exemplificativo 1100 para utilizar um sinal de referência de som de enlace ascendente ortogonal para estimativa de canal de acordo com vários aspectos da presente revelação. O método 1100 pode ser implantado em um UE 102. O método 1100 descrito é aplicável tanto a únicos UEs 102 que têm múltiplas antenas quanto a múltiplos UEs 102 que têm, cada um, únicas antenas. Entende-se que os blocos de método adicionais podem ser fornecidos antes, durante, e após os blocos de método 1100, e que alguns dos blocos descritos podem ser substituídos por outras modalidades do método 1100, ou eliminados.

[0076] No bloco 1102, o UE 102 monitora o nível de interferência. Para um único UE 102 que tem múltiplas antenas, isso envolve monitorar o nível de interferência em cada antena do UE 102. Para os múltiplos UEs 102 em que, cada um, têm uma única antena, isso envolve cada UE 102 que monitora o nível de interferência de sua antena, conforme descrito acima em relação à Figura 10.

[0077] No bloco 1104, o UE 102 (onde há múltiplas antenas) ou UEs 102 (onde, cada um, têm uma única antena) determina se o SNR de enlace ascendente é suficientemente alto para permitir que o SRS seja ortogonal - onde cada SRS em cada antena (em um único UE 102 ou múltiplos UEs 102) é alocado em um diferentes recursos físico de combinação de frequência/tempo.

[0078] No bloco 1106, em resposta à determinação no bloco 1104, o UE 102 configura o SRS para cada uma de suas antenas (ou, para UEs de ante única 102, cada UE 102 para sua respectiva antena) com combinações particulares de frequência/tempo. Por exemplo, a frequência

em que cada SRS está alocado pode ser contígua a outras frequências atribuídas a outro SRS ou pode ser escalonada através dos tons.

[0079] Com o SRS de cada antenna para um UE de MIMO 102 (ou cada antenna para cada UE 102, dependendo da modalidade) atribuído a um diferente recurso físico de tempo/frequência, no bloco 1108, o UE 102 (cada SRS para cada antenna ou cada UE 102) transmite o SRS para a estação-base 104 através do canal de enlace ascendente com o uso dos únicos recursos físicos de frequência/tempo.

[0080] Após a estação-base 104 receber o SRS na porção de enlace ascendente do subquadro a partir das múltiplas antenas do UE 102 (ou cada antenna de cada UE 102, dependendo da modalidade), a estação-base 104 deriva as informações de estado de canal do SRS para o canal de enlace ascendente e, com base na reciprocidade, aplica as informações de estado de canal derivadas ao canal de enlace descendente. Isso inclui orientar a formação de feixe para as antenas da estação-base 104 para o UE 102.

[0081] Como resultado, no bloco 1110, o UE 102 recebe uma intermitência de enlace descendente formado por feixe da estação-base 104 (nas múltiplas antenas de um único UE 102 ou em cada antenna de cada UE 102 de muitas) como parte da porção de enlace descendente do mesmo subquadro.

[0082] Entende-se que o método 1100 pode ser implantado no código de programa armazenado em um meio legível por computador. O código de programa pode, por exemplo, fazer com que um processador implante os blocos 1102-1110 mediante a leitura do código do meio legível por computador. Em algumas modalidades, o UE 102 e estação-base 104 da presente revelação podem incluir tal processador e tal meio legível por computador com código de programa

armazenado no mesmo.

[0083] Voltando-se agora à Figura 12, é ilustrado um fluxograma de um método exemplificativo 1200 para utilizar um sinal de referência de som de enlace ascendente para estimativa de canal de acordo com vários aspectos da presente revelação. O método 1200 pode ser implantado em um UE 102 que tem um amplificador de potência de banda estreita. Entende-se que os blocos de método adicionais podem ser fornecidos antes, durante e após os blocos de método 1200, e que alguns dos blocos descritos podem ser substituídos ou eliminados para outras modalidades do método 1200.

[0084] No bloco 1202, o UE 102 determina se o amplificador de potência consiste em banda estreita. Conforme descrito acima, um amplificador de potência de banda estreita pode apenas abranger um sub-banda da largura de banda de sistema com qualquer determinada transmissão.

[0085] No bloco 1204, em resposta à determinação de que o amplificador de potência do UE 102 consiste em banda estreita, o UE 102 gera e transmite uma série de SRS consecutivos que são escalonados por frequências por meio de uma porção grande da largura de banda de sistema integral, por exemplo, conforme ilustrado na Figura 7, como parte da porção de enlace ascendente de um subquadro de acordo com as modalidades discutidas acima.

[0086] Em resposta, a estação-base 104 recebe o SRS consecutivo (em tempo, escalonado por frequências) e combina para obter uma vista substancialmente completa das informações de canal de enlace ascendente. A estação-base 104, com o uso de reciprocidade, por sua vez, então aplica as informações de canal ao canal de enlace descendente e realiza a formação de feixe das antenas consequentemente.

[0087] No bloco 1206, o UE 102 recebe a

intermitência de enlace descendente formado por feixe como parte do mesmo subquadro da estação-base 104.

[0088] Entende-se que o método 1200 pode ser implantado no código de programa armazenado em um meio legível por computador. O código de programa pode, por exemplo, fazer com que um processador implante os blocos 1202-1206 mediante a leitura do código do meio legível por computador. Em algumas modalidades, o UE 102 e estação-base 104 da presente revelação podem incluir tal processador e tal meio legível por computador com código de programa armazenado no mesmo.

[0089] A Figura 13 é um diagrama de blocos de um dispositivo de comunicação sem fio exemplificativo 1300 de acordo com as modalidades da presente revelação. O dispositivo de comunicação sem fio 1300 pode ser um UE 102 conforme discutido acima. Conforme mostrado, o UE 102 pode incluir um processador 1302, uma memória 1304, um módulo de configuração de SRS 1308, um transceptor 1310 (que inclui um modem 1312 e unidade de RF 1314), e uma antena 1316. Esses elementos podem estar em comunicação direta ou indireta uns com os outros, por exemplo, através de um ou mais barramentos.

[0090] O processador 1302 pode incluir uma unidade de processamento central (CPU), um processador de sinal digital (DSP), um circuito integrado para aplicação específica (ASIC), um controlador, um dispositivo de arranjo de portas programável em campo (FPGA), um outro dispositivo de hardware, um dispositivo de firmware, ou qualquer combinação dos mesmos configurada para realizar as operações descritas no presente documento em referência aos UEs 102 introduzidos acima em relação à Figura 1 e discutidos em mais detalhes acima. Em particular, o processador 1302 pode ser utilizado em combinação com os

outros componentes do UE 102, incluindo módulo de informações de correlação 1308, para realizar as várias funções associadas ao SRS ortogonal ou cifrado, conforme descrito em mais detalhes acima. O processador 1302 também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um DSP núcleo ou qualquer outra tal configuração.

[0091] A memória 1304 pode incluir uma memória cache (por exemplo, uma memória cache do processador 1302), memória de acesso aleatório (RAM), RAM magnetorresistiva (MRAM), memória apenas para leitura (ROM), memória apenas para leitura programável (PROM), memória apenas para leitura programável apagável (EPROM), memória apenas para leitura programável eletricamente apagável (EEPROM), memória rápida, dispositivo de memória de estado sólido, unidades de disco rígido, outras formas de memória não volátil e volátil, ou uma combinação de diferentes tipos de memória. Em uma modalidade, a memória 1304 inclui um meio legível por computador não transitório. A memória 1304 pode armazenar instruções 1306. As instruções 1306 podem incluir instruções que, quando executadas pelo processador 1302, fazem com que o processador 1302 realize as operações descritas no presente documento em referência aos UEs 102 em conexão com as modalidades da presente revelação. As instruções 1306 também podem ser denominadas código. Os termos "instruções" e "código" devem ser amplamente interpretados para incluir qualquer tipo de instrução (instruções) legível (legíveis) por computador. Por exemplo, os termos "instruções" e "código" podem se referir a um ou mais programas, rotinas, sub-rotinas, funções, procedimentos, etc. "Instruções" e "código" podem incluir

uma única instrução legível por computador ou muitas instruções legíveis por computador. O módulo de configuração de SRS 1308 pode ser usado para vários aspectos da presente revelação. Por exemplo, o módulo de configuração de SRS 1308 pode ser usado para medir interferência na antena ou antenas do UE 102. Em uma modalidade, o módulo de configuração de SRS 1308 pode, então, determinar se a permutação ou cifragem superará a interferência medida, e configurar um SRS para cada antena com única permutação ou cifragem. Em uma outra modalidade, o módulo de configuração de SRS 1308 pode determinar se o uso de recursos de frequência e tempo ortogonais (isto é, recursos de canal físico) para transmissão de SRS é necessário, e pode configurar cada antena do UE 102 para utilizar os recursos de frequência e tempo ortogonais para transmissão de SRS.

[0092] Conforme mostrado, o transceptor 1310 pode incluir o subsistema de modem 1312 e a unidade de frequência de rádio (RF) 1314. O transceptor 1310 pode ser configurado para se comunicar bidirecionalmente com outros dispositivos, tais como estações-base 104. O subsistema de modem 1312 pode ser configurado para modular e/ou codificar os dados das informações de correlação 1308 e outros aspectos do UE 102, tais como processador 1302 e/ou memória 1304, de acordo com um esquema de modulação e codificação (MCS), por exemplo, um esquema de conversão em código de verificação de paridade de baixa densidade (LDPC), um esquema de conversão em código turbo, um esquema de conversão em código covolucional, etc. A unidade de RF 1314 pode ser configurada para processar (por exemplo, realizar conversão analógica para digital ou conversão digital para analógica, etc.) dados modulados/codificados do subsistema de modem 1312 (em transmissões de saída) ou de transmissões

que se originam a partir de uma outra fonte tal como um UE 102 ou uma estação-base 104. Embora mostrados conforme integrado juntamente no transceptor 1310, o subsistema de modem 1312 e a unidade de RF 1314 podem consistir em dispositivos separados que são juntamente acoplados no UE 102 para permitir que o UE 102 se comunique com outros dispositivos.

[0093] A unidade de RF 1314 pode fornecer os dados modulados e/ou processados, por exemplo, pacotes de dados (ou, mais geralmente, mensagens de dados que podem conter um ou mais pacotes de dados e outras informações), para a antena 1316 para transmissão para um ou mais outros dispositivos. Isso pode incluir, por exemplo, transmissão de ... de acordo com as modalidades da presente revelação. A antena 1316 pode receber adicionalmente mensagens de dados transmitidos de outros dispositivos e fornecer as mensagens de dados recebidos para o processamento e/ou demodulação no transceptor 1310. Enquanto a Figura 13 ilustra antena 1316 como uma única antena, a antena 1316 pode incluir múltiplas antenas de projetos similares ou diferentes a fim de sustentar múltiplos enlaces de transmissão.

[0094] A Figura 14 ilustra um diagrama de blocos de uma estação-base exemplificativa 104 de acordo com a presente revelação. A estação-base 104 pode incluir um processador 1402, uma memória 1404, um módulo de formação de feixe 1408, um transceptor 1410 (incluindo um modem 1412 e unidade de RF 1414), e uma antena 1416. Esses elementos podem estar em comunicação direta ou indireta uns com os outros, por exemplo, através de um ou mais barramentos.

[0095] O processador 1402 pode ter vários recursos como um processador de tipo específico. Por

exemplo, esses podem incluir uma CPU, um DSP, um ASIC, um controlador, um dispositivo de FPGA, um outro dispositivo de hardware, um dispositivo de firmware, ou qualquer combinação dos mesmos configurada para realizar as operações descritas no presente documento em referência às estações-base 104 introduzidas na Figura 1 acima. O processador 1402 também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um DSP núcleo ou qualquer outra tal configuração.

[0096] A memória 1404 pode incluir uma memória cache (por exemplo, uma memória cache do processador 1402), RAM, MRAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, memória rápida, um dispositivo de memória de estado sólido, um ou mais unidades de disco rígido, arranjos com base em resistor com memória, outras formas de memória volátil e não volátil, ou uma combinação de diferentes tipos de memória. Em algumas modalidades, a memória 1404 pode incluir um meio legível por computador não transitório. A memória 1404 pode armazenar instruções 1406. As instruções 1406 podem incluir instruções que, quando executadas pelo processador 1402, fazem com que o processador 1402 realize as operações descritas no presente documento em referência a uma estação-base 104 em conexão com as modalidades da presente revelação. As instruções 1406 também podem ser denominadas código, que pode ser amplamente interpretado para incluir qualquer tipo de instrução (instruções) legível (legíveis) por computador.

[0097] O módulo de formação de feixe 1408 pode ser usado para vários aspectos da presente revelação. Por exemplo, o módulo de formação de feixe 1408 pode estar

envolvido na extração de informações de um SRS recebido de um UE 102 e com o uso de informações extraídas para treinar a formação de feixe para as uma ou mais antenas 1416 para um enlace descendente com o UE 102.

[0098] Conforme mostrado, o transceptor 1410 pode incluir o subsistema de modem 1412 e a unidade de frequência de rádio (RF) 1414. O transceptor 1410 pode ser configurado para se comunicar bidirecionalmente com outros dispositivos, tais como UE 102 e/ou um outro elemento de rede de núcleo. O subsistema de modem 1412 pode ser configurado para modular e/ou codificar os dados de acordo com um MCS, por exemplo, um esquema de conversão em código de LDPC, um esquema de conversão em código turbo, um esquema de conversão em código covolucional, etc. A unidade de RF 1414 pode ser configurada para processar (por exemplo, realizar conversão analógica para digital ou conversão digital para analógica, etc.) os dados modulados/codificados do subsistema de modem 1412 (em transmissões de saída) ou de transmissões que se originam de uma outra fonte tal como um UE 102. Embora mostrados conforme integrado juntamente no transceptor 1410, o subsistema de modem 1412 e a unidade de RF 1414 podem consistir em dispositivos separados que são juntamente acoplados na estação-base 104 para permitir que a estação-base 104 se comunique com outros dispositivos.

[0099] A unidade de RF 1414 pode fornecer os dados modulados e/ou processados, por exemplo, pacotes de dados (ou, mais geralmente, mensagens de dados que podem conter um ou mais pacotes de dados e outras informações), para a antena 1416 para transmissão para um ou mais outros dispositivos. Isso pode incluir, por exemplo, o uso de formação de feixe para transmitir informações para um UE 102 de acordo com as modalidades da presente revelação. A

antena 1416 pode receber adicionalmente mensagens de dados transmitidos de outros dispositivos e fornecer as mensagens de dados recebidos para o processamento e/ou demodulação no transceptor 1410. Enquanto a Figura 14 ilustra antenna 1416 como uma única antenna, a antenna 1416 pode incluir múltiplas antenas de projetos similares ou diferentes a fim de sustentar múltiplos enlaces de transmissão.

[00100] As informações e sinais podem ser representados com o uso de qualquer um dentre uma variedade de diferentes tecnologias e técnicas. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos e chips que podem ser referidos ao longo da descrição acima podem ser representados por tensões, correntes, ondas eletromagnéticas, campos ou partículas magnéticas, campos ou partículas ópticas, ou qualquer combinação dos mesmos.

[00101] Os vários blocos e módulos ilustrativos descritos em conexão com a revelação no presente documento podem ser implantados ou realizados com um processador de propósito geral, um DSP, um ASIC, uma FPGA ou outro dispositivo lógico programável, porta distinta ou lógica de transistor, componentes de hardware distintos ou qualquer combinação dos mesmos projetada para realizar as funções descritas no presente documento. Um processador de propósito geral pode ser um microprocessador, porém, alternativamente, o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador ou máquina de estado convencional. Um processador também pode ser implantado como uma combinação de dispositivos de computação (por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, múltiplos microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo de DSP ou qualquer outra tal configuração).

[00102] As funções descritas no presente

documento podem ser implantadas em hardware, software executado por um processador, firmware ou em qualquer combinação dos mesmos. Caso implantadas em software executado por um processador, as funções podem ser armazenadas em, ou transmitidas por, como uma ou mais instruções ou código, um meio legível por computador. Outros exemplos e implantações estão dentro do escopo da revelação e das reivindicações anexas. Por exemplo, devido à natureza do software, as funções descritas acima podem ser implantadas com o uso de software executado através de um processador, hardware, firmware, conexão por fios ou combinações de qualquer um desses. Os recursos que implantam funções também podem estar fisicamente localizados em várias posições, incluindo serem distribuídos de modo que as porções de funções sejam implantadas em localizações físicas diferentes. Ademais, conforme usado no presente documento, inclusive nas reivindicações, "ou", conforme usado em uma lista de itens (por exemplo, uma lista de itens precedida por uma expressão tal como "pelo menos um dentre" ou "um ou mais de"), indica uma lista inclusiva de forma que, por exemplo, uma lista de "pelo menos um dentre A, B ou C" signifique A ou B ou C ou AB ou AC ou BC ou ABC (isto é, A e B e C).

[00103] Como os que possuem alguma habilidade nessa técnica apreciarão agora e dependendo da aplicação particular em mãos, muitas modificações, substituições e variações podem ser feitas em e para os materiais, aparelho, configurações e métodos de uso dos dispositivos da presente revelação sem se afastar do espírito e escopo da mesma. À luz disso, o escopo da presente revelação não deve ser limitado àquele das modalidades particulares ilustradas e descritas no presente documento, em vista disso são meramente a título de exemplos do mesmo, mas, em

vez disso, deve ser completamente proporcional àquele das reivindicações anexas doravante no presente documento e seus equivalentes funcionais.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para comunicação com uma estação base (104), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

transmitir (1108), por um equipamento de usuário, UE, (102) um sinal de referência sonoro, SRS, durante um subquadro (300, 400, 500, 600, 700, 800) que inclui um período de enlace ascendente (302, 502) e um período de enlace descendente (304, 402, 504, 602), em que o SRS é configurado com o uso de permutação ou cifragem a fim de evitar colisão, em que o SRS é transmitido com o uso de recursos físicos não ortogonais através de um canal de enlace ascendente correspondente, e em que o SRS é alongado de modo que o SRS alongado seja transmitido durante o período de enlace descendente (304, 402, 504, 602) do subquadro (300, 400, 500, 600, 700, 800) e durante pelo menos uma porção do período de enlace descendente do subquadro; e

receber (1110), pelo UE (102) a partir da estação base (104), comunicações de enlace descendente formado por feixe derivadas com base na informação correspondente ao canal de enlace ascendente obtida a partir pelo menos do SRS alongado e aplicada a um canal de enlace descendente.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o UE (102) transmite o SRS alongado com uma potência menor que pelo menos um outro UE (102) em uma mesma rede.

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

transmitir, pelo UE (102) para a estação base (104), uma notificação de transmissão do SRS alongado, em que o SRS alongado é transmitido com base na notificação de transmissão do SRS alongado.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

realizar, pelo UE (102), um procedimento de acesso aleatório com a estação base (104), em que o SRS alongado é transmitido com base em pelo menos uma duração do procedimento de acesso aleatório.

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

receber, pelo UE (102) a partir da estação base (104), um pedido para transmitir um SRS alongado, em que o SRS alongado é transmitido em resposta ao pedido para transmitir o SRS alongado.

6. Estação base (104) para comunicação com uma pluralidade de equipamentos de usuário, UEs, (102) **caracterizada** pelo fato de que compreende:

meios para receber um sinal de referência sonoro (SRS) a partir de um equipamento de usuário, UE (102), através de um canal de enlace ascendente durante um subquadro (300, 400, 500, 600, 700, 800) que inclui um período de enlace ascendente (302, 502) e um período de enlace descendente (304, 402, 504, 602), em que o SRS é alongado de modo que o SRS alongado é recebido durante um período de enlace ascendente (302, 502) do subquadro (300, 400, 500, 600, 700, 800), e durante pelo menos uma porção do período de enlace descendente (304, 402, 504, 602) do subquadro (300, 400, 500, 600, 700, 800);

meios para obter informação correspondente ao canal de enlace ascendente (302, 502) a partir de pelo menos o SRS alongado e aplicar a informação em um canal de enlace descendente (304, 402, 504, 602), em que os meios são configurados adicionalmente para transmitir uma comunicação de enlace descendente formado por feixe para o UE através do canal de enlace descendente com base na informação obtida do SRS alongado, em que o SRS alongado é

transmitido com o uso de recursos físicos ortogonais.

7. Estação base (104), de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que o SRS alongado é transmitido com o uso de recursos físicos não ortogonais.

8. Estação base (104), de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que os meios para receber um sinal de referência sonoro (SRS) são configurados adicionalmente para receber uma notificação de transmissão do SRS alongado a partir do UE, em que o SRS alongado é recebido com base na notificação de transmissão do SRS alongado.

9. Estação base (104), de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que os meios para receber um sinal de referência sonoro (SRS) são configurados adicionalmente para transmitir um pedido para transmitir um SRS alongado, em que o SRS alongado é recebido em resposta ao pedido para transmitir o SRS alongado.

10. Memória legível por computador **caracterizada** pelo fato de que possui instruções armazenadas nela armazenadas que, quando executadas, fazem com que um computador realize o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5.

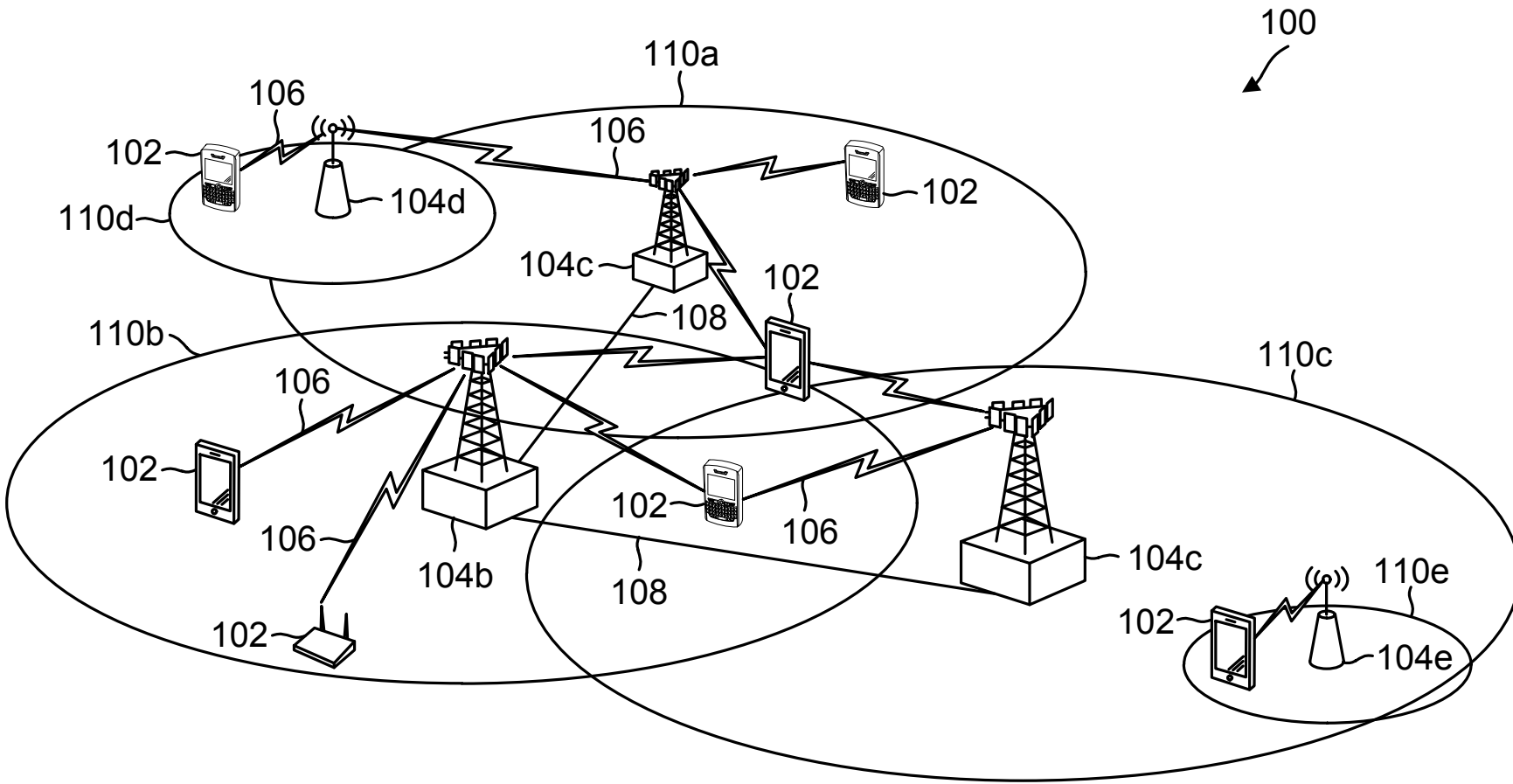
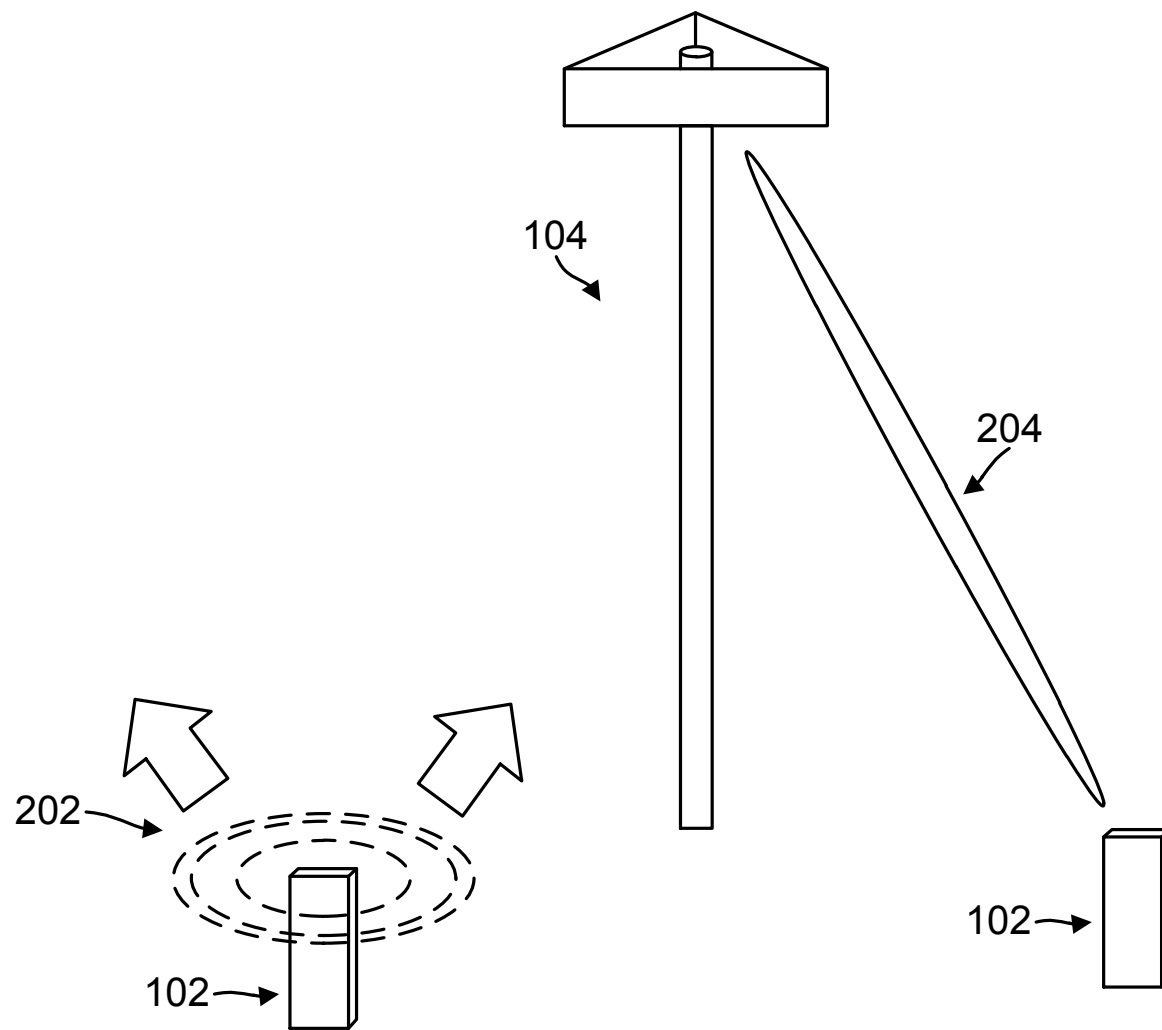


FIG. 1



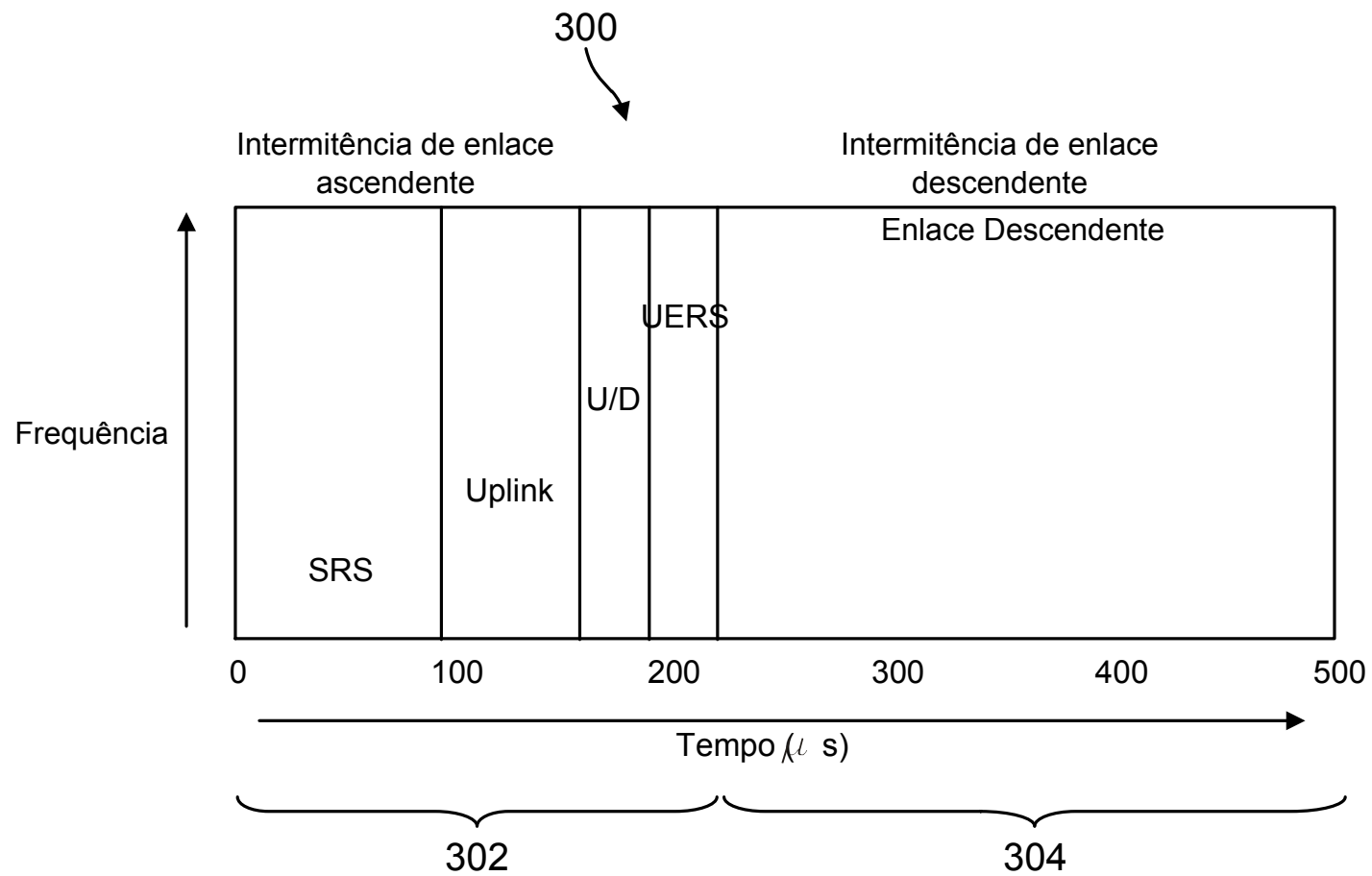


FIG. 3

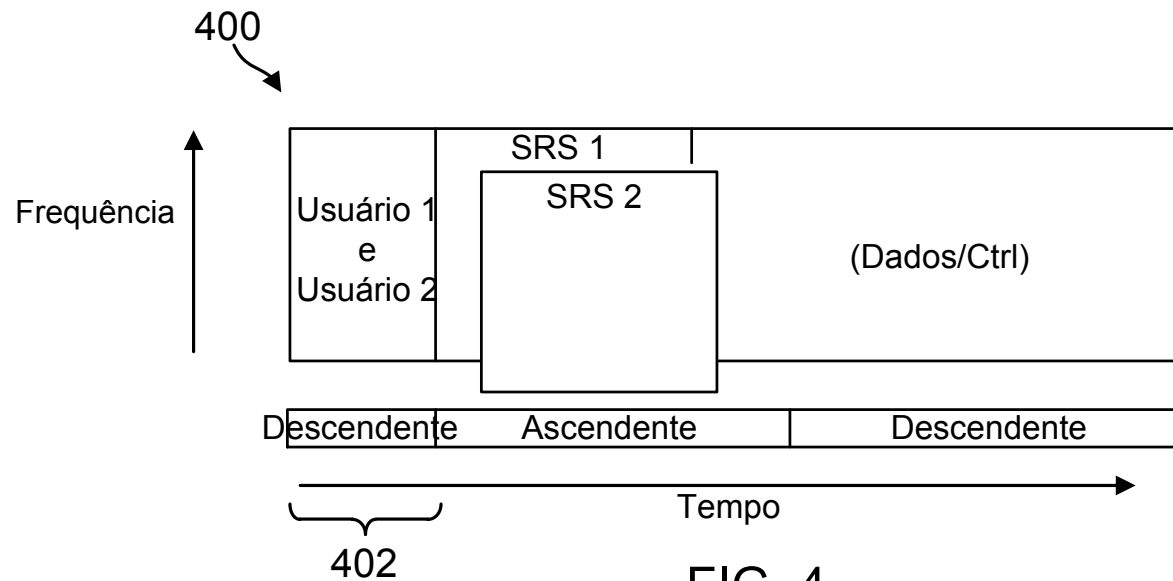


FIG. 4

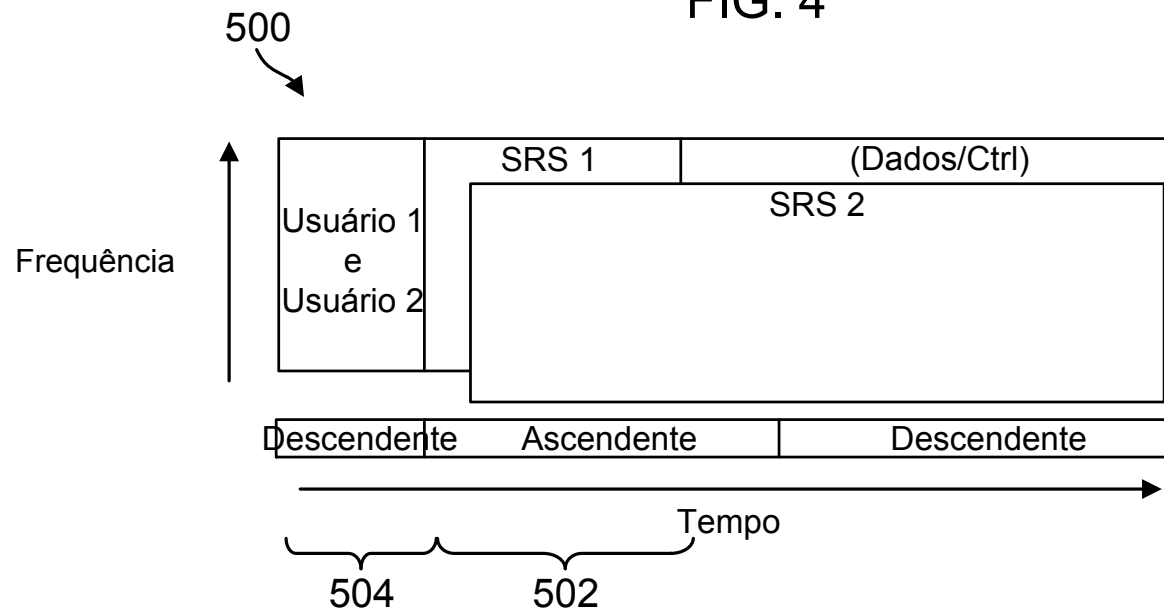


FIG. 5

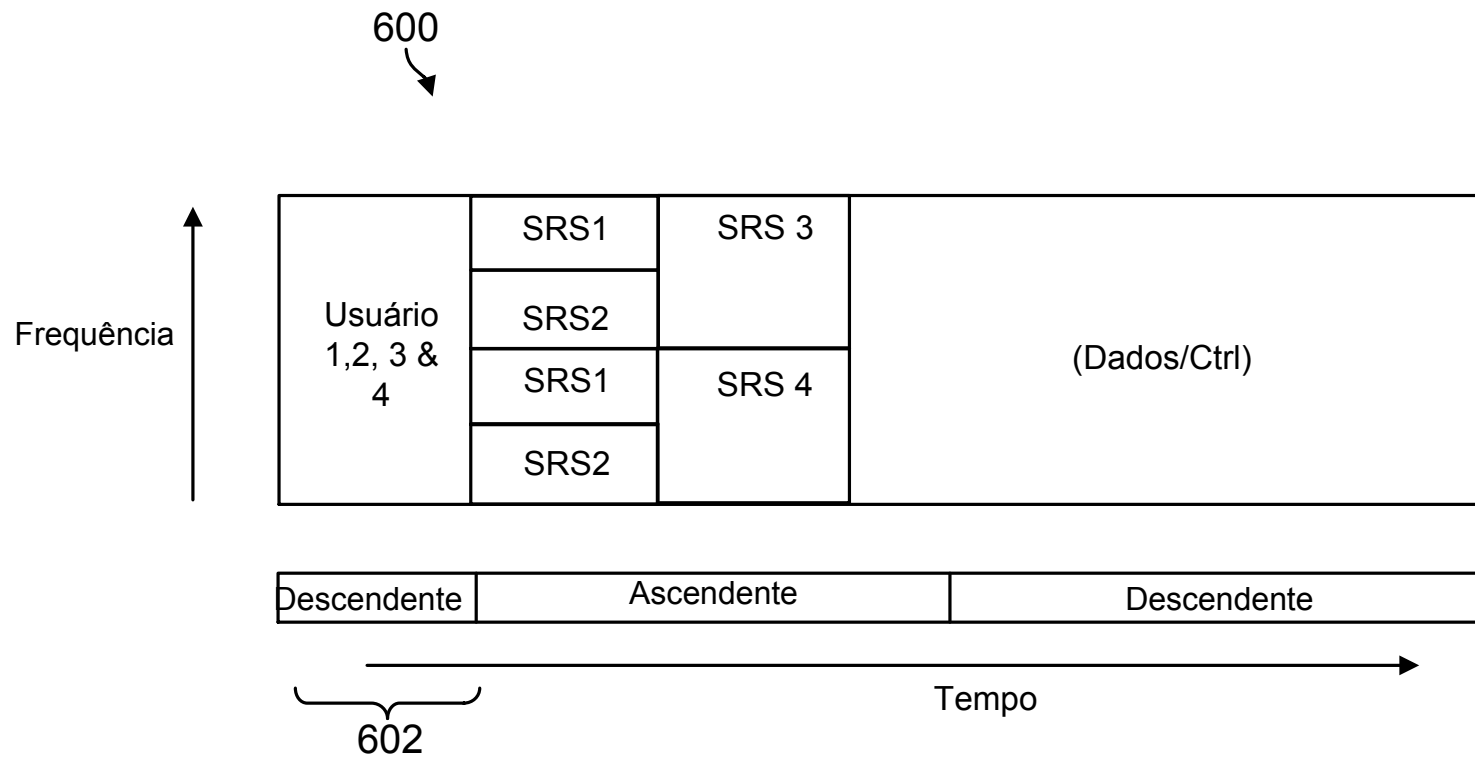


FIG. 6

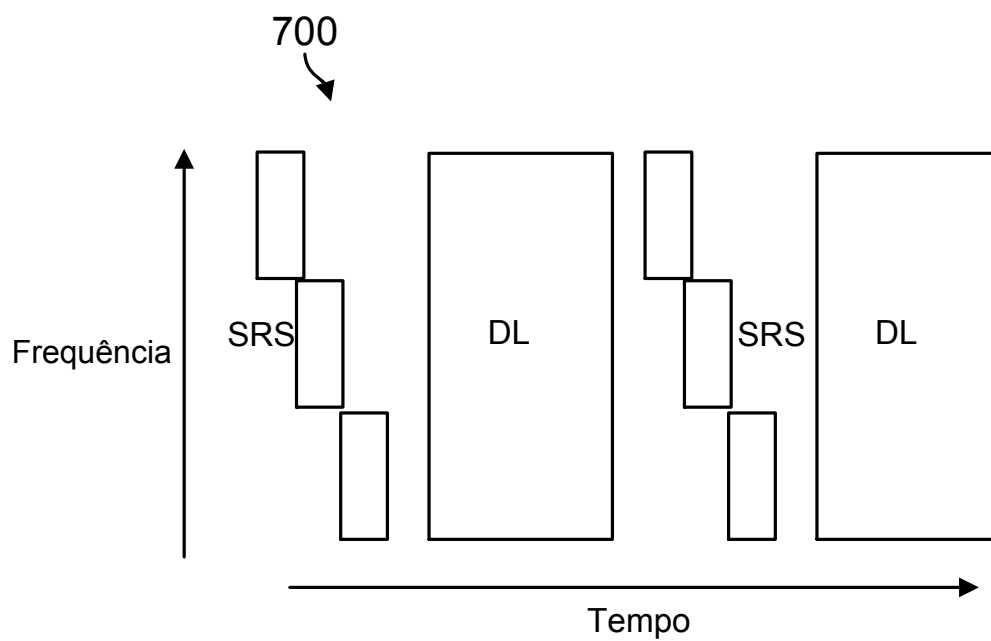


FIG. 7

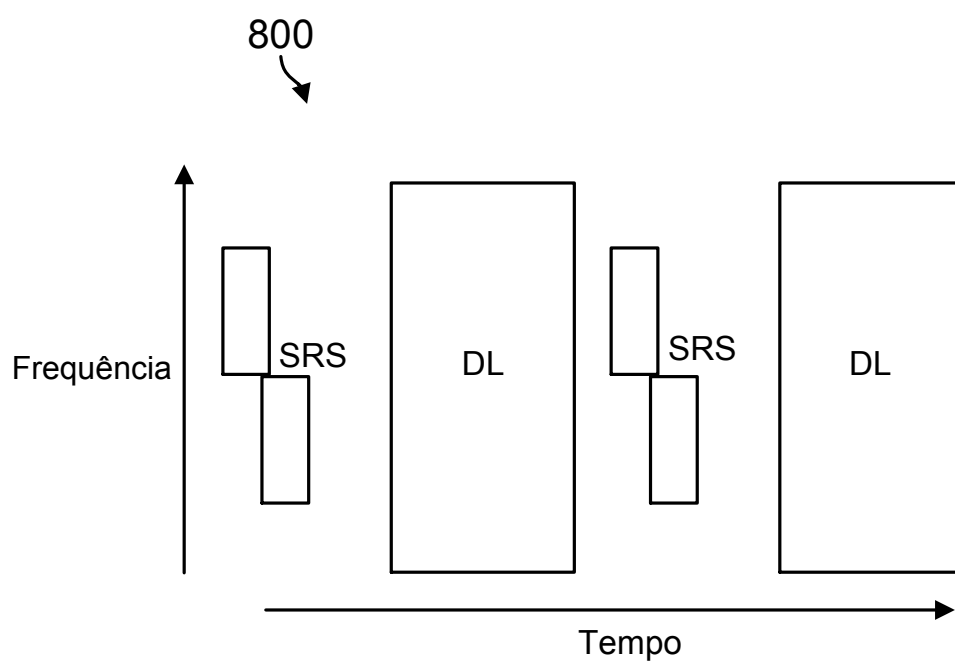


FIG. 8

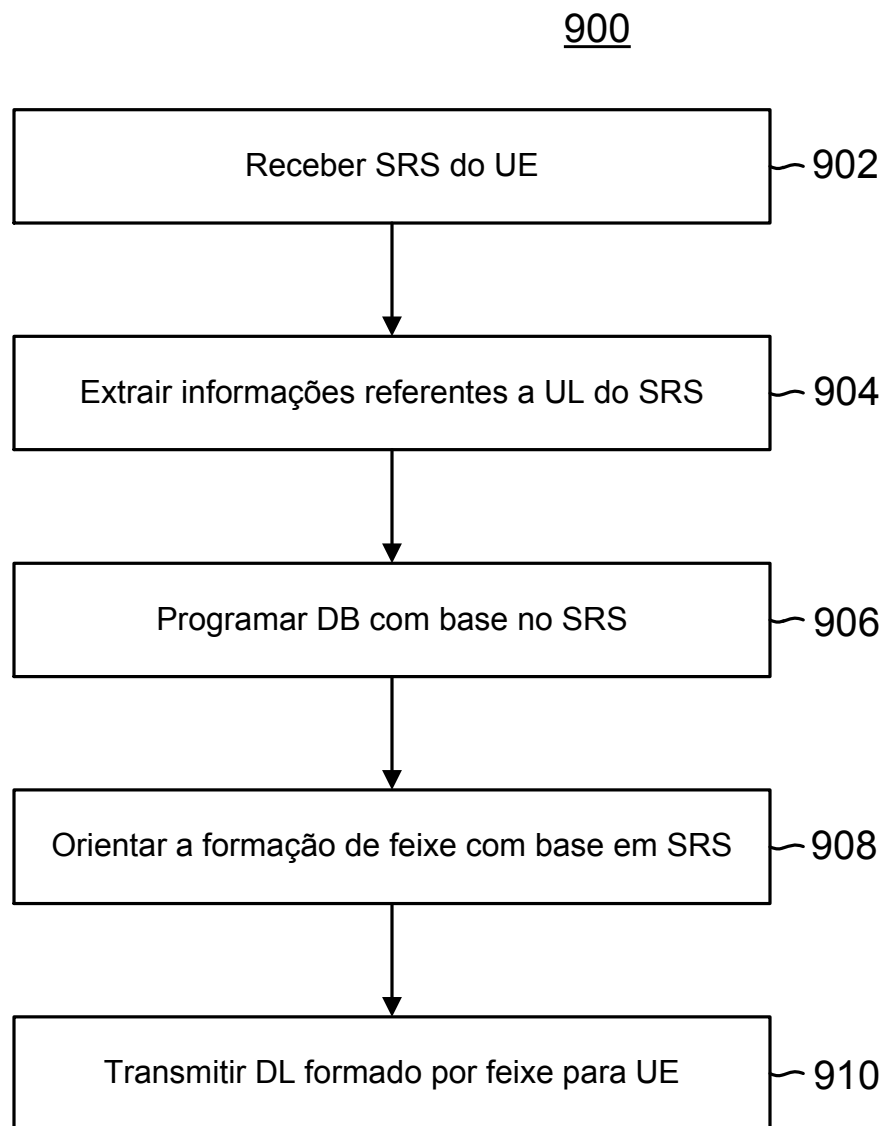


FIG. 9

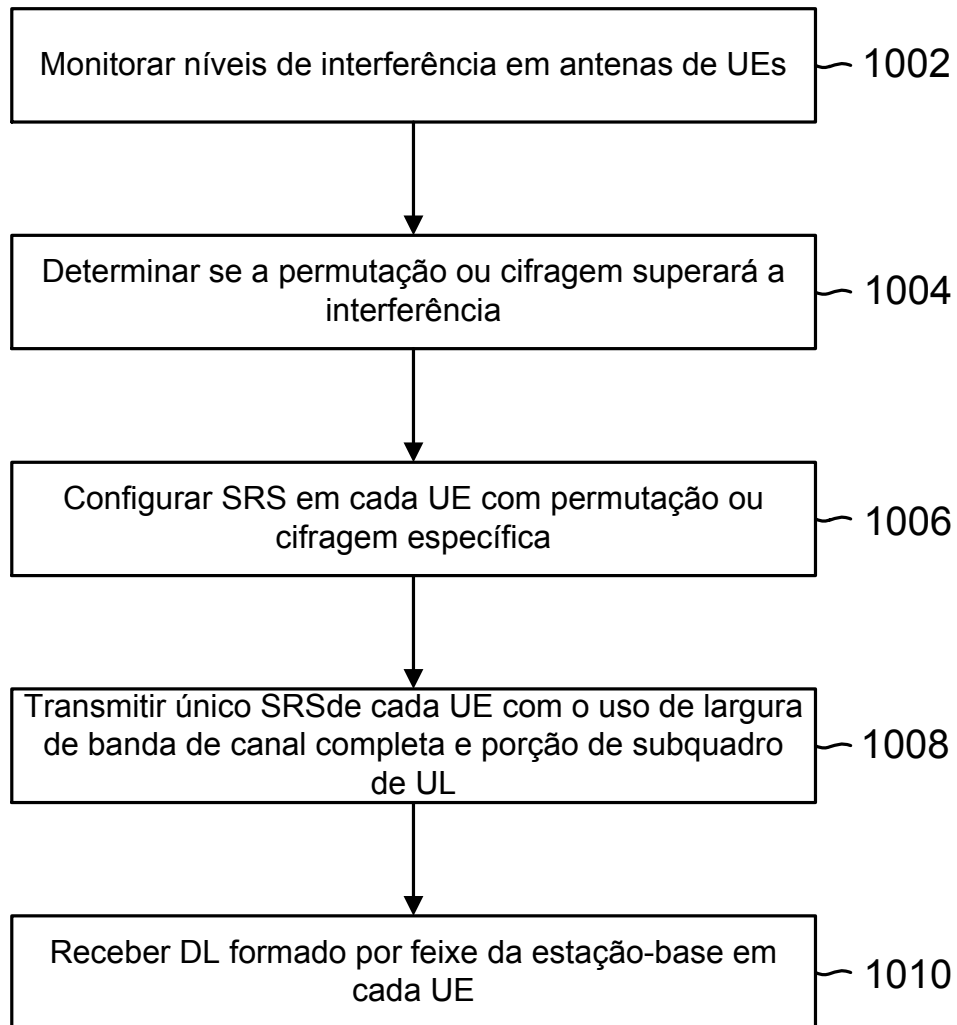
1000

FIG. 10

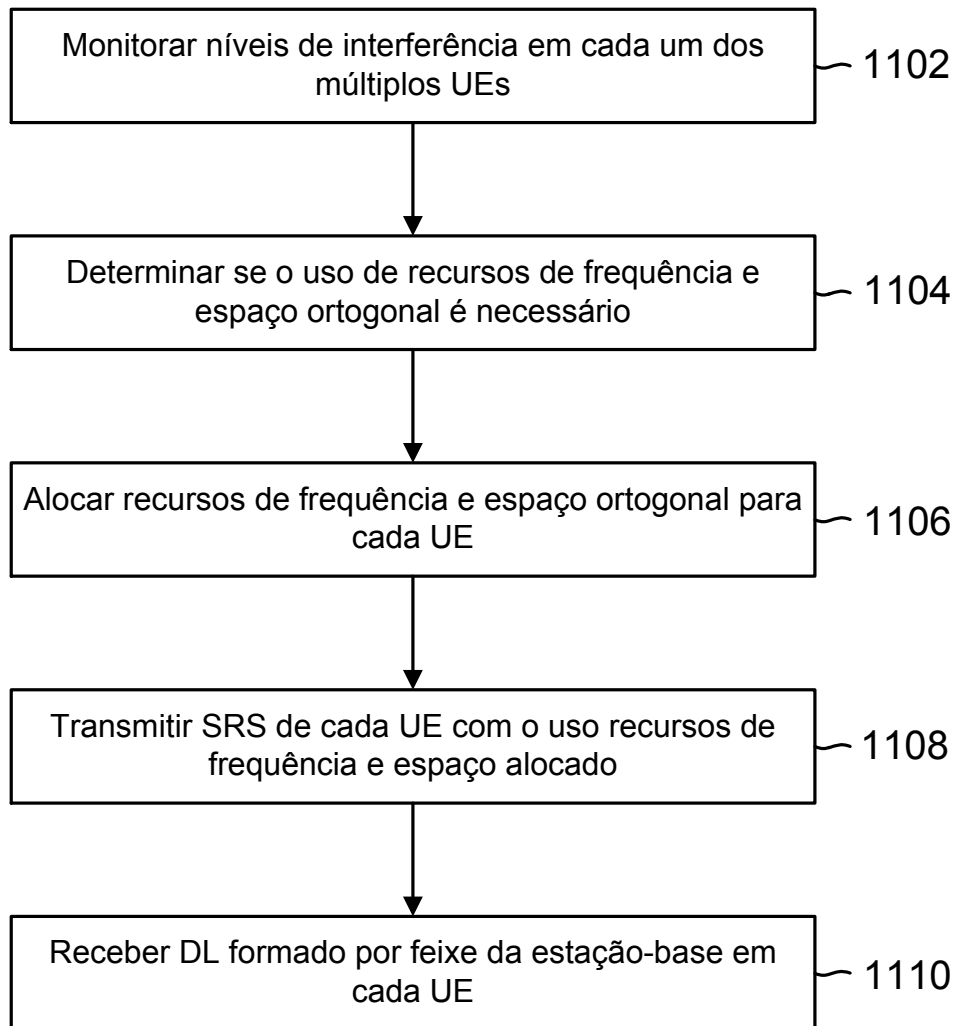
1100

FIG. 11

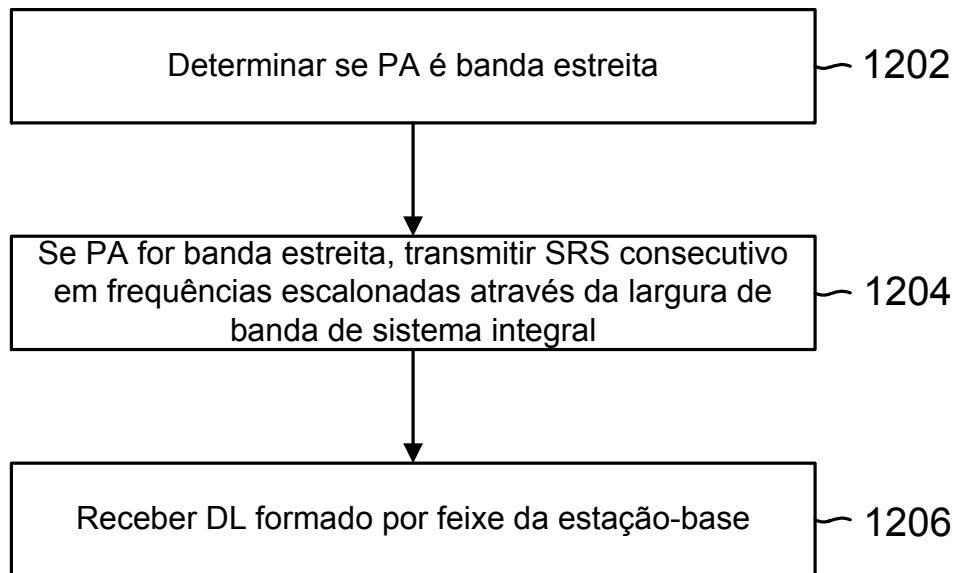
1200

FIG. 12

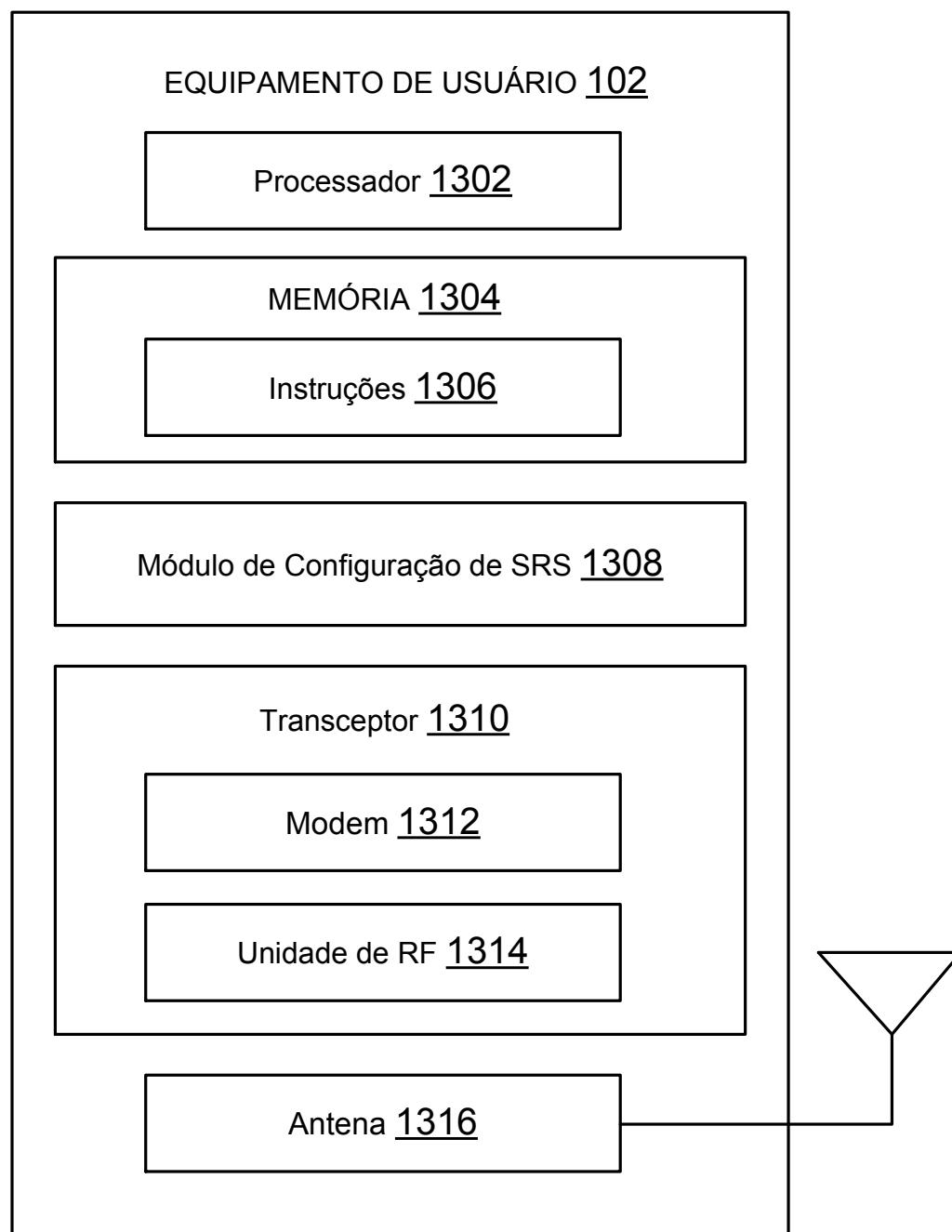


FIG. 13

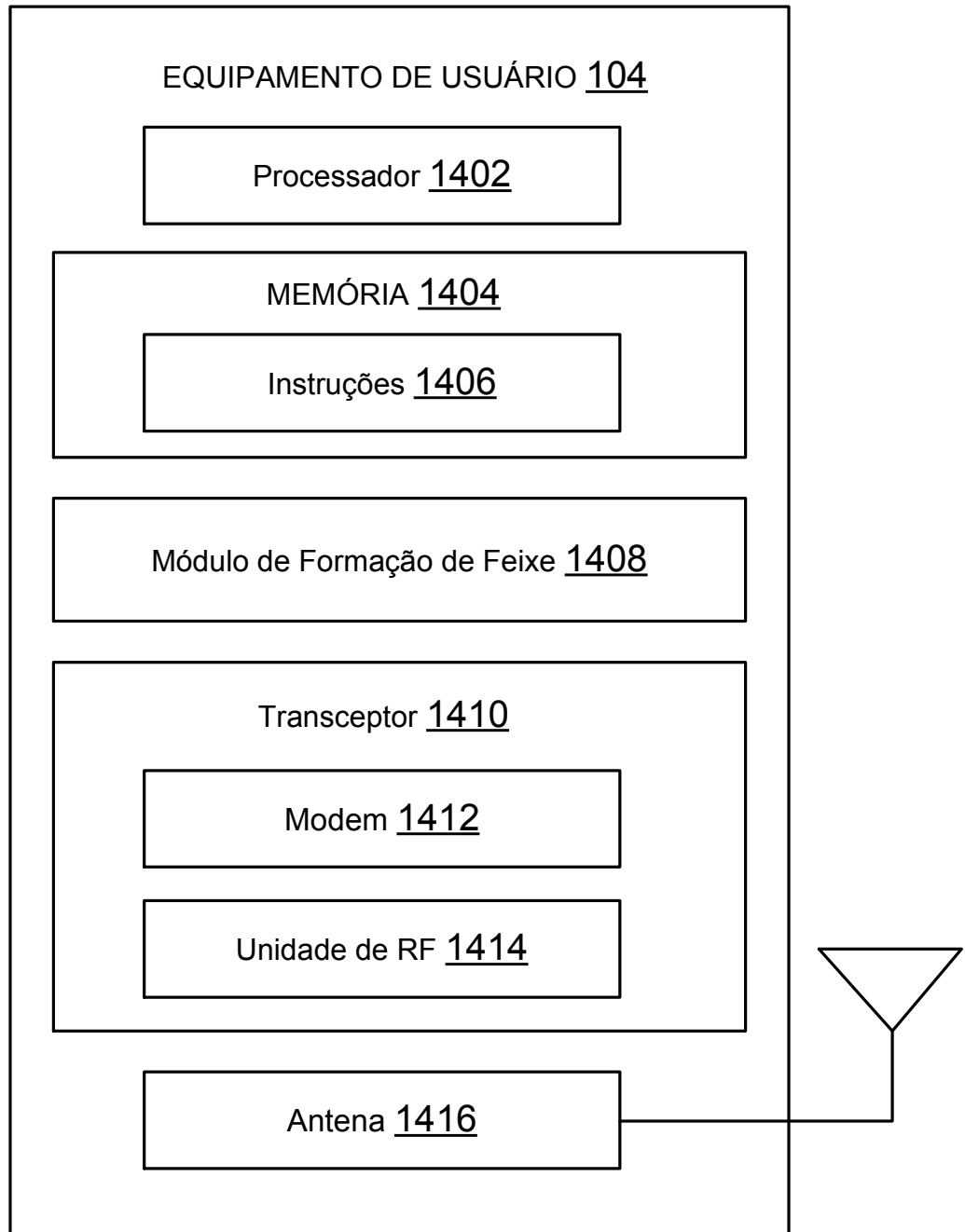


FIG. 14