



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112017018870-8 B1

(22) Data do Depósito: 26/02/2016

(45) Data de Concessão: 05/03/2024

(54) Título: MÉTODO DE COMUNICAÇÃO EM UMA REDE SEM FIO, APARELHO PARA COMUNICAÇÃO SEM FIO, ASSIM COMO MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR

(51) Int.Cl.: H04L 5/00; H04L 1/00; H04W 72/04; H04W 84/12.

(30) Prioridade Unionista: 02/03/2015 US 62/127,187; 24/02/2016 US 15/052,834; 30/09/2015 US 62/235,564.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): SIMONE MERLIN; YOUHAM KIM; BIN TIAN; GEORGE CHERIAN; ALFRED ASTERJADHI; SAMEER VERMANI; GWENDOLYN DENISE BARRIAC.

(86) Pedido PCT: PCT US2016019751 de 26/02/2016

(87) Publicação PCT: WO 2016/140877 de 09/09/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 01/09/2017

(57) Resumo: MÉTODOS E APARELHOS PARA RESSONÂNCIA E RETORNO DE INFORMAÇÃO DE ESTADO DE CANAL. Métodos e aparelhos para retorno de informação de estado de canal são providos. Em vários aspectos, uma mensagem é transmitida para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio solicitando informação de estado de canal. Em alguns aspectos, uma primeira porção da mensagem é transmitida de acordo com uma primeira ou segunda, e contém a primeira informação destinada a um primeiro ou segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o primeiro ou segundo formato, respectivamente. Em alguns aspectos, uma segunda porção da primeira mensagem é transmitida de acordo com o segundo formato e contém a segunda informação destinada ao segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato. Em alguns aspectos, esta informação pode compreender pelo menos uma das listas de identificadores, um conjunto de parâmetros para estimar a estimativa de informação de estado de canal e informação de alocação de transmissão de uplink.

**"MÉTODO DE COMUNICAÇÃO EM UMA REDE SEM FIO, APARELHO PARA
COMUNICAÇÃO SEM FIO, ASSIM COMO MEMÓRIA LEGÍVEL POR
COMPUTADOR"**

FUNDAMENTOS

Campo

[0001] Certos aspectos da presente divulgação geralmente se referem a comunicações sem fio, e mais particularmente, a métodos e aparelhos ressonância e retorno de informação de estado de canal.

Fundamentos

[0002] Em muitos sistemas de telecomunicações, as redes de comunicações são usadas para trocar mensagens entre vários dispositivos espacialmente separados de interação. As redes podem ser classificadas de acordo com o alcance geográfico, que pode ser, por exemplo, uma área metropolitana, uma área local ou uma área pessoal. Tais redes podem ser designadas, respectivamente, como uma rede de área ampla (WAN), rede de área metropolitana (MAN), rede de área local (LAN) ou rede de área pessoal (PAN). As redes também diferem de acordo com a técnica de comutação / roteamento utilizada para interconectar os vários nós e dispositivos de rede (por exemplo, comutação por circuitos versus comutação por pacotes), o tipo de mídia física empregada para transmissão (por exemplo, com fio versus sem fio) e o conjunto de protocolos de comunicação utilizados (por exemplo, pacote de protocolos de Internet, SONET ((Synchronous Optical Networking) Rede Ótica Síncrona), Ethernet, etc.).

[0003] As redes sem fio são muitas vezes preferidas quando os elementos de rede são móveis e, portanto, têm conectividade dinâmica, ou se a arquitetura de rede é formada em uma topologia ad hoc em vez de fixa. As redes sem fio utilizam meios físicos intangíveis em um modo de propagação

não guia usando ondas eletromagnéticas nas faixas de frequência de rádio, micro-ondas, infravermelho, óptica, etc. As redes sem fio facilitam vantajosamente a mobilidade do usuário e a implantação de campo rápido quando comparadas a redes fixas com fio.

[0004] Para abordar a questão do aumento dos requisitos de largura de banda que são exigidos para sistemas de comunicação sem fio, estão sendo desenvolvidos diferentes esquemas para permitir que vários terminais de usuários se comuniquem com um único ponto de acesso ao compartilhar os recursos do canal ao mesmo tempo em que obtém capacidades de vazão de dados elevadas. Com recursos de comunicação limitados, é desejável reduzir a quantidade de tráfego que passa entre o ponto de acesso e os múltiplos terminais. Por exemplo, quando vários terminais enviam retorno de informação de estado de canal para o ponto de acesso, é desejável minimizar a quantidade de tráfego para completar o uplink da informação de estado de canal. Assim, existe a necessidade de um protocolo melhorado para uplink de informação de estado de canal a partir de múltiplos terminais.

SUMÁRIO

[0005] Várias implementações de sistemas, métodos e dispositivos dentro do âmbito das reivindicações anexas têm vários aspectos, nenhum dos quais é o único responsável pelos atributos desejáveis aqui descritos. Sem limitar o alcance das reivindicações anexas, algumas características proeminentes estão aqui descritas.

[0006] Os detalhes de uma ou mais implementações da matéria descrita nesta especificação são apresentados nos desenhos anexos e na descrição abaixo. Outras características, aspectos e vantagens serão evidentes a partir da descrição, dos desenhos e das reivindicações.

Observe que as dimensões relativas dos seguintes números podem não ser desenhadas a escala.

[0007] Um aspecto da divulgação provê um método de comunicação sem fio. O método compreende a transmissão de uma primeira porção de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato ou um segundo formato. A primeira porção da primeira mensagem pode conter a primeira informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o primeiro formato ou um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato e a primeira mensagem pode solicitar informação de estado de canal. O método adicionalmente compreende a transmissão de uma segunda porção da primeira mensagem de acordo com o segundo formato. A segunda porção da primeira mensagem pode conter a segunda informação destinada ao segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato. A segunda porção da mensagem pode compreender pelo menos um de uma lista de identificadores, um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal e informação de alocação de transmissão de uplink.

[0008] Outro aspecto da divulgação provê um aparelho para comunicação sem fio. O aparelho compreendendo um processador configurado para gerar uma primeira porção de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato ou um segundo formato. A primeira porção da primeira mensagem pode conter a primeira informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o primeiro formato ou um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato e a primeira mensagem pode solicitar informação de estado de canal. O processador do aparelho pode ser adicionalmente configurado para gerar uma segunda porção da primeira

mensagem de acordo com o segundo formato, a segunda porção da primeira mensagem contendo informação destinada ao segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato, a segunda porção da primeira mensagem compreendendo pelo menos um de uma lista de identificadores, um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal e informação de alocação de transmissão de uplink. O aparelho pode adicionalmente compreender um transmissor configurado para transmitir a primeira mensagem.

[0009] Outro aspecto da divulgação provê um aparelho para comunicação sem fio. O aparelho compreende meios para gerar uma primeira porção de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato ou um segundo formato. A primeira porção da primeira mensagem pode conter a segunda informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o primeiro formato ou um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato e a primeira mensagem pode solicitar informação de estado de canal. O aparelho pode adicionalmente compreender meios para gerar uma segunda porção da primeira mensagem de acordo com o segundo formato, sendo a segunda porção da primeira mensagem contendo informação destinada ao segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato, a segunda porção da primeira mensagem compreendendo pelo menos um de uma lista de identificadores, um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal e informação de alocação de transmissão de uplink. O aparelho pode adicionalmente compreender um meio para transmitir a primeira mensagem.

[0010] Outro aspecto da divulgação provê um meio não transitório legível por computador. O meio compreende as

instruções armazenadas no mesmo que, quando executadas, fazem com que um processador de um aparelho execute um método de comunicação sem fio. O método de comunicação sem fio compreende a transmissão de uma primeira porção de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato ou um segundo formato. A primeira porção da primeira mensagem pode conter a primeira informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o primeiro formato ou um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato e a primeira mensagem pode solicitar informação de estado de canal. O método adicionalmente compreende a transmissão de uma segunda porção da primeira mensagem de acordo com o segundo formato. A segunda porção da primeira mensagem pode conter a segunda informação destinada ao segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato. A segunda porção da mensagem pode compreender pelo menos um de uma lista de identificadores, um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal e informação de alocação de transmissão de uplink.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0011] A figura 1 ilustra um sistema de múltiplo acesso de múltiplas entrada e múltiplas saídas (MIMO) com pontos de acesso e dispositivos de comunicação sem fio.

[0012] A figura 2 ilustra um diagrama de blocos do ponto de acesso e dois dispositivos de comunicação sem fio no sistema MIMO da figura 1.

[0013] A figura 3 ilustra vários componentes que podem ser utilizados em um dispositivo de comunicação sem fio que pode ser empregado dentro de um sistema de comunicação sem fio.

[0014] A figura 4A mostra um diagrama de tempo de uma troca de quadro exemplar de retorno de informação de estado de canal (CSI).

[0015] A figura 4B mostra um diagrama de tempo de outra troca de quadro exemplar de retorno de CSI.

[0016] A figura 4C mostra um diagrama de tempo de outra troca de quadro exemplar de retorno de CSI.

[0017] A figura 4D mostra um diagrama de tempo de outra troca de quadro exemplar de retorno de CSI.

[0018] A figura 5A mostra um diagrama de tempo de outra troca de quadro exemplar de retorno de CSI.

[0019] A figura 5B mostra um diagrama de tempo de outra troca de quadro exemplar de retorno de CSI.

[0020] A figura 6 mostra um diagrama de tempo de outra troca de quadro exemplar de retorno de CSI.

[0021] A figura 7A mostra um diagrama de uma modalidade de um quadro de anúncio de pacote de dados nulo (NDPA).

[0022] A figura 7B mostra um diagrama de outra modalidade de um quadro de NDPA.

[0023] A figura 8 mostra um diagrama de uma modalidade de um quadro de limpar para transmitir (CTX).

[0024] A figura 9 mostra um diagrama de uma modalidade de um quadro de pacote de dados nulo (NDP).

[0025] A figura 10 é um diagrama de fluxo de um aspecto de um método exemplar de comunicação sem fio.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0026] Vários aspectos dos novos sistemas, aparelhos e métodos são descritos mais detalhadamente a seguir com referência aos desenhos anexos. A divulgação dos ensinamentos pode, no entanto, ser incorporada em muitas formas diferentes e não deve ser interpretada como limitada a qualquer estrutura ou função específica apresentada ao

longo desta divulgação. Em vez disso, esses aspectos são providos para que esta divulgação seja minuciosa e completa, e transmitirá completamente o alcance da divulgação para os especialistas na técnica. Com base nos ensinamentos aqui apresentados, um especialista na técnica deve apreciar que o âmbito da divulgação destina-se a abranger qualquer aspecto dos novos sistemas, aparelhos e métodos aqui divulgados, se implementados independentemente ou combinados com qualquer outro aspecto da invenção. Por exemplo, um aparelho pode ser implementado ou um método pode ser praticado usando qualquer número dos aspectos aqui expostos. Além disso, o âmbito da invenção destina-se a cobrir um tal aparelho ou método que é praticado utilizando outra estrutura, funcionalidade ou estrutura e funcionalidade, em adição ou outros que não sejam os vários aspectos da invenção aqui expostos. Deve entender-se que qualquer aspecto aqui descrito pode ser incorporado por um ou mais elementos de uma reivindicação.

[0027] Embora aspectos particulares sejam aqui descritos, muitas variações e trocas desses aspectos estão dentro do escopo da divulgação. Embora alguns benefícios e vantagens dos aspectos preferidos sejam mencionados, o alcance da divulgação não se destina a ser limitado a benefícios, usos ou objetivos específicos. Em vez disso, os aspectos da divulgação destinam-se a ser amplamente aplicáveis a diferentes tecnologias sem fio, configurações de sistemas, redes e protocolos de transmissão, alguns dos quais são ilustrados por meio de exemplos nas figuras e na descrição a seguir dos aspectos preferidos. A descrição detalhada e os desenhos são meramente ilustrativos da divulgação em vez de limitar, sendo o âmbito da divulgação definido pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.

[0028] As tecnologias de rede sem fio podem incluir vários tipos de redes de área local sem fio (WLANs). Uma

WLAN pode ser usada para interligar dispositivos próximos, empregando protocolos de rede amplamente utilizados. Os vários aspectos aqui descritos podem ser aplicados a qualquer padrão de comunicação, como Wi-Fi ou, em termos gerais, qualquer membro da família de protocolos sem fio IEEE 802.11.

[0029] Em alguns aspectos, os sinais sem fio podem ser transmitidos de acordo com um protocolo 802.11 de alta eficiência usando multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM), comunicações de espectro espalhado de sequência direta (DSSS), múltiplo acesso de múltipla entrada e múltipla saída (MIMO), Alguma combinação destes, ou outros esquemas. As implementações do protocolo 802.11 de alta eficiência podem ser usadas para acesso à Internet, sensores, medições, redes de grades inteligentes ou outras aplicações sem fio. Vantajosamente, os aspectos de certos dispositivos que implementam esse protocolo sem fio específico podem consumir menos energia do que os dispositivos que implementam outros protocolos sem fio, podem ser usados para transmitir sinais sem fio em distâncias curtas e/ou podem transmitir sinais menos propensos a serem bloqueados por objetos, Como seres humanos.

[0030] Em algumas implementações, uma WLAN inclui vários dispositivos que são os componentes que acessam a rede sem fio. Por exemplo, pode haver dois tipos de dispositivos: pontos de acesso (APs) e clientes (também conhecidos como estações (STAs)). Em geral, um AP serve como hub ou estação base para a WLAN e uma STA serve como usuário da WLAN. Por exemplo, uma STA pode ser um computador portátil, um assistente digital pessoal (PDA), um telefone celular, etc. Em um exemplo, uma STA se conecta a um AP através de um link Wi-Fi (por exemplo, IEEE 802.11 protocolo, como 802.11ah) compatível para obter conectividade geral à

Internet ou a outras redes de área ampla. Em algumas implementações, uma STA também pode ser usada como AP.

[0031] As técnicas aqui descritas podem ser usadas para vários sistemas de comunicação sem fio de banda larga, incluindo sistemas de comunicação baseados em um esquema de multiplexação ortogonal. Exemplos de tais sistemas de comunicação incluem acesso múltiplo por divisão espacial (SDMA), acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal (OFDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência de única portadora (SC-FDMA) e assim por diante. Um sistema SDMA pode utilizar direções suficientemente diferentes para transmitir simultaneamente dados pertencentes a vários terminais de usuários. Um sistema TDMA pode permitir que vários terminais de usuário compartilhem o mesmo canal de frequência dividindo o sinal de transmissão em diferentes partições de tempo, sendo cada partição de tempo atribuída ao terminal de usuário diferente. Um sistema TDMA pode implementar GSM ou alguns outros padrões conhecidos na técnica. Um sistema OFDMA utiliza multiplexação de divisão de frequência ortogonal (OFDM), que é uma técnica de modulação que divide a largura de banda geral do sistema em múltiplas subportadoras ortogonais. Essas subportadoras também podem ser chamadas de tons, caixas, etc. Com OFDM, cada subportadora pode ser modulada independentemente com dados. Um sistema OFDM pode implementar o IEEE 802.11 ou alguns outros padrões conhecidos na técnica. Um sistema SC-FDMA pode utilizar FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir em subportadoras que são distribuídas através da largura de banda do sistema, FDMA localizado (LFDMA) para transmitir em um bloco de subportadoras adjacentes ou FDMA aprimorado (EFDMA) para transmitir em vários blocos de subportadoras adjacentes. Em geral, os símbolos de modulação são enviados

no domínio da frequência com OFDM e no domínio do tempo com SC-FDMA. Um sistema SC-FDMA pode implementar 3GPP-LTE (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution) (Evolução de Longo Prazo do Projeto de Parceria de 3º Geração) ou outros padrões.

[0033] Os ensinamentos aqui apresentados podem ser incorporados (por exemplo, implementados dentro ou executados por) uma variedade de aparelhos com ou sem fio (por exemplo, nós). Em alguns aspectos, um nó sem fio implementado de acordo com os ensinamentos aqui contidos pode compreender um ponto de acesso ou um terminal de acesso. [0033] Um AP pode incluir, ser implementado ou conhecido como NóB, Controlador de Rede Rádio (RNC), eNóB, Controlador de Estação Base (BSC), Estação Transceptora base (BTS), Estação Base (BS), Função de Transceptor (TF), Roteador de Rádio, Transmissor de Rádio, Conjunto de Serviços Básicos (BSS), Conjunto de Serviço Estendido (ESS), Estação de Rádio Base (RBS) ou alguma outra terminologia.

[0034] Uma estação (STA) também pode compreender, ser implementada como, ou conhecida como um terminal de usuário, um terminal de acesso (AT), uma estação de assinante, uma unidade de assinante, uma estação móvel, uma estação remota, um terminal remoto, um agente de usuário, um dispositivo de usuário, equipamento de usuário ou alguma outra terminologia. Em algumas implementações, um terminal de acesso pode incluir um telefone celular, um telefone sem fio, um telefone SIP (Protocolo de Iniciação de Sessão), uma estação de loop local sem fio (WLL), um assistente digital pessoal (PDA), um dispositivo portátil com capacidade de conexão sem fio, ou algum outro dispositivo de processamento adequado conectado a um modem sem fio. Consequentemente, um ou mais aspectos aqui ensinados podem ser incorporados em um telefone (por exemplo, um telefone celular ou smartphone),

um computador (por exemplo, um laptop), um dispositivo de comunicação portátil, um fone de ouvido, um dispositivo de computação portátil (por exemplo, um assistente de dados pessoal), um dispositivo de entretenimento (por exemplo, um dispositivo de música ou vídeo, ou um rádio por satélite), um dispositivo ou sistema de jogos, um dispositivo de sistema de posicionamento global ou qualquer outro dispositivo adequado que esteja configurado para se comunicar através de um meio sem fio.

[0035] A figura 1 é um diagrama que ilustra um sistema de múltiplos acessos de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO) 100 com pontos de acesso e terminais de usuário. Por simplicidade, apenas um ponto de acesso 110 é mostrado na figura 1. Um ponto de acesso é geralmente uma estação fixa que se comunica com os terminais de usuário, e um terminal de usuário ou STA pode ser fixo ou móvel e pode ser referido aqui como simplesmente um dispositivo de comunicação sem fio. O ponto de acesso 110 pode se comunicar com um ou mais dispositivos de comunicação sem fio 120 (ilustrados como UTs 120a-i) em qualquer momento dado no downlink (DL) e uplink (UL). O downlink (isto é, ligação direta) é o link de comunicação do ponto de acesso 110 para os dispositivos de comunicação sem fio 120 e o uplink (isto é, link reverso) é o link de comunicação a partir dos dispositivos de comunicação sem fio 120 para o ponto de acesso 110. Um dispositivo de comunicação sem fio 120 pode também se comunicar ponto-a-ponto com outro dispositivo de comunicação sem fio 120. Um controlador de sistema 130 se encaixa e provê coordenação e controle para os pontos de acesso 110.

[0036] Enquanto as porções da divulgação a seguir descreverão o dispositivo de comunicação sem fio 120 capaz de se comunicar através de Acesso Múltiplo por Divisão

Espacial (SDMA), para certos aspectos, os dispositivos de comunicação sem fio 120 também podem incluir alguns dispositivos de comunicação sem fio 120 que não suportam SDMA. Assim, para tais aspectos, o AP 110 pode ser configurado para se comunicar com os terminais de usuário SDMA e não SDMA. Esta abordagem pode convenientemente permitir versões antigas de dispositivos de comunicação sem fio 120 (estações "legadas") que não suportam SDMA para permanecerem implantadas em uma empresa, estendendo a vida útil, ao mesmo tempo em que os dispositivos de comunicação sem fio SDMA mais novos serão introduzidos conforme julgado adequado.

[0037] O sistema 100 emprega múltiplas antenas de transmissão e múltiplas antenas de recepção para transmissão de dados no downlink e uplink. O ponto de acesso 110 está equipado com N_{ap} antenas e representa a entrada múltipla (MI) para transmissões de downlink e a saída múltipla (MO) para transmissões de uplink. Um conjunto de K dispositivos de comunicação sem fio selecionados 120 representa coletivamente a saída múltipla para transmissões de downlink e a entrada múltipla para transmissões de uplink. Para SDMA puro, é desejável ter $N_{ap} \leq K \leq 1$ se os fluxos de símbolos de dados para os K dispositivos de comunicação sem fio não forem multiplexados em código, frequência ou tempo por algum meio. K pode ser maior que N_{ap} se, os fluxos de símbolos de dados puderem ser multiplexados usando a técnica TDMA, diferentes canais de código com CDMA, conjuntos disjuntos de sub-bandas com OFDM e assim por diante. Cada dispositivo de comunicação sem fio selecionado pode transmitir dados específicos do usuário para e/ou receber dados específicos do usuário do ponto de acesso. Em geral, cada dispositivo de comunicação sem fio selecionado pode estar equipado com uma ou várias antenas (isto é, $N_{ut} \geq 1$). Os K dispositivos de

comunicação sem fio selecionados podem ter o mesmo número de antenas, ou um ou mais dispositivos de comunicação sem fio podem ter um número diferente de antenas.

[0038] O sistema 100 pode ser um sistema SDMA de acordo com um dúplex de divisão de tempo (TDD) ou um dúplex de divisão de frequência (FDD). Para um sistema TDD, o downlink e uplink compartilham a mesma banda de frequência. Para um sistema FDD, o downlink e uplink usam bandas de frequência diferentes. O sistema 100 também pode ser um sistema MIMO utilizando uma única portadora ou múltiplas portadoras para transmissão. Cada dispositivo de comunicação sem fio 120 pode estar equipado com uma única antena (por exemplo, para manter os custos baixos) ou múltiplas antenas (por exemplo, onde o custo adicional pode ser suportado). O sistema 100 também pode ser um sistema TDMA se os dispositivos de comunicação sem fio 120 compartilharem o mesmo canal de frequência dividindo transmissão / recepção em diferentes partições de tempo, onde cada partição de tempo pode ser atribuída a um dispositivo de comunicação sem fio diferente 120.

[0039] A figura 2 ilustra um diagrama de blocos do ponto de acesso 110 e dois dispositivos de comunicação sem fio (ilustrados como terminal de usuário 120m e terminal de usuário 120x) no sistema 100 (ilustrado como um sistema MIMO). O ponto de acesso 110 está equipado com N_t antenas 224a e 224ap. O terminal de usuário 120m está equipado com $N_{ut,m}$ antenas 252ma e 252mu, e o terminal de usuário 120x está equipado com $N_{ut,x}$ antenas 252xa e 252xu. O ponto de acesso 110 é uma entidade de transmissão para o downlink e uma entidade de recepção para o uplink. Os dispositivos de comunicação sem fio 120 são entidades de transmissão para o uplink e uma entidade de recepção para o downlink. Tal como aqui utilizado, uma "entidade de transmissão" é um aparelho

ou dispositivo operado independentemente capaz de transmitir dados através de um canal sem fio, e uma "entidade de recepção" é um aparelho ou dispositivo operado independentemente capaz de receber dados através de um canal sem fio. Na seguinte descrição, o subíndice "dn" denota o downlink, o subíndice "up" denota o uplink, os N_{up} dispositivos de comunicação sem fio 120 são selecionados para transmissão simultânea no uplink e os N_{dn} dispositivos de comunicação sem fio 120 são selecionados para transmissão simultânea no downlink. N_{up} pode ou não ser igual a N_{dn} , e N_{up} e N_{dn} podem ser valores estáticos ou podem mudar para cada intervalo de programação. A direção do feixe ou alguma outra técnica de processamento espacial pode ser usada no ponto de acesso 110 e/ou nos dispositivos de comunicação sem fio 120.

[0040] No uplink, em cada dispositivo de comunicação sem fio 120 selecionado para transmissão de uplink, um processador de dados TX 288 recebe dados de tráfego de uma fonte de dados 286 e dados de controle de um controlador 280. O processador de dados TX 288 processa (por exemplo, codifica, entrelaça e modula) os dados de tráfego para o dispositivo de comunicação sem fio 120 com base nos esquemas de codificação e modulação associados à taxa selecionada para o dispositivo de comunicação sem fio 120 e provê um fluxo de símbolos de dados. Um processador espacial TX 290 executa um processamento espacial no fluxo de símbolos de dados e provê $N_{ut,m}$ fluxos de símbolos de transmissão para $N_{ut,m}$ antenas. Cada unidade transmissora (TMTR) 254 recebe e processa (por exemplo, converte para analógicos, amplificadores, filtros e conversores ascendentes de frequência) um fluxo de símbolos de transmissão respectivo para gerar um sinal de uplink. As $N_{ut,m}$ unidades receptoras / transmissoras 254 proveem $N_{ut,m}$ sinais de uplink para

transmissão de Nut,m antenas 252, por exemplo, para transmitir para o ponto de acesso 110.

[0041] Os Nup dispositivos de comunicação sem fio 120 podem ser programados para transmissão simultânea no uplink. Cada um desses dispositivos de comunicação sem fio 120 pode executar o processamento espacial em seu fluxo de símbolos de dados respectivo e transmitir o respectivo conjunto de correntes de símbolos de transmissão no uplink para o ponto de acesso 110.

[0042] No ponto de acesso 110, Nup antenas 224a a 224, recebem os sinais de uplink de todo o Nup dispositivo de comunicação sem fio 120 que transmite no uplink. Cada antena 224 provê um sinal recebido para uma respectiva unidade receptora (RCVR) 222. Cada unidade receptora / transmissora 222 executa um processamento complementar ao executado pela unidade receptora / transmissora 254 e provê um fluxo de símbolos recebido. Um processador espacial RX 240 executa o processamento espacial do receptor nos Nup fluxos de símbolos recebidos das Nup unidades receptoras / transmissoras 222 e provê Nup fluxos de símbolos de dados de uplink recuperados. O processamento espacial do receptor pode ser realizado de acordo com a inversão de matriz de correlação de canal (CCMI), erro quadrático médio mínimo (MMSE), cancelamento de interferência suave (SIC) ou alguma outra técnica. Cada fluxo de símbolo de dados de uplink recuperado é uma estimativa de um fluxo de símbolos de dados transmitido por um respectivo terminal de usuário. Um processador de dados RX 242 processa (por exemplo, demodula, deinterla e decodifica) cada fluxo de símbolos de dados de uplink recuperado de acordo com a taxa utilizada para esse fluxo para obter dados decodificados. Os dados decodificados para cada dispositivo de comunicação sem fio 120 podem ser

providos a um depósito de dados 244 para armazenamento e/ou um controlador 230 para processamento posterior.

[0043] No downlink, no ponto de acesso 110, um processador de dados TX 210 recebe dados de tráfego de uma fonte de dados 208 para Ndn dispositivos de comunicação sem fio 120 programados para transmissão de downlink, dados de controle a partir de um controlador 230 e possivelmente outros dados de um programador 234. Os vários tipos de dados podem ser enviados em diferentes canais de transporte. O processador de dados TX 210 processa (por exemplo, codifica, entrelaça e modula) os dados de tráfego para cada dispositivo de comunicação sem fio 120 com base na taxa selecionada para esse dispositivo de comunicação sem fio 120. O processador de dados TX 210 provê Ndn fluxos de símbolos de dados de downlink para os Ndn dispositivos de comunicação sem fio 120. Um processador espacial TX 220 executa o processamento espacial (tal como uma pré-codificação ou formação de feixes) nos Ndn fluxos de símbolos de dados de downlink e provê Nup fluxos de símbolos de transmissão para Nup antenas. Cada unidade receptora / transmissora 222 recebe e processa um respectivo fluxo de símbolos de transmissão para gerar um sinal de downlink. As Nup unidades receptoras / transmissoras 222 podem prover Nup sinais de downlink para transmissão de Nup antenas 224, por exemplo, para transmitir para os dispositivos de comunicação sem fio 120.

[0044] Em cada dispositivo de comunicação sem fio 120, Nut,m antenas 252 recebem os Nup sinais de downlink a partir do ponto de acesso 110. Cada unidade receptora / transmissora 254 processa um sinal recebido a partir de uma antena associada 252 e provê um fluxo de símbolos recebido. Um processador espacial RX 260 executa o processamento espacial do receptor em Nut,m fluxos de símbolos recebidos por das Nut,m unidades receptoras / transmissoras 254 e provê

um fluxo de símbolos de dados de downlink recuperado para o dispositivo de comunicação sem fio 120. O processamento espacial do receptor pode ser realizado de acordo com a CCMI, MMSE ou alguma outra técnica. Um processador de dados RX 270 processa (por exemplo, demodula, deintercala e decodifica) o fluxo de símbolos de dados de downlink recuperado para obter dados decodificados para o dispositivo de comunicação sem fio 120.

[0045] Em cada dispositivo de comunicação sem fio 120, um estimador de canal 278 estima a resposta do canal de downlink e provê estimativas do canal de downlink, que podem incluir estimativas de ganho de canal, estimativas de SNR, variação de ruído e assim por diante. Da mesma forma, um estimador de canal 228 estima a resposta do canal de uplink e provê estimativas do canal de uplink. O controlador 280 para cada terminal de usuário tipicamente deriva a matriz de filtro espacial para o dispositivo de comunicação sem fio 120 com base na matriz de resposta de canal de downlink $H_{dn,m}$ para esse dispositivo de comunicação sem fio 120. O controlador 230 deriva a matriz de filtro espacial para o ponto de acesso 110 com base na matriz de resposta do canal de uplink efetiva $H_{up,ef}$. O controlador 280 para cada dispositivo de comunicação sem fio 120 pode enviar informação de retorno (por exemplo, os eigenvetores de downlink e/ou de uplink, eingenvalores, estimativas de SNR, etc.) para o ponto de acesso 110. Os controladores 230 e 280 também podem controlar o funcionamento de várias unidades de processamento no ponto de acesso 110 e dispositivos de comunicação sem fio 120, respectivamente.

[0046] A figura 3 ilustra vários componentes que podem ser utilizados em um dispositivo de comunicação sem fio 302 que pode ser utilizado no sistema de comunicação sem fio 100. O dispositivo de comunicação sem fio 302 é um

exemplo de um dispositivo que pode ser configurado para implementar os vários métodos aqui descritos. O dispositivo de comunicação sem fio 302 pode implementar um ponto de acesso 110 ou um dispositivo de comunicação sem fio 120.

[0047] O dispositivo de comunicação sem fio 302 pode incluir um processador 304 que controla a operação do dispositivo de comunicação sem fio 302. O processador 304 também pode ser referido como uma unidade de processamento central (CPU). A memória 306, que pode incluir memória somente de leitura (ROM) e memória de acesso aleatório (RAM), provê instruções e dados ao processador 304. Uma porção da memória 306 também pode incluir memória de acesso aleatório não volátil (NVRAM). O processador 304 pode realizar operações lógicas e aritméticas com base em instruções de programa armazenadas dentro da memória 306. As instruções na memória 306 podem ser executáveis para implementar os métodos aqui descritos.

[0048] O processador 304 pode compreender ou ser um componente de um sistema de processamento implementado com um ou mais processadores. Um ou mais processadores podem ser implementados com qualquer combinação de microprocessadores de uso geral, microcontroladores, processadores de sinais digitais (DSPs), matriz de portas programáveis em campo (FPGAs), dispositivos lógicos programáveis (PLDs), controladores, máquinas de estado, lógica fechada, componentes de hardware discretos, máquinas de estado finito de hardware dedicado ou qualquer outra entidade adequada que possa realizar cálculos ou outras manipulações de informação.

[0049] O sistema de processamento também pode incluir mídia legível por máquina para armazenamento de software. O software deve ser interpretado em termos gerais para qualquer tipo de instruções, seja como software,

firmware, middleware, microcódigo, linguagem de descrição de hardware ou de outra forma. As instruções podem incluir código (por exemplo, em formato de código fonte, formato de código binário, formato de código executável ou qualquer outro formato de código apropriado). As instruções, quando executadas por um ou mais processadores, fazem com que o sistema de processamento execute as várias funções aqui descritas.

[0050] O dispositivo de comunicação sem fio 302 também pode incluir uma carcaça 308 que pode incluir um transmissor 310 e um receptor 312 para permitir a transmissão e recepção de dados entre o dispositivo de comunicação sem fio 302 e uma localização remota. O transmissor 310 e o receptor 312 podem ser combinados em um transceptor 314. Uma única ou uma pluralidade de antenas transceptoras 316 podem estar ligadas à carcaça 308 e acopladas eletricamente ao transceptor 314. O dispositivo de comunicação sem fio 302 também pode incluir (não mostrado) múltiplos transmissores, múltiplos receptores e múltiplos transceptores.

[0051] O dispositivo de comunicação sem fio 302 também pode incluir um detector de sinal 318 que pode ser usado em um esforço para detectar e quantificar o nível de sinais recebidos pelo transceptor 314. O detector de sinal 318 pode detectar tais sinais como energia total, energia por subportadora por símbolo, densidade espectral de potência e outros sinais. O dispositivo de comunicação sem fio 302 também pode incluir um processador de sinal digital (DSP) 320 para uso nos sinais de processamento.

[0052] Os vários componentes do dispositivo de comunicação sem fio 302 podem ser acoplados em conjunto por um sistema de barramento 322, o qual pode incluir um barramento de energia, um barramento de sinal de controle e

um barramento de sinal de status, além de um barramento de dados.

[0053] Certos aspectos da presente divulgação suportam transmissão de informação de estado de canal (CSI) de uplink (UL) a partir de várias STAs para um AP. Em algumas modalidades, a CSI UL pode ser transmitida em um sistema MIMO de multiusuário (MU-MIMO). Alternativamente, a CSI UL pode ser transmitida em um sistema FDMA multiusuário (MU-FDMA), OFDMA multiusuário (MU-OFDMA) ou FDMA similar. Especificamente, as figuras 4A-D, figuras 5A-B e figura 6 ilustram as transmissões UL-MU-MIMO 410A e 410B que podem ser aplicadas igualmente às transmissões do sistema UL-FDMA, UL-OFDMA ou FDMA similar. Nessas modalidades, as transmissões do sistema UL-MU-MIMO, UL-OFDMA ou UL-FDMA similar podem ser enviadas simultaneamente de várias STAs para um AP e podem criar eficiências na comunicação sem fio.

[0054] O procedimento de ressonância descrito aqui compreende pelo menos um "quadro de anúncio" (ou "quadro de anúncio de pacote de dados nulo (NDPA)") e um "quadro de CSI", e pode adicionalmente compreender um "quadro de pacote de dados nulo (NDP)", um "quadro de acionador" (ou "quadro limpar para transmitir (CTX)") e um "quadro de pesquisa de relatório". No contexto das especificações 802.11, o "quadro" pode ser identificado como uma unidade de dados de protocolo de convergência de camada física (PPDU), uma unidade de dados de protocolo de controle de acesso ao meio (MPDU) ou alguma parte dele (por exemplo, um cabeçalho ou preâmbulo de uma PPDU ou MPDU). O (s) quadro (s) do anúncio pode transmitir pelo menos informação de anúncio de ressonância que instrui as STAs sobre se / como calcular a informação de alocação de recursos CSI e UL-SU ou UL-MU que instrui as STAs sobre como enviar a CSI usando UL-MU-MIMO ou UL-OFDMA.

[0055] O anúncio de ressonância pode incluir uma PPDU que transporta informação de anúncio de ressonância na carga útil de controle de acesso ao meio (MAC) ou em seu cabeçalho PHY. A informação de anúncio de ressonância pode incluir identificadores das STAs que devem relatar a CSI e pode incluir parâmetros adicionais de informação utilizáveis para o cálculo e as transmissões da CSI. O quadro de NDP de ressonância provê um sinal de referência que permite que as STAs estimem o canal entre uma ou mais antenas do transmissor e uma ou mais antenas da STA e pode ser um quadro de NDP 802.11ax, um quadro de NDP 802.11ac, um quadro de NDP 802.11n, um quadro de NDP 802.11ah ou outro quadro de NDP baseado em 802.11. Em vários aspectos, o formato do quadro de NDP pode ser semelhante ao quadro 900 aqui discutido em relação à figura 9. Em uma modalidade, o anúncio pode incluir a sinalização de referência para a estimativa de canal, de modo que o quadro de NDP pode não ser enviado.

[0056] Em algumas modalidades, CSI pode compreender propriedades de canal conhecidas de um link de comunicação. Em alguns aspectos, a CSI pode descrever como um sinal se propaga e representa o efeito combinado, por exemplo, dispersão, desvanecimento e decaimento de energia com distância. Por exemplo, para as transmissões MU-MIMO, a CSI pode compreender uma ou mais de uma matriz de formação de feixe, intensidade de sinal recebido e outras informações que permitem a ponderação das antenas para mitigar a interferência no domínio espacial.

[0057] A figura 4A é um diagrama de sequência de tempo que ilustra um exemplo de uma troca de quadro 400a de retorno de informação de estado de canal (CSI) entre um AP 110 e um dispositivo de comunicação sem fio 120 (por exemplo, dispositivo de comunicação sem fio 120a da Figura 1, ilustrado como STA1 na figura 4A) em um único ambiente de

usuário (SU). Como mostrado na figura 4A, e em conjunto com a figura 1, um AP 110 pode transmitir um anúncio de ressonância 401 para um dispositivo de comunicação sem fio 120 que indica que um quadro de ressonância está próximo (NDP de ressonância 405, como mostrado na figura 4A), que o dispositivo de comunicação sem fio 120 é o destinatário pretendido do próximo quadro de ressonância, e seu formato. Em algumas modalidades, o anúncio de ressonância 401 pode não indicar a presença do próximo NDP de ressonância 405, e o NDP de ressonância 405 pode indicar-se que é um NDP de ressonância 405. Em outras modalidades, nem o anúncio de ressonância 401 nem o NDP de ressonância 405 indicam que o NDP de ressonância 405 é um NDP de ressonância, e o dispositivo de comunicação sem fio 120 pode, em vez disso, determinar por si só que o NDP de ressonância 405 é um NDP de ressonância. Em uma modalidade exemplar, o anúncio de ressonância 401 é um NDPA contido em uma PPDU. Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 401 indica que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP ou um VHT NDP. Esta indicação pode compreender um ou mais bits no anúncio de ressonância 401. Em uma modalidade, um bit reservado no campo de token de diálogo de ressonância NDPA é usado para indicar que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP, ou que NDP de ressonância 405 é um VHT NDP. Em outra modalidade, o AP 110 designa um valor específico do campo de token de diálogo para indicar a ressonância HE ou a ressonância VHT. De acordo com qualquer uma destas modalidades, os dispositivos de comunicação sem fio 120 que recebem o NDP de ressonância 405 sabem se devem responder com CSI usando a ressonância HE ou a ressonância VHT.

[0058] Em algumas modalidades, o anúncio de ressonância 401 pode também instruir o dispositivo de comunicação sem fio receptor 120 para responder

simultaneamente após o NDP de ressonância 405. Em vários aspectos, o dispositivo de comunicação sem fio 120 pode ser instruído para responder um período de tempo de espaço interquadro curto (SIFS) depois de receber o NDP de ressonância 405. O anúncio de ressonância 401 pode ainda instruir o dispositivo de comunicação sem fio 120 a usar legado (por exemplo, 802.11ac), UL-MU-MIMO, UL-OFDMA ou uma combinação destes, e os parâmetros correspondentes para transmissão de CSI (por exemplo, para transmissão de CSI 410A). O anúncio de ressonância 401 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao quadro 700 ou 701 aqui discutido em relação à figura 7A ou 7B.

[0059] O AP 110 pode então transmitir o NDP de ressonância 405 após o anúncio de ressonância 401. Em resposta ao NDP de ressonância 405, o dispositivo de comunicação sem fio 120 pode transmitir CSI para o AP 110. Especificamente, o dispositivo de comunicação sem fio 120 identificado pelo anúncio de ressonância 401 pode estimar o canal com base no NDP de ressonância 405 e enviar uma representação do canal estimado em uma transmissão de CSI de retorno de ressonância. Na figura 4A, STA1 transmite a transmissão de CSI 410A para o AP 110. A transmissão de CSI 410 pode ser uma transmissão legada, transmissão UL-MU-MIMO, transmissão UL-OFDMA ou alguma combinação delas. Ao receber a transmissão de CSI 410A, o AP 110 pode determinar com precisão informação sobre o canal do AP 110 ao dispositivo de comunicação sem fio 120 (por exemplo, STA1). O NDP de ressonância 405 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao formato do quadro 900 aqui discutido em relação à figura 9. Em alguns aspectos, o NDP de ressonância 405 pode ser um NDP de alta eficiência (HE NDP). Em vários aspectos, o tempo entre o anúncio de ressonância 401 e o NDP de ressonância 405 pode ser um período de tempo SIFS e o

tempo entre o NDP de ressonância 405 e a transmissão de CSI 410A pode ser um SIFS (ou período de tempo de espaço interquadro de ponto (PIFS)). Em outros aspectos, pesquisas de relatório de formação de feixe de usuário único ou multiusuário (SU BR ou MU BR) podem ser usadas para solicitar CSI a partir dos dispositivos de comunicação sem fio 120.

[0060] A figura 4B é um diagrama de sequência de tempo que ilustra um exemplo de uma troca de quadros 400b de retorno de CSI entre um AP 110 e múltiplos dispositivos de comunicação sem fio 120 (por exemplo, dispositivos de comunicação sem fio 120a e 120b da Figura 1, ilustrados como STA1 e STA2 na Figura 4B). A troca de quadros 400b pode ser semelhante à troca de quadro 400a da figura 4A, mas pode usar um protocolo MU-MIMO ou OFDMA para determinar e comunicar CSI com vários dispositivos de comunicação sem fio 120. Como mostrado na figura 4B, e em conjunto com a figura 1, um AP 110 pode transmitir o pacote 402 para os dispositivos de comunicação sem fio 120. O pacote 402 pode compreender um anúncio de ressonância 401 que indica quais dispositivos de comunicação sem fio 120 são os destinatários pretendidos e o formato da próxima quadro de ressonância (NDP de ressonância 405, como mostrado na figura 4B). Em alguns aspectos, os dispositivos de comunicação sem fio 120 indicados no anúncio de ressonância 401 podem ser apenas de um conjunto particular de capacidades. Em uma modalidade, os dispositivos de comunicação sem fio 120 indicados no anúncio de ressonância 401 podem ser HE STAs. Em uma modalidade exemplar, o anúncio de ressonância 401 é um NDPA contido no pacote 402, que é uma PPDU. De acordo com esta modalidade, um bit (ou bits) na PPDU pode indicar aos dispositivos de comunicação sem fio 120 que a PPDU de MU é utilizada de modo que os dispositivos de comunicação sem fio 120 não respondam imediatamente com CSI de único usuário. Em outras

modalidades, um identificador de alocação falso (AID) pode estar contido no primeiro campo de AID de estação do anúncio de ressonância 401 de modo que nenhum dispositivo de comunicação sem fio responda imediatamente após receber o NDP de ressonância 405 com a CSI de usuário único. Este AID falso também pode ser aqui referido como um campo reservado. Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 401 indica que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP ou um VHT NDP. Esta indicação pode compreender um ou mais bits no anúncio de ressonância 401. Em uma modalidade, um bit reservado no campo de token de diálogo de ressonância NDPA é usado para indicar que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP, ou que NDP de ressonância 405 é um VHT NDP. Em outra modalidade, o AP 110 designa um valor específico do campo de token de diálogo para indicar a ressonância HE ou a ressonância VHT. De acordo com qualquer uma destas modalidades, os dispositivos de comunicação sem fio 120 que recebem o NDP de ressonância 405 sabem se devem responder com CSI usando a ressonância HE ou a ressonância VHT.

[0061] Em algumas modalidades, o anúncio de ressonância 401 também pode instruir alguns ou todos os dispositivos de comunicação sem fio recipientes 120 a responder simultaneamente após o NDP de ressonância 405. Em vários aspectos, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem ser instruídos a responder um período de tempo SIFS após receber o NDP de ressonância 405. O anúncio de ressonância 401 pode ainda instruir os dispositivos de comunicação sem fio 120 para usar UL-MU-MIMO, UL-OFDMA ou uma combinação de ambos e os parâmetros correspondentes para transmissão de CSI (por exemplo, para transmissões de CSI 410A e 410B). O anúncio de ressonância 401 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante aos quadros 700 ou 701 aqui discutidos em relação à figura 7A ou 7B.

[0062] O pacote 402 pode também compreender um quadro de acionamento 404. Em vários aspectos, o quadro de acionamento 404 pode indicar quais dispositivos de comunicação sem fio 120 devem participar na troca de quadro 400b, de modo que um dispositivo de comunicação sem fio particular 120 sabe iniciar uma transmissão (por exemplo, transmissão 410A ou 410B). Em alguns aspectos, o quadro de acionamento 404 pode prover uma indicação de uma alocação de recursos para os dispositivos de comunicação sem fio 120 para a transmissão da CSI solicitada pelo AP 110 ou para outras transmissões de uplink. Em algumas modalidades, a indicação da alocação de recursos é uma indicação de um fluxo espacial ou largura de banda de frequência alocada ao dispositivo de comunicação sem fio 120, que pode ser um tom específico ou alocação de sub-banda. O anúncio de ressonância 401 pode ser agregado com o quadro de acionamento 404. Por exemplo, o anúncio de ressonância 401 e o quadro de acionamento 404 podem ser transmitidos cada um dentro de uma carga útil da mesma transmissão PPDU (por exemplo, o pacote 402). Em outro exemplo, o quadro de acionamento 404 é enviado após o anúncio de ressonância 401 sem qualquer tempo entre as transmissões. O quadro de acionamento 404 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao quadro 800 aqui discutido em relação à figura 8.

[0063] O AP 110 pode então transmitir o NDP de ressonância 405 após o pacote 402. Em resposta ao NDP de ressonância 405, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem transmitir CSI para o AP 110. Especificamente, os dispositivos de comunicação sem fio 120 identificados pelo anúncio de ressonância 401 podem estimar o canal com base no NDP de ressonância 405 e enviar uma representação do canal estimado em uma transmissão de CSI de retorno de ressonância. Na figura 4B, STA1 e STA2 transmitem simultaneamente as

transmissões de CSI 410A e 410B para o AP 110. As transmissões de CSI 410A e 410B podem ser transmissões UL-MU-MIMO, transmissões UL-OFDMA ou alguma combinação delas. Em algumas modalidades, as transmissões simultâneas podem ocorrer ao mesmo tempo ou dentro de um determinado período de tempo limite. Essas transmissões simultâneas podem utilizar a alocação de recursos provida no quadro de acionamento 404. Ao receber as transmissões de CSI 410A e 410B, o AP 110 pode determinar com precisão informação sobre o canal a partir do AP 110 para cada um dos dispositivos de comunicação sem fio 120 (por exemplo, STA1 e STA2). O NDP de ressonância 405 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao formato do quadro 900 aqui discutido em relação à figura 9. Em uma modalidade, o NDP de ressonância 405 pode compreender um bit ou bits indicando que uma resposta MU CSI é solicitada dos dispositivos de comunicação sem fio 120. Em alguns aspectos, o NDP de ressonância 405 pode ser um HE NDP. Em vários aspectos, o tempo entre o anúncio de ressonância 401 e o NDP de ressonância 405 pode ser um período de tempo de SIFS e o tempo entre o NDP de ressonância 405 e as transmissões de CSI 410A e 410B pode ser um período de tempo SIFS (ou PIFS).

[0064] Em alguns aspectos, o AP 110 pode utilizar o pacote 402 para solicitar CSI para um tom ou sub-banda da transmissão espacial ou largura de banda de frequência de cada dispositivo de comunicação sem fio 120. Por exemplo, o anúncio de ressonância 401 ou o NDP de ressonância 405 pode conter uma indicação de uma sub-banda para a qual a CSI é solicitada, por cada dispositivo de comunicação sem fio 120. Em uma modalidade, a transmissão espacial ou a largura de banda atribuída a cada dispositivo de comunicação sem fio 120 no quadro de acionamento 404 podem indicar que CSI é solicitada ao dispositivo de comunicação sem fio 120 para

essa transmissão espacial ou largura de banda. Consequentemente, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem responder com a CSI solicitada para o fluxo espacial ou largura de banda nas transmissões 410A e 410B.

[0065] Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 401 e o quadro de acionamento 404 são enviados em 20/40/80 /160MHz mesmo que o dispositivo de comunicação sem fio 120 só seja solicitado para relatar uma parte da largura de banda. Em outros aspectos, o anúncio de ressonância 401 pode ser enviado para cada um dos dispositivos de comunicação sem fio 120 em uma sub-banda por cada dispositivo de comunicação sem fio 120 ou grupo de dispositivos de comunicação sem fio 120 que são alocados a essa sub-banda. O anúncio de ressonância 401 pode estar contido em um quadro MAC da PPDU (por exemplo, pacote 402), ou pode conter uma indicação no cabeçalho da PPDU. Cada dispositivo de comunicação sem fio 120 pode calcular a CSI para a sub-banda na qual o anúncio de ressonância 401 foi recebido. De acordo com esta modalidade, o NDP de ressonância pode ser enviado em 20/40/80/160MHz. Posteriormente, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem responder com a CSI nas transmissões 410A e 410B. Em uma modalidade, a largura de banda de downlink e a largura de banda de uplink podem ser iguais. As modalidades acima descritas podem também ser combinadas. Por exemplo, um anúncio de ressonância diferente 401 pode ser enviado em cada sub-banda de 20mHz, e também pode indicar uma sub-banda para a CSI, por cada dispositivo de comunicação sem fio 120. Embora as modalidades acima que solicitam CSI ou apenas um tom ou sub-banda não são descritas em detalhes em relação às figuras 4A, 4C-D, 5A-B e 6, um especialista na técnica apreciaria que essas modalidades também podem se aplicar ao mesmo ou de maneira semelhante.

[0066] A figura 4C é um diagrama de sequência de tempo que ilustra outro exemplo de uma troca de quadros 400c de retorno de CSI entre um AP 110 e múltiplos dispositivos de comunicação sem fio 120 (por exemplo, dispositivos de comunicação sem fio 120a e 120b da Figura 1, ilustrados como STA1 e STA2 na Figura 4C). A troca de quadros 400c pode usar um protocolo MU-MIMO ou OFDMA para determinar e comunicar CSI com múltiplos dispositivos de comunicação sem fio 120. Como mostrado na figura 4C, e em conjunto com a figura 1, um AP 110 pode transmitir um anúncio de ressonância 401 para os dispositivos de comunicação sem fio 120 indicando quais dispositivos de comunicação sem fio 120 são os destinatários pretendidos e o formato do próximo quadro de ressonância (NDP de ressonância 405, como mostrado na figura 4C). Em uma modalidade exemplar, o anúncio de ressonância 401 é uma PPDU que compreende um NDPA. Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 401 indica que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP ou um VHT NDP. Esta indicação pode compreender um ou mais bits no anúncio de ressonância 401. Em uma modalidade, um bit reservado no campo de token de diálogo de ressonância NDPA é usado para indicar que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP, ou aquele que NDP de 405 é um VHT NDP. Em outra modalidade, o AP 110 designa um valor específico do campo de token de diálogo para indicar a ressonância HE ou a ressonância VHT. De acordo com qualquer uma destas modalidades, os dispositivos de comunicação sem fio 120 que recebem o NDP de ressonância 405 sabem se devem responder com CSI usando a ressonância HE ou a ressonância VHT.

[0067] Em algumas modalidades, o anúncio de ressonância 401 pode também instruir alguns ou todos os dispositivos de comunicação sem fio recipientes 120 para responder simultaneamente após um quadro de acionamento 404. Em vários aspectos, os dispositivos de comunicação sem fio

120 podem ser instruídos para responder um período de tempo SIFS após receber o quadro de acionamento 404. O anúncio de ressonância 401 pode ainda instruir os dispositivos de comunicação sem fio 120 para usar UL-MU-MIMO, UL-OFDMA ou uma combinação de ambos e os parâmetros correspondentes para transmissão de CSI (por exemplo, para transmissões de CSI 410A e 410B). O anúncio de ressonância 401 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao quadro 700 ou 701 aqui discutido em relação à figura 7A ou 7B.

[0068] O AP 110 pode então transmitir o NDP de ressonância 405 seguindo o anúncio de ressonância 401. O AP também pode transmitir o quadro de acionamento 404 após o NDP de ressonância 405. Em resposta ao quadro de acionamento 404, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem transmitir CSI para o AP 110. Especificamente, os dispositivos de comunicação sem fio 120 identificados pelo anúncio de ressonância 401 podem estimar o canal com base no NDP de ressonância 405 e enviar uma representação do canal estimado em uma transmissão de CSI de retorno de ressonância. Na figura 4C, STA1 e STA2 transmitem simultaneamente as transmissões de CSI 410A e 410B para o AP 110. As transmissões de CSI 410A e 410B podem ser transmissões UL-MU-MIMO, transmissões UL-OFDMA ou alguma combinação delas. Em algumas modalidades, as transmissões simultâneas podem ocorrer ao mesmo tempo ou dentro de um determinado período de tempo limite. Essas transmissões simultâneas podem utilizar a alocação de recursos provida no quadro de acionamento 404. Ao receber as transmissões de CSI 410A e 410B, o AP 110 pode determinar com precisão, informação sobre o canal a partir do AP 110 para cada um dos dispositivos de comunicação sem fio 120 (por exemplo, STA1 e STA2). O NDP de ressonância 405 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao formato do quadro 900 aqui discutido em relação

à figura 9. Em alguns aspectos, o NDP de ressonância 405 pode ser um HE NDP. O quadro de acionamento 404 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao quadro 800 aqui discutido em relação à figura 8. Em vários aspectos, o tempo entre o anúncio de ressonância 401 e o NDP de ressonância 405 pode ser um período de tempo SIFS, o tempo entre o NDP de ressonância 405 e o quadro de acionamento 404 pode ser um período de tempo SIFS e o tempo entre o quadro de acionamento 404 e as transmissões de CSI 410A e 410B podem ser um período de tempo SIFS (ou PIFS).

[0069] A figura 4D é um diagrama de sequência de tempo que ilustra outro exemplo de uma troca de quadros 400d de retorno de CSI entre um AP 110 e múltiplos dispositivos de comunicação sem fio 120 (por exemplo, dispositivos de comunicação sem fio 120a e 120b da Figura 1, ilustrados como STA1 e STA2 na Figura 4D). A troca de quadros 400d pode usar um protocolo MU-MIMO ou OFDMA para determinar e comunicar a CSI e para transmitir informação de dados e confirmação (ACK) com múltiplos dispositivos de comunicação sem fio 120. Como mostrado na figura 4D, e em conjunto com a figura 1, um AP 110 pode transmitir o pacote 403 para os dispositivos de comunicação sem fio 120. O pacote 403 pode compreender um anúncio de ressonância 401 enviado para os dispositivos de comunicação sem fio 120 e indicar quais dispositivos de comunicação sem fio 120 são os destinatários pretendidos e o formato do próximo quadro de ressonância (NDP de ressonância 405, como mostrado na figura 4D). Em uma modalidade exemplar, o anúncio de ressonância 401 é uma PPDU que compreende um NDPA. Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 401 indica que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP ou um VHT NDP. Esta indicação pode compreender um ou mais bits no anúncio de ressonância 401. Em uma modalidade, um bit reservado no campo de token de diálogo de ressonância

NDPA é usado para indicar que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP, ou que NDP de ressonância 405 é um VHT NDP. Em outra modalidade, o AP 110 designa um valor específico do campo de token de diálogo para indicar a ressonância HE ou a ressonância VHT. De acordo com qualquer uma destas modalidades, os dispositivos de comunicação sem fio 120 que recebem o NDP de ressonância 405 sabem se devem responder com CSI usando a ressonância HE ou a ressonância VHT.

[0070] Em algumas modalidades, o anúncio de ressonância 401 também pode instruir alguns ou todos os dispositivos de comunicação sem fio recipientes 120 a responder simultaneamente após o NDP de ressonância 405. Em vários aspectos, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem ser instruídos a responder um período de tempo SIFS após receber o NDP de ressonância 405. O anúncio de ressonância 401 pode ainda instruir os dispositivos de comunicação sem fio 120 a usar UL-MU-MIMO, UL-OFDMA ou uma combinação de ambos e os parâmetros correspondentes para transmissão de CSI (por exemplo, para transmissões de CSI 410A e 410B). O anúncio de ressonância 401 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante aos quadros 700 ou 701 aqui discutidos em relação à figura 7A ou 7B. Como mostrado na figura 4D, o pacote 403 também pode incluir dados ou informação de gerenciamento 406. Esta informação de dados ou de gerenciamento 406 pode ser transmitida para os dispositivos de comunicação sem fio 120 juntamente com o anúncio de ressonância 401 para reduzir a sobrecarga no sistema de comunicação sem fio (por exemplo, o sistema 100).

[0072] O AP 110 pode então transmitir o NDP de ressonância 405 seguindo o anúncio de ressonância 401. O AP também pode transmitir o quadro de acionamento 404 após o NDP de ressonância 405. Em resposta ao quadro de acionamento 404, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem

transmitir CSI para o AP 110. Especificamente, os dispositivos de comunicação sem fio 120 identificados pelo anúncio de ressonância 401 podem estimar o canal com base no NDP de ressonância 405 e enviar uma representação do canal estimado em uma transmissão de CSI de retorno de ressonância. Na figura 4D, STA1 e STA2 transmitem simultaneamente as transmissões de CSI 410A e 410B para o AP 110. As transmissões de CSI 410A e 410B podem ser transmissões UL-MU-MIMO, transmissões UL-OFDMA ou alguma combinação delas. Em algumas modalidades, as transmissões simultâneas podem ocorrer ao mesmo tempo ou dentro de um determinado período de tempo limite. Essas transmissões simultâneas podem utilizar a alocação de recursos provida no quadro de acionamento 404. Ao receber as transmissões de CSI 410A e 410B, o AP 110 pode determinar com precisão informação sobre o canal a partir do AP 110 para cada um dos dispositivos de comunicação sem fio 120 (por exemplo, STA1 e STA2). Se a informação de dados ou de gerenciamento 406 for transmitida, os dispositivos de comunicação sem fio 120 também podem transmitir confirmação (ACK) ou confirmação de bloqueio (BA) dos dados ou informação de gerenciamento 406 para o AP 110 nas transmissões 412A e 412B. O NDP de ressonância 405 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao formato do quadro 900 aqui discutido em relação à figura 9. Em alguns aspectos, o NDP de ressonância 405 pode ser um HE NDP. Em vários aspectos, o tempo entre o anúncio de ressonância 401 e o NDP de ressonância 405 pode ser um período de tempo de SIFS e o tempo entre o NDP de ressonância 405 e as transmissões de CSI 410A e 410B podem ser um período de tempo SIFS (ou PIFS).

[0073] A figura 5A é um diagrama de sequência de tempo que ilustra outro exemplo de uma troca de quadro 500a de retorno de CSI entre um AP 110 e múltiplos dispositivos

de comunicação sem fio 120 (por exemplo, dispositivos de comunicação sem fio 120a e 120b da Figura 1, ilustrados como STA1 e STA2 na Figura 5A). A troca de quadros 500a pode usar um protocolo legado, MU-MIMO ou OFDMA para determinar e comunicar a CSI com um ou mais dispositivos de comunicação sem fio 120. Como mostrado na figura 5A, e em conjunto com a figura 1, um AP 110 pode transmitir o pacote 402 para os dispositivos de comunicação sem fio 120. O pacote 402 pode compreender um anúncio de ressonância 401 que indica quais os dispositivos de comunicação sem fio 120 são os destinatários pretendidos e o formato do (s) quadro (s) de ressonância próxima (NDP de ressonância 407 e NDP de ressonância 405, como mostrado na figura 5A). Em uma modalidade exemplar, o pacote 402 é uma PPDU, e o anúncio de ressonância 401 é uma sua porção, compreendendo um NDPA. Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 401 indica que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP, que o NDP de ressonância 407 é um VHT NDP, ou ambos. Essas indicações podem compreender um ou mais bits no anúncio de ressonância 401. Em uma modalidade, um bit reservado no campo de token de diálogo de ressonância NDPA é usado para indicar que o NDP de ressonância 405 é um HE NDP, que NDP de ressonância 407 é um VHT NDP ou ambos. Em outra modalidade, o AP 110 designa um valor específico do campo de token de diálogo para indicar a ressonância HE, a ressonância VHT ou ambas. De acordo com qualquer uma destas modalidades, os dispositivos de comunicação sem fio 120 que recebem o NDP de ressonância 405 ou o NDP de ressonância 407 sabem se devem responder com CSI usando a ressonância HE, a ressonância VHT ou alguma combinação destes.

[0074] Em algumas modalidades, o anúncio de ressonância 401 também pode instruir alguns ou todos os dispositivos de comunicação sem fio recipientes 120 para

responderem simultaneamente após o NDP de ressonância 405. Em vários aspectos, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem ser instruídos a responder um período de tempo SIFS após receber o NDP de ressonância 405. O anúncio de ressonância 401 pode ainda instruir os dispositivos de comunicação sem fio 120 a usar uma PPDU legada, UL-MU-MIMO, UL-OFDMA ou uma combinação deles e os parâmetros correspondentes para transmissão de CSI (por exemplo, para transmissões de CSI 410A e 410B). O anúncio de ressonância 401 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante aos quadros 700 ou 701 aqui discutidos em relação à figura 7A ou 7B.

[0075] O pacote 402 pode também compreender um quadro de acionamento 404. Em vários aspectos, o quadro de acionamento 404 pode indicar quais dispositivos de comunicação sem fio 120 devem participar na troca de quadro 500a, de modo que um dispositivo de comunicação sem fio particular 120 sabe iniciar uma transmissão (por exemplo, transmissão 410A ou 410B). Em alguns aspectos, o quadro de acionamento 404 pode prover uma indicação de uma alocação de recursos para os dispositivos de comunicação sem fio 120 para a transmissão da CSI solicitada pelo AP 110. Em algumas modalidades, a indicação da alocação de recursos é uma indicação de uma transmissão espacial ou largura de banda de frequência alocada ao dispositivo de comunicação sem fio 120, que pode ser um tom específico ou alocação de sub-banda. O anúncio de ressonância 401 pode ser agregado com o quadro de acionamento 404. Por exemplo, o anúncio de ressonância 401 e o quadro de acionamento 404 podem ser transmitidos cada um dentro de uma carga útil da mesma transmissão de PPDU (por exemplo, o pacote 402). Em outro exemplo, o quadro de acionamento 404 é enviado após o anúncio de ressonância 401 sem qualquer tempo entre as transmissões. O quadro de

acionamento 404 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao quadro 800 aqui discutido em relação à figura 8.

[0076] O AP 110 pode então transmitir o NDP de ressonância 407 após a transmissão do anúncio de ressonância 401 e do quadro de acionamento 404. O AP também pode transmitir o NDP de ressonância 405 após o NDP de ressonância 407. Podem ser utilizados múltiplos NDPs de ressonância para que os dispositivos de comunicação sem fio 120 de um primeiro conjunto de capacidades possam estimar o canal com base no NDP de ressonância 407 e, de modo que os dispositivos de comunicação sem fio 120 de um segundo conjunto de capacidades possam estimar o canal com base no NDP de ressonância 405. Em uma modalidade exemplar, o NDP de ressonância 407 é utilizável por dispositivos de capacidade de vazão elevada (VHT) e o NDP de ressonância 405 é utilizável por dispositivos HE. Em resposta ao NDP de ressonância 405, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem transmitir CSI para o AP 110. Especificamente, os dispositivos de comunicação sem fio 120 identificados pelo anúncio de ressonância 401 podem estimar o canal com base no NDP de ressonância 405 e no NDP de ressonância 407 e enviar uma representação do canal estimado em uma transmissão de CSI de retorno de ressonância. Na modalidade em que apenas o uso interno é contemplado, o NDP de ressonância VHT 407 pode ser transmitido e um NDP de ressonância HE 405 pode não ser transmitido. Na figura 5A, STA1 e STA2 transmitem simultaneamente as transmissões de CSI 410A e 410B para o AP 110. As transmissões de CSI 410A e 410B podem ser transmissões legadas, transmissões UL-MU-MIMO, transmissões UL-OFDMA ou alguma combinação delas. Em algumas modalidades, as transmissões simultâneas podem ocorrer ao mesmo tempo ou dentro de um determinado período de tempo limite. Essas

transmissões simultâneas podem utilizar a alocação de recursos provida no quadro de acionamento 404. Ao receber as transmissões de CSI 410A e 410B, o AP 110 pode determinar com precisão, informação sobre o canal a partir do AP 110 para cada um dos dispositivos de comunicação sem fio 120 (por exemplo, STA1 e STA2). O NDP de ressonância 405 pode ser transmitido de acordo com um formato semelhante ao formato do quadro 900 aqui discutido em relação à figura 9. Em alguns aspectos, o NDP de ressonância 405 pode ser um HE NDP, e o NDP de ressonância 407 pode ser um VHT NDP de acordo com o 802.11ac. Em vários aspectos, o tempo entre o pacote 402 e o NDP de ressonância 407 pode ser um período de tempo SIFS, o tempo entre o NDP de ressonância 407 e o NDP de ressonância 405 pode ser um período de tempo SIFS e o tempo entre o NDP de ressonância 405 e as transmissões de CSI 410A e 410B podem ser um período de tempo SIFS (ou PIFS).

[0077] Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 401 pode compreender um NDPA que pode ser entendido por STAs de ambas as capacidades. Em uma modalidade, este NDPA é um NDPA VHT, ou um NDPA VHT modificado. De acordo com esta modalidade, o NDPA precisa garantir que nenhum dispositivo de comunicação sem fio VHT 120 responda imediatamente após o NDP de ressonância 407. Em alguns aspectos, isso é conseguido definindo o AID no primeiro campo de informação de STA do NDPA para um valor que não corresponde a um dispositivo de comunicação sem fio VHT 120. Em outros aspectos, isso é conseguido definindo o AID no primeiro campo de informação de STA do NDPA para um valor que não corresponde a nenhum dispositivo de comunicação sem fio VHT ou HE 120. Embora as modalidades acima que alterem o tempo de resposta dos dispositivos de comunicação sem fio 120 não possam ser descritas em detalhes em relação às figuras 4A-D, 5B e 6, um especialista na técnica

apreciaria que essas modalidades também podem se aplicar ao mesmo de maneira semelhante ou similar.

[0078] A figura 5B é um diagrama de sequência de tempo que ilustra outro exemplo de uma troca de quadro 500b de retorno de CSI entre um AP 110 e múltiplos dispositivos de comunicação sem fio 120 semelhantes à troca de quadros 500a da figura 5A. Uma diferença entre as trocas de quadro 500a e 500b é que o NDP de ressonância 407 e o NDP de ressonância 405 são ilustrados juntos como parte do pacote 408 na figura 5B. Em uma modalidade, o NDP de ressonância 407 e o NDP de ressonância 405 fazem parte do mesmo pacote 408. De acordo com esta modalidade, o pacote 408 pode ser um NDP de ressonância utilizável por um primeiro conjunto de dispositivos com um primeiro conjunto de capacidades com campos adicionais longos anexados e utilizáveis por um segundo conjunto de dispositivos com um segundo conjunto de capacidades. Em uma modalidade, o pacote 408 é um VHT NDP com campos de instrução longos (LTFs) anexados ao mesmo, LTFs utilizáveis por dispositivos HE. Em outra modalidade, o NDP de ressonância 405 é um HE NDP enviado imediatamente após a PPDU do NDP 407, que é um VHT NDP, e sem qualquer momento intermediário.

[0079] Em todas as modalidades descritas acima em relação às figuras 4A-D e figuras 5A-B, o anúncio de ressonância 401 pode estar contido em um quadro MAC que faz parte de uma PPDU. Alternativamente, o anúncio de ressonância 401 pode ser transmitido de forma semelhante às modalidades descritas em relação à figura 6.

[0080] A figura 6 é um diagrama de sequência de tempo que ilustra outro exemplo de uma troca de quadros 600 de retorno de CSI entre um AP 110 e múltiplos dispositivos de comunicação sem fio 120. Semelhante às trocas de quadro descritas acima (400a-d e 500a-b), a troca de quadro 600

envolve a transmissão de um anúncio de ressonância 601 e um NDP de ressonância 605 para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio 120 e, posteriormente, receber informação de CSI proveniente dos dispositivos comunicação sem fio nas transmissões 410A e 410B. No entanto, na figura 6, o anúncio de ressonância 601 é ilustrado como sendo parte do cabeçalho do pacote 604. Em algumas modalidades, o pacote 604 também pode conter uma carga útil 609, mas em outras modalidades, o pacote 604 não é formado com uma carga útil 609. Em uma modalidade, o anúncio de ressonância 601 pode incluir a sinalização de referência para a estimativa de canal, de modo que o NDP de ressonância 605 não pode ser enviado. De acordo com esta modalidade, a sinalização de referência pode ser uma pluralidade de LTFs.

[0081] Em uma modalidade, o pacote 604 é uma PPDU. De acordo com esta modalidade, o anúncio de ressonância 601 e a informação de alocação (semelhante ao quadro de acionamento 404 descrito acima) estão contidas em um quadro de camada física da PPDU. Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 601 indica que o NDP de ressonância 605 é um HE NDP ou um VHT NDP e se os dispositivos de comunicação sem fio 120 que recebem o NDP de ressonância 605 devem responder ou não com CSI usando a ressonância HE ou a ressonância VHT, semelhante às modalidades descritas acima. Em uma modalidade, o quadro de camada física que contém o anúncio de ressonância 601 e a informação de alocação é o campo SIG-B de uma PPDU 802.11. Em outras modalidades, um ou mais campos de uma PPDU podem conter informação comuns a todos os dispositivos de comunicação sem fio 120 que recebem o pacote 604 e outro campo da PPDU pode conter parâmetros para cada um dos dispositivos de comunicação sem fio individuais 120. Em uma modalidade exemplar, um campo SIG-A ou SIG-B (ou ambos) de uma PPDU 802.11 pode conter informação comum a

todos os dispositivos de comunicação sem fio 120 que recebem o pacote 604 e um campo SIG-C da PPDU 802.11 pode conter parâmetros para cada um dos dispositivos de comunicação sem fio individuais 120.

[0082] Todas as modalidades descritas acima em relação às figuras 4A-D, figuras 5A-B e figura 6, podem ser ligeiramente alteradas de modo que as trocas de quadro descritas nas figuras possam ser programadas para começar em tempos negociados para um ou mais dos dispositivos de comunicação sem fio 120. Nessas trocas de quadros alteradas, um anúncio de ressonância (por exemplo, 401 ou 601) pode não ser necessário, pois todos os parâmetros de CSI podem ser negociados de antemão. Consequentemente, o AP 110 pode negociar um procedimento de ressonância com um ou mais dos dispositivos de comunicação sem fio 120 indicando um momento em que os NDPs de ressonância (por exemplo, 405, 407 ou 605) serão enviados. Em uma modalidade, os NDPs de ressonância incluem um identificador para o AP 110. Ao negociar o procedimento de ressonância, o AP 110 também pode indicar o tipo de retorno ou CSI solicitado e pode indicar um momento em que as pesquisas de relatório de formação de feixe de multiusuário (MU BR) podem ser enviadas pelo AP 110.

[0083] Nesta ressonância periódica programada, um ou mais dos dispositivos de comunicação sem fio 120 podem acordar no tempo indicado para receber o NDP de ressonância (por exemplo, 405, 407 ou 605) e estimar o canal de acordo com o NDP de ressonância. Em uma modalidade, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem aguardar uma ressonância MU BR a partir do AP 110, que o AP 110 pode enviar imediatamente após o NDP, ou em um tempo programado. Em outra modalidade, os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem ser autorizados a lidar com o envio de um único usuário CSI. Em

algumas modalidades, o grupo BR também pode indicar o tipo de retorno solicitado.

[0084] Em alguns aspectos, o anúncio de ressonância 401 (como mostrado nas Figuras 4A-4D e figuras 5A-B) pode ser um NDPA carregado na carga útil de uma 1x ou 4x PPDU. A PPDU pode ser uma PPDU de usuário único (SU) ou PPDU MU (MIMO ou OFDMA) e pode incluir uma ou mais unidades de dados de protocolo MAC (MPDUs), pelo menos uma das quais é um quadro MAC NDPA. Nesta modalidade, a agregação discutida em relação à figura 4B e 5B pode ser realizada pela agregação do quadro NDPA MAC em uma MPDU agregada (A-MPDU) com outros quadros MAC (por exemplo, um quadro de acionamento). O quadro NDPA MAC provê pelo menos uma identificação das STAs que devem estimar e relatar a CSI, os parâmetros para o formato do CSI (banda, resolução, quantização) e pode incluir parâmetros para a transmissão da CSI (UL-MU-MIMO / OFDMA, alocação de recursos, MCS, etc.).

[0085] A figura 7A é um diagrama de um formato exemplar de um quadro MAC NDPA 700. Nesta modalidade, o quadro NDPA 700 inclui um campo de controle de quadro (FC) 705, um campo de duração 710, um campo de endereço de receptor (RA) 715, um campo de endereço de transmissor (TA) 720, campo de token de diálogo de ressonância 725, um campo de informação (info) por STA 730 e um campo de sequência de verificação de quadros (FCS) 750. O campo FC 705 indica um subtipo de controle ou um subtipo de extensão. No campo FC 705, a versão, o tipo e o subtipo do protocolo podem ser os mesmos definidos para o quadro de anúncio NDP definido pelo padrão 802.11ac. Neste caso, um ou mais bits em um dos campo FC 705, campo de duração 710, campo TA 720, campo RA 715 ou campo de token de diálogo de ressonância 725 podem ser usados para indicar que o quadro NDPA 700 possui um formato modificado para o seu uso como descrito nesta aplicação.

Alternativamente, um novo tipo e novo subtipo podem ser usados para indicar que o quadro NDPA 700 possui um formato específico para o uso, conforme descrito nesta aplicação. Em alguns aspectos, dois bits reservados no campo de token de diálogo de ressonância 725 podem ser usados para indicar se os dispositivos de comunicação sem fio 120 devem enviar suas respostas para o quadro NDPA 700 através de transmissões UL-MU-MIMO, transmissões UL-OFDMA ou de acordo com comportamento 802.11ac (ou seja, uma STA envia CSI imediatamente e as outras STAs aguardam ser entrevistadas).

[0086] O campo de duração 710 indica a qualquer receptor do quadro NDPA 700 para configurar o vetor de alocação de rede (NAV). O campo RA 715 indica os dispositivos de comunicação sem fio 120 (ou STAs) que são os destinatários pretendidos do quadro. O campo RA 715 pode ser ajustado para um grupo broadcast ou multicast que inclui as STAs listadas nos campos de informação da STA 730-740. Se o tipo ou subtipo estiver configurado para um novo valor, em uma modalidade, o campo RA 715 pode ser omitido, pois o tipo / subtipo indica implicitamente que o destino é transmitido. O campo TA 720 indica o endereço do transmissor ou um identificador de BSS (BSSID). O campo de token de diálogo de ressonância 725 indica o anúncio de ressonância particular para as STAs.

[0087] Em uma modalidade em que o quadro de NDPA 700 indica que a resposta deve ser enviada usando UL-MU-MIMO, as STAs listadas nos campos de informação da STA 730-740 podem responder usando UL-MU-MIMO. Nesse aspecto, a ordem de fluxo pode seguir a mesma ordem dos campos de informação da STA 730-740. Além disso, o número de fluxos a serem alocados e os desvios de potência para cada uma das STAs podem ser previamente negociados. Em outro aspecto, o número de fluxos alocados por STA pode ser baseado no número de fluxos emitidos pelo NDP de ressonância. Por exemplo, o

número de fluxos por STA pode ser igual ao número de fluxos sonorizados divididos pelo número máximo de fluxos disponíveis para todas as estatísticas listadas.

[0088] Em uma modalidade em que o quadro NDPA 700 indica que a resposta deve ser enviada usando UL-OFDMA, as STAs listadas nos campos de informação da STA 730-740 podem responder usando UL-OFDMA. Nesse aspecto, a ordem de canais pode seguir a mesma ordem dos campos de informação da STA 730-740. Além disso, o número de canais a serem alocados e os desvios de potência para cada STAs podem ser pré-negociados. Em outro aspecto, o número de canais alocados por STA pode ser baseado no número de canais emitidos pelo NDP de ressonância.

[0089] O campo de informação da STA 730 contém informação sobre uma determinada STA e pode incluir um conjunto de informação per-STA (por dispositivo de comunicação sem fio 120) (vide informação STA 1 730 e info STA N 740). O campo de informação da STA 730 pode incluir um campo de AID 732 que identifica uma STA, um campo de tipo de retorno 734 e um campo de índice Nc 736. O campo FCS 750 carrega um valor FCS usado para a detecção de erro do quadro de NDPA 700. Em alguns aspectos, o quadro de NDPA 700 também pode incluir um campo de duração de PPDU (não mostrado). O campo de duração da PPDU indica a duração da próxima PPDU UL-MU-MIMO (ou UL-OFDMA) que os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem enviar. Em outros aspectos, a duração da PPDU pode ser previamente acordada entre um AP 110 e os dispositivos de comunicação sem fio 120. Em algumas modalidades, o campo de duração de PPDU pode não ser incluído se o campo de duração 710 for usado para calcular a duração da resposta que os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem enviar.

[0090] Em alguns aspectos, um anúncio de ressonância pode incluir um quadro de anúncio de pacote de dados nulos modificado (NDPA). A figura 7B é um diagrama de um formato exemplar de um quadro de NDPA MAC modificado 701. Nesta modalidade, o quadro de NDPA 701 contém os mesmos campos que o quadro NDPA 700, exceto que os campos de informação 730-740 da STA são estendidos por um ou dois bytes para incluir novos campos. Nesta modalidade, os campos de informação da STA 760-770 podem incluir vários campos de fluxo espacial (Nss) 733 que indicam o número de fluxos espaciais que uma STA pode usar (em um sistema UL-MU-MIMO), um campo de ajuste de tempo 735 que indica um tempo em que uma STA deve ajustar a sua transmissão em comparação com a recepção de um quadro de acionamento, um campo de ajuste de energia 737 que indica um retorno de energia, uma STA deve tomar de uma potência de transmissão declarada, um campo de indicação 738 que indica os modos de transmissão permitidos, e um campo MCS 739 que indica o MCS que a STA deve usar ou o recuo que a STA deve usar. O campo de informação da STA 760 pode incluir uma indicação de 1 bit sobre se a STA pode responder imediatamente ou esperar para ser interrogada mais tarde. Em outro aspecto, o quadro NDPA 700 ou 701 pode incluir um campo que indica que um certo número de STAs deve responder imediatamente e a STA restante deve esperar para ser interrogada mais tarde.

[0091] Em alguns aspectos, o quadro de NDPA 700 também pode incluir um campo de duração PPDU (não mostrado). O campo de duração do PPDU indica a duração do seguinte PPDU UL-MU-MIMO que os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem enviar. Em outros aspectos, a duração do PPDU pode ser previamente acordada entre um AP 110 e os dispositivos de comunicação sem fio 120. Em algumas modalidades, o campo de duração de PPDU pode não ser incluído se o campo de duração

710 carregar um valor que permita a computação da duração da resposta que os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem enviar.

[0092] Em alguns aspectos, uma PPDU que compreende o anúncio de ressonância pode adicionalmente compreender um quadro limpar para transmitir (CTX). A figura 8 é um diagrama de um formato exemplar de um quadro CTX 800. Em algumas modalidades, a estrutura CTX 800 pode compreender uma estrutura MAC NDPA. Nesta modalidade, a estrutura CTX 800 inclui um campo de controle de quadros (FC) 805, um campo de duração 810, um campo de endereço de transmissor (TA) 815, um campo de controle (CTRL) 820, um campo de duração de PPDU 825, um campo de informação de STA 830 e um campo de sequência de verificação de quadros (FCS) 855. O campo FC 805 indica um subtipo de controle ou um subtipo de extensão. O campo de duração 810 indica a qualquer receptor do quadro CTX 800 para ajustar o vetor de alocação de rede (NAV). O campo TA 815 indica o endereço do transmissor ou um BSSID. O campo CTRL 820 é um campo genérico que pode incluir informação sobre o formato da parte restante do quadro (por exemplo, o número de campos de informação STA e a presença ou ausência de qualquer subcampo dentro de um campo de informação da STA), indicações para adaptação de taxa para os dispositivos de comunicação sem fio 120 (por exemplo, um número que indica como a STA deve diminuir seus MCSs, em comparação com o MCS que a STA usaria em uma transmissão de um único usuário (SU) ou um número que indicasse o sinal para interferência mais perda de taxa de ruído (SINR) que a STA deve considerar quando se computa o MCS na oportunidade de transmissão UL (TXOP), em comparação com a computação MCS na transmissão SU), indicação de TID permitido, e indicação de que uma mensagem de limpar para enviar (CTS) deve ser enviada imediatamente após o quadro CTX 800. O campo CTRL 820 também

pode indicar se o quadro CTX 800 está sendo usado para UL-MU-MIMO ou para UL-OFDMA ou ambos, indicando se um Nss ou campo de alocação de ressonância está presente no campo Info STA 830. Alternativamente, a indicação de se a CTX é para UL-MU-MIMO ou para UL-OFDMA pode ser baseada no valor do subtipo. Em alguns aspectos, as operações UL-MU-MIMO e UL-OFDMA podem ser realizadas conjuntamente especificando para uma STA os fluxos espaciais a serem utilizados e o canal a ser utilizado, caso em que ambos os campos estão presentes na CTX; Neste caso, a indicação Nss é referida a uma alocação de tom específica. O campo de duração de PPDU 825 indica a duração da próxima UL-MU-MIMO PPDU que os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem enviar. O campo de informação da STA 830 contém informação relativa a uma determinada STA e pode incluir um conjunto de informação per-STA (por dispositivo de comunicação sem fio 120) (ver informação STA 1 830 e Info STA N 850). O campo de informação da STA 830 pode incluir um campo de endereço AID ou MAC 832 que identifica um campo STA, vários campos de fluxo espacial (Nss) 834 que indicam o número de fluxos espaciais que uma STA pode usar (em um sistema UL-MU-MIMO), um campo de ajuste de tempo 836 que indica um tempo em que uma STA deve ajustar a sua transmissão em comparação com a recepção de um quadro de acionamento (a CTX neste caso), um campo de ajuste de potência 838 que indica um retorno de energia que uma STA deve tirar de uma potência de transmissão declarada, um campo de alocação de tons 840 que indica os tons ou frequências que uma STA pode usar (em um sistema UL-OFDMA), um campo de modo de transmissão permitido (TX) 842 que indica os modos de transmissão permitidos e um campo MCS 844 que indica o MCS que a STA deve usar. O campo 855 FCS carrega um valor FCS usado para detecção de erro do quadro CTX 800.

[0093] Em algumas modalidades, o campo de duração de PPDU 825 pode ser omitido do quadro de CTX 800 se o campo de duração 810 carregar um valor que permita a computação da duração da resposta que os dispositivos de comunicação sem fio 120 podem enviar. Em outras modalidades, o quadro CTX 800 pode incluir um número de sequência de ressonância ou um número de token que as STAs podem usar em suas respostas para indicar ao AP 110 que suas mensagens são em resposta ao mesmo quadro CTX 800. Em alguns aspectos, o campo de informação da STA 830 pode incluir uma indicação de 1 bit sobre se a STA pode responder imediatamente ou esperar para ser interrogada mais tarde. Em algumas modalidades, o campo FC 805 ou o campo CTRL 820 pode indicar que o quadro CTX 800 é um quadro CTX de anúncio de ressonância (ou seja, o CTX é seguido por um quadro de ressonância (NDP) e solicita respostas de várias STAs).

[0094] Em outra modalidade, a porção de anúncio de ressonância de uma PPDU (por exemplo, o anúncio de ressonância 401) pode transportar a informação de anúncio em um ou mais dos (s) campo (s) SIG no cabeçalho PHY. Em um exemplo, a PPDU não pode carregar uma carga útil MAC. Em outro exemplo, a PPDU pode incluir uma carga útil MAC com informação de dados, controle ou gerenciamento.

[0095] Em um exemplo, o anúncio de ressonância 401 pode estar na porção MAC de uma PPDU 802.11ax com um campo SIG-B de alta eficiência (HE) compreendendo pelo menos uma identificação do AP transmissor, uma identificação das STAs que supostamente computam a CSI, identificação das STAs que supostamente responderiam com UL-MU-MIMO / OFDMA CSI e os parâmetros de transmissão correspondentes.

[0097] Em outro exemplo, o anúncio de ressonância é realizado apenas no cabeçalho PHY de uma PPDU e compreende a informação de alocação de recursos UL, instruindo a STA

nos parâmetros de transmissão para o envio da resposta PPDU UL-MU-MIMO / OFDMA, mas não inclui informação de anúncio de ressonância no cabeçalho PHY. A informação de anúncio de ressonância pode ser transportada por um quadro NDPA MAC na carga útil. Assim, a combinação da sinalização no cabeçalho PHY e na carga útil MAC transporta toda a sinalização necessária para as STAs para calcular e denunciar a CSI, em uma troca de quadros como mostrado nas figuras 4A-D, 5A-B ou 6.

[0097] Em alguns aspectos, um NDP de ressonância pode incluir uma estrutura de HE NDP. A figura 9 é um diagrama de um exemplo de um quadro de NDP. Na modalidade ilustrada, o pacote / quadro de camada física 900 inclui um L-STF 902, L-LTF 904, um L-SIG 906, o HE-SIG-A 908, um HE-SIG-B 910 e HE-STF 912, HE-LTFs 914-918 e HE-SIG-C 920. Uma pessoa com conhecimentos comuns na técnica apreciará que o pacote / quadro 900 de camada física ilustrado pode incluir campos adicionais, os campos podem ser reorganizados, removidos e/ou redimensionados e o conteúdo dos campos variados. Por exemplo, o HE-SIG-C 920 pode ser omitido em algumas modalidades.

[0098] De acordo com as modalidades descritas acima, HE-SIG-A 908 ou HE-SIG-B 910 pode incluir uma indicação de que o quadro 900 é um NDP. Adicionalmente ou em alternativa, HE-LTFs 914-918 pode ser usado por STAs para calcular CSI solicitada por um AP.

[0099] A figura 10 é um diagrama de fluxo de um método exemplar 1000 para comunicação sem fio de acordo com certas modalidades aqui descritas. Em algumas modalidades, o método 1000 pode ser realizado por um aparelho para comunicação sem fio, tal como o AP 110 da figura 1 ou o dispositivo de comunicação sem fio 302 da figura 3. No entanto, uma pessoa com conhecimentos comuns na técnica

apreciará que o método 1000 pode ser implementado por outros dispositivos e sistemas adequados.

[00100] No bloco de operação 1005, o dispositivo de comunicação sem fio 302, por exemplo, transmite uma primeira porção de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato ou um segundo formato. A primeira porção da primeira mensagem contém a primeira informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o primeiro formato ou um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato. A primeira mensagem solicita informação de estado de canal (por exemplo, de um ou mais dispositivos de comunicação sem fio). Em alguns aspectos, a primeira porção da primeira mensagem é transmitida para um ou mais dos dispositivos de comunicação sem fio 120 da figura 1. Em alguns aspectos, o primeiro formato é um formato de capacidade de vazão muito alta (VHT). Em certos aspectos, o segundo formato é um formato de alta eficiência (HE).

[00101] No bloco operacional 1010, o dispositivo de comunicação sem fio 302, por exemplo, transmite uma segunda porção da primeira mensagem de acordo com o segundo formato. A segunda porção da primeira mensagem contém a segunda informação destinada ao segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio compatíveis com o segundo formato. Conforme ilustrado, a segunda porção da mensagem compreende pelo menos um de uma lista de identificadores (por exemplo, para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio a partir dos quais a informação de estado de canal é solicitada), um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal e/ou informação de alocação de transmissão de uplink (por exemplo, para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio a partir dos quais a informação de estado de canal é solicitada). Em vários

aspectos, a primeira mensagem é um anúncio de ressonância contida em uma PPDU e, em alguns aspectos, a primeira mensagem é uma DNPA. Em algumas modalidades, a primeira mensagem está contida em um cabeçalho de uma unidade de dados de protocolo de convergência de camada física (PPDU). Uma carga útil da PPDU pode incluir dados para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio a partir dos quais a informação de estado de canal é solicitada. Em outras modalidades, a PPDU pode compreender um cabeçalho PHY que compreende a primeira mensagem, enviada sem carga útil. Em algumas modalidades, a primeira mensagem está contida em uma carga útil de uma unidade de dados de protocolo de convergência de camada física (PPDU).

[00102] Em alguns aspectos, a segunda porção da primeira mensagem adicionalmente compreende uma indicação de um tom ou sub-banda ao qual a informação de estado de canal é solicitada. Como um exemplo não limitativo, solicitar CSI de uma sub-banda ao invés de uma largura de banda inteira pode prover uma estimativa mais precisa da CSI. Em alguns aspectos, pelo menos uma porção da primeira mensagem é transmitida no tom ou sub-banda ao qual a informação de estado de canal é solicitada, e em outros aspectos, o tom ou sub-banda ao qual a informação de estado de canal é solicitada é especificamente identificado na primeira mensagem. Em uma modalidade, o tom ou sub-banda ao qual a informação de estado de canal é solicitada é o mesmo que o tom ou a sub-banda alocados a um ou mais dispositivos de comunicação sem fio para transmissão de uplink.

[00103] Em alguns aspectos, a primeira mensagem (por exemplo, a segunda porção) pode compreender ainda pelo menos uma de uma primeira indicação de que um quadro de ressonância será transmitido após a transmissão da primeira mensagem, uma segunda indicação de que a ressonância de

múltiplos usuários é solicitada ou um identificador de alocação (AID) correspondente a um campo reservado. Como um exemplo não limitativo, uma vantagem desses dados adicionais é que eles podem ser usados para impedir que dispositivos de comunicação sem fio transmitam de imediato CSI de usuário único de acordo com um formato de VHT ou legado. Em alguns aspectos, a primeira mensagem pode, adicionalmente ou em alternativa, incluir dados para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio a partir dos quais a informação de estado de canal é solicitada ou informação de gerenciamento. Como um exemplo não limitativo, este formato pode permitir que um AP e várias STAs reduzam o tempo total necessário para enviar dados / ACKs e solicitações / respostas de CSI entre as entidades.

[00104] No bloco operacional opcional 1015 (indicado por linhas tracejadas), o dispositivo de comunicação sem fio 302, por exemplo, transmite (por exemplo, para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio) uma segunda mensagem contendo a terceira informação que é utilizável (por exemplo, para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio) para determinar a informação de estado de canal. Em vários aspectos, a primeira mensagem é uma mensagem de anúncio de quadro de ressonância e a segunda mensagem é um quadro de ressonância (por exemplo, um NDP). Em certos aspectos, a segunda mensagem adicionalmente compreende uma primeira indicação de que o quadro de ressonância é destinado ao segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio e/ou uma segunda indicação de que a informação de estado de canal multiusuário é solicitada. Em uma modalidade a terceira informação compreende uma pluralidade de campos de instrução longos utilizáveis para determinar a informação de estado de canal. Em alguns aspectos, a mensagem de anúncio do quadro de ressonância é

um anúncio de pacotes de dados nulos de alta eficiência (HE-NDPA) e o quadro de ressonância é um pacote de dados nulo de alta eficiência (HE-NDP). Em alguns aspectos, a segunda mensagem compreende uma pluralidade de campos de instrução longos que são usados para determinar a informação de estado de canal solicitada. Em vários aspectos, a segunda mensagem é transmitida um espaço de interquadro curto (SIFS) após a primeira mensagem. Em alguns aspectos, o bloco operacional 1015 não faz parte do método 1000.

[00105] No bloco operacional opcional 1020 (indicado por linhas tracejadas), o dispositivo de comunicação sem fio 302, por exemplo, recebe a informação de estado de canal (por exemplo, a partir de um ou mais dispositivos de comunicação sem fio a partir dos quais a informação de estado de canal é solicitada) através de dois ou mais tons ou sub-bandas. Em vários aspectos, a informação de estado de canal é recebida em uma unidade de dados de protocolo de convergência de camada física de multiusuário de uplink (UL-MU-PPDU). Em uma modalidade, a UL-MU-PPDU adicionalmente compreende uma confirmação de bloqueio de informação previamente transmitida para um ou mais dispositivos de comunicação sem fio a partir dos quais a informação de estado de canal é solicitada. Em algumas modalidades, a informação de estado de canal (por exemplo, UL-MU-PPDU) é recebida de acordo com um protocolo de múltipla entrada e múltipla saída (MIMO) ou um protocolo de acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA). Como um exemplo não limitativo, a transmissão simultânea de informação MU CSI em vários tons ou sub-bandas pode economizar no tempo de transmissão global necessário para todas as STAs para prover CSI a um AP. Em alguns aspectos, a transmissão UL pode adicionalmente compreender confirmação de bloqueio de informação previamente transmitida para um ou mais

dispositivos de comunicação sem fio a partir dos quais a informação de estado de canal é solicitada. Em alguns aspectos, o bloco operacional 1020 não faz parte do método 1000.

[00106] Em alguns aspectos, o método 1000 pode, adicionalmente ou de forma alternativa, compreender a transmissão, pelo dispositivo de comunicação sem fio 302 para um ou mais outros dispositivos de comunicação sem fio 302, por exemplo, uma segunda mensagem contendo a terceira informação que pode ser usada para determinar a informação de estado de canal. O método 1000 pode, adicionalmente ou em alternativa, compreender a recepção, pelo dispositivo de comunicação sem fio 302, por exemplo, da informação de estado de canal a partir de um primeiro dispositivo de comunicação sem fio. O método 1000 pode, adicionalmente ou em alternativa, compreender a transmissão, pelo dispositivo de comunicação sem fio 302, por exemplo, após receber a informação de estado de canal, um quadro de pesquisa de relatório de formação de feixe para acionar um segundo dispositivo de comunicação sem fio para transmitir a informação de estado de canal. Além disso, o método 1000 pode, adicionalmente ou em alternativa, compreender a recepção, pelo dispositivo de comunicação sem fio 302, por exemplo, da informação de estado de canal a partir do segundo dispositivo de comunicação sem fio.

[00107] Em algumas modalidades, um aparelho que executa o método 1000, ou um método semelhante, compreende vários meios para gerar as mensagens ou quadros aqui descritos e vários meios para transmitir as mensagens ou quadros. Em alguns aspectos, o aparelho pode adicionalmente compreender um ou mais dos vários meios para receber, meios para estimar, ou meios para alocar. Em várias modalidades, os vários meios para gerar, meios para estimar ou meios para

alocar podem compreender um ou mais do controlador 230, o processador de dados TX 210, a fonte de dados 208, o depósito de dados 244, a memória 232, o programador 234, o estimador de canal 228, o processador espacial TX 220, o processador espacial RX 240 ou as unidades receptoras / transmissoras 222a-ap da figura 2, o processador 304, a memória 306, o DSP 320, ou o sistema de barramento 322 da figura 3, ou seus equivalentes. Em várias modalidades, os vários meios de transmissão podem compreender um ou mais do controlador 230, o depósito de dados 244, o processador de dados TX 210, a fonte de dados 208, a memória 232, o programador 234, o processador espacial TX 220, as unidades receptoras / transmissoras 222a-ap, ou as antenas 224a-ap da figura 2, o processador 304, a memória 306, o DSP 320, o sistema de barramento 322, o transmissor 310, o transceptor 314 ou a antena 316 da figura 3, ou seus equivalentes. Em várias modalidades, os vários meios para receber podem compreender um ou mais do controlador 230, o depósito de dados 244, o processador de dados RX 242, a fonte de dados 208, a memória 232, o programador 234, o processador espacial RX 240, as unidades receptoras / transmissoras 222a-ap, ou as antenas 224a-ap da figura 2, o processador 304, a memória 306, o DSP 320, o sistema de barramento 322, o receptor 312, o transceptor 314 ou a antena 316 da figura 3, ou seus equivalentes.

[00108] Uma pessoa que tenha habilidades comuns na técnica entenderá que a informação e os sinais podem ser representados usando qualquer uma de uma variedade de diferentes tecnologias e técnicas. Por exemplo, os dados, instruções, comandos, informação, 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 dos mesmos.

[00109] Várias modificações às implementações descritas nesta descrição podem ser facilmente evidentes para os especialistas na técnica e os princípios gerais aqui definidos podem ser aplicados a outras implementações sem se afastarem do espírito ou do alcance desta divulgação. Assim, a divulgação não se destina a ser limitada às implementações aqui mostradas, mas deve ser concedido o escopo mais amplo consistente com as reivindicações, os princípios e os novos recursos aqui descritos. A palavra "exemplar" é usada exclusivamente para significar "servir como exemplo, exemplo ou ilustração". Qualquer implementação descrita aqui como "exemplar" não deve necessariamente ser interpretada como preferida ou vantajosa em relação a outras implementações.

[00110] Conforme usado aqui, uma frase que se refere a "pelo menos uma de" uma lista de itens refere-se a qualquer combinação desses itens, incluindo membros únicos. Por exemplo, "*pelo menos um de: A, B ou C*" destina-se a cobrir A ou B ou C ou A e B ou A e C ou B e C ou A, B e C ou 2A ou 2B ou 2C e assim por diante.

[00111] Certos recursos descritos nesta especificação no contexto de implementações separadas também podem ser implementados em combinação em uma única implementação. Por outro lado, vários recursos que são descritos no contexto de uma única implementação também podem ser implementados em implementações múltiplas separadamente ou em qualquer subcombinação adequada. Além disso, embora as características possam ser descritas acima como atuando em certas combinações e até mesmo reivindicadas inicialmente como tal, uma ou mais características de uma combinação reivindicada podem, em alguns casos, ser excisadas da

combinação e a combinação reivindicada pode ser direcionada para uma subcombinação ou variação de uma subcombinação.

[00112] As várias operações dos métodos descritas acima podem ser realizadas por qualquer meio adequado capaz de executar as operações, tais como vários componentes de hardware e/ou software, circuitos e/ou módulo (s). Geralmente, quaisquer operações ilustradas nas Figuras podem ser realizadas por meios funcionais correspondentes capazes de executar as operações.

[00113] Conforme usado aqui, o termo interface pode se referir a hardware ou software configurado para conectar dois ou mais dispositivos juntos. Por exemplo, uma interface pode ser parte de um processador ou um barramento e pode ser configurada para permitir a comunicação de informação ou dados entre os dispositivos. A interface pode ser integrada em um chip ou outro dispositivo. Por exemplo, em alguns aspectos, uma interface pode compreender um receptor configurado para receber informação ou comunicações de um dispositivo em outro dispositivo. A interface (por exemplo, de um processador ou de um barramento) pode receber informação ou dados processados por uma extremidade frontal ou outro dispositivo ou pode processar informação recebidas. Em alguns aspectos, uma interface pode compreender um transmissor configurado para transmitir ou comunicar informação ou dados para outro dispositivo. Assim, a interface pode transmitir informação ou dados ou pode preparar informação ou dados para emitir para transmissão (por exemplo, através de um ônibus).

[00114] Os vários blocos, módulos e circuitos lógicos ilustrativos descritos em conexão com a presente descrição podem ser implementados ou executados com um processador de propósito geral, um processador de sinal digital (DSP), um circuito integrado específico de aplicação

(ASIC), um sinal de matriz de porta programável em campo (FPGA) ou outro dispositivo lógico programável (PLD), porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação dele projetada para executar as funções aqui descritas. Um processador de propósito geral pode ser um microprocessador, mas, em alternativa, o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador ou máquina de estado comercialmente disponível. Um processador também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP ou qualquer outra configuração desse tipo.

[00115] Em um ou mais aspectos, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware ou qualquer combinação delas. Se implementadas no software, as funções podem ser armazenadas ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. A mídia legível por computador inclui ambas mídia de armazenamento em computador e mídia de comunicação, incluindo qualquer meio que facilite a transferência de um programa de computador de um lugar para outro. Uma mídia de armazenamento pode ser qualquer mídia disponível que possa ser acessada por um computador. A título de exemplo, e não de limitação, tais mídias legíveis por computador podem incluir memória RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento em disco óptico, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético ou qualquer outro meio que possa ser usado para transportar ou armazenar o código do programa desejado na forma de instruções ou estruturas de dados e que pode ser acessado por um computador. Além disso, qualquer conexão é devidamente

denominada um meio legível 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 óptica, par trançado, linha de assinante digital (DSL) ou tecnologias sem fio, como infravermelho, rádio e micro-ondas, então o cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, DSL ou tecnologias sem fio, como infravermelho, rádio e micro-ondas, estão incluídos na definição de meio. Disco e disquete, tal como aqui utilizados, incluem disco compacto (CD), disco laser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexível e disco Blu-ray, onde disquetes geralmente reproduzem os dados magneticamente, enquanto discos reproduzem os dados de forma óptica com lasers. Assim, em alguns aspectos, o meio legível por computador pode compreender meio legível por computador não transitório (por exemplo, mídia tangível). Além disso, em alguns aspectos, o meio legível por computador pode compreender meio legível por computador transitório (por exemplo, um sinal). As combinações dos itens acima também devem ser incluídas no escopo de mídia legível por computador.

[00116] Os métodos aqui descritos compreendem uma ou mais etapas ou ações para alcançar o método descrito. As etapas do método e/ou ações podem ser trocadas entre si sem se afastar do escopo das reivindicações. Em outras palavras, a menos que uma ordem específica de etapas ou ações seja especificada, a ordem e/ou o uso de etapas e/ou ações específicas podem ser modificados sem se afastar do escopo das reivindicações.

[00117] Além disso, deve ser apreciado que os módulos e/ou outros meios apropriados para realizar os métodos e técnicas aqui descritos podem ser baixados e/ou obtidos de outra forma por um terminal de usuário e/ou estação base, conforme aplicável. Por exemplo, um tal

dispositivo pode ser acoplado a um servidor para facilitar a transferência de meios para executar os métodos aqui descritos. Alternativamente, podem ser providos vários métodos aqui descritos através de meios de armazenamento (por exemplo, RAM, ROM, um meio de armazenamento físico tal como um disco compacto (CD) ou disquete, etc.), de modo que um terminal de usuário e/ou estação base possa obter os vários métodos ao se acoplar a, ou fornecer os meios de armazenamento ao dispositivo. Além disso, pode ser utilizada qualquer outra técnica adequada para prover os métodos e técnicas aqui descritos para um dispositivo.

[00118] Embora o que precede seja dirigido a aspectos da presente divulgação, podem ser concebidos outros aspectos e adicionais da divulgação sem se afastar do seu âmbito básico, e o seu escopo é determinado pelas reivindicações que se seguem.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de comunicação em uma rede sem fio (100), o método sendo **caracterizado** pelo fato de compreender:

transmitir, de um ponto de acesso, uma primeira porção (405) de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato, a primeira porção (405) da primeira mensagem contendo a primeira informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) compatíveis com o primeiro formato, e a primeira mensagem solicitando informação de estado de canal;

transmitir, de um ponto de acesso, uma segunda porção (407) da primeira mensagem de acordo com um segundo formato, a segunda porção (407) da primeira mensagem contendo a segunda informação destinada a um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) compatíveis com o segundo formato, a segunda porção (407) da primeira mensagem compreendendo pelo menos um dentre:

uma lista de identificadores; e

um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal;

transmitir uma segunda mensagem contendo uma terceira informação para determinar a informação de estado de canal; e

receber a informação de estado de canal de um ou mais dispositivos de comunicação sem fio (120) através de dois ou mais tons ou sub-bandas;

em que a primeira mensagem é uma mensagem de anúncio de quadro de ressonância e a segunda mensagem é um quadro de ressonância.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a informação de estado de canal é recebida em uma unidade de dados de protocolo de

convergência de camada física multiusuário de uplink, UL-MU-PPDU.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a informação de estado de canal é recebida de acordo com um protocolo de múltipla entrada e múltipla saída, MIMO, ou um protocolo de acesso múltiplo por divisão de frequência, FDMA.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a segunda mensagem compreende adicionalmente uma primeira indicação de que o quadro de ressonância é destinado para o segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) e uma segunda indicação de que a informação de estado de canal multiusuário é solicitada.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a mensagem de anúncio do quadro de ressonância é um anúncio de pacotes de dados nulos de alta eficiência, HE NDPA, e o quadro de ressonância é um pacote de dados nulos de alta eficiência ,HE NDP.

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

transmitir uma segunda mensagem contendo uma terceira informação que pode ser usada para determinar a informação de estado de canal;

receber a informação de estado de canal a partir de um primeiro dispositivo de comunicação sem fio (120);

transmitir, após receber a informação de estado de canal, um quadro de pesquisa de relatório de formação de feixe para acionar um segundo dispositivo de comunicação sem fio (120) para transmitir a informação de estado de canal;
e

receber a informação de estado de canal a partir do segundo dispositivo de comunicação sem fio (120).

7. Aparelho (302) para comunicação sem fio **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um processador configurado para gerar uma primeira porção (405) de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato, a primeira porção (405) da primeira mensagem contendo a primeira informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) compatíveis com o primeiro formato, e a primeira mensagem solicitando informação de estado de canal;

o processador sendo configurado ainda para gerar uma segunda porção (407) da primeira mensagem de acordo com um segundo formato, a segunda porção (407) da primeira mensagem contendo a segunda informação destinada a um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) compatíveis com o segundo formato, a segunda porção (407) da primeira mensagem compreendendo pelo menos um de:

uma lista de identificadores;

um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal; e

um transmissor configurado para transmitir a primeira mensagem; e um receptor,

em que

o processador é configurado ainda para gerar uma segunda mensagem contendo uma terceira informação para determinar a informação de estado de canal;

o transmissor é configurado ainda para transmitir a segunda mensagem;

o receptor é configurado ainda para receber a informação de estado de canal a partir de um ou mais dispositivos de comunicação sem fio (120) através de dois ou mais tons ou sub-bandas; e

a primeira mensagem é uma mensagem de anúncio de quadro de ressonância e a segunda mensagem é um quadro de ressonância.

8. Aparelho (302) de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que a informação de estado de canal é recebida em uma unidade de dados de protocolo de convergência de camada física multiusuário de uplink, UL-MU-PPDU.

9. Aparelho (302) de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que a segunda mensagem compreende adicionalmente uma primeira indicação de que o quadro de ressonância é destinado para o segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) e uma segunda indicação de que a informação de estado de canal multiusuário é solicitada.

10. Aparelho (302) de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que a mensagem de anúncio de quadro de ressonância é um anúncio de pacote de dados nulos de alta eficiência, HE NDPA, e o quadro de ressonância é um pacote de dados nulos de alta eficiência, HE NDP.

11. Aparelho que compreende um processador acoplado a uma memória que compreende instruções que, quando executadas, fazem com que o processador execute um método para comunicação sem fio, o aparelho sendo **caracterizado** pelo fato de compreender:

meios para transmitir, de um ponto de acesso, uma primeira porção (405) de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato, a primeira porção (405) da primeira mensagem contendo a primeira informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) compatíveis com o primeiro formato, e a primeira mensagem solicitando informação de estado de canal;

meios para transmitir, de um ponto de acesso, uma segunda porção (407) da primeira mensagem de acordo com um segundo formato, a segunda porção (407) da primeira mensagem contendo a segunda informação destinada a um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) compatíveis com o segundo formato, a segunda porção (407) da primeira mensagem compreendendo pelo menos um dentre:

uma lista de identificadores;

um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal;

meios para transmitir uma primeira mensagem;

meios para gerar uma segunda mensagem contendo uma terceira informação para determinar a informação de estado de canal;

meios para transmitir a segunda mensagem; e

meios para receber a informação de estado de canal de um ou mais dispositivos de comunicação sem fio (120) através de dois ou mais tons ou sub-bandas;

em que a primeira mensagem é uma mensagem de anúncio de quadro de ressonância e a segunda mensagem é um quadro de ressonância.

12. Método de comunicação em uma rede sem fio (100), o método sendo **caracterizado** pelo fato de compreender:

receber, de um ponto de acesso, uma primeira porção (405) de uma primeira mensagem de acordo com um primeiro formato, a primeira porção (405) da primeira mensagem contendo a primeira informação destinada a um primeiro conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) compatíveis com o primeiro formato, e a primeira mensagem solicitando informação de estado de canal;

receber, de um ponto de acesso, uma segunda porção (407) da primeira mensagem de acordo com um segundo formato, a segunda porção (407) da primeira mensagem contendo a

segunda informação destinada a um segundo conjunto de dispositivos de comunicação sem fio (120) compatíveis com o segundo formato, a segunda porção (407) da primeira mensagem compreendendo pelo menos um dentre:

uma lista de identificadores; e

um conjunto de parâmetros para estimar a informação de estado de canal;

receber uma segunda mensagem requerendo uma terceira informação para determinar a informação de estado de canal; e

transmitir a informação de estado de canal de um ponto de acesso através de dois ou mais tons ou sub-bandas;

em que a primeira mensagem é uma mensagem de anúncio de quadro de ressonância e a segunda mensagem é um quadro de ressonância.

13. Memória legível por computador **caracterizada** pelo fato de que possui instruções nela armazenadas que, quando executadas, fazem com que o processador realize o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 6 ou 12.

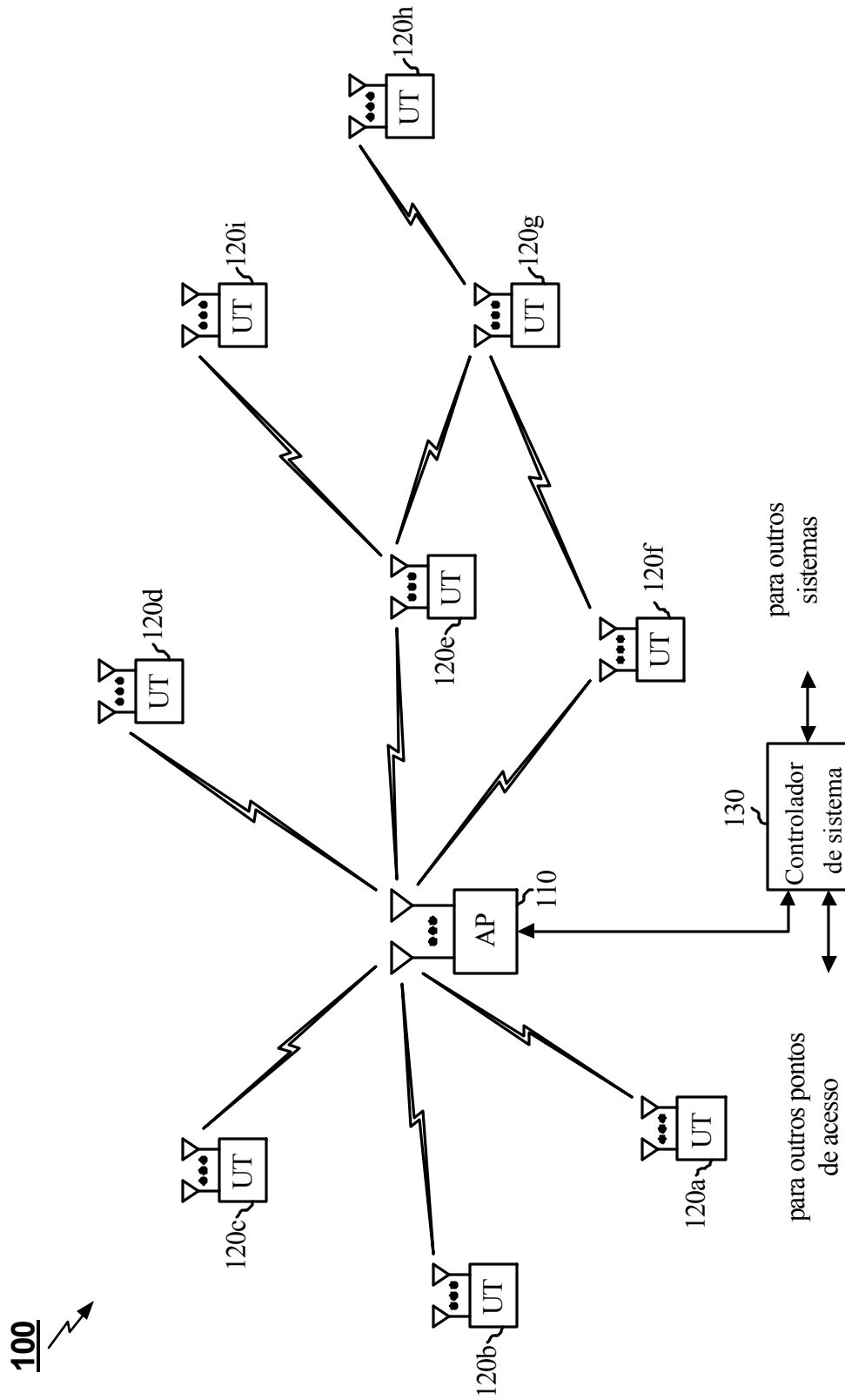
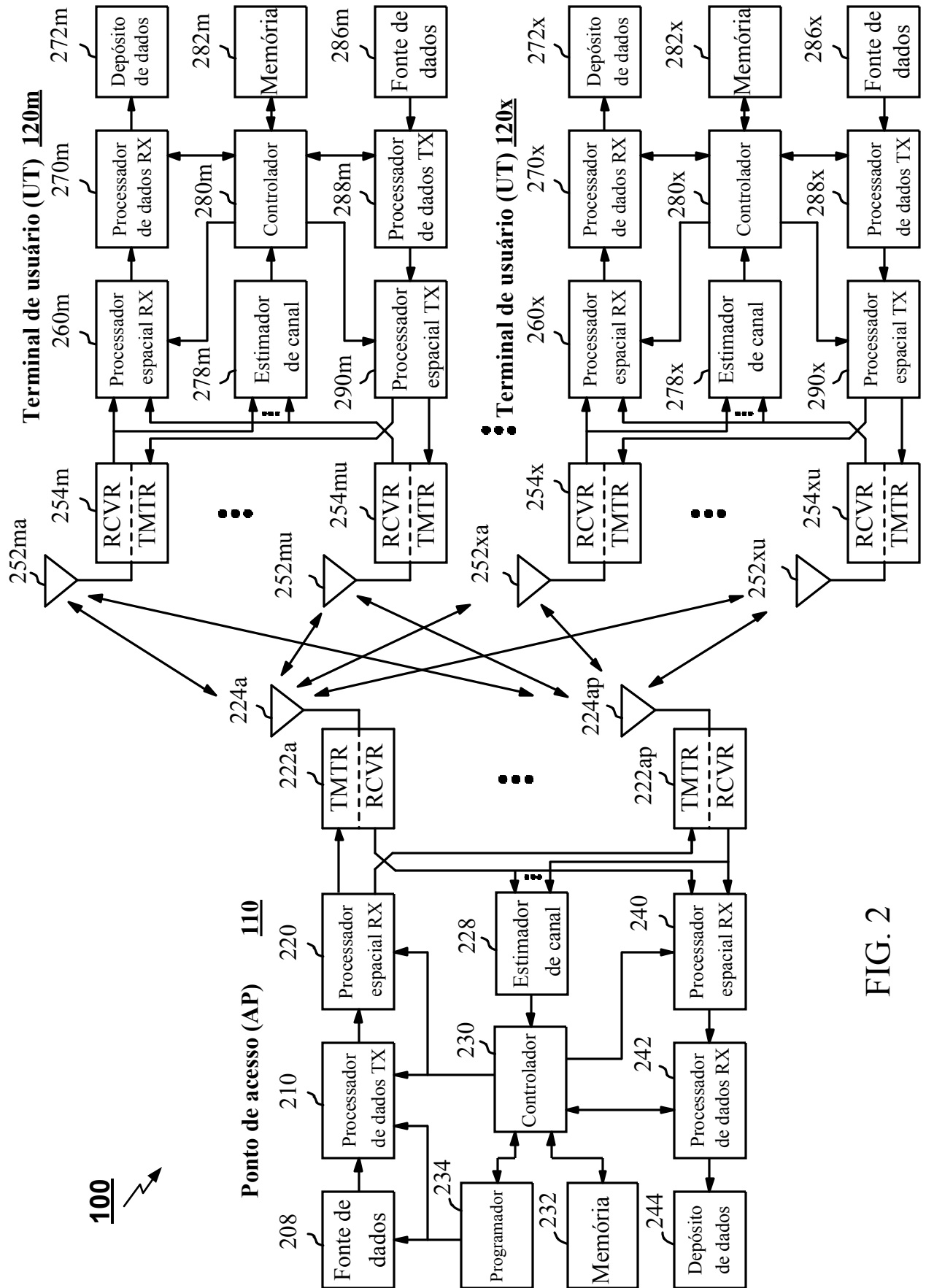


FIG. 1



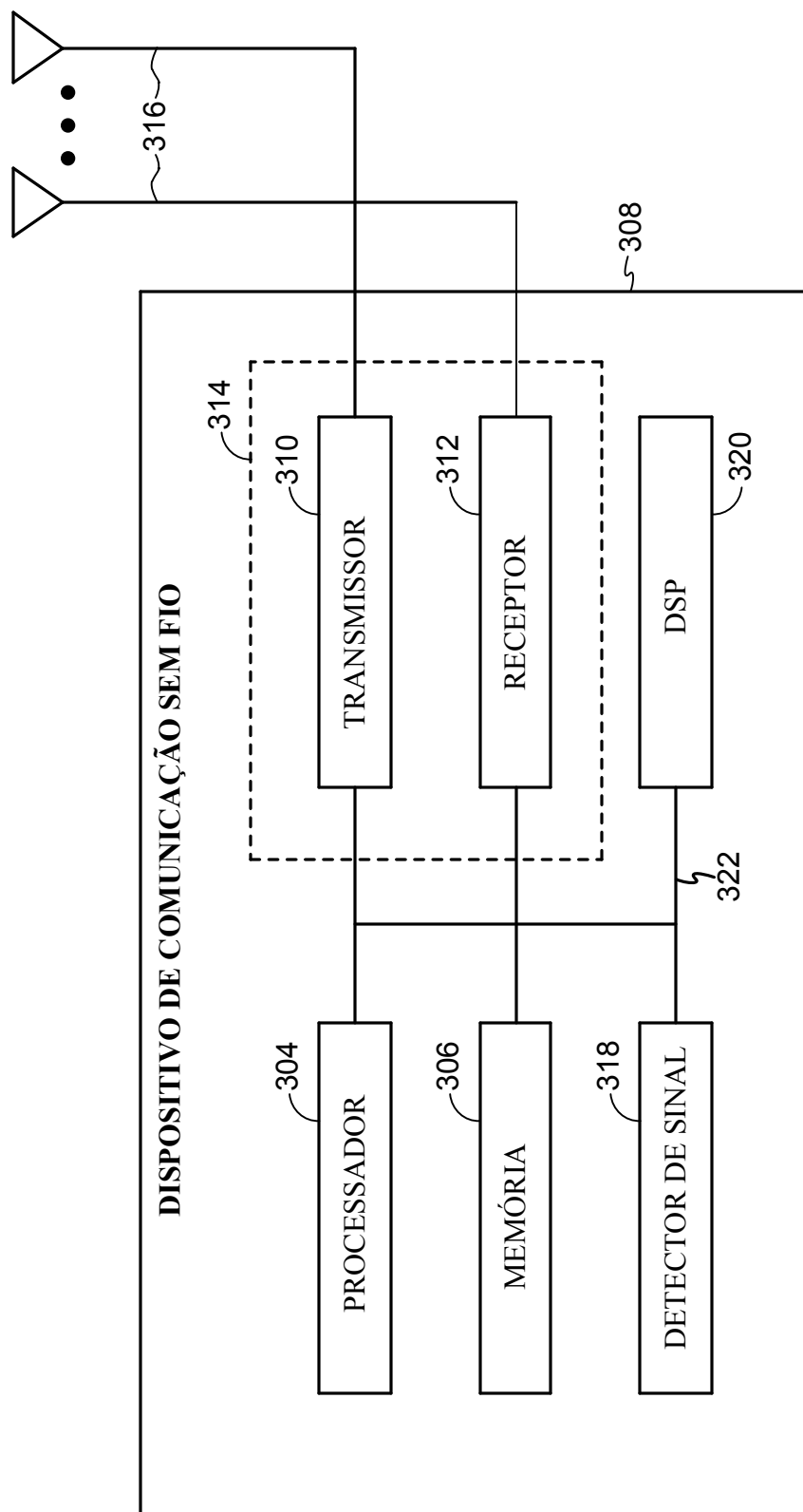


FIG. 3

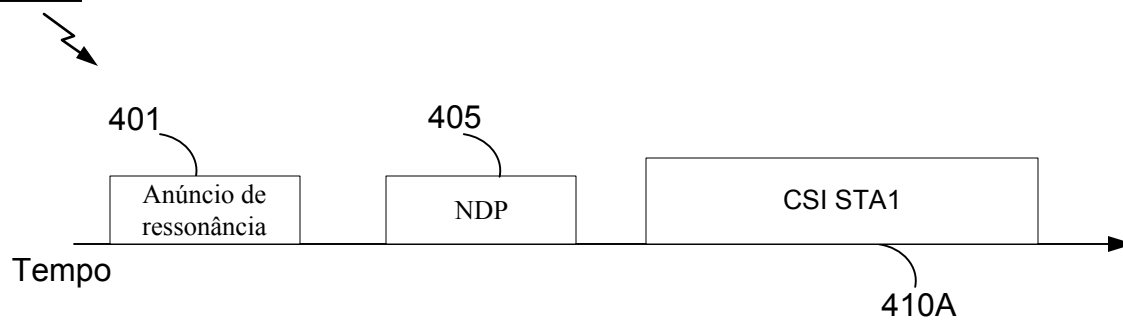
400a

FIG. 4A

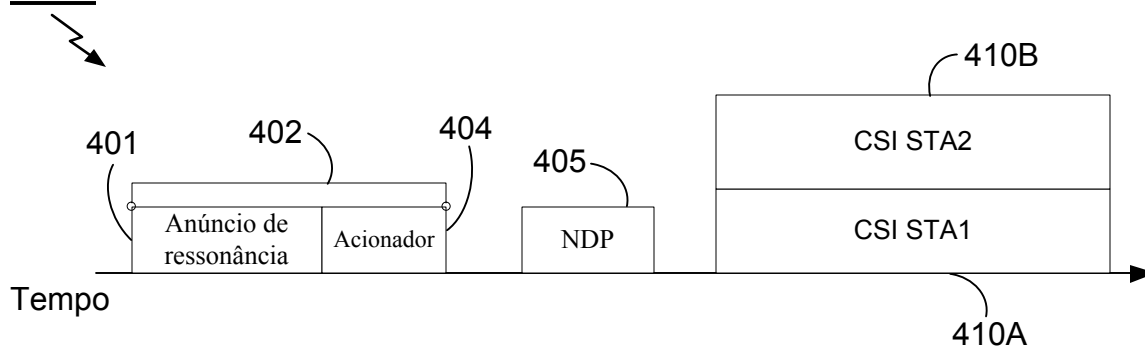
400b

FIG. 4B

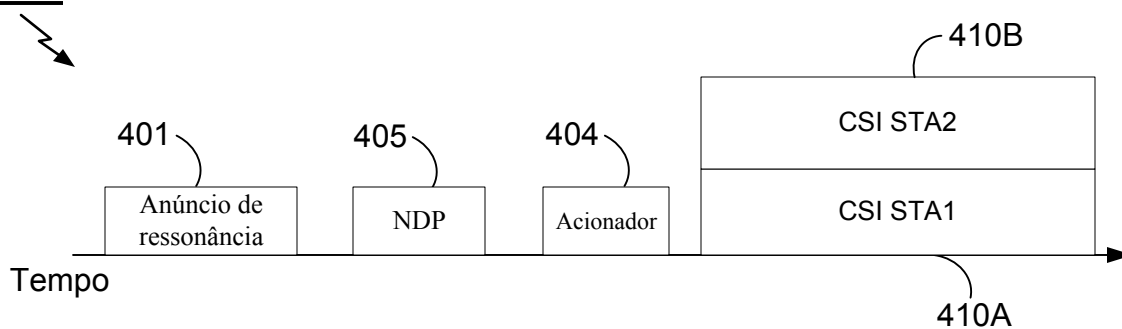
400c

FIG. 4C

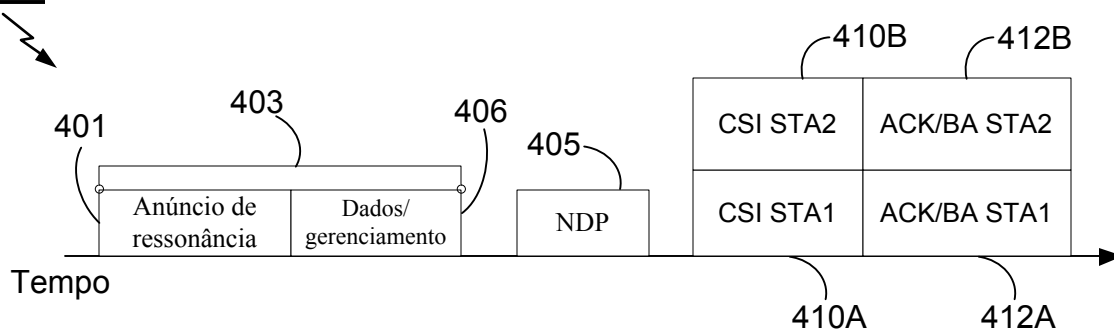
400d

FIG. 4D

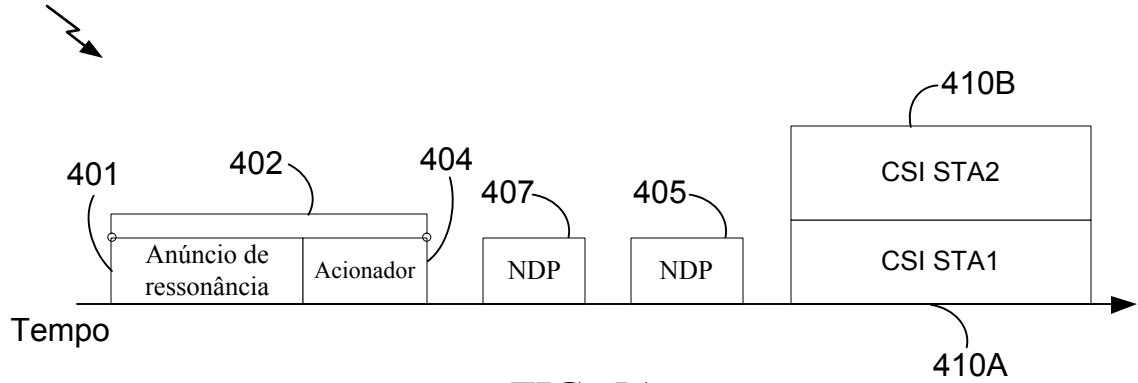
500a

FIG. 5A

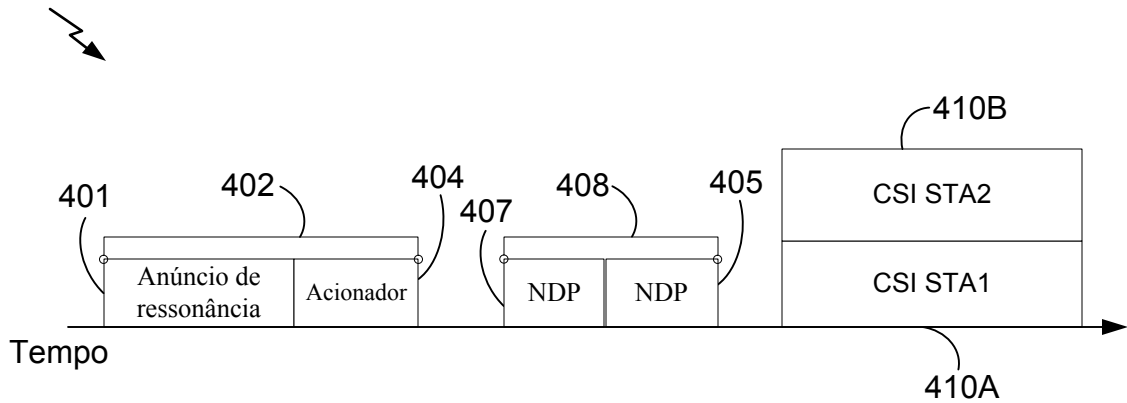
500b

FIG. 5B

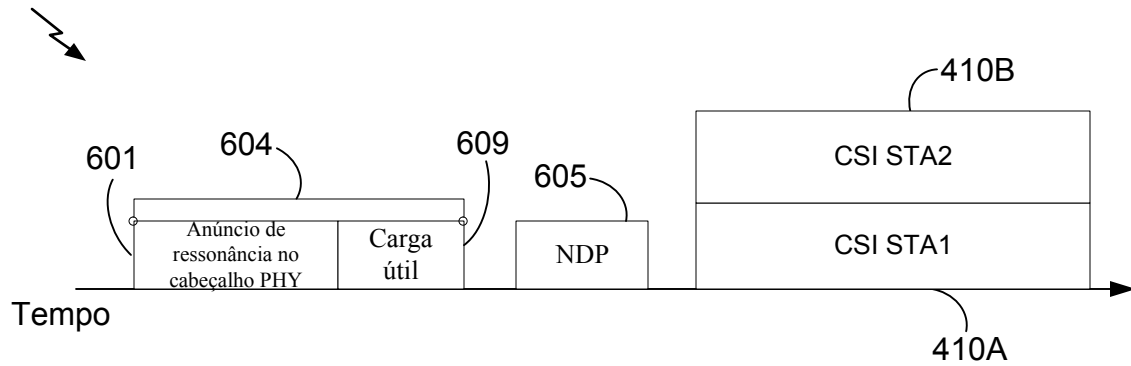
600

FIG. 6

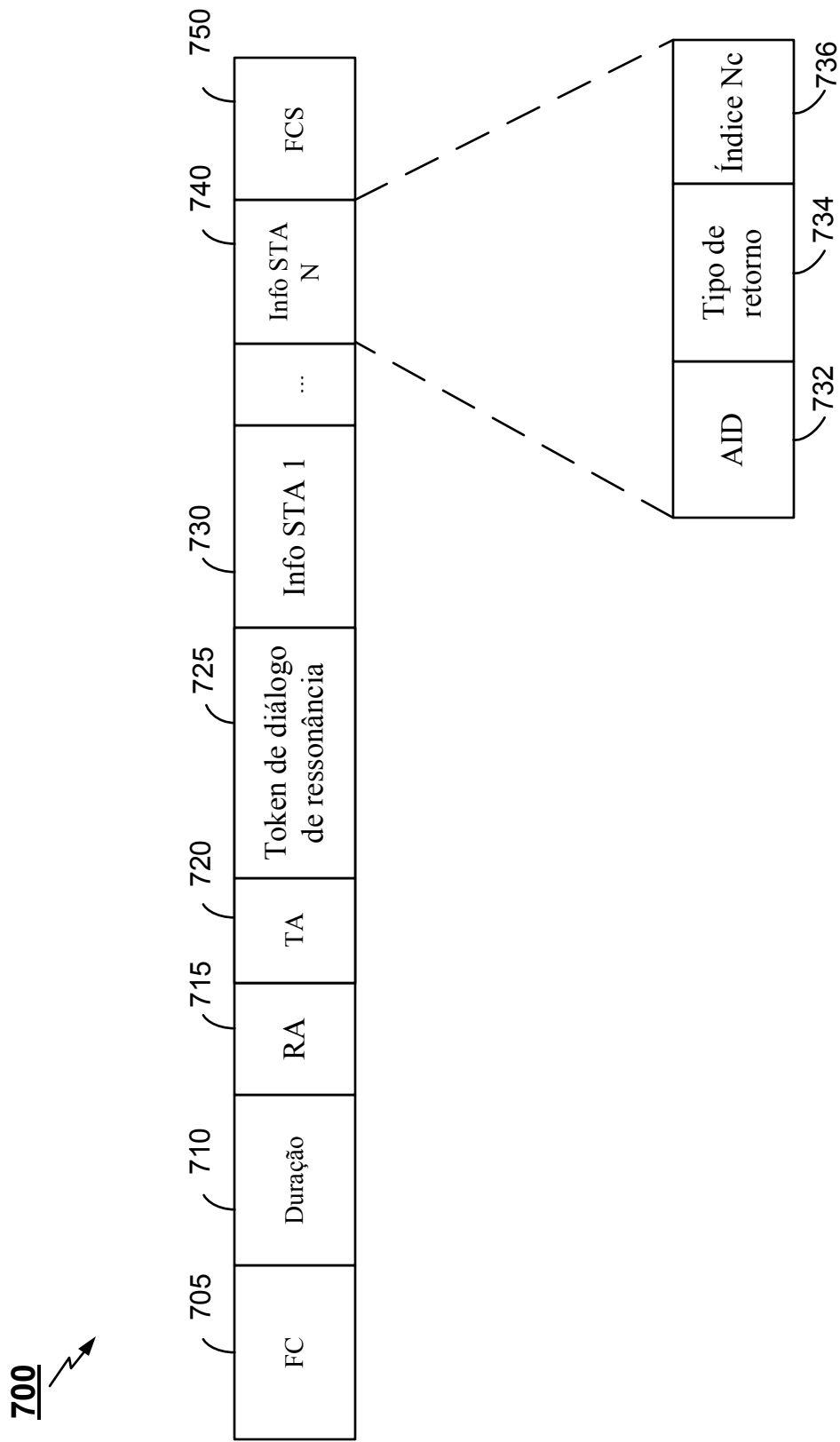


FIG. 7A

701 ⚡

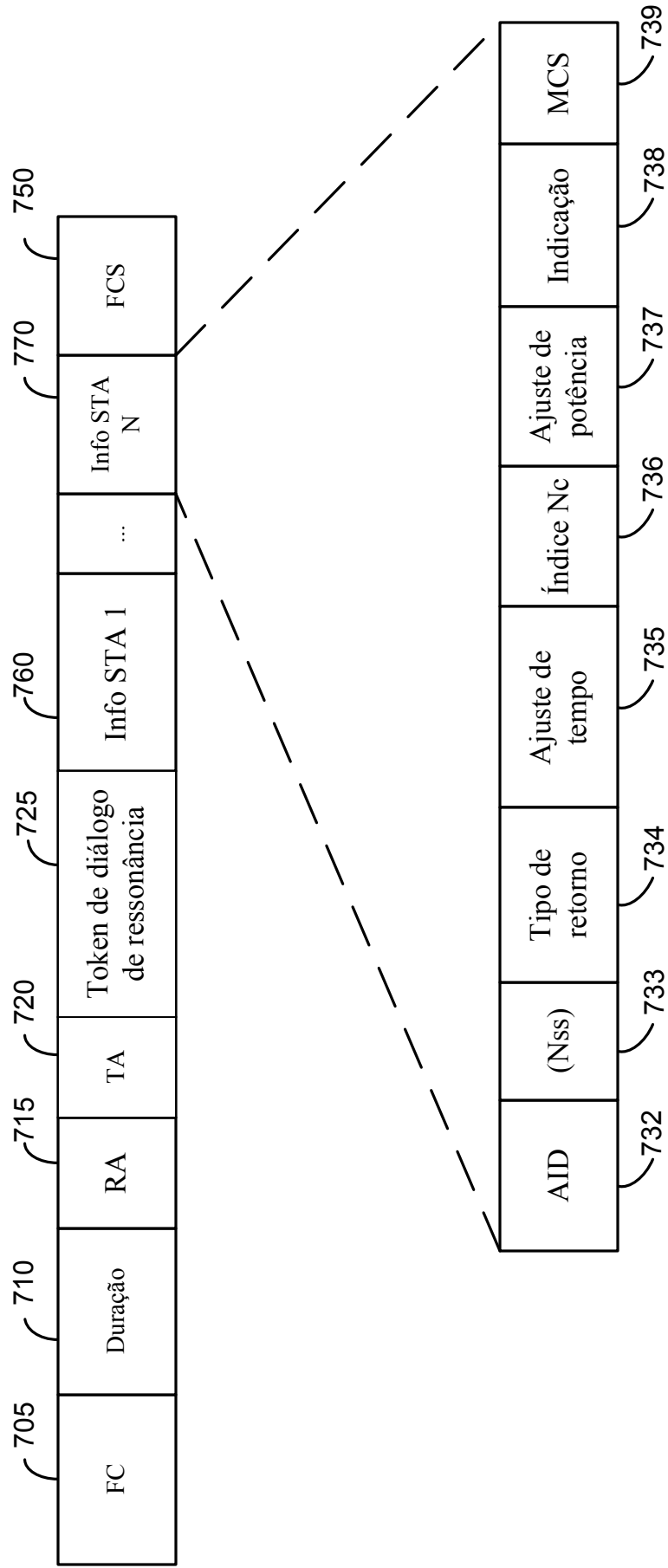


FIG. 7B

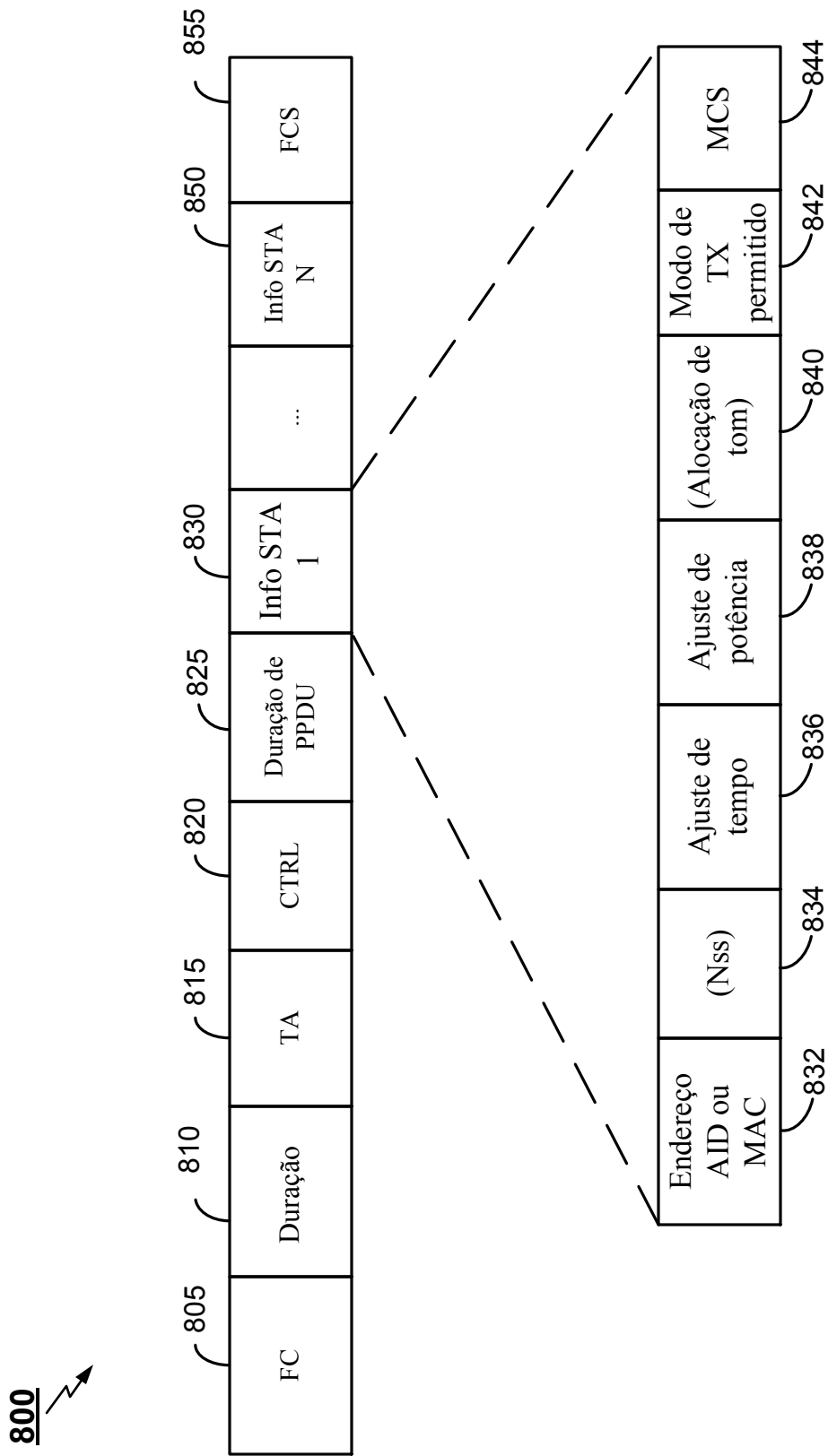


FIG. 8

900 ↗

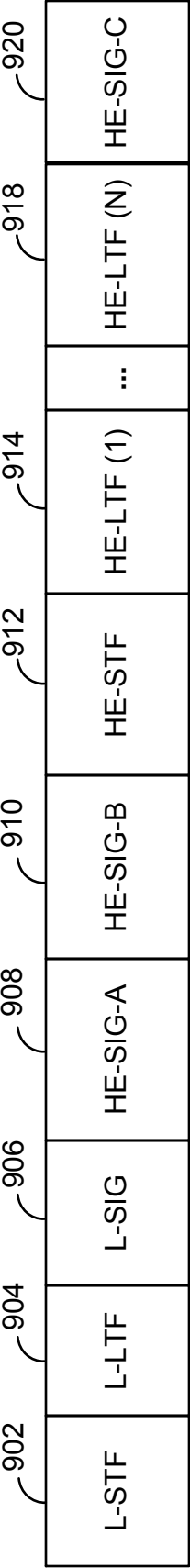
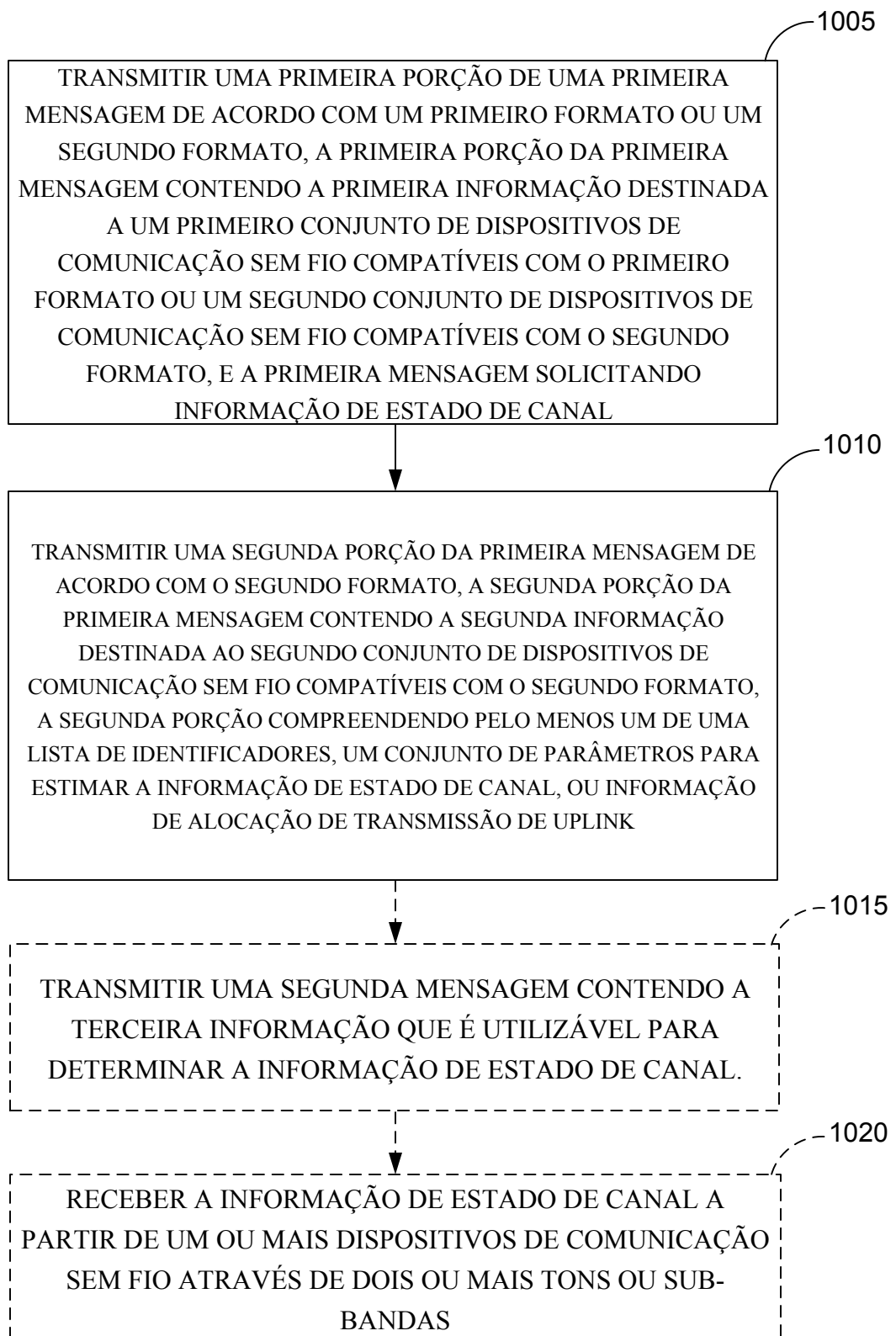


FIG. 9

1000**FIG. 10**