



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

(21) BR 112020005025-3 A2



(22) Data do Depósito: 08/08/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 15/09/2020

(54) Título: SISTEMAS E MÉTODOS FOR RECUPERAÇÃO DE PERDA DE FEIXE DE COMUNICAÇÃO

(51) Int. Cl.: H04B 7/022; H04B 7/06; H04B 7/08.

(30) Prioridade Unionista: 07/08/2018 US 16/056,582; 16/09/2017 US 62/559,519.

(71) Depositante(es): QUALCOMM INCORPORATED.

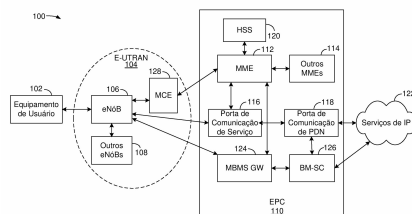
(72) Inventor(es): JIANGHONG LUO; NAVID ABEDINI; SUNDAR SUBRAMANIAN; JUNYI LI; BILAL SADIQ; MUHAMMAD NAZMUL ISLAM.

(86) Pedido PCT: PCT US2018045689 de 08/08/2018

(87) Publicação PCT: WO 2019/055156 de 21/03/2019

(85) Data da Fase Nacional: 13/03/2020

(57) Resumo: Trata-se de um método para comunicação que inclui determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou, identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação, e comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.



**"SISTEMAS E MÉTODOS FOR RECUPERAÇÃO DE PERDA DE FEIXE DE
COMUNICAÇÃO"**

PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] Este pedido reivindica prioridade a e o benefício do pedido de patente provisório nº U.S. 62/559,519, intitulado "SYSTEMS AND METHODS FOR COMMUNICATION BEAM LOSS RECOVERY", depositado em 16 de setembro de 2017, cujo conteúdo está incorporado ao presente documento a título de referência, em sua totalidade, como se fosse completamente apresentado abaixo e para todas as finalidades aplicáveis.

CAMPO DA TÉCNICA

[0002] A tecnologia discutida abaixo se refere a sistemas de comunicação sem fio e, mais particularmente, à recuperação de perda de feixe de comunicação. As modalidades possibilitam e fornecem sistemas e métodos para recuperação de feixe de comunicação em que menos que todos os feixes de controle de comunicação disponíveis podem falhar.

INTRODUÇÃO

[0003] Os sistemas de comunicação sem fio são amplamente implantados para fornecer vários serviços de telecomunicação, como telefonia, vídeo, dados, mensagem e difusões. Os sistemas de comunicação sem fio típicos podem empregar tecnologias de acesso múltiplo com capacidade para suportar a comunicação com múltiplos usuários mediante o compartilhamento de recursos de sistema disponíveis (por exemplo, largura de banda, potência de transmissão). Os exemplos de tais tecnologias de acesso múltiplo incluem sistemas de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA),

sistemas de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal (OFDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência de portadora única (SC-FDMA) e sistemas de acesso múltiplo por divisão de código sincronizado por divisão de tempo (TD-SCDMA).

[0004] Essas tecnologias de acesso múltiplo foram adotadas em vários padrões de telecomunicação para fornecer um protocolo comum que possibilite que diferentes dispositivos sem fio se comuniquem em um nível municipal, nacional, regional e até mesmo global. Um padrão de telecomunicação exemplificativo é a Evolução de Longo Prazo (LTE). Um exemplo de um avanço para a tecnologia LTE é mencionado como 5G, também mencionado às vezes como novo rádio (NR). Os termos 5G e NR representam um avanço da tecnologia LTE que inclui, por exemplo, vários avanços para a interface sem fio, melhorias no processamento e a habilitação de largura de banda maior para fornecer recursos e conectividade adicionais.

[0005] A título de exemplo, um sistema de comunicação de acesso múltiplo sem fio pode incluir várias estações-base, em que cada uma suporta comunicação simultaneamente para múltiplos dispositivos de comunicação, de outro modo, conhecidos como equipamentos de usuário (UEs). Uma estação-base pode se comunicar com os UEs em canais de enlace descendente (por exemplo, para transmissões a partir de uma estação-base para um UE) e canais de enlace ascendente

(por exemplo, para transmissões a partir de um UE para uma estação-base). Os UEs podem localizar uma estação-base mediante a detecção de sinal (ou sinais) de sincronização a partir do qual os UEs adquirem o código de identificação de estação-base (ID de célula), informações de temporização de sistema, informações de alinhamento de quadro etc. Nos sistemas em que o receptor tem alta intensidade de sinal e é limitado por ruído (por exemplo, sistemas de ondas milimétricas), os sinais de sincronização em forma de feixe podem ser varridos através da área de cobertura de célula para fornecer intensificação da cobertura para melhorar a detecção. Nos sistemas de comunicação 5G ou NR, múltiplos feixes de controle de comunicação podem ser suportados para fornecer um sistema robusto contra a falha de feixe de comunicação.

BREVE SUMÁRIO

[0006] Diversas implantações de sistemas, métodos e dispositivos dentro do escopo das reivindicações anexas têm, cada uma, vários aspectos, nenhum dos quais é exclusivamente responsável pelos atributos desejáveis descritos no presente documento. Sem limitação do escopo das reivindicações anexas, alguns recursos proeminentes são descritos no presente documento.

[0007] Os detalhes de uma ou mais implantações da matéria descrita neste relatório descritivo são apresentados nos desenhos anexos e na descrição abaixo. Outros recursos, aspectos e vantagens ficarão evidentes a partir da descrição, dos desenhos e das reivindicações. É observado que as

dimensões relativas das seguintes Figuras podem não ser desenhadas em escala.

[0008] Um aspecto da revelação fornece um método para comunicação que inclui determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou, identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação e comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.

[0009] Um outro aspecto da revelação fornece um sistema para comunicação que inclui um equipamento de usuário (UE) configurado para determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou, o UE configurado para identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação, e o UE configurado para comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.

[0010] Um outro aspecto da revelação fornece um método para comunicação que inclui determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou, identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação e comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) quando uma perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) ocorre entre um primeiro dispositivo de comunicação e um primeiro nó de comunicação,

sendo que a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) ocorre entre o primeiro dispositivo de comunicação e um segundo nó de comunicação no nome do primeiro nó de comunicação que experimenta a perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) com o primeiro dispositivo de comunicação.

[0011] Um outro aspecto da revelação fornece uma mídia legível por computador não transitória que armazena código executável por computador para comunicação, o código executável por um processador para determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou, identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação e comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.

[0012] Um outro aspecto da revelação fornece um dispositivo para comunicação que inclui meio para determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou, meio para identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação e meio para comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0013] Nas Figuras, números de referência semelhantes se referem a partes semelhantes ao longo das diversas vistas, exceto onde indicado em contrário. Para os

números de referência com designações de caractere de letra como "102a" ou "102b", as designações de caractere de letra podem diferenciar duas partes ou elementos semelhantes presentes na mesma figura. As designações de caractere de letra para números de referência podem ser omitidas quando se pretende que um número de referência abranja todas as partes que têm o mesmo número de referência em todas as figuras.

[0014] A Figura 1 é um diagrama que ilustra um exemplo de uma arquitetura de rede, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0015] A Figura 2 é um diagrama que ilustra um exemplo de uma rede de acesso, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0016] A Figura 3 é um diagrama que ilustra um exemplo de uma estrutura de quadro de enlace descendente (DL) em LTE, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0017] A Figura 4 é um diagrama que ilustra um exemplo de uma estrutura de quadro de UL em LTE, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0018] A Figura 5 é um diagrama que ilustra um exemplo de uma arquitetura de protocolo de rádio para o usuário e planos de controle, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0019] A Figura 6 é um diagrama que ilustra um exemplo de um Nó B evoluído e equipamento de usuário em uma rede de acesso, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0020] A Figura 7 é um diagrama de um sistema de comunicações de dispositivo a dispositivo, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0021] A Figura 8 é um diagrama que ilustra um exemplo de formação de feixes em um sistema de comunicação sem fio de baixa frequência (por exemplo, LTE).

[0022] A Figura 9 é um diagrama que ilustra a formação de feixes em um sistema de comunicação sem fio de alta frequência (por exemplo, um sistema de mmW).

[0023] A Figura 10 é um diagrama que ilustra um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0024] A Figura 11A é um diagrama de um sistema de comunicação que inclui uma estação-base e um UE para uso em comunicação sem fio, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0025] A Figura 11B é um diagrama de um sistema de comunicação que inclui uma estação-base e um UE para uso em comunicação sem fio, de M2M de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0026] A Figura 12 é um fluxograma que ilustra um exemplo de um método para comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0027] A Figura 13 é um diagrama de blocos funcional de um aparelho para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0028] A Figura 14 é um diagrama de fluxo de chamada para um sistema de comunicação, de acordo com

diversos aspectos da presente revelação.

[0029] A Figura 15 é um diagrama de fluxo de chamada para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0030] A Figura 16 é um diagrama de fluxo de chamada para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0031] A Figura 17 é um diagrama para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

[0032] A Figura 18 é um diagrama de fluxo de chamada para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0033] A palavra "exemplificador" é usada no presente documento para significar "servir como um exemplo, caso ou ilustração". Qualquer aspecto descrito no presente documento como "exemplificador" não deve ser necessariamente interpretado como preferencial ou vantajoso em relação a outros aspectos.

[0034] Vários aspectos de sistemas de telecomunicação serão apresentados agora com referência a vários aparelhos e métodos. Esses aparelhos e métodos serão descritos na seguinte descrição detalhada e ilustrados nos desenhos anexos por meio de vários blocos, componentes, circuitos, processos, algoritmos, etc. (coletivamente denominados como "elementos"). Esses elementos podem ser implantados com o uso de hardware eletrônico, software de

computador ou qualquer combinação dos mesmos. A possibilidade de tais elementos serem implantados como hardware ou como software depende da aplicação particular e das restrições de projeto impostas ao sistema geral.

[0035] A título de exemplo, um elemento ou qualquer porção de um elemento ou qualquer combinação de elementos pode ser implantada como um "sistema de processamento" que inclui um ou mais processadores. Os exemplos de processadores incluem microprocessadores, microcontroladores, unidades de processamento gráfico (GPUs), unidades de processamento central (CPUs), processadores de aplicativo, processadores de sinal digital (DSPs), processadores de computação de conjunto de instruções reduzido (RISC), sistemas em um chip (SoC), processadores de banda-base, arranjos de porta programável em campo (FPGAs), dispositivos lógicos programáveis (PLDs), máquinas de estado, lógica de chaveamento, circuitos de hardware discretos e outro hardware adequado configurado para realizar as diversas funcionalidades descritas ao longo desta revelação. Um ou mais processadores no sistema de processamento podem executar o software. O software deve ser interpretado amplamente de modo a significar instruções, conjuntos de instruções, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, componentes de software, aplicativos, aplicativos de software, pacotes de software, rotinas, sub-rotinas, objetos, executáveis, encadeamentos de execução, procedimentos, funções, etc., independentemente de serem denominados software, firmware, middleware, microcódigo, linguagem de descrição de hardware

ou de outro modo.

[0036] Consequentemente, em uma ou mais modalidades exemplificadoras, as funções descritas podem ser implantadas em hardware, software ou qualquer combinação dos mesmos. Se forem implantadas em software, as funções podem ser armazenadas em ou codificadas como uma ou mais instruções ou código em uma mídia legível por computador. As mídias legíveis por computador incluem mídias de armazenamento de computador. As mídias de armazenamento podem ser quaisquer mídias disponíveis que possam ser acessadas por um computador. A título de exemplo, e não de limitação, tais mídias legíveis por computador podem compreender uma memória de acesso aleatório (RAM), uma memória de somente de leitura (ROM), uma ROM programável eletricamente apagável (EEPROM), armazenamento de disco óptico, armazenamento de disco magnético, outros dispositivos de armazenamento magnético, combinações dos tipos supracitados de mídias legíveis por computador, ou qualquer outra mídia que possa ser usada para armazenar código executável por computador na forma de estruturas de dados ou instruções que podem ser acessadas por um computador.

[0037] A descrição a seguir fornece exemplos e não limita o escopo, a aplicabilidade ou os exemplos apresentados nas reivindicações. As alterações podem ser realizadas na função e na disposição dos elementos discutidos sem se afastar do escopo da revelação. Vários exemplos podem omitir, substituir ou adicionar vários procedimentos ou componentes, à medida que for adequado. Por exemplo, os métodos descritos

podem ser realizados em uma ordem diferente daquela descrita, e diversas etapas podem ser adicionadas, omitidas ou combinadas. Além disso, os recursos descritos em relação a alguns exemplos podem ser combinados em outros exemplos.

[0038] As modalidades exemplificadoras da revelação são dirigidas a sistemas de formação de feixes geralmente usados em sistemas de comunicação de onda milimétrica, em que é desejável fornecer sistemas e métodos para recuperação de feixe de comunicação, em que pode existir múltiplos feixes de controle de comunicação e em que menos do que todos os feixes de controle de comunicação podem falhar. Em tais métodos e sistemas, em que menos do que todos os feixes de controle de comunicação podem falhar, a falha pode ser denominada como perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), em que um subconjunto dos múltiplos feixes de controle de comunicação pode falhar, deixando pelo menos um BPL estabelecido entre uma estação-base e um UE.

[0039] O termo "gerenciamento de feixe" se refere, de modo geral, a um conjunto de procedimentos da camada 1 (L1) ou camada 2 (L2) (modelo de 7 camadas de interconexão de sistemas abertos) para adquirir e manter um ponto de recebimento de transmissão (TRP) e/ou feixes de equipamento de usuário (UE) que podem ser usados para transmissão e recebimento enlace descendente (DL) e enlace ascendente (UL).

[0040] O termo "determinação de feixe" se refere a uma situação em que um TRP ou um UE seleciona seu próprio feixe (ou feixes) de comunicação de transmissão e recebimento.

[0041] O termo "medição de feixe" se refere a uma situação em que um TRP (ou TRPs) ou um UE mede características de sinais com formação de feixes recebidos.

[0042] O termo "relatório de feixe" se refere, de modo geral, a uma informação de relatório de UE de sinal (ou sinais) com formação de feixes com base em processos de medição de feixe.

[0043] O termo "varredura de feixe" se refere à operação de cobrir uma área espacial, com feixes transmitidos e/ou recebidos durante um intervalo de tempo de uma maneira predeterminada.

[0044] Conforme usado no presente documento, o termo "feixe de serviço" se refere a um feixe de comunicação ativo e/ou um BPL de comunicação ativo entre dois dispositivos de comunicação.

[0045] Conforme usado no presente documento, o termo "feixe alvo" ou "feixe candidato" se refere a um outro feixe de comunicação disponível e/ou um BPL de comunicação disponível entre dois dispositivos de comunicação que podem estar disponíveis para comunicação.

[0046] Conforme usado no presente documento, o termo falha de enlace de rádio (RLF) se refere à falha de comunicação de rádio em um feixe de serviço entre dois dispositivos de comunicação.

[0047] Tanto um sinal de referência de informações de estado de canal (CSI-RS) como um sinal de sincronização (sinal SS) podem ser usados para gerenciamento de feixe (BM).

Os procedimentos de BM suportam relatórios L1-RSRP

(potência recebida de sinal de referência) a partir de blocos CSI-RS e/ou SS.

[0049] Um conjunto de disparo contínuo de SS com L blocos é transmitido periodicamente. A transmissão de CSI-RS pode ser periódica quando a mesma é configurada por uma estação-base para um UE através de uma mensagem de controle de recurso de rádio (RRC) durante o estabelecimento de conexão; ou pode ser aperiódica, em que a mesma é programada por uma estação-base. A transmissão de CSI-RS também pode ser semi-persistente, em que a mesma é configurada para um UE através de uma mensagem RRC durante o estabelecimento de conexão e ativada/desativada por uma estação-base.

[0050] Um relatório de medição de feixe do UE (por exemplo, relatório L1-RSRP), pode ser periódico, em que o mesmo é configurado para um UE através de uma mensagem RRC durante o estabelecimento de conexão; ou aperiódico, em que, para 5G ou NR, o mesmo pelo menos suporta relatório de feixe aperiódico disparado pela estação-base.

[0051] Um relatório de medição de feixe do UE (por exemplo, relatório L1-RSRP), pode ser semi-persistente, em que o mesmo é configurado para um UE através de uma mensagem RRC durante o estabelecimento de conexão e ativado/desativado por uma estação-base.

[0052] Tanto o CSI-RS quanto o SS podem ser com base em um relatório de medição de feixe do UE, em que uma estação-base toma decisões para atualizar os feixes de serviço.

[0053] Atualmente, pelo menos o relatório de feixe

aperiódico disparado por rede é suportado. O relatório de feixe aperiódico também pode ser suportado sob determinadas condições.

[0054] Em LTE, o único sinal de solicitação de L1 é solicitação de programação (SR) por um canal físico de controle de enlace ascendente (PUCCH). Um SR pode ser disparado por um MAC CE (controle de acesso médio-elemento de controle) de relatório de status de armazenamento temporário (BSR) na camada MAC. Um BSR pode ser disparado devido ao tráfego de dados de enlace ascendente (UL) ou mensagens de sinalização de RRC.

[0055] Para detecção de falha de feixe, um UE monitora o sinal de referência de detecção de falha de feixe (RS) para avaliar se uma condição de disparo de falha de feixe foi atendida. Para a identificação de novo feixe candidato, um UE monitora o RS de identificação de feixe para encontrar um novo feixe candidato. O RS de identificação de feixe inclui CSI-RS periódico para gerenciamento de feixe, se o mesmo for configurado pela rede, blocos de CSI-RS e SS periódicos dentro da célula servidora, se o bloco SS também for usado no gerenciamento de feixe.

[0056] Para transmissão de solicitação de recuperação de falha de feixe, um UE reporta novo feixe de TX candidato identificado a partir do canal físico de acesso aleatório (PRACH), uma comunicação semelhante a PRACH (por exemplo, uma comunicação com o uso de um parâmetro diferente para a sequência de preâmbulo a partir da comunicação PRACH) ou do PUCCH. Um UE pode monitorar a resposta da estação-base

para a solicitação de recuperação de falha de feixe. Um UE pode monitorar NR-PDCCH (novo rádio-canal físico de controle de enlace descendente) com sinal de referência de demodulação (DMRS) espacial quase colocalizado (QCL'ed) com RS de feixe candidato identificado de UE.

[0057] Atualmente, um UE monitora feixes de referência periódicos que podem ser quase colocalizados (QCL) para feixes de serviço atuais e/ou canais de controle de serviço. Se o UE detectar falha de feixe de todos os feixes de controle possíveis, o UE, então, pesquisa um novo feixe ou feixes candidatos na próxima oportunidade de CSI-RS ou SS periódico. Se o UE detectar um novo feixe ou feixes candidatos, o UE, então, transmite uma solicitação de recuperação de falha de feixe com informações sobre o feixe ou feixes candidatos identificados para a estação-base. O UE monitora a estação-base acerca de uma resposta à solicitação de recuperação de falha de feixe. Esse processo é, em gral, realizado quando existe uma falha ou perda de enlace de par de feixes completa (BPL) e, em geral, exige que um UE aguarde um sinal CSI-RS ou SS a partir da estação-base antes de iniciar seus procedimentos de recuperação de feixe, atrasando assim qualquer procedimento de recuperação de feixe por pelo menos um período de comunicação, enquanto o UE aguarda o CSI-RS ou SS a partir da estação-base.

[0058] A Figura 1 é um diagrama que ilustra uma arquitetura de rede de LTE 100. A arquitetura de rede de LTE 100 pode ser denominada como um Sistema de Pacote Evoluído (EPS) 100. O EPS 100 pode incluir um ou mais equipamentos de

usuário (UE) 102, uma Rede de Acesso por Rádio Terrestre de UMTS Evoluída (E-UTRAN) 104, um Núcleo de Pacote Evoluído (EPC) 110 e Serviços de Protocolo de Internet (IP) de um Operador 122. O EPS 100 pode se interconectar com outras redes de acesso, porém, a título de simplicidade, aquelas entidades/interfaces não são mostradas. Conforme mostrado, o EPS 100 fornece serviços de comutação de pacote; entretanto, conforme os elementos versados na técnica observarão prontamente, os diversos conceitos apresentados ao longo desta revelação podem ser estendidos às redes que fornecem serviços de comutação de circuito. Além disso, embora uma rede LTE seja ilustrada como um exemplo, outros tipos de redes também podem ser usados, incluindo, por exemplo, apenas uma rede 5G.

[0059] O E-UTRAN 104 inclui uma estação-base 106, como, por exemplo, o Nó B evoluído (eNB) 106 e outros eNBs 108, que podem incluir um gNodeB (gNB), um NodeB doméstico, um eNodeB doméstico ou uma estação-base com o uso de alguma outra terminologia adequada. Por exemplo, em redes 5G ou Novo Rádio (NR), uma estação-base pode ser denominada como um gNB. O E-UTRAN 104 também pode incluir uma Entidade de Coordenação de Difusão seletiva (MCE) 128. O eNB 106 fornece terminações de protocolo de usuário e de planos de controle para o UE 102. O eNB 106 pode ser conectado aos outros eNBs 108 através de um backhaul (por exemplo, uma interface X2). A MCE 128 aloca recursos de rádio de tempo/frequência para Serviço de Difusão seletiva e Difusão de Multimídia (MB MS) evoluído (eMBMS) e determina a configuração de rádio (por exemplo, um

esquema de modulação e codificação (MCS)) para o eMBMS. A MCE 128 pode ser uma entidade separada ou parte do eNB 106. O eNB 106 também pode ser denominado como uma estação-base, um Nó B, um ponto de acesso, uma estação-base de transceptor, uma estação-base de rádio, um transceptor de rádio, uma função de transceptor, um conjunto de serviços básicos (BSS), um conjunto de serviços estendidos (ESS) ou alguma outra terminologia adequada. O eNB 106 fornece um ponto de acesso ao EPC 110 para um UE 102. Os exemplos de UEs 102 incluem um telefone celular, um telefone inteligente, um telefone de protocolo de iniciação de sessão (SIP), um computador do tipo laptop, um assistente pessoal digital (PDA), um rádio via satélite, um sistema de posicionamento global, um dispositivo de multimídia, um dispositivo de vídeo, um reprodutor de áudio digital (por exemplo, reprodutor de MP3), uma câmera, um console de jogo, um computador do tipo tablet, um dispositivo inteligente, um dispositivo utilizável junto ao corpo, um veículo, um drone ou qualquer outro dispositivo de funcionamento similar. O UE 102 também pode ser denominado, pelos elementos versados na técnica, como uma estação móvel, uma estação-assinante, uma unidade móvel, uma unidade-assinante, uma unidade sem fio, uma unidade remota, um dispositivo móvel, um dispositivo sem fio, um dispositivo de comunicações sem fio, um dispositivo remoto, uma estação-assinante móvel, um terminal de acesso, um terminal móvel, um terminal sem fio, um terminal remoto, um monofone, um agente de usuário, um cliente móvel, um cliente ou alguma outra terminologia adequada.

[0060] O eNB 106 é conectado ao EPC 110. O EPC 110 pode incluir uma Entidade de Gerenciamento de Mobilidade (MME) 112, um Servidor de Assinante Doméstico (HSS) 120, outras MMEs 114, uma Porta de Comunicação de Serviço 116, uma Porta de Comunicação de Serviço de Difusão seletiva e Difusão de Multimídia (MBMS) 124, um Centro de Serviço de Difusão Seletiva e Difusão (BM-SC) 126 e uma Porta de Comunicação de Rede de Dados de Pacote (PDN) 118. A MME 112 é o nó de controle que processa a sinalização entre o UE 102 e o EPC 110. De modo geral, a MME 112 fornece gerenciamento de conexão e portador. Todos os pacotes de IP de usuário são transferidos através da Porta de Comunicação de Serviço 116, que, em si, é conectada à Porta de Comunicação de PDN 118. A Porta de Comunicação de PDN 118 fornece alocação de endereço de IP de UE, bem como outras funções. A Porta de Comunicação de PDN 118 e o BM-SC 126 são conectados aos Serviços de IP 122. Os Serviços de IP 122 podem incluir a Internet, uma intranet, um Subsistema de Multimídia de IP (IMS), um Serviço de Transmissão Contínua de PS (PSS) e/ou outros serviços de IP. O BM-SC 126 pode fornecer funções para provisão e entrega de serviço de usuário de MBMS. O BM-SC 126 pode servir como um ponto de entrada para transmissão de MBMS de provedor de conteúdo, pode ser usado para autorizar e iniciar Serviços de Portador de MBMS dentro de uma PLMN e pode ser usado para programar e entregar transmissões de MBMS. A Porta de Comunicação de MBMS 124 pode ser usada para distribuir tráfego de MBMS para os eNBs (por exemplo, 106, 108) que pertence a uma área de Rede de Frequência Única de Difusão e

Difusão seletiva (MBSFN) que difunde um serviço particular e pode ser responsável por gerenciamento de sessão (início/interrupção) e por coleta de informação de carregamento relacionada ao eMBMS.

[0061] A Figura 2 é um diagrama que ilustra um exemplo de uma rede de acesso 200 em uma arquitetura de rede de LTE. Nesse exemplo, a rede de acesso 200 é dividida em várias regiões celulares (células) 202. Um ou mais eNBs/gNBs de classe de potência mais baixa 208 podem ter regiões celulares 210 que se sobrepõem a uma ou mais dentre as células 202. O eNB/gNB de classe de potência mais baixa 208 pode ser uma femtocélula (por exemplo, eNB doméstico (HeNB)), picocélula, microcélula ou cabeça de rádio remota (RRH). Os macro eNBs/gNBs 204 são, cada um, atribuídos a uma respectiva célula 202 e são configurados para fornecer um ponto de acesso para o EPC 110 para todos os UEs 206 nas células 202. Não há um controlador centralizado nesse exemplo de uma rede de acesso 200, porém, um controlador centralizado pode ser usado em configurações alternativas. Os eNBs/gNBs 204 são responsáveis por todas as funções relacionadas a rádio que incluem controle de portador de rádio, controle de admissão, controle de mobilidade, programação, segurança e conectividade à porta de comunicação de serviço 116. Um eNB/gNB pode suportar uma ou múltiplas (por exemplo, três) células (também denominadas como setores). O termo "célula" pode se referir à menor área de cobertura de um eNB/gNB e/ou um subsistema de eNB/gNB que serve uma área de cobertura particular. Adicionalmente, os termos "eNB", "gNB", "estação-

base” e “célula” podem ser usados de modo intercambiável no presente documento.

[0062] O esquema de modulação e acesso múltiplo empregado pela rede de acesso 200 pode variar dependendo do padrão de telecomunicações particular que é implantado. Em aplicações de LTE, a OFDM é usada no DL e SC-FDMA é usado no UL para suportar tanto duplexação por divisão de frequência (FDD) como duplexação por divisão de tempo (TDD). À medida que os elementos versados na técnica irão observar prontamente a partir da descrição detalhada a seguir, os vários conceitos apresentados no presente documento são bem adequados para as aplicações de LTE. Entretanto, esses conceitos podem ser prontamente estendidos a outros padrões de telecomunicação que empregam outras técnicas de acesso múltiplo e modulação. A título de exemplo, esses conceitos podem ser estendidos a Dados de Evolução Otimizados (EV-DO), Banda Larga Ultramóvel (UMB), 5G ou outras técnicas de acesso múltiplo e modulação. EV-DO e UMB são padrões de interface aérea promulgados pelo Projeto de Parceria de 3ª Geração 2 (3GPP2) como parte da família CDMA2000 de padrões e emprega CDMA para fornecer acesso à Internet de banda larga para estações móveis. Esses conceitos também podem ser estendidos ao Acesso de Rádio Terrestre Universal (UTRA) que emprega CDMA de Banda Larga (W-CDMA) e outras variantes de CDMA, como TD-SCDMA; Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) que empregam TDMA; e UTRA Evoluído (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20 e OFDM Flash que emprega OFDMA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE e GSM são descritos em

documentos da organização 3 GPP. CDMA2000 e UMB são descritos em documentos da organização de 3GPP2. O padrão de comunicação sem fio real e a tecnologia de acesso múltiplo empregada irá depender da aplicação específica e das restrições de projeto gerais impostas ao sistema.

[0063] Os eNBs/gNBs 204 podem ter múltiplas antenas que suportam tecnologia de MIMO. O uso de tecnologia de MIMO possibilita que os eNBs/gNBs 204 explorem o domínio espacial para suportar multiplexação espacial, formação de feixes e diversidade de transmissão. A multiplexação espacial pode ser usada para transmitir diferentes fluxos de dados simultaneamente na mesma frequência. Os fluxos de dados podem ser transmitidos para um único UE 206 para aumentar a taxa de dados ou para múltiplos UEs 206 para aumentar a capacidade de sistema geral. Isso é alcançado mediante a pré-codificação espacial de cada fluxo de dados (isto é, aplicando-se um escalonamento de uma amplitude e uma fase) e, então, a transmissão de cada fluxo pré-codificado espacialmente através de múltiplas antenas de transmissão no DL. Os fluxos de dados espacialmente pré-codificados chegam ao UE (ou UEs) 206 com diferentes assinaturas espaciais, o que possibilita que cada um dentre os UEs 206 recupere o um ou mais fluxos de dados destinados a tal UE 206. No UL, cada UE 206 transmite um fluxo de dados espacialmente pré-codificado, o que possibilita que o eNB/gNB 204 identifique a fonte de cada fluxo de dados espacialmente pré-codificado.

[0064] A multiplexação espacial é usada de modo geral quando as condições de canal são boas. Quando as

condições de canal são menos favoráveis, a formação de feixe pode ser usada para focalizar a energia de transmissão em uma ou mais direções. Isso pode ser alcançado mediante a pré-codificação espacial dos dados para transmissão através de múltiplas antenas. Para alcançar uma boa cobertura nas bordas da célula, uma transmissão de formação de feixe de corrente única pode ser usada em combinação com a diversidade de transmissão.

[0065] Na descrição detalhada a seguir, vários aspectos de uma rede de acesso serão descritos com referência a um sistema de MIMO que suporta OFDM no DL. A OFDM é uma técnica de espectro difundido que modula dados através de inúmeras subportadoras dentro de um símbolo de OFDM. As subportadoras são separadas em frequências precisas. O espaçamento fornece uma "ortogonalidade" que possibilita que um receptor recupere os dados a partir das subportadoras. No domínio de tempo, um intervalo de proteção (por exemplo, prefixo cíclico) pode ser adicionado a cada símbolo de OFDM para combater a interferência de símbolo inter-OFDM. O UL pode usar SC-FDMA na forma de um sinal de OFDM difundido por DFT para compensar a alta razão entre potência média e de pico (PAPR).

[0066] A Figura 3 é um diagrama 300 que ilustra um exemplo de uma estrutura de quadro de enlace descendente (DL) em LTE. Um quadro (10 ms) pode ser dividido em 10 subquadros igualmente dimensionados. Cada subquadro pode incluir dois intervalos de tempo consecutivos. Uma grade de recurso pode ser usada para representar dois slots de tempo, em que cada

slot de tempo inclui um bloco de recurso. A grade de recurso é dividida em múltiplos elementos de recurso. Em LTE, para um prefixo cíclico normal, um bloco de recurso contém 12 subportadoras consecutivas no domínio de frequência e 7 símbolos de OFDM consecutivos no domínio de tempo, por um total de 84 elementos de recurso. Para um prefixo cíclico estendido, um bloco de recurso contém 12 subportadoras consecutivas no domínio de frequência e 6 símbolos de OFDM consecutivos no domínio de tempo, por um total de 72 elementos de recurso. Em outros sistemas de comunicação exemplificadores, como, por exemplo, um sistema de comunicação 5G ou NR, outros números de subportadoras no domínio de frequência e símbolos no domínio de tempo, que fornecem outros números de elementos de recursos são possíveis. Alguns dentre os elementos de recurso, indicados como R 302, 304, incluem sinais de referência de DL (DL-RS). Os DL-RS incluem RS específicos de célula (CRS) (também denominados às vezes como RS comum) 302 e RS específicos de UE (UE-RS) 304. Os UE-RS 304 são transmitidos nos blocos de recurso mediante os quais o canal compartilhado de DL físico (PDSCH) correspondente é mapeado. O número de bits carregados por cada elemento de recurso depende do esquema de modulação. Dessa forma, quanto mais blocos de recurso um UE recebe e quanto maior a densidade de dados do esquema de modulação, maior será a taxa de dados para o UE.

[0067] A Figura 4 é um diagrama 400 que ilustra um exemplo de uma estrutura de quadro de UL em LTE. Os blocos de recurso disponíveis para o UL podem ser particionados em uma

seção de dados e uma seção de controle. A seção de controle pode ser formada nas duas bordas da largura de banda de sistema e pode ter um tamanho configurável. Os blocos de recurso na seção de controle podem ser atribuídos aos UEs para a transmissão de informação de controle. A seção de dados pode incluir todos os blocos de recurso não incluídos na seção de controle. A estrutura de quadro de UL resulta na seção de dados que inclui subportadoras contíguas, o que pode permitir que um UE único seja atribuído a todas as subportadoras contíguas na seção de dados.

[0068] Um UE pode ser atribuído a blocos de recurso 410a, 410b na seção de controle para transmitir informação de controle para um eNB/gNB. O UE também pode ser atribuído a blocos de recurso 420a, 420b na seção de dados para transmitir dados para o eNB/gNB. O UE pode transmitir informações de controle em um canal de controle de UL físico (PUCCH) nos blocos de recurso atribuídos na seção de controle. O UE pode transmitir dados ou tanto dados como informações de controle em um canal compartilhado de UL físico (PUSCH) nos blocos de recurso atribuídos na seção de dados. Uma transmissão de UL pode abranger ambos os slots de um subquadro e pode saltar através da frequência.

[0069] Um conjunto de blocos de recurso pode ser usado para realizar acesso de sistema inicial e alcançar a sincronização de UL em um canal físico de acesso aleatório (PRACH) 430. O PRACH 430 carrega uma sequência aleatória e não pode carregar qualquer sinalização/dados de UL. Cada preâmbulo de acesso aleatório ocupa uma largura de banda que

corresponde a seis blocos de recurso consecutivos. A frequência inicial é especificada pela rede. Ou seja, a transmissão do preâmbulo de acesso aleatório é restringida a certos recursos de tempo e de frequência. Não há salto de frequência para o PRACH. A tentativa de PRACH é carregada em um único subquadro (1 ms) ou em uma sequência de poucos subquadros contíguos e um UE pode realizar uma única tentativa de PRACH por quadro (10 ms).

[0070] A Figura 5 é um diagrama 500 que ilustra um exemplo de uma arquitetura de protocolo de rádio para o usuário e planos de controle em LTE, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. A arquitetura de protocolo de rádio para o UE e o eNB é mostrada com três camadas: A Camada 1, a Camada 2 e a Camada 3. A Camada 1 (camada L1) é a camada inferior e implanta várias funções de processamento de sinal de camada física. A camada L1 será denominada no presente documento como a camada física 506. A Camada 2 (camada L2) 508 está acima da camada física 506 e é responsável pelo enlace entre o UE e o eNB através da camada física 506.

[0071] No plano de usuário, a camada L2 508 inclui uma subcamada de controle de acesso à mídia (MAC) 510, uma subcamada de controle de enlace de rádio (RLC) 512 e uma subcamada de protocolo de convergência de dados de pacote (PDCP) 514, que são terminadas no eNB no lado de rede. Embora não seja mostrado, o UE pode ter várias camadas superiores acima da camada L2 508, incluindo uma camada de rede (por exemplo, camada de IP) que é terminada na porta de comunicação de PDN 118 no lado de rede e uma camada de

aplicativo que é terminada na outra extremidade da conexão (por exemplo, UE de extremidade distante, servidor, etc.).

[0072] A subcamada de PDCP 514 fornece multiplexação entre diferentes portadores de rádio e canais lógicos. A subcamada de PDCP 514 também fornece compactação de cabeçalho para pacotes de dados de camada superior para reduzir a sobrecarga de transmissão por rádio, segurança através de cifração de pacotes de dados e suporte de mudança automática para UEs entre eNBs. A subcamada de RLC 512 fornece segmentação e a remontagem de pacotes de dados de camada superior, retransmissão de pacotes de dados perdidos e reordenação de pacotes de dados para compensar o recebimento fora de ordem devido à solicitação de repetição automática híbrida (HARQ). A subcamada de MAC 510 fornece multiplexação entre canais lógicos e de transporte. A subcamada de MAC 510 também é responsável por alocar os vários recursos de rádio (por exemplo, blocos de recurso) em uma célula entre os UEs. A subcamada de MAC 510 também é responsável por operações de HARQ.

[0073] No plano de controle, a arquitetura de protocolo de rádio para o UE e o eNB é substancialmente igual para a camada física 506 e para a camada L2 508, com a exceção de que não há função de compactação de cabeçalho para o plano de controle. O plano de controle também inclui uma subcamada de controle de recurso de rádio (RRC) 516 na Camada 3 (camada L3). A subcamada de RRC 516 é responsável por obter recursos de rádio (por exemplo, portadores de rádio) e por configurar as camadas inferiores com o uso de sinalização de

RRC entre o eNB e o UE.

[0074] A Figura 6 é um diagrama de blocos de um eNB/gNB 610 em comunicação com um UE 650 em uma rede de acesso de acordo com diversos aspectos da presente revelação. No DL, os pacotes de camada superior da rede de núcleo são fornecidos para um controlador/processador 675. O controlador/processador 675 implanta a funcionalidade da camada L2. No DL, o controlador/processador 675 fornece compactação de cabeçalho, cifração, reordenação e segmentação de pacote, multiplexação entre canais lógicos e de transporte e alocações de segmentação de pacote ao UE 650 com base em várias métricas de prioridade. O controlador/processador 675 também é responsável por operações de HARQ, retransmissão de pacotes perdidos e pela sinalização para o UE 650.

[0075] O processador de transmissão (TX) 616 implanta diversas funções de processamento de sinal para a camada L1 (isto é, a camada física). As funções de processamento de sinal incluem codificação e intercalação para facilitar a correção de erro de encaminhamento (FEC) no UE 650 e mapeamento para constelações de sinal com base em vários esquemas de modulação (por exemplo, chaveamento binário de deslocamento de fase (BPSK), chaveamento de deslocamento de fase de quadratura (QPSK), chaveamento de deslocamento de fase-M (M-PSK), modulação de amplitude de quadratura-M (M-QAM)). Os símbolos codificados e modulados são, então, divididos em fluxos paralelos. Cada fluxo é, então, mapeado para uma subportadora de OFDM, multiplexado com um sinal de referência (por exemplo, piloto) no domínio

de tempo e/ou de frequência, e então, combinado, em conjunto, com o uso de uma Transformada de Fourier Rápida Inversa (IFFT) para produzir um canal físico que carrega um fluxo de símbolo de OFDM de domínio de tempo. O fluxo de OFDM é pré-codificado espacialmente para produzir múltiplos fluxos espaciais. As estimativas de canal a partir de um estimador de canal 674 podem ser usadas para determinar o esquema de modulação e de codificação, assim como para o processamento espacial. A estimativa de canal pode ser derivada de uma retroalimentação de condição de canal e/ou sinal de referência transmitida pelo UE 650. Cada fluxo espacial pode, então, ser fornecido para uma antena diferente 620 através de um transmissor separado 618TX. Cada transmissor 618TX pode modular uma portadora de RF com um respectivo fluxo espacial para transmissão.

[0076] No UE 650, cada receptor 654RX recebe um sinal através de sua respectiva antena 652. Cada receptor 654RX recupera informações moduladas em uma portadora de RF e fornece as informações para o processador de recebimento (RX) 656. O processador de RX 656 implanta várias funções de processamento de sinal da camada L1. O processador de RX 656 pode realizar processamento espacial nas informações para recuperar quaisquer fluxos espaciais destinados para o UE 650. Se múltiplos fluxos espaciais forem destinados para o UE 650, os mesmos podem ser combinados pelo processador de RX 656 em um único fluxo de símbolo de OFDM. O processador de RX 656, então, converte o fluxo de símbolo de OFDM a partir do domínio de tempo para o domínio de frequência com o uso de

uma Transformada de Fourier Rápida (FFT). O sinal de domínio de frequência compreende um fluxo de símbolo de OFDM separado para cada subportadora do sinal de OFDM. Os símbolos em cada subportadora e o sinal de referência são recuperados e demodulados mediante a determinação dos pontos de constelação de sinal mais prováveis transmitidos pelo eNB 610. Essas decisões suaves podem ter por base as estimativas de canal computadas pelo estimador de canal 658. As decisões suaves são, então, decodificadas e desintercaladas para recuperar os dados e os sinais de controle que foram originalmente transmitidos pelo eNB 610 no canal físico. Os dados e os sinais de controle são, então, fornecidos para o controlador/processador 659.

[0077] O controlador/processador 659 implanta a camada L2. O controlador/processador pode ser associado a uma memória 660 que armazena dados e códigos de programa. A memória 660 pode ser denominada como uma mídia legível por computador. No UL, o controlador/processador 659 fornece demultiplexação entre canais lógicos e de transporte, remontagem de pacote, decifração, descompactação de cabeçalho, processamento de sinal de controle para recuperar pacotes de camada superior a partir da rede de núcleo. Os pacotes de camada superior são, então, fornecidos a um coletor de dados 662, que representa todas as camadas de protocolo acima da camada L2. Vários sinais de controle também podem ser fornecidos para o coletor de dados 662 para processamento de L3. O controlador/processador 659 também é responsável pela detecção de erro com o uso de um protocolo

de reconhecimento (ACK) e/ou de reconhecimento negativo (NACK) para suportar operações de HARQ.

[0078] No UL, uma fonte de dados 667 é usada para fornecer pacotes de camada superior para o controlador/processador 659. A fonte de dados 667 representa todas as camadas de protocolo acima da camada L2. De modo similar à funcionalidade descrita em conjunto com a transmissão de DL pelo eNB 610, o controlador/processador 659 implanta a camada L2 para o plano de usuário e o plano de controle através do fornecimento de compactação de cabeçalho, cifração, reordenação e segmentação de pacote e multiplexação entre canais lógicos e de transporte com base em alocações de segmentação de pacote através do eNB 610. O controlador/processador 659 também é responsável por operações de HARQ, retransmissão de pacotes perdidos e pela sinalização ao eNB 610.

[0079] As estimativas de canal derivadas por um estimador de canal 658 a partir de um sinal de referência ou retroalimentação transmitida pelo eNB 610 podem ser usadas pelo processador de TX 668 para selecionar os esquemas de modulação e de codificação adequados e para facilitar o processamento espacial. Os fluxos espaciais gerados pelo processador de TX 668 podem ser fornecidos para antena diferente 652 por meio de transmissores separados 654TX. Cada transmissor 654TX pode modular uma portadora de RF com um respectivo fluxo espacial para transmissão.

[0080] A transmissão de UL é processada no eNB 610 de uma maneira similar àquela descrita em conexão com a

função de receptor no UE 650. Cada receptor 618RX recebe um sinal através de sua respectiva antena 620. Cada receptor 618RX recupera informações moduladas em uma portadora de RF e fornece as informações para um processador de RX 670. O processador de RX 670 pode implantar a camada L1.

[0081] O controlador/processador 675 implanta a camada L2. O controlador/processador 675 pode ser associado a uma memória 676 que armazena dados e códigos de programa. A memória 676 pode ser denominada como uma mídia legível por computador. No UL, o controlador/processador 675 fornece demultiplexação entre canais lógicos e de transporte, remontagem de pacote, decifração, descompactação de cabeçalho, processamento de sinal de controle para recuperar pacotes de camada superior do UE 650. Os pacotes de camada superior do controlador/processador 675 podem ser fornecidos para a rede de núcleo. O controlador/processador 675 também é responsável pela detecção de erro com o uso de um protocolo de ACK e/ou NACK para suportar operações de HARQ.

[0082] O UE 650 também pode compreender um ou mais sensores internos, mostrados coletivamente como elemento sensor 669 acoplado ao controlador/processador 659. O elemento sensor 669 pode compreender um ou mais sensores, como um sensor de movimento, um sensor de localização, etc., configurado para permitir que o UE 650 determine, por exemplo, sua localização, sua orientação, a localização de uma mão ou outra parte da anatomia humana em relação ao UE 650 e, em particular, a relação da anatomia com os arranjos de antenas no UE 650, etc.

[0083] A Figura 7 é um diagrama de um sistema de comunicações de dispositivo a dispositivo (D2D) 700, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. O sistema de comunicações de dispositivo a dispositivo 700 pode ser implantado pela rede mostrada na Figura 1, e, em uma modalidade exemplificadora, inclui uma pluralidade de dispositivos sem fio 704, 706, 708, 710. O sistema de comunicações de dispositivo a dispositivo 700 pode se sobrepor a um sistema de comunicações celulares, como, por exemplo, uma rede de área ampla sem fio (WW AN). Alguns dos dispositivos sem fio 704, 706, 708, 710 podem se comunicar, em conjunto, em comunicação de dispositivo a dispositivo (ou ponto a ponto) com o uso do espectro de WW AN de DL/UL, alguns podem se comunicar com a estação-base 702 e alguns podem fazer ambos. Por exemplo, conforme mostrado na Figura 7, os dispositivos sem fio 708, 710 estão em comunicação de dispositivo a dispositivo e os dispositivos sem fio 704, 706 estão em comunicação de dispositivo a dispositivo. Os dispositivos sem fio 704, 706 também se comunicam com a estação-base 702.

[0084] Em uma configuração, alguns ou todos dentre os UEs 704, 706, 708, 710 podem ser equipados ou situados nos veículos. Em tal configuração, o sistema de comunicação D2D 700 também pode ser denominado como um sistema de comunicações de veículo a veículo (V2V).

[0085] Os métodos e aparelhos exemplificadores discutidos acima são aplicáveis a qualquer um dentre uma variedade de sistemas de comunicações de dispositivo a

dispositivo sem fio, como, por exemplo, um sistema de comunicação de dispositivo a dispositivo sem fio com base em FlashLinQ, WiMedia, Bluetooth, ZigBee ou Wi-Fi com base no padrão IEEE 802.11. Para simplificar a discussão, os métodos e o aparelho exemplificadores são discutidos dentro do contexto de LTE. Entretanto, um elemento de habilidade comum na técnica entenderia que os métodos e aparelhos exemplificativos são aplicáveis de modo mais geral a uma variedade de outros sistemas de comunicação de dispositivo a dispositivo sem fio.

[0086] A Figura 8 é um diagrama 800 que ilustra um exemplo de formação de feixes em um sistema de comunicação sem fio de baixa frequência (por exemplo, LTE). A Figura 8 inclui arranjos de antenas 802 e 804. Em uma modalidade exemplificadora, o arranjo de antenas 802 pode incluir um número de elementos de antena (por exemplo, elemento de antena 812) dispostos em um padrão de grade (por exemplo, um arranjo plano) e pode estar situado em uma estação-base. Em uma modalidade exemplificadora, o arranjo de antenas 804 pode incluir um número de elementos de antena (por exemplo, elemento de antena 814) dispostos em um padrão de grade e pode estar situado em um UE. Conforme mostrado na Figura 8, o arranjo de antenas 802 pode transmitir o feixe 806 e o arranjo de antenas 804 pode receber através do feixe 808. Em uma modalidade exemplificadora, os feixes 806 e 808 podem refletir, dispersar e/ou difratar através do cluster situado na área 810.

[0087] A Figura 9 é um diagrama 900 que ilustra a

formação de feixes em um sistema de comunicação sem fio de alta frequência (por exemplo, um sistema de mmW). A Figura 9 inclui arranjos de antenas 902 e 904. Em uma modalidade exemplificadora, o arranjo de antenas 902 pode incluir um número de elementos de antena (por exemplo, elemento de antena 912) dispostos em um padrão de grade e pode estar situado em uma estação-base de mmW. Em uma modalidade exemplificadora, o arranjo de antenas 904 pode incluir um número de elementos de antena (por exemplo, elemento de antena 914) dispostos em um padrão de grade e pode estar situado em um UE. Conforme mostrado na Figura 9, o arranjo de antenas 902 pode transmitir o feixe 906 e o arranjo de antenas 904 pode receber através do feixe 908. Em uma modalidade exemplificadora, os feixes 906 e 908 podem refletir, dispersar e/ou difratar através do cluster situado na área 910.

[0088] Deve-se notar que o arranjo de antenas 902 na Figura 9 inclui um número maior de elementos de antena do que o arranjo de antenas 802 na Figura 8, e que o arranjo de antenas 904 na Figura 9 inclui um número maior de elementos de antena do que o arranjo de antenas 804 na Figura 8. O número maior de antenas no cenário anterior (em relação ao último) é devido à frequência de portadora maior que corresponde a comprimentos de onda menores que permite a implantação de um número maior de antenas dentro da mesma abertura/área. O número maior de elementos de antena nos arranjos de antenas 902 e 904 permite que os feixes 906 e 908 tenham uma largura de feixe de meia-potência estreita,

oferecendo uma alta resolução angular em relação aos feixes 806 e 808 dos arranjos de antenas 802 e 804. Portanto, o número menor de elementos de antena nos arranjos de antenas 802 e 804 no sistema de comunicação sem fio de baixa frequência pode resultar em uma resolução angular mais ampla, enquanto fornece uma margem de enlace melhor do que no sistema de mmW.

[0089] Em um sistema de comunicação sem fio de mmW autônomo, as perdas de enlace altas (devido à penetração, difração, reflexão, etc.) podem impedir a descoberta das informações angulares de trajetória múltipla. Em contrapartida, um sistema de comunicação sem fio de baixa frequência pode fornecer um enlace que tem uma qualidade mais alta (por exemplo, um enlace que tem SNR mais alta) do que um enlace em um sistema de comunicação sem fio de mmW autônomo. Essa SNR mais alta do sistema de comunicação sem fio de baixa frequência e a coexistência dos sistemas de comunicação sem fio de baixa frequência e mmW autônomo podem ser aproveitados para determinar as informações angulares e/ou os ganhos de trajetória relativos para o esquema de formação de feixes. Uma vez que as informações angulares e/ou os ganhos de trajetória relativos para o esquema de formação de feixes são apenas determinados pelas geometrias relativas do transmissor, do receptor e dos dispersores, tais informações angulares e/ou ganhos de trajetória relativos são, de modo geral, invariantes em sistemas de comunicação sem fio tanto de mmW autônomo como de baixa frequência. Embora existam cenários em que a classificação (de dominância) de

trajetórias possa mudar com a mudança de frequência de portadora (por exemplo, devido à dispersão diferencial e/ou perdas de absorção em frequências diferentes), tal classificação pode não mudar na maioria dos casos.

[0090] Os métodos para aprender ângulos de chegada e partida de feixes com êxito em SNR alta podem ser usados para aprender os ângulos de chegada e partida de feixes em um sistema de comunicação sem fio de baixa frequência. Tais métodos podem incluir Classificação de Múltiplos Sinais (MUSIC), Estimativa de Parâmetros de Sinais através de Técnicas Invariantes de Rotação (ESPRIT), algoritmo SAGE (Maximização de Expectativa Generalizada de Alternância Espacial) etc. Em alguns cenários, as larguras de feixe amplas das transmissões de baixa frequência em sistemas de comunicação sem fio de baixa frequência podem resultar em precisão angular insatisfatória. Em uma modalidade exemplificadora, os ângulos aprendidos para o sistema de comunicação sem fio de baixa frequência podem servir como uma estimativa aproximada para os ângulos (também denominados como informações angulares) necessários para a formação de feixes no sistema de comunicação sem fio de mmW. Uma estimativa refinada das informações angulares para o sistema de comunicação sem fio de mmW pode ser determinada com o uso da estimativa de ângulo aproximada obtida através do sistema de comunicação sem fio de baixa frequência como o valor inicial (também denominado como o valor de origem). Por exemplo, a estimativa refinada pode ser determinada com o uso de algoritmos, como ajuste de feixe fino ou MUSIC restrita.

[0091] As capacidades assimétricas entre um sistema de comunicação sem fio de mmW e um sistema de comunicação sem fio de baixa frequência podem ser aproveitadas para reduzir a complexidade nos algoritmos usados para implantar o sistema de comunicação sem fio de mmW e o sistema de comunicação sem fio de baixa frequência. Por exemplo, os sistemas de comunicação sem fio de baixa frequência podem usar um número menor de antenas do que sistemas de comunicação sem fio de mmW. Tal assimetria no número de antenas pode ser aproveitada para estimar as direções de sinal prováveis em algoritmos, como MUSIC, ESPRIT e/ou SAGE. Deve-se notar que a estimativa das direções de sinal prováveis com qualquer algoritmo (por exemplo, MUSIC, ESPRIT e/ou SAGE) é com base na obtenção de uma estimativa precisa da matriz de covariância de sinal. Por exemplo, uma estimativa precisa da matriz de covariância de sinal pode ser alcançada com o uso de um número menor de amostras de treinamento (ou períodos mais curtos de aquisição de matriz de covariância e aprendizado de ângulo) e com menor custo computacional (número menor de multiplicações e adições e inversão de matriz de dimensão menor) para sistemas de antena menores do que para sistemas dimensionais maiores.

[0092] As capacidades assimétricas entre o transmissor e o receptor podem ser aproveitadas para alocar proporcionalmente mais recursos para determinação de ângulo no sistema de comunicação sem fio de baixa frequência do que no sistema de comunicação sem fio de mmW. Por exemplo, as capacidades assimétricas podem incluir um número diferente de antenas no transmissor e no receptor, as capacidades de

formação de feixes diferentes (por exemplo, capacidade de formação de feixes digital ou capacidade de formação de feixes de RF) entre o transmissor e o receptor e/ou potência menor no receptor.

[0093] Em uma modalidade exemplificadora, as informações de temporização do símbolo OFDM e quadro de célula obtidas a partir do sistema de comunicação sem fio de baixa frequência podem ser usadas como um valor inicial para o refinamento adicional com o sistema de comunicação sem fio de mmW. Em tal modalidade exemplificadora, uma vez que o sistema de comunicação sem fio de baixa frequência fornece, em geral, uma SNR melhor do que o sistema de comunicação sem fio de mmW, essas quantidades podem ser estimadas com mais confiabilidade em frequências mais baixas (por exemplo, abaixo de 6,0 GHz) do que em frequências mais altas (por exemplo, frequências entre 10,0 GHz e 300,0 GHz). As informações de temporização de símbolo OFDM e/ou quadro de célula podem ser determinadas com o uso de sinais de sincronização (por exemplo, sinais de sincronização primários (PSSs) e sinais de sincronização secundários (SSSs)) que permitem que um UE sincronize com a célula e detecte quantidades de interesse, como temporização de quadro de célula, deslocamento de frequência de portadora, temporização de símbolo OFDM e/ou identificação de célula (ID).

[0094] O deslocamento de frequência de operadora pode ser estimado para o sistema de comunicação sem fio de mmW após o ajuste fino em torno da estimativa fornecida pelo sistema de comunicação sem fio de baixa frequência. Por

exemplo, o ajuste fino pode ser realizado com um número menor de hipóteses de frequência. Portanto, a assistência de baixa frequência pode intensificar significativamente o desempenho dos protocolos de mmW em relação à latência, requisitos de SNR menor para o mesmo desempenho e/ou custo computacional menor.

[0095] A Figura 10 é um diagrama que ilustra um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. Um sistema de comunicação 1000 pode compreender uma estação-base (não mostrada) que tem um arranjo de antenas de estação-base 1002 e um UE (não mostrado) que tem um arranjo de antenas de UE 1004. O arranjo de antenas 1002 pode incluir um número de elementos de antena (por exemplo, elemento de antena 1012) dispostos em um padrão de grade e pode estar situado em uma estação-base e o arranjo de antenas 1004 pode incluir um número de elementos de antena (por exemplo, elemento de antena 1014) dispostos em um padrão de grade e podem estar situados em um UE.

[0096] O arranjo de antenas 1002 e o arranjo de antenas 1004 são mostrados em relação a um sistema de coordenadas globais (GCS) 1010. O GCS 1010 é mostrado como um sistema de coordenadas cartesianas que tem eixos geométricos ortogonais X, Y e Z, mas pode ser qualquer sistema de coordenadas, como um sistema de coordenadas polares. O GCS 1010 pode ser usado para definir a localização do arranjo de antenas 1002 e o arranjo de antenas 1004 e os feixes de comunicação relacionados ao arranjo de antenas 1002 e ao arranjo de antenas 1004.

[0097] Em uma modalidade exemplificadora, o arranjo de antenas 1002 é mostrado como gerando seis (6) feixes de comunicação 1021, 1022, 1023, 1024, 1025 e 1026, também rotulados de 1 a 6 na Figura 10. Em uma modalidade exemplificadora, o arranjo de antenas 1004 é mostrado como gerando quatro (4) feixes de comunicação 1031, 1032, 1033 e 1034, também rotulados de 1 a 4 na Figura 10. Entende-se que o arranjo de antenas 1002 e o arranjo de antenas 1004 têm capacidades para gerar muito mais feixes de comunicação do que os feixes de comunicação mostrados na Figura 10. Adicionalmente, os feixes de comunicação gerados pelo arranjo de antenas 1002 e pelo arranjo de antenas 1004 têm capacidade para gerar feixes de comunicação de transmissão e recebimento.

[0098] Em uma modalidade exemplificadora, pelo menos alguns dos feixes de comunicação 1021, 1022, 1023, 1024, 1025 e 1026 e pelo menos alguns dos feixes de comunicação 1031, 1032, 1033 e 1034 podem formar um enlace de par de feixes (BPL) e, em uma modalidade exemplificadora, podem formar um número de BPLs. Em uma modalidade exemplificadora, o feixe de comunicação 1023 e o feixe de comunicação 1032 podem formar um BPL 1051, permitindo assim que os dispositivos de comunicação associados ao arranjo de antenas 1002 e ao arranjo de antenas 1004 se comuniquem bidirecionalmente. De modo similar, o feixe de comunicação 1024 e o feixe de comunicação 1033 podem formar um BPL 1053 e o feixe de comunicação 1025 e o feixe de comunicação 1034 podem formar um BPL 1055. Embora três BPLs 1051, 1053 e 1055

sejam mostrados na Figura 10, podem existir mais ou menos BPLs entre o arranjo de antenas 1002 e o arranjo de antenas 1004. Em uma modalidade exemplificadora, os feixes de comunicação 1023, 1024, 1025, 1031, 1033 e 1034 podem ser denominados como “feixes de serviço” quando estão sendo usados para comunicação ativa e os feixes de comunicação 1021, 1022, 1026 e 1032 podem ser denominados como feixes alvo ou feixes candidatos, se estiverem disponíveis para comunicação.

[0099] Em uma modalidade exemplificadora, a formação de feixe leva a uma maior eficiência espectral em sistemas de mmW, 5G ou NR. Os livros de códigos analógicos específicos para UE e específicos para estação-base (5G-NR não especificado) podem ser usados para formação de feixes no UE e na estação-base, respectivamente. Tais projetos de livro de códigos são tipicamente proprietários tanto na estação-base como no UE. As restrições típicas de projeto de livro de códigos/feixe incluem, por exemplo, ganho de arranjo de antenas versus trocas de cobertura.

[0100] A Figura 11A é um diagrama 1100 de um sistema de comunicação que inclui uma estação-base 106 e um UE 102 para uso em comunicação sem fio, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. A estação-base 106 pode ser um exemplo de um ou mais aspectos de um estação-base descrita com referência à Figura 1. Também pode ser um exemplo de uma estação-base descrita com referência à Figura 6.

[0101] O UE 102 pode ser um exemplo de um ou mais

aspectos de um UE descrito com referência à Figura 1. Também pode ser um exemplo de um UE descrito com referência à Figura 6.

[0102] O UE 102 pode estar em comunicação sem fio bidirecional com a estação-base 106. Em uma modalidade exemplificadora, o UE 102 pode estar em comunicação sem fio bidirecional com a estação-base 106 sobre um feixe de serviço 1103, que também pode ser denominado como um BPL 1105. Um feixe de serviço pode ser um feixe de comunicação que transporta informações de controle, denominado como um feixe de controle, pode ser um feixe de comunicação que transporta dados, denominado como um feixe de dados ou pode ser outros feixes de comunicação. Em uma modalidade exemplificadora, o feixe de serviço 1103 pode compreender um feixe de transmissão enviado a partir da estação-base 106 e um feixe de recebimento ajustado pelo UE 102, e pode compreender um feixe de transmissão enviado pelo UE 102 e um feixe de recebimento ajustado pela estação-base 106. O BPL 1105 destina-se a representar a comunicação bidirecional entre o UE 102 e a estação-base 106 com o uso de uma combinação de feixes de transmissão e recebimento que cooperam para criar o enlace de comunicação bidirecional. Em uma modalidade exemplificadora, o feixe de serviço 1103 pode ser um dentre uma pluralidade de feixes de comunicação direcionais que pode ser configurado para acoplar operacionalmente o UE 102 à estação-base 106. Em uma modalidade exemplificadora, em um determinado momento, o feixe de serviço 1103 e BPL 1105, podem ter capacidade para fornecer o enlace de comunicação

mais robusto entre o UE 102 e a estação-base 106.

[0103] Em uma modalidade exemplificadora, outros feixes de serviço também podem ser estabelecidos entre um UE 102 e a estação-base 106. Por exemplo, os feixes de serviço 1107 podem estabelecer um BPL 1109 entre o UE 102 e a estação-base 106; e o feixe de serviço 1111 pode estabelecer um BPL 1113 entre o UE 102 e a estação-base 106.

[0104] Em uma modalidade exemplificadora, um ou mais feixes alvo ou candidatos também podem estar disponíveis para fornecer um enlace de comunicação entre o UE 102 e a estação-base 106. Em uma modalidade exemplificadora, o feixe candidato 1115 representa um dentre uma pluralidade de feixes candidatos disponíveis, e é mostrado em uma linha pontilhada para indicar que não está fornecendo ativamente um enlace de comunicação operacional entre o UE 102 e a estação-base 106. Em uma modalidade exemplificadora, o feixe candidato 1115 pode compreender feixes de transmissão e recebimento gerados pela estação-base 106 e pelo UE 102 que podem formar, em conjunto, o feixe candidato 1115.

[0105] A Figura 11B é um diagrama 1100 de um sistema de comunicação que inclui uma estação-base 106 e um UE 102 para uso em comunicação sem fio, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. A Figura 11B ilustra falha de enlace de par de feixes parcial. Por exemplo, na Figura 11B, o BPL 1105 e o BPL 1109 experimentaram RLF, pelo fato de que são incapazes de continuar a estabelecer e manter um enlace de comunicação de rádio entre o UE 102 e a estação-base 106. No entanto, o feixe de serviço 1155 e o BPL 1157

ainda são estabelecidos entre o UE 102 e a estação-base 106, dando origem ao termo perda de BPL "parcial", em que a comunicação entre o UE 102 e a estação-base 106 ainda está disponível em pelo menos um feixe de comunicação, que é o feixe de serviço 1155 e BPL 1157 nesse exemplo.

[0106] Os procedimentos de recuperação de falha de feixe existentes lidam com a situação quando todos os feixes de controle de serviço falham. A identificação de novo feixe candidato não é apenas com base na transmissão de sinais de referência periódicos, como informações de estado do canal - sinal de referência (CSI-RS) ou um período de sinal de sincronização (SS), a partir da estação-base 106 para um UE 102, devido ao fato de que o UE 102 não pode se comunicar com a estação-base 106 até que um novo feixe candidato seja encontrado e a comunicação seja transicionada para o novo feixe candidato. Nessa metodologia anterior, existe um atraso de pelo menos um período de comunicação para identificação de feixe candidato após a detecção de falha de feixe, devido ao fato de que o UE precisa aguardar a próxima oportunidade periódica para pesquisar feixes candidatos. Múltiplos recursos de enlace ascendente (UL) devem ser reservados para a solicitação de recuperação de falha de feixe, de modo que a estação-base possa realizar uma varredura de feixe de recebimento (RX) sobre e através de direções diferentes para o recebimento dessa solicitação.

[0107] Em uma modalidade exemplificadora, é descrito um procedimento eficaz para lidar com a perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), em que um subconjunto

dos feixes de controle falha, mas em que pelo menos um feixe de controle permanece disponível para comunicação entre um UE 102 e uma estação-base 106. Em uma modalidade exemplificadora, múltiplos feixes de controle são suportados em 5G NR para robustez contra falha de feixe.

[0108] A recuperação de perda de BPL parcial tem uma vantagem no tempo de recuperação em relação aos procedimentos de recuperação de falha de feixe existentes, devido ao fato de que para a perda de BPL parcial, existe pelo menos um BPL de controle bom que um UE pode usar para notificar uma estação-base e disparar imediatamente um procedimento de recuperação de feixe, sem aguardar um sinal a partir da estação-base, que seria atrasado por pelo menos um período de comunicação acima mencionado.

[0109] A recuperação de perda de BPL parcial também tem uma vantagem na economia de recursos, devido ao fato de que o novo BPL identificado pode ser imediatamente transportado para a estação-base pelo UE com o uso de um BPL de controle bom restante sem a necessidade de reservar múltiplos recursos de enlace ascendente (UL) para varredura de feixe RX na estação-base para o recebimento da solicitação de recuperação de falha de feixe que o UE envia para a estação-base no BPL bom restante.

[0110] Em uma modalidade exemplificadora, para a perda de BPL parcial, existe pelo menos um BPL de controle bom que permite que um UE notifique uma estação-base (gNB) e imediatamente dispare um procedimento de recuperação de feixe sob condições de perda de BPL parcial.

[0111] Em uma modalidade exemplificadora, no caso de perda da BPL parcial, novos feixes candidatos podem ser identificados mais cedo com o uso do esquema proposto do que com um procedimento existente para recuperação de falha de feixe.

[0112] Em uma modalidade exemplificadora, em vez de aguardar o próximo período de informações de estado do canal - sinal de referência (CSI-RS) ou sinal de sincronização (SS), um UE pode notificar uma estação-base (gNB) sobre a perda de BPL parcial imediatamente após a detecção de falha com o uso de um BPL bom restante e, então, o UE pode esperar que a estação-base (gNB) programe um CSI-RS aperiódico para uma pesquisa de feixe candidato. Conforme usado no presente documento, o termo "aperiódico" se refere a uma estação-base que programa um CSI-RS para uma pesquisa de feixe candidato imediatamente após o recebimento da indicação de perda a partir do UE, e que não aguarda um evento de CSI-RS de ocorrência periodicamente normal.

[0113] Em uma modalidade exemplificadora, um UE pode notificar uma estação-base sobre uma perda de BPL parcial detectada mediante o envio de uma comunicação de canal físico de controle de enlace ascendente (PUCCH) específica similar a uma solicitação de programação (SR) que pode ser definida para a indicação de perda de BPL parcial.

[0114] Em uma modalidade exemplificadora, um UE pode notificar uma estação-base sobre uma perda de BPL parcial detectada por uma estação-base, permitindo o relatório de feixe aperiódico iniciado por um UE sempre que a

perda de BPL parcial é detectada por um UE. O relatório de feixe aperiódico pode ser realizado por, por exemplo, um sinal PUCCH ou por um elemento de controle (CE) de controle de acesso médio (MAC) de enlace ascendente (UL) em uma comunicação de canal físico compartilhado de enlace ascendente (PUSCH) a partir de um UE.

[0115] Um UE pode transmitir uma solicitação de adição de BPL com novas informações de feixe. A solicitação de adição de BPL pode ser definida como um sinal PUCCH específico similar a uma solicitação de programação (SR), mas com bits adicionais para indicar novas informações de feixe.

[0116] Em uma outra modalidade exemplificadora, um sinal PUCCH específico similar a SR, mas com bits adicionais para capturar tanto a indicação de perda de BPL parcial como a solicitação de adição de BPL pode ser usado por um UE para iniciar a transição de feixe de comunicação para um feixe candidato.

[0117] A Figura 12 é um fluxograma que ilustra um exemplo de um método para comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. Os blocos no método 1200 podem ser realizados dentro ou fora da ordem mostrada e, em algumas modalidades, podem ser realizados, pelo menos em parte, em paralelo.

[0118] No bloco 1202, um UE realiza a detecção de falha de feixe de comunicação.

[0119] No bloco 1204, é determinado pelo UE se existem quaisquer feixes de controle de comunicação falharam.

[0120] Se, no bloco 1204, for determinado que não

existem falhas de feixe de controle, então, o processo retorna para o bloco 1202, onde o UE continua a realizar a detecção de falha de feixe de comunicação. Se, no bloco 1204, for determinado que qualquer feixe de controle falou, então, o processo prossegue para o bloco 1206.

[0121] No bloco 1206, o UE determina se pelo menos um feixe de controle permanece disponível para comunicação com uma estação-base. Se, no bloco 1206, o UE determinar que não existe feixe de controle disponível para comunicação com uma estação-base, então, o processo prossegue para o bloco 1208, onde o UE segue os procedimentos de recuperação de falha de feixe existentes em que todos os feixes de comunicação falharam.

[0122] Se, no bloco 1206, o UE determinar que existe pelo menos um feixe de controle disponível para comunicação com uma estação-base, então, o processo prossegue para o bloco 1210. [0123] No bloco 1210, um UE pode notificar uma estação-base sobre a perda de BPL parcial, explícita ou implicitamente, com o uso de pelo menos um feixe de controle de comunicação disponível.

[0124] Por exemplo, um UE pode notificar uma estação-base sobre a perda de BPL parcial, explícita ou implicitamente, para que a estação-base possa tomar ações adicionais para o gerenciamento de feixe. Conforme usado no presente documento, o termo "notificação explícita" significa que um UE proativamente e sem aguardar um sinal CSI-RS ou SS periódico a partir da estação-base notifica explicitamente a estação-base sobre o evento de perda de BPL parcial.

[0125] O termo “notificação implícita” pode abranger muitos mecanismos, por exemplo, a notificação pode ser uma solicitação do UE para uma estação-base disparar relatório de CSI-RS aperiódico e/ou feixe aperiódico, etc.

[0126] Em uma modalidade exemplificadora, são propostas pelo menos duas opções para o UE transmitir essa notificação “explícita ou implícita” para a estação-base em relação à perda de BPL parcial.

[0127] Em uma modalidade exemplificadora, um novo formato de PUCCH similar a uma solicitação de programação (SR) pode ser definido na camada física para essa notificação.

[0128] Em uma modalidade exemplificadora, um sinal de solicitação de PUCCH geral pode ser usado para cobrir as solicitações do UE. Em LTE, apenas um sinal de solicitação é definido no PUCCH: Um SR para solicitar uma concessão para os recursos de UL. Em 5G NR, um UE pode enviar solicitações de UL para diferentes propósitos. Por exemplo, um SR, um sinal de indicação de perda de BPL parcial, uma solicitação de refinamento de feixe, uma solicitação de relatório de feixe aperiódico e uma solicitação de recuperação de falha de feixe, etc.

[0129] Em uma modalidade exemplificadora, um sinal de PUCCH de liga-desliga com bits de informação para indicar tipos de solicitação diferentes pode ser usado pelo UE para enviar a indicação de perda de BPL parcial para a estação-base. Os bits adicionais também podem ser carregados por esse sinal de PUCCH para transportar outras informações

relacionadas, por exemplo, para indicar um índice de feixe novo em caso de solicitação de recuperação de falha de feixe ou para indicar índices de BPLs com falha no caso de indicação de perda parcial.

[0130] Em uma modalidade exemplificadora, um sinal de PUCCH ligado-desligado com diferentes sequências de sinais, por exemplo, com o uso de deslocamentos cíclicos diferentes, para indicar tipos de solicitação diferentes, pode ser usado pelo UE. Um recurso de PUCCH periódico pode ser reservado para o UE enviar a solicitação adequada quando necessário. Por exemplo, diferentes deslocamentos cíclicos podem ser atribuídos a um UE e cada deslocamento cíclico pode corresponder a um ou mais dentre os seguintes tipos de solicitação de PUCCH: um SR, uma indicação de perda de BPL parcial, uma solicitação de refino de feixe, uma solicitação de relatório de feixe aperiódico e uma solicitação de recuperação de falha de feixe, etc.

[0131] Em uma outra modalidade exemplificadora, um UE pode transmitir essa notificação "explícita ou implícita" para a estação-base em relação à perda de BPL parcial com o uso de um novo elemento de controle (CE) de controle de acesso médio (MAC) de enlace ascendente (UL) que pode ser definido na camada MAC para essa notificação. Um UL MAC CE pode ter capacidade para disparar um SR similar a um BSR MAC CE de modo que possa ser transmitido em tempo com o recurso de PUSCH alocado. Para essa opção, as mudanças são implantadas na camada MAC e nenhuma mudança é implantada na camada física.

[0132] No bloco 1214, em uma modalidade exemplificadora, após o recebimento da notificação de perda de BPL a partir do UE, a estação-base pode enviar uma transmissão de CSI-RS aperiódica e disparar um relatório de feixe aperiódico a partir do UE.

[0133] No bloco 1216, em uma modalidade exemplificadora, após o recebimento da notificação de perda de BPL a partir do UE, a estação-base pode disparar um relatório de feixe aperiódico a partir do UE com base em um sinal CSI-RS periódico ou um sinal SS periódico.

[0134] No bloco 1218, em uma modalidade exemplificadora, após o recebimento da notificação de perda de BPL a partir do UE, a estação-base pode atualizar pelo menos algumas de suas configurações, depois disso o processo retorna para o bloco 1208. Por exemplo, a estação-base pode reduzir a periodicidade (o período), ou a frequência de transmissão, do sinal SS ou do sinal CSI-RS, de modo que o UE possa descobrir um novo feixe candidato mais cedo mediante a realização do processo de recuperação de falha de feixe indicado pelo bloco 1208.

[0135] No bloco 1222, após receber a transmissão de CSI-RS aperiódica (bloco 1214) a partir da estação-base ou a solicitação do relatório de feixe aperiódico com base em um sinal CSI-RS periódico ou um sinal SS periódico (bloco 1216) a partir da estação-base, o UE transmite um relatório de situação de feixe com novas informações de feixe para a estação-base.

[0136] No bloco 1224, a estação-base transmite uma

nova mensagem de adição de BPL para o UE com base no relatório de situação de feixe do UE enviado no bloco 1222.

[0137] As etapas nos blocos 1210, 1214, 1216, 1218, 1222 e 1224 ocorrem sobre um dos BPLs de controle bons.

[0138] Existem múltiplas opções possíveis para lidar com a perda de BPL parcial.

[0139] Em uma modalidade exemplificadora (alternativa 1) com referência aos blocos 1210, 1214, 1222 e 1224 da Figura 12, (a, b1, c, d), após o recebimento da notificação de perda de BPL do UE, a estação-base programa uma transmissão de CSI-RS aperiódica para que o UE realize uma pesquisa de feixe candidato, e a estação-base também dispara um relatório de situação de feixe aperiódico a partir do UE em um momento especificado após a transmissão do CSI-RS aperiódico. Nessa modalidade, um feixe candidato pode ser encontrado e relatado para a estação-base imediatamente, sem a necessidade de aguardar pela próxima oportunidade de CSI-RS ou SS periódico.

[0140] Em uma outra modalidade exemplificadora (alternativa 2) com referência aos blocos 1210, 1216, 1222 e 1224 da Figura 12, (a, b2, c, d), a pesquisa de feixe candidato ainda tem por base um sinal CSI-RS ou SS periódico. No entanto, mediante o recebimento da notificação de perda de BPL parcial do UE, a estação-base dispara um relatório de situação de feixe aperiódico a partir do UE para obter novos feixes candidatos identificados a partir do UE. Em uma modalidade exemplificadora, os novos feixes candidatos identificados são relatados pelo UE com o uso de um BPL de

controle sem falhas e, dessa forma, a estação-base não precisa realizar uma varredura de feixe RX para o recebimento da mensagem de relatório de feixe a partir do UE. Essa abordagem pode ser útil na situação em que a próxima oportunidade de CSI-RS ou SS periódico estiver próxima; assim, não haverá um atraso longo se o UE aguardar essa próxima oportunidade de CSI-RS ou SS periódico a partir da estação-base.

[0141] Em uma outra modalidade exemplificadora (alternativa 3) com referência aos blocos 1210, 1218, 1222 e 1224 da Figura 12, (a, b3, c, d), um procedimento de recuperação de falha de feixe existente é reutilizado. No entanto, após o recebimento da notificação de perda de BPL parcial a partir do UE, a estação-base pode atualizar algumas de suas configurações (bloco 1218) para que um procedimento de recuperação possa ser feito com mais eficiência. Por exemplo, a estação-base pode reduzir a periodicidade do sinal CSI-RS ou do sinal SS, para que os feixes candidatos possam ser encontrados mais cedo. A estação-base também pode atualizar a configuração de PRACH para solicitação de recuperação de falha de feixe.

[0142] Em uma outra modalidade exemplificadora (alternativa 4), o UE pode apenas usar o processo de recuperação de falha de feixe existente.

[0143] Mediante a detecção de perda de BPL parcial, um UE pode decidir se envia uma notificação para uma estação-base. Se uma notificação for enviada pelo UE para uma estação-base, a estação-base pode determinar se considera o

método dos blocos 1214, 1222, 1224 (alternativa 1); blocos 1216, 1222, 1224 (alternativa 2); ou blocos 1218, 1222, 1224 (alternativa 3), com base em sua situação. Por exemplo, a alternativa 1 pode ser usada se o tempo para a próxima oportunidade de CSI-RS ou SS periódico exceder um limiar.

[0144] A alternativa 2 pode ser usada se o tempo para a próxima oportunidade de CSI-RS ou SS periódico estiver abaixo de um limiar.

[0145] A alternativa 3 pode ser usada se a estação-base não puder programar um CSI-RS aperiódico ou disparar um relatório de feixe devido a certas restrições.

[0146] Se nenhuma das alternativas 1, 2 ou 3 for possível, o UE pode usar o procedimento de recuperação de falha de feixe existente.

[0147] Em uma modalidade exemplificadora, uma estação-base pode identificar um BPL de controle sem falha de enlace descendente (DL) através de um "caso recíproco de feixe", por exemplo, com o uso do feixe RX das estações-base no qual a indicação de perda de BPL do UE foi comunicada, ou através de um "caso não recíproco de feixe", em que o feixe de DL associado ao BPL em que a indicação de perda de BPL do UE foi comunicada.

[0148] A Figura 13 é um diagrama de blocos funcional de um aparelho 1300 para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. O aparelho 1300 compreende meios 1302 para realizar a detecção de falha de feixe. Em certas modalidades, os meios 1302 para realizar a detecção de falha de feixe podem ser configurados

para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1202 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1302 para realizar a detecção de falha de feixe podem compreender o UE 650 que realiza a detecção de falha de feixe com o uso, por exemplo, do controlador/processador 659, memória 660, processador RX 656, receptor 654 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0149] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1304 para determinar se qualquer feixe de controle de comunicação falhou. Em certas modalidades, os meios 1304 para determinar qualquer feixe de controle de comunicação falhou podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1204 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1304 para determinar se qualquer feixe de controle de comunicação falhou podem compreender o UE 650 que realiza a detecção de falha de feixe com o uso, por exemplo, do controlador/processador 659, memória 660, processador RX 656, receptor 654 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0150] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1306 para determinar se pelo menos um feixe de controle de comunicação está disponível. Em certas modalidades, os meios 1306 para determinar se pelo menos um feixe de controle de comunicação está disponível podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1206 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1306 para determinar se pelo menos um feixe de controle de comunicação está disponível podem

compreender o UE 650 que determina que o feixe de controle pode estar disponível com o uso, por exemplo, do controlador/processador 659, memória 660, processador RX 656, receptor 654 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0151] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1308 para seguir os procedimentos de recuperação de falha de feixe existentes. Em certas modalidades, os meios 1308 para seguir os procedimentos de recuperação de falha de feixe existentes podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1208 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1308 para seguir os procedimentos de recuperação de falha de feixe existentes podem compreender o UE 650 que segue os procedimentos de recuperação de falha de feixe existentes com o uso, por exemplo, do controlador/processador 659, memória 660, processador RX 656, receptor 654, e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0152] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1310 para notificar a estação-base sobre a perda de BPL, explícita ou implicitamente, com o uso de pelo menos um feixe de controle disponível. Em certas modalidades, os meios 1310 para notificar uma estação-base sobre a perda de BPL, explícita ou implicitamente, com o uso de pelo menos um feixe de controle disponível, podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1210 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1310 para notificar a estação-base sobre a perda de BPL, explícita ou implicitamente, com o uso

de pelo menos um feixe de controle disponível podem compreender o UE 650 que comunica a perda de BPL parcial para a estação-base sobre um feixe de controle existente com o uso, por exemplo, do controlador/processador 659, memória 660, processador RX 656, receptor 654, processador TX 668, transmissor 654 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0153] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1314 para programar uma transmissão de CSI-RS aperiódica e disparar um relatório de situação de feixe aperiódico a partir de um UE. Em certas modalidades, os meios 1314 para programar uma transmissão de CSI-RS aperiódica e disparar um relatório de situação de feixe aperiódico a partir de um UE podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1214 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1314 para programar uma transmissão de CSI-RS aperiódica e disparar um relatório de situação de feixe aperiódico a partir de um UE podem compreender a estação-base 610 que programa uma transmissão de CSI-RS aperiódica com o uso, por exemplo, do controlador/processador 675, memória 676, processador TX 616, transmissor 618 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0154] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1316 para disparar um relatório de situação de feixe aperiódico a partir de um UE com base em um CSI-RS ou SS periódico. Em certas modalidades, os meios 1316 para disparar um relatório de situação de feixe aperiódico a partir de um

UE com base em um CSI-RS ou SS periódico podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1216 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1316 para disparar um relatório de situação de feixe aperiódico a partir de um UE, com base em um CSI-RS ou SS periódico, podem compreender a estação-base 610 que dispara um relatório de situação de feixe aperiódico a partir do UE com o uso de uma transmissão de CSI-RS ou SS periódica, com o uso, por exemplo, do controlador/processador 675, memória 676, processador TX 616, transmissor 618 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0155] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1318 para atualizar configurações. Em certas modalidades, os meios 1318 para atualizar configurações podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1218 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1318 para atualizar configurações podem compreender a estação-base 610 que atualiza uma ou mais configurações, com o uso, por exemplo, do controlador/processador 675, memória 676, processador TX 616, transmissor 618, do controlador/processador 659, memória 660, processador TX 668, transmissor 654 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0156] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1322 para transmitir um relatório de situação de feixe com novas informações de feixe. Em certas modalidades, os

meios 1322 para transmitir um relatório de feixe com novas informações de feixe podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1222 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1322 para transmitir um relatório de situação de feixe com novas informações de feixe podem compreender o UE 650, após receber a transmissão de CSI-RS aperiódica (bloco 1314) a partir da estação-base ou a solicitação do relatório de feixe aperiódico com base em um sinal CSI-RS periódico ou um sinal SS periódico (bloco 1316) a partir da estação-base, que transmite um relatório de feixe com novas informações de feixe para a estação-base com o uso, por exemplo, do controlador/processador 659, memória 660, processador RX 656, receptor 654 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0157] O aparelho 1300 compreende adicionalmente meios 1324 para transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe do UE. Em certas modalidades, os meios 1324 para transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe do UE podem ser configurados para realizar uma ou mais das funções descritas no bloco de operação 1224 do método 1200 (Figura 12). Em uma modalidade exemplificadora, os meios 1324 para transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe do UE podem compreender a estação-base 610 que envia as novas informações de BPL para o UE com o uso, por exemplo, do controlador/processador 675, memória 676, processador TX 616, transmissor 618, do controlador/processador 659, memória 660, processador TX 668,

transmissor 654 e conjunto de circuitos relacionados (Figura 6).

[0158] Em uma modalidade exemplificadora, para uma rede de acesso, múltiplos enlaces de controle podem surgir de células ou estações-base diferentes. Por exemplo, um UE pode ter múltiplos enlaces através de diferentes tecnologias, por exemplo agregação de portadora (CA), conectividade dupla, etc. Para o acesso e backhaul integrados, um nó de backhaul pode se conectar com múltiplos nós para melhorar a robustez do canal de comunicação. Para perda de BPL parcial que ocorre em um ambiente de múltiplos nós, um nó com um bom enlace pode ajudar o nó com um enlace com falha para a recuperação de feixe.

[0159] A Figura 14 é um diagrama de fluxo de chamada 1400 para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. O diagrama de fluxo de chamada 1400 mostra um UE 1402, denominado como UEF, que pode se referir a um UE associado a uma rede de acesso ou a uma rede de backhaul. Um primeiro nó, Nó 1 1406, pode ser acoplado ao UEF 1402 e a um segundo nó, Nó 2 1407. Conforme mostrado na Figura 14, o enlace de comunicação entre o UEF 1402 e o nó 1 1406 falhou. O primeiro nó, Nó 1 1406, e o segundo nó, Nó 2 1407, podem ser dispositivos de comunicação, como, por exemplo, estações-base ou outros dispositivos de comunicação.

[0160] Nessa modalidade exemplificadora, o nó (Nó 2 1407) com o bom enlace de comunicação auxilia o nó (Nó 1 1406) com o enlace com falha para recuperação de feixe.

[0161] Na chamada 1410, o UEF 1402 notifica o Nó 2 1407 sobre a perda de BPL do UEF com o Nó 1 1406.

[0162] Na chamada 1412, o Nó 2 1407 encaminha a notificação de perda de BPL para o Nó 1 1406.

[0163] Na chamada 1414, o Nó 1 1406 responde ao Nó 2 1407 com uma alocação de recurso em uma comunicação de CSI-RS para pesquisa de feixe.

[0164] Na chamada 1416, o Nó 2 1407 realiza uma programação de nó cruzado de um CSI-RS aperiódico e dispara um relatório de situação de feixe para o Nó 1 1406.

Na chamada 1418, o Nó 1 1406 transmite uma transmissão de CSI-RS aperiódica para o UEF 1402 para realizar uma varredura de feixe.

[0166] No processo 1420, o UEF 1402 identifica os feixes de comunicação candidatos para o Nó 1 1406.

[0167] Na chamada 1422, o UEF 1402 envia um relatório de situação de feixe com os feixes candidatos para o Nó 1 1406 para o Nó 2 1407.

[0168] Na chamada 1424, o Nó 2 1407 encaminha o relatório de feixe para o Nó 1 1406.

[0169] Na chamada 1426, o Nó 1 1406 responde ao Nó 2 1407 com uma nova comunicação de adição de BPL.

[0170] Na chamada 1428, o Nó 2 1407 envia a nova mensagem de adição de BPL para o Nó 1 1406 para o UEF 1402.

[0171] Na chamada 1430, o UEF 1402 e o Nó 1 1406 agora se comunicam sobre o BPL recém-adicionado.

[0172] Conforme mostrado na Figura 14, as etapas 1210, 1214, 1222 e 1224 (alternativa 1) da Figura 12 são

realizadas entre o UEF 1402 e o Nó 2 1407 do enlace bom para ajudar a estabelecer o novo enlace entre o UEF 1402 e o Nó 1 1406. Nessa modalidade exemplificadora, o nó (Nó 2 1407) com o enlace bom suporta o recebimento e transmissão de mensagens com o UEF 1402 para o nó (Nó 1 1406) com o enlace com falha. O nó com o enlace bom troca informações com o nó do enlace com falha para recuperação de feixe.

[0173] A Figura 15 é um diagrama de fluxo de chamada 1500 para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. O diagrama de fluxo de chamada 1500 mostra o UEF 1402, o primeiro nó, Nó 1 1406, e o segundo nó, Nó 2 1407. Conforme mostrado na Figura 15, o enlace de comunicação entre o UEF 1402 e o nó 1 1406 falhou.

[0174] Nessa modalidade exemplificadora, o nó (Nó 2 1407) com o bom enlace de comunicação auxilia o nó (Nó 1 1406) com o enlace com falha para recuperação de feixe.

[0175] Na chamada 1510, o UEF 1402 notifica o Nó 2 1407 sobre a perda de BPL do UEF com o Nó 1 1406.

[0176] Na chamada 1512, o Nó 2 1407 encaminha a notificação de perda de BPL para o Nó 1 1406.

[0177] Na chamada 1514, o Nó 1 1406 responde ao Nó 2 1407 com uma alocação de recurso em uma comunicação de CSI-RS para pesquisa de feixe.

[0178] Na chamada 1516, o Nó 2 1407 dispara o UEF 1402 para gerar um relatório de situação de feixe aperiódico para o Nó 1 1406.

[0179] Na chamada 1518, o Nó 1 1406 transmite uma transmissão de CSI-RS periódica ou transmissão de SS para o

UEF para realizar uma varredura de feixe.

[0180] No processo 1520, o UEF 1402 identifica os feixes de comunicação candidatos para o Nó 1 1406.

[0181] Na chamada 1522, o UEF 1402 envia um relatório de situação de feixe com os feixes candidatos para Nó 1 1406 para o Nó 2 1407.

[0182] Na chamada 1524, o Nó 2 1407 encaminha o relatório de situação de feixe para o Nó 1 1406.

[0183] Na chamada 1526, o Nó 1 1406 responde ao Nó 2 1407 com uma nova comunicação de adição de BPL.

[0184] Na chamada 1528, o Nó 2 1407 envia a nova mensagem de adição de BPL para o Nó 1 1406 para o UEF 1402.

[0185] Na chamada 1530, o UEF 1402 e o Nó 1 1406 agora se comunicam sobre o BPL recém-adicionado.

[0186] Conforme mostrado na Figura 15, as etapas 1210, 1216, 1222 e 1224 (alternativa 2) da Figura 12 são realizadas de modo similar àquele mostrado na Figura 14, exceto que na Figura 15, o nó (Nó 2 1407) com o enlace bom não realiza a programação de nó cruzado de uma transmissão de CSI-RS aperiódica.

[0187] A Figura 16 é um diagrama de fluxo de chamada 1600 para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. O diagrama de fluxo de chamada 1600 mostra o UEF 1402, o primeiro nó, Nó 1 1406, e o segundo nó, Nó 2 1407. Conforme mostrado na Figura 16, o enlace de comunicação entre o UEF 1402 e o nó 1 1406 falhou.

[0188] Nessa modalidade exemplificadora, o nó (Nó 2 1407) com o bom enlace de comunicação auxilia o nó (Nó 1

1406) com o enlace com falha para recuperação de feixe.

[0189] Na chamada 1610, o UEF 1402 notifica o Nó 2 1407 sobre a perda de BPL do UEF com o Nó 1 1406.

[0190] Na chamada 1612, o Nó 2 1407 encaminha a notificação de perda de BPL para o Nó 1 1406.

[0191] Na chamada 1614, o Nó 1 1406 atualiza as configurações para o procedimento de recuperação de falha de feixe.

[0192] Na chamada 1616, o Nó 2 1407 retransmite a configuração atualizada do Nó 1 1406 para o UEF 1402.

[0193] Na chamada 1618, o UEF 1402 e o Nó 1 1406 realizam a recuperação de falha de feixe de acordo com a configuração atualizada.

[0194] Conforme mostrado na Figura 16, as etapas 1210, 1218, 1222 e 1224 (alternativa 3) da Figura 12 são realizadas de modo que o nó (Nó 2 1407) com bom enlace ajude o nó (Nó 1 1406) com o enlace com falha encaminhando a indicação de perda a partir do UEF 1402 e retransmitindo configurações atualizadas para o UEF 1402. Não existe programação de nó cruzado e existe menos coordenação e menos atraso entre o nó (Nó 2 1407) com bom enlace e o nó (Nó 1 1406) com o enlace com falha.

[0195] A Figura 17 é um diagrama para um sistema de comunicação 1700, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. O sistema de comunicação 1700 mostra um UEF 1702, um Nó 1 1706, um Nó 2 1707, um Nó 3 1708 e um Nó 4 1709. Nesse exemplo, um nó com bom enlace também pode entrar em contato com outros nós de backup que podem estar no modo de

economia de energia para se envolver no procedimento de recuperação de falha de feixe. Por exemplo, mediante o recebimento da indicação de perda de BPL entre o UEF 1702 e o Nó 1 1706, o Nó 2 1707 pode ativar um Nó 3 1708 e o Nó 4 1709 de backup e solicitar que os mesmos transmitam sinais SS com mais frequência, de modo que o UEF 1702 tenha mais oportunidades para identificar um feixe candidato.

[0196] A Figura 18 é um diagrama de fluxo de chamada 1800 para um sistema de comunicação, de acordo com diversos aspectos da presente revelação. O diagrama de fluxo de chamada 1800 mostra um UE 1802 que se comunica com uma estação-base 1806.

[0197] Na chamada 1810, o UE 1802 notifica a estação-base 1806 da perda de BPL do UE com a estação-base 1806.

[0198] Na chamada 1818, a estação-base pode programar um CSI-RS aperiódico para o UE e disparar um relatório de feixe aperiódico a partir do UE. Alternativamente, a estação-base pode disparar um relatório de feixe aperiódico a partir do UE com base em um CSI-RS ou SS periódico.

[0199] Na chamada 1822, o UE 1802 envia um relatório de situação de feixe com os feixes candidatos para a estação-base 1806.

[0200] Na chamada 1826, a estação-base envia uma nova mensagem de adição de BPL para o UE 1802.

[0201] Na chamada 1830, o UE 1802 e a estação-base 1806 agora se comunicam sobre o BPL recém-adicionado.

[0202] Em uma modalidade exemplificadora, a recuperação de perda de BPL parcial usa o pelo menos um BPL de controle bom para o UE se comunicar com a estação-base. Com o uso desse controle de BPL bom, o CSI-RS aperiódico pode ser disparado para o UE pesquisar novos feixes candidatos imediatamente após a detecção de perda de BPL, sem a necessidade de aguardar a próxima oportunidade de CSI-RS ou SS periódico.

[0203] Em uma modalidade exemplificadora, para recuperação de perda de BPL parcial, a mensagem de solicitação de recuperação pode ser enviada através do BPL bom, por exemplo, em uma comunicação de PUCCH, e a rede precisa apenas reservar o número de recursos de enlace ascendente (UL) que correspondem ao número de feixes de controle de serviço.

[0204] É desejável lidar com a perda de BPL parcial na estrutura existente de gerenciamento de feixe, tanto quanto possível. A estrutura existente para gerenciamento de feixe define procedimentos para determinação de feixe, medição de feixe, relatório de feixe e varredura de feixe, mas todos esses procedimentos são disparados e controlados pela rede.

[0205] Em uma modalidade exemplificadora, uma mensagem de solicitação iniciada pelo UE pode ser definida na Camada 1 ou na Camada 2 para notificar uma estação-base sobre a perda de BPL parcial, explícita ou implicitamente, e para solicitar procedimentos adicionais de gerenciamento de feixe imediatamente após a detecção de perda de BPL parcial do UE.

[0206] Em uma modalidade exemplificadora, uma estação-base que opera no ambiente 5G ou NR pode suportar uma mensagem de solicitação iniciada pelo UE na Camada 1 ou Camada 2 para que o UE notificar a estação-base sobre a perda de BPL parcial, explícita ou implicitamente, e solicitar etapas adicionais de gerenciamento de feixe. Para o caso de perda de BPL parcial, o UE pode transmitir a mensagem de solicitação de recuperação de perda de BPL parcial com o uso, por exemplo, de uma comunicação de PUCCH com o uso do BPL bom. A rede pode reservar o número de recursos de UL que correspondem ao número de feixes de controle de serviço, de modo que o UE possa usar um recurso que corresponda ao BPL bom para transmitir a solicitação.

[0207] Em uma modalidade exemplificadora, uma estação-base que opera no ambiente 5G ou NR pode reservar o número de recursos de UL que correspondem ao número de feixes de controle de serviço. O UE pode transmitir a mensagem de solicitação de recuperação de perda de BPL parcial, por exemplo, em uma comunicação de PUCCH com o uso do recurso de UL que corresponde ao BPL bom. Em LTE, apenas um sinal de solicitação é definido no PUCCH, que é a solicitação de programação (SR) para solicitar a concessão de UL. No entanto, em 5G ou NR com gerenciamento de feixe, poderia existir tipos diferentes de solicitação além de SR, por exemplo, uma solicitação para recuperação de perda de BPL parcial, uma solicitação de refinamento de feixe, uma solicitação de recuperação de falha de feixe sobre o PUCCH. Um novo formato de PUCCH pode ser projetado para indicar

diferentes tipos de solicitação iniciados pelo UE. Uma vez que a mensagem de solicitação é disparada por um UE com base em certas condições de disparo, para economizar energia de UE, a mensagem de solicitação deve ser um sinal de liga/desliga.

[0208] Em uma modalidade exemplificadora, uma estação-base que opera no ambiente 5G ou NR pode suportar o projeto de um novo formato de PUCCH de liga-desliga para indicar diferentes mensagens de solicitação iniciadas por um UE, sendo que uma das mensagens de solicitação está relacionada à recuperação de perda de BPL parcial.

[0209] As técnicas descritas no presente documento podem ser usadas para diversos sistemas de comunicações sem fio como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outros sistemas. Os termos "sistema" e "rede" são muitas vezes usados de modo intercambiável. Um sistema de CDMA pode implantar uma tecnologia de rádio como CDMA2000, Acesso de Rádio Terrestre Universal (UTRA), etc. O CDMA2000 abrange os padrões IS-2000, IS-95 e IS-856. As Versões 0 e A de IS-2000 são comumente mencionadas como CDMA2000 1x, 1x, etc. IS-856 (TIA-856) é comumente mencionado como CDMA2000 1xEV-DO, Dados de Pacote de Alta Taxa (HRPD), etc. UTRA inclui CDMA de Banda Larga (WCDMA) e outras variantes de CDMA. O sistema de TDMA pode implantar uma tecnologia de rádio como Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM). Um sistema de OFDMA pode implantar uma tecnologia de rádio como Banda Larga Ultramóvel (UMB), UTRA Evoluído (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM™, etc. UTRA e E-UTRA são

parte do Sistema de Telecomunicação Móvel Universal (UMTS). A Evolução a Longo Prazo (LTE) de 3GPP e a LTE-Avançada (LTE-A) são novas versões de UMTS que usam E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A e GSM são descritos em documentos de uma organização chamada "Projeto de Parceria de Terceira Geração" (3GPP). O CDMA2000 e o UMB são descritos nos documentos de uma organização chamada "Projeto de Parceria em Terceira Geração 2" (3GPP2). As técnicas descritas no presente documento podem ser usadas para os sistemas e as tecnologias de rádio mencionadas acima assim como outros sistemas e tecnologias de rádio, incluindo comunicações celulares (por exemplo, LTE) através de uma largura de banda não licenciada e/ou compartilhada. A descrição acima, no entanto, descreve um sistema de LTE/LTE-A para propósitos de exemplo, e a terminologia de LTE é usada em grande parte da descrição acima, embora as técnicas sejam aplicáveis além das aplicações de LTE/LTE-A.

[0210] A descrição detalhada apresentada acima em conjunto com os desenhos anexos descreve exemplos e não representa os únicos exemplos que podem ser implantados ou que estão dentro do escopo das reivindicações. Os termos "exemplo" e "exemplificador", quando usados nesta descrição, significam "que serve como um exemplo, caso ou ilustração", e não "preferencial" ou "vantajoso em relação aos outros exemplos". A descrição detalhada inclui detalhes específicos com o propósito de fornecer um entendimento das técnicas descritas. Essas técnicas, no entanto, podem ser praticadas sem esses detalhes específicos. Em alguns casos, as

estruturas e os aparelhos bem conhecidos são mostrados em forma de diagrama de blocos para evitar a ocultação dos conceitos dos exemplos descritos.

[0211] As informações e os sinais podem ser representados com o uso de qualquer uma dentre uma variedade de tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos e circuitos integrados que podem ser mencionados ao longo de toda a descrição acima podem ser representados por tensões, correntes, ondas eletromagnéticas, partículas ou campos magnéticos, partículas ou campos ópticos ou qualquer combinação dos mesmos.

[0212] Os diversos blocos e componentes ilustrativos descritos em conjunto com a revelação no presente documento podem ser implantados ou realizados com um processador de propósito geral, um processador de sinal digital (DSP), um ASIC, um FPGA ou outro dispositivo lógico programável, lógica de transistor ou de porta discreta, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação dos mesmos projetada para realizar as funções descritas no presente documento. Um processador de propósito geral pode ser um microprocessador, porém, alternativamente o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador ou máquina de estados convencional. Um processador também pode ser implantado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, múltiplos microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo de DSP

ou qualquer outra tal configuração.

[0213] As funções descritas no presente documento podem ser implantadas em hardware, software executado por um processador, firmware ou qualquer combinação dos mesmos. Se forem implantadas em software executado por um processador, as funções podem ser armazenadas em ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em uma mídia legível por computador. Outros exemplos e implantações são abrangidos pelo escopo e o espírito da revelação e das reivindicações em anexo. Por exemplo, devido à natureza de software, as funções descritas acima podem ser implantadas com o uso de software executado por um processador, hardware, firmware, conexão por fios ou combinações de qualquer um dos mesmos. Os recursos de implantação de funções também podem ser fisicamente localizados em várias posições, inclusive podem ser distribuídos de modo que porções de funções sejam implantadas em diferentes locais físicos. Como usado no presente documento, inclusive nas reivindicações, o termo "e/ou", quando usado em uma lista de dois ou mais itens, significa que qualquer um dentre os itens listados pode ser empregado por si mesmo, ou qualquer combinação de dois ou mais dentre os itens listados pode ser empregada. Por exemplo, se uma composição for descrita como contendo os componentes A, B e/ou C, a composição pode conter A sozinho; B sozinho; C sozinho; A e B em combinação; A e C em combinação; B e C em combinação; ou A, B e C em combinação. Além disso, como usado no presente documento, inclusive nas reivindicações, "ou" como usado em uma lista de itens (por exemplo, uma lista de

itens precedidos de uma frase como “pelo menos um dentre” ou “um ou mais dentre”) indica uma lista disjuntiva, de modo que, por exemplo, uma lista de “pelo menos um dentre A, B ou C” signifique A ou B ou C ou AB ou AC ou BC ou ABC (isto é, A e B e C).

[0214] As mídias legíveis por computador incluem tanto mídias de armazenamento de computador como mídias de comunicação que incluem qualquer mídia 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 de propósito geral ou de propósito específico. A título de exemplo, e não de limitação, a mídia legível por computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, memória flash, CD-ROM ou outro armazenamento de disco óptico, armazenamento de disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético ou qualquer outra mídia que pode ser usada para carregar ou armazenar meio de código de programa desejado na forma de instruções ou estruturas de dados e que pode ser acessado por um computador de propósito geral ou propósito específico ou um processador propósito geral ou propósito específico. Além disso, qualquer conexão é adequadamente denominada uma mídia legível por computador. Por exemplo, se o software for transmitido a partir de um site da web, servidor ou outra fonte remota com o uso de um cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par retorcido, linha de assinante digital (DSL) ou tecnologias sem fio como infravermelho, rádio e micro-ondas, então, o cabo coaxial, o cabo de fibra óptica, o par

retorcido, a DSL ou as tecnologias sem fio como infravermelho, rádio e micro-ondas estão incluídas na definição de mídia. O disco magnético e o disco óptico, conforme usado no presente documento, incluem disco compacto (CD), disco laser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disquete e disco Blu-ray, em que os discos magnéticos normalmente reproduzem os dados de modo magnético, enquanto os discos ópticos reproduzem os dados de modo óptico com lasers. As combinações do supracitado estão também incluídas no escopo de mídias legíveis por computador.

[0215] Como usado nesta descrição, os termos "componente", "banco de dados", "módulo", "sistema" e similares são destinados a se referir a uma entidade relacionada a computador, hardware, firmware, uma combinação de hardware e software, software, ou software em execução. Como um exemplo, um componente pode ser, mas não se limita a ser, um processo executado em um processador, um processador, um objeto, um executável, um encadeamento de execução, instruções executáveis por computador, um programa e/ou um computador. A título de ilustração, tanto um aplicativo executado em um dispositivo de computação como o dispositivo de computação podem ser um componente. Um ou mais componentes podem residir dentro de um processo e/ou encadeamento de execução, e um componente pode estar situado em um computador e/ou ser distribuído entre dois ou mais computadores. Além disso, esses componentes podem executar a partir de diversas mídias legíveis por computador que têm diversas estruturas de dados armazenadas nas mesmas. Os componentes podem se

comunicar por meio de processos locais e/ou remotos como de acordo com um sinal que tem um ou mais pacotes de dados (por exemplo, dados a partir de um componente que interage com um outro componente em um sistema local, sistema distribuído e/ou através de uma rede como a Internet com outros sistemas por meio do sinal).

[0216] Embora aspectos e modalidades sejam descritos neste pedido a título de ilustração para alguns exemplos, aqueles versados na técnica entenderão que implantações e casos de uso adicionais podem surgir em muitas disposições e cenários diferentes. As inovações descritas no presente documento podem ser implantadas através de muitos tipos de plataforma, dispositivos, sistemas, formatos, tamanhos, disposições de empacotamento. Por exemplo, as modalidades e/ou usos podem surgir através de modalidades de chip integrado e de outros dispositivos à base de componentes de não modulo (por exemplo, dispositivos de usuário final, veículos, dispositivos de comunicação, dispositivos de computação, equipamento industrial, dispositivos de compra/venda, dispositivos médicos, dispositivos habilitados para AI, etc.). Embora alguns exemplos possam ou não ser especificamente dirigidos a casos de uso ou aplicações, pode ocorrer uma ampla variedade de aplicabilidade de inovações descritas. As implantações podem variar em um espectro a partir de componentes de nível de chip ou modulares até implantações não modulares de nível de diferente de chip e adicionalmente a sistemas ou dispositivos OEM, distribuídos ou agregados que incorporam um ou mais aspectos das inovações

descritas. Em algumas configurações práticas, os dispositivos que incorporam os aspectos e recursos descritos também podem incluir necessariamente componentes e recursos adicionais para implantação e prática das modalidades reivindicadas e descritas. Por exemplo, a transmissão e recebimento de sinais sem fio incluem necessariamente diversos componentes para propósitos analógicos e digitais (por exemplo, componentes de hardware incluindo antena, cadeias de RF, amplificadores de potência, moduladores, memória temporária, processador (ou processadores), intercalador, adicionadores/somadores, etc.). Pretende-se que as inovações descritas no presente documento possam ser praticadas em uma ampla variedade de dispositivos, componentes de nível de chip, sistemas, disposições distribuídas, dispositivos de usuário final, etc. de tamanhos, formatos e constituição variados.

[0217] A descrição anterior da revelação é fornecida para permitir que um versado na técnica produza ou use a revelação. Várias modificações para a revelação ficarão prontamente evidentes para aqueles elementos versados na técnica e os princípios genéricos definidos no presente documento podem ser aplicados a outras variações sem que se afaste do escopo da revelação. Desse modo, a revelação não se destina a ser limitada aos exemplos e projetos descritos no presente documento, mas deve ser compatível com o mais amplo escopo consistente com os princípios e as características inovadoras revelados no presente documento.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para comunicação que compreende:

determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou;

identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação; e

comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), programar uma comunicação de sinal de referência de informações de estado de canal aperiódico (CSI-RS) e disparar um relatório de situação de feixe aperiódico;

transmitir o relatório de situação de feixe com novas informações de feixe; e

transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), disparar um relatório de situação de feixe aperiódico em que as medições têm por base pelo menos uma dentre uma comunicação de sinal de referência de informações de estado de canal (CSI-RS)

periódica e uma comunicação de sinal de sincronização (SS) periódica;

transmitir o relatório de situação de feixe com novas informações de feixe; e

transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), atualizar uma configuração de estação-base e seguir um processo de recuperação de falha de feixe.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo é enviada com o uso de uma comunicação de canal físico de controle de enlace ascendente (PUCCH).

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo é enviada com o uso de um elemento de controle (CE) de controle de acesso médio (MAC) de enlace ascendente (UL) em uma comunicação de canal físico compartilhado de enlace ascendente (PUSCH).

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) é enviada para um dispositivo de comunicação em um segundo nó no nome de um dispositivo de comunicação em um

primeiro nó, sendo que o dispositivo de comunicação no primeiro nó experimenta a perda de enlace de par de feixes parcial (BPL).

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, em que o dispositivo de comunicação no segundo nó notifica o dispositivo de comunicação no primeiro nó da perda de enlace de par de feixes parcial (BPL).

9. Sistema para comunicação que compreende:

um equipamento de usuário (UE) configurado para determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou;

o UE configurado para identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação; e

o UE configurado para comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), uma estação-base configurada para programar uma comunicação de sinal de referência de informações de estado de canal aperiódico (CSI-RS) e configurado para disparar um relatório de situação de feixe aperiódico a partir de um UE;

o UE configurado para transmitir o relatório de situação de feixe com novas informações de feixe para a estação-base; e

a estação-base configurada para transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe para o UE.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), uma estação-base configurada para disparar um relatório de situação de feixe aperiódico a partir do UE, em que as medições têm por base pelo menos uma dentre uma comunicação de sinal de referência de informações de estado de canal periódica (CSI-RS) e uma comunicação de sinal de sincronização (SS) periódica;

o UE configurado para transmitir o relatório de situação de feixe com novas informações de feixe para a estação-base; e

a estação-base configurada para transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe para o UE.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), uma estação-base configurada para atualizar a configuração de estação-base e seguir um processo de recuperação de falha de feixe.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, em que a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo é enviada com o uso de uma comunicação de canal físico de

controle de enlace ascendente (PUCCH).

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, em que a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo é enviada com o uso de um elemento de controle (CE) de controle de acesso médio (MAC) de enlace ascendente (UL) em uma comunicação de canal físico compartilhado de enlace ascendente (PUSCH).

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, em que a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) é enviada para um dispositivo de comunicação em um segundo nó no nome de um dispositivo de comunicação em um primeiro nó, sendo que o dispositivo de comunicação no primeiro nó experimenta a perda de enlace de par de feixes parcial (BPL).

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, em que o dispositivo de comunicação no segundo nó notifica o dispositivo de comunicação no primeiro nó da perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) com o UE.

17. Método para comunicação que compreende:

determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou;

identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação; e

comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) quando uma perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) ocorre entre um primeiro dispositivo de

comunicação e um primeiro nó de comunicação, sendo que a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) ocorre entre o primeiro dispositivo de comunicação e um segundo nó de comunicação no nome do primeiro nó de comunicação que experimenta a perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) com o primeiro dispositivo de comunicação.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), programar uma comunicação de sinal de referência de informações de estado de canal aperiódico (CSI-RS) e disparar um relatório de situação de feixe aperiódico;

transmitir o relatório de situação de feixe com novas informações de feixe; e

transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe.

19. Método, de acordo com a reivindicação 17, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), disparar um relatório de situação de feixe aperiódico em que as medições têm por base pelo menos uma dentre uma comunicação de sinal de referência de informações de estado de canal (CSI-RS) periódica e uma comunicação de sinal de sincronização (SS) periódica;

transmitir o relatório de situação de feixe com

novas informações de feixe; e

transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe.

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, que compreende adicionalmente:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), atualizar uma configuração de estação-base e seguir um processo de recuperação de falha de feixe.

21. Método, de acordo com a reivindicação 17, que compreende adicionalmente enviar a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo com o uso de uma comunicação de canal físico de controle de enlace ascendente (PUCCH).

22. Método, de acordo com a reivindicação 17, que compreende adicionalmente a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo com o uso de um elemento de controle (CE) de controle de acesso médio (MAC) de enlace ascendente (UL) em uma comunicação de canal físico compartilhado de enlace ascendente (PUSCH).

23. Método, de acordo com a reivindicação 17, que compreende adicionalmente o segundo nó de comunicação que notifica o primeiro nó de comunicação da perda de enlace de par de feixes parcial (BPL).

24. Mídia legível por computador não transitória que armazena código executável por computador para comunicação, o código executável por um processador para:

determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou;

identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação; e

comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.

25. Mídia legível por computador não transitória, de acordo com a reivindicação 24, o código executável por um processador para:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), programar uma comunicação de sinal de referência de informações de estado de canal aperiódico (CSI-RS) e disparar um relatório de situação de feixe aperiódico;

transmitir o relatório de situação de feixe com novas informações de feixe; e

transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe.

26. Mídia legível por computador não transitória, de acordo com a reivindicação 24, em que o código é executável por um processador para:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), disparar um relatório de situação de feixe aperiódico em que as medições têm por base pelo menos uma dentre uma comunicação de sinal de referência de informações de estado de canal (CSI-RS)

periódica e uma comunicação de sinal de sincronização (SS) periódica;

transmitir o relatório de situação de feixe com novas informações de feixe; e

transmitir uma nova mensagem de adição de BPL com base no relatório de situação de feixe.

27. Mídia legível por computador não transitória, de acordo com a reivindicação 24, em que o código é executável por um processador para:

mediante o recebimento da comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL), atualizar uma configuração de estação-base e seguir um processo de recuperação de falha de feixe.

28. Mídia legível por computador não transitória, de acordo com a reivindicação 24, em que o código é executável por um processador para:

enviar a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo com o uso de uma comunicação de canal físico de controle de enlace ascendente (PUCCH).

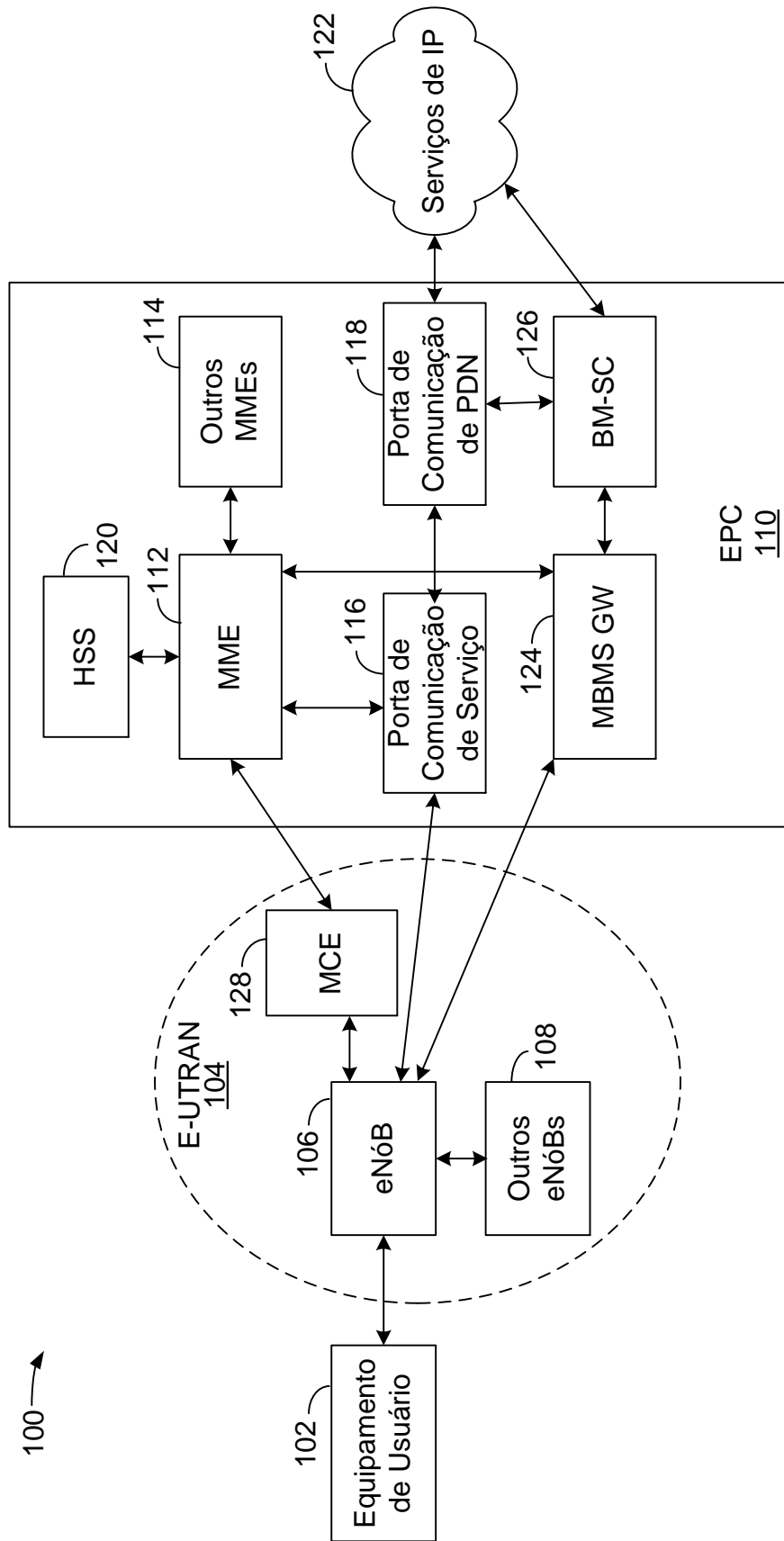
29. Mídia legível por computador não transitória, de acordo com a reivindicação 24, em que o código é executável por um processador para:

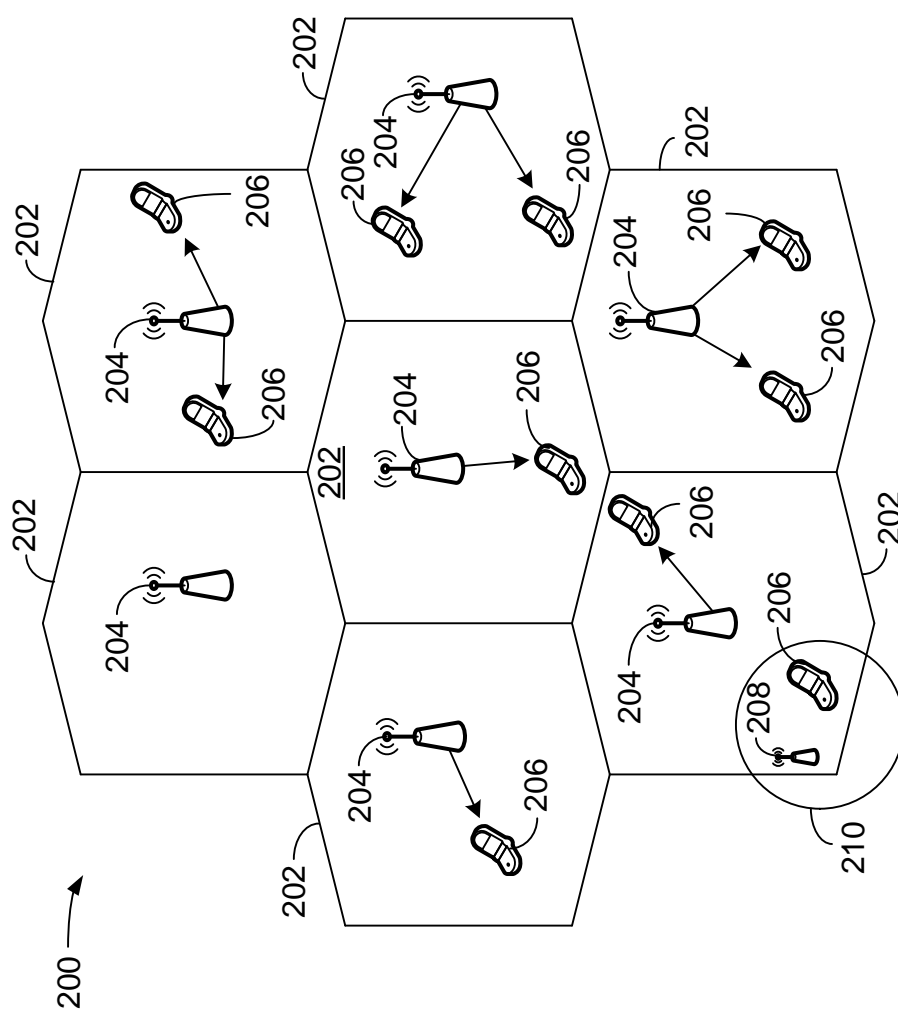
enviar a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo com o uso de um elemento de controle (CE) de controle de acesso médio (MAC) de enlace ascendente (UL) em uma comunicação de canal físico compartilhado de enlace

ascendente (PUSCH).

30. Mídia legível por computador não transitória, de acordo com a reivindicação 24, em que o código é executável por um processador para:

enviar a comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) para um dispositivo de comunicação em um segundo nó no nome de um dispositivo de comunicação em um primeiro nó, sendo que o dispositivo de comunicação no primeiro nó experimenta a perda de enlace de par de feixes parcial (BPL).

**FIG. 1**

**FIG. 2**

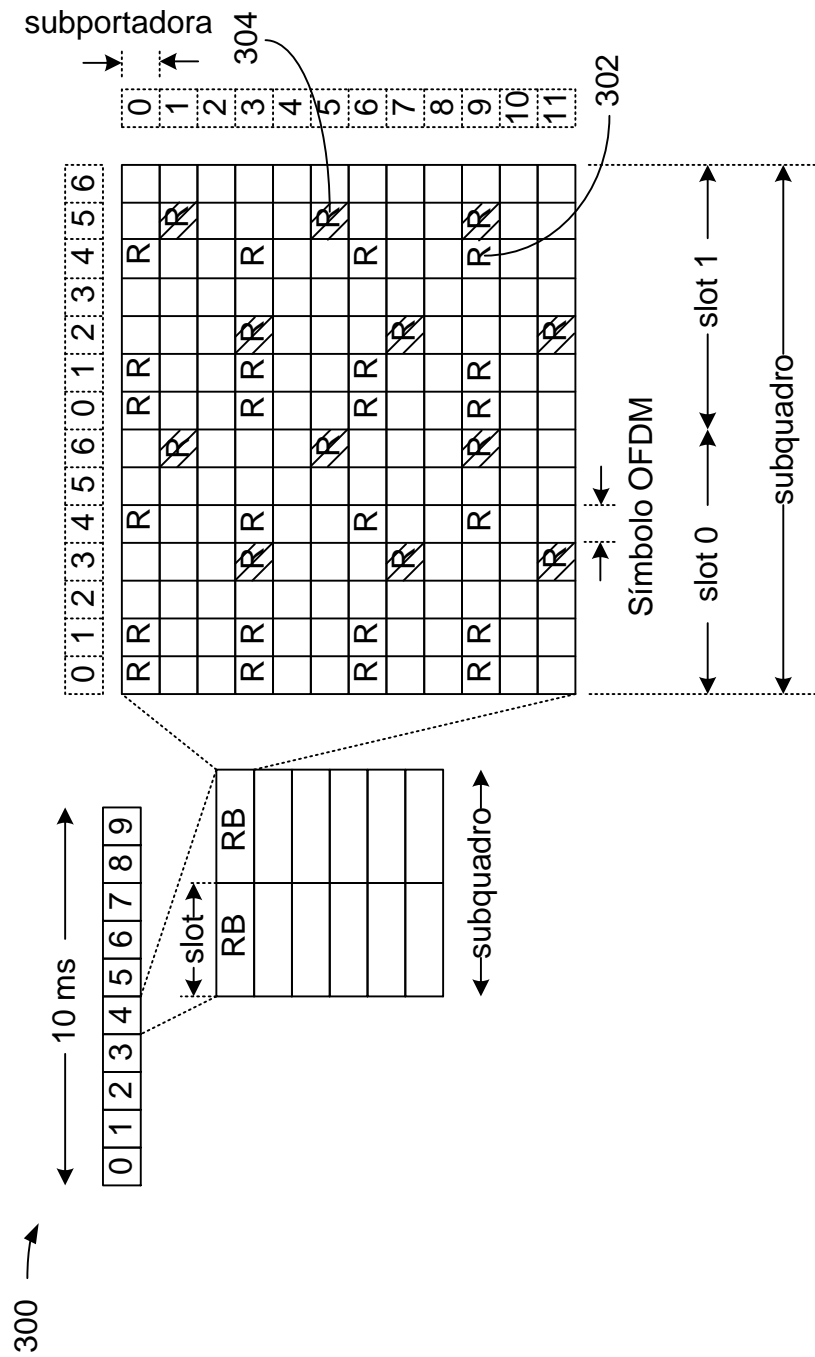
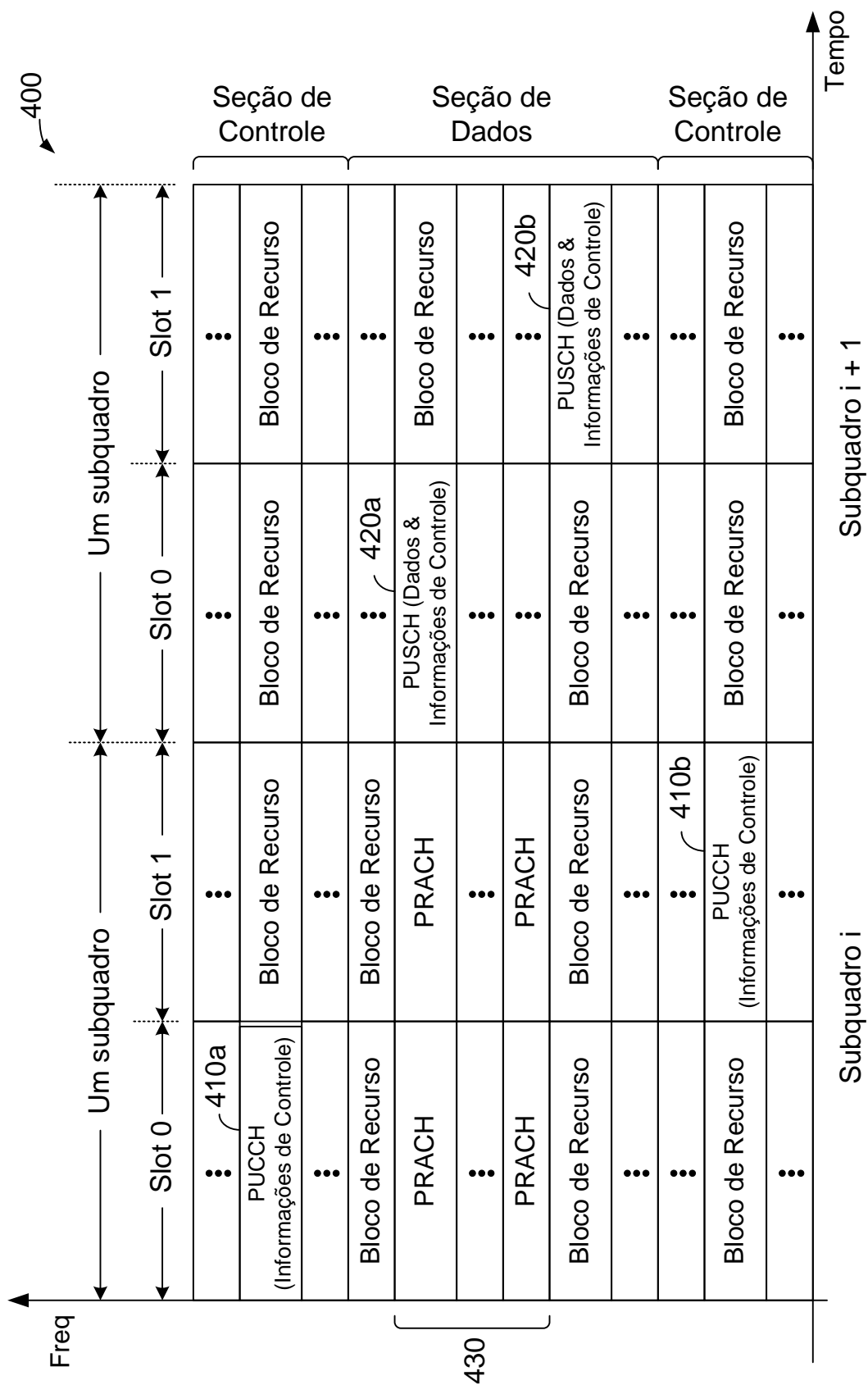


FIG. 3

**FIG. 4**

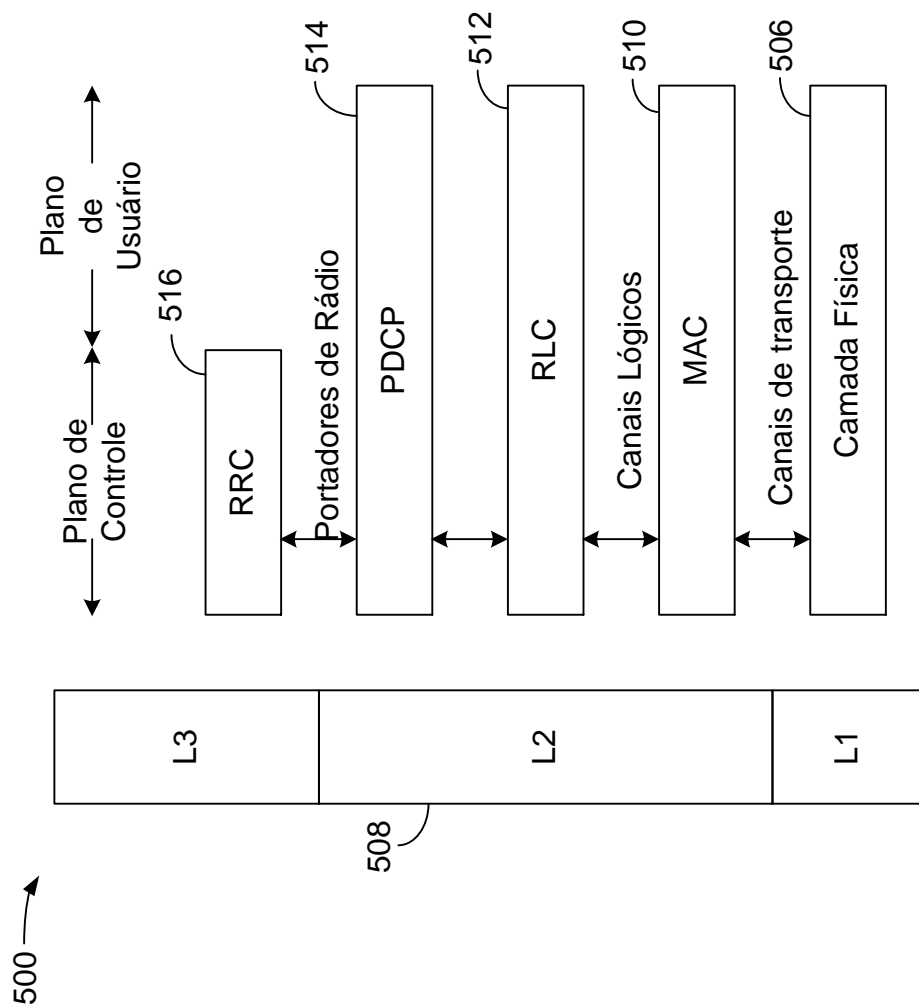


FIG. 5

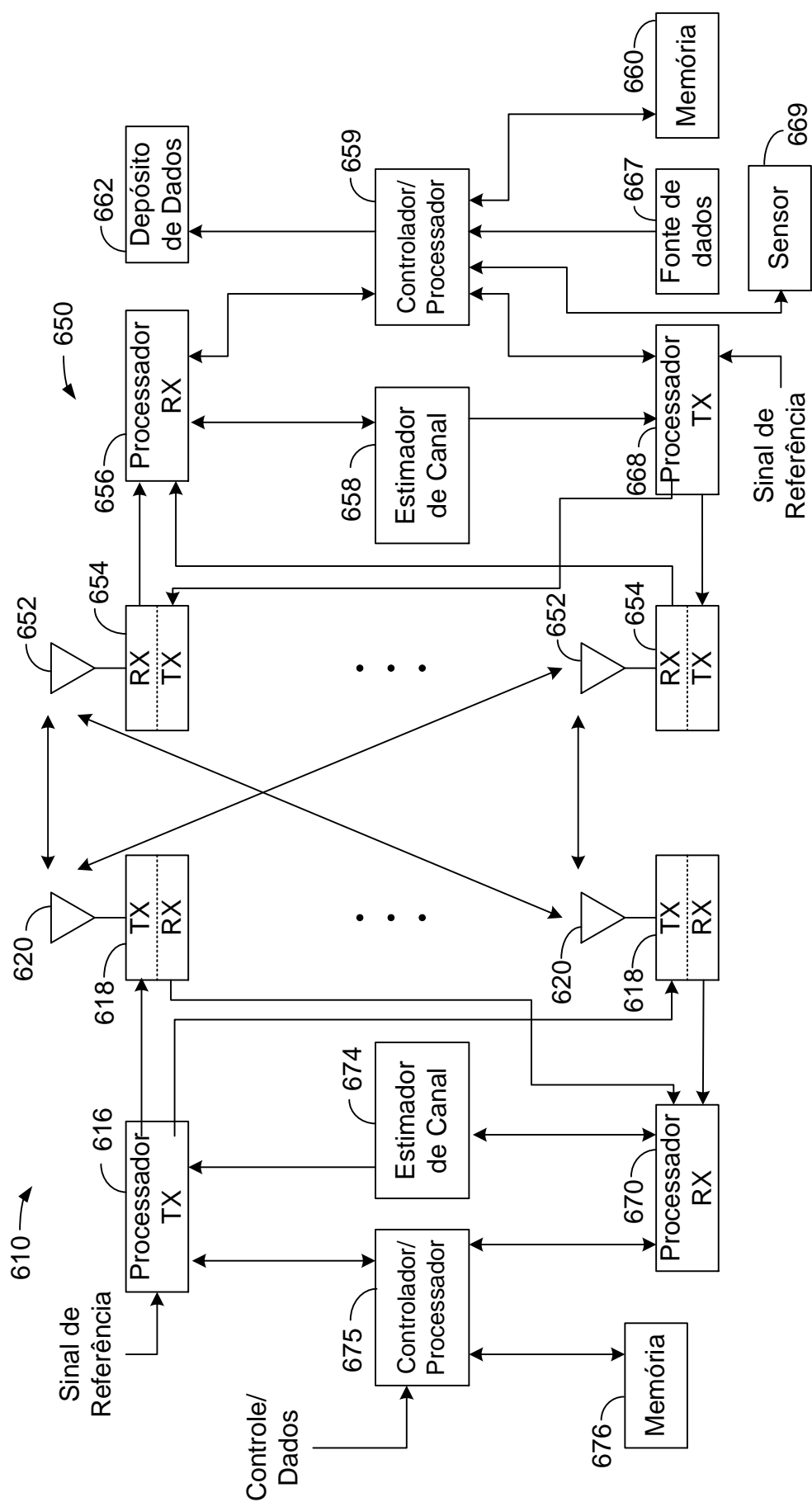
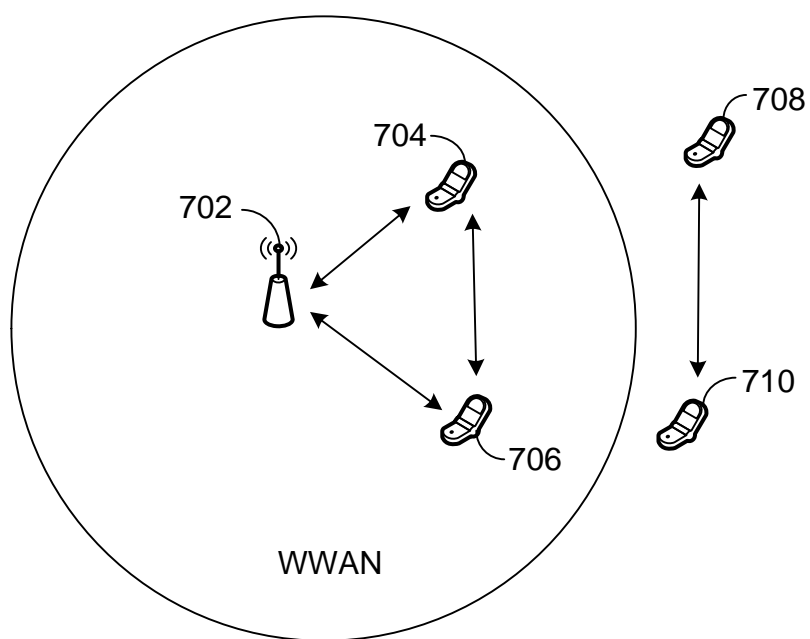


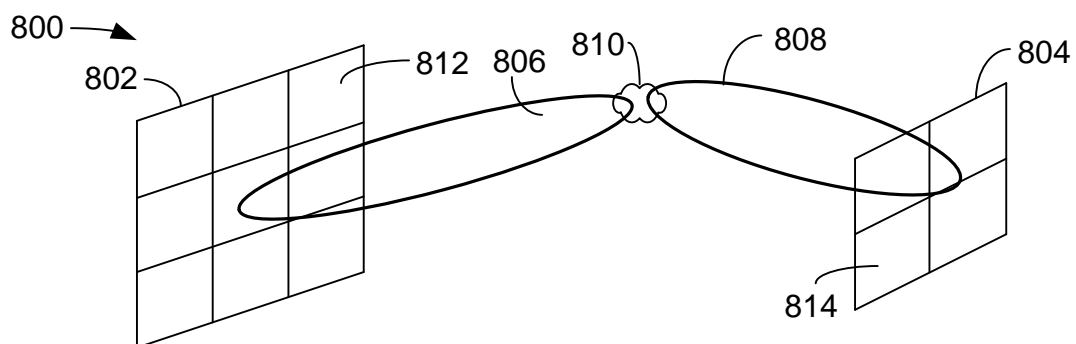
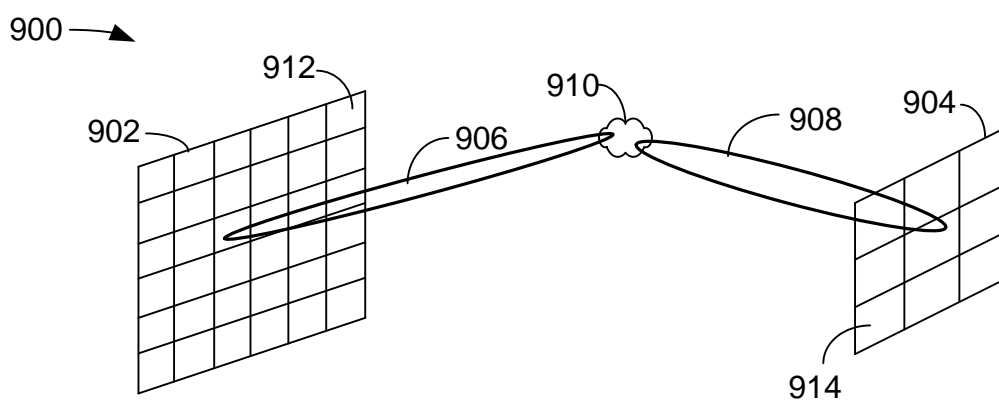
FIG. 6

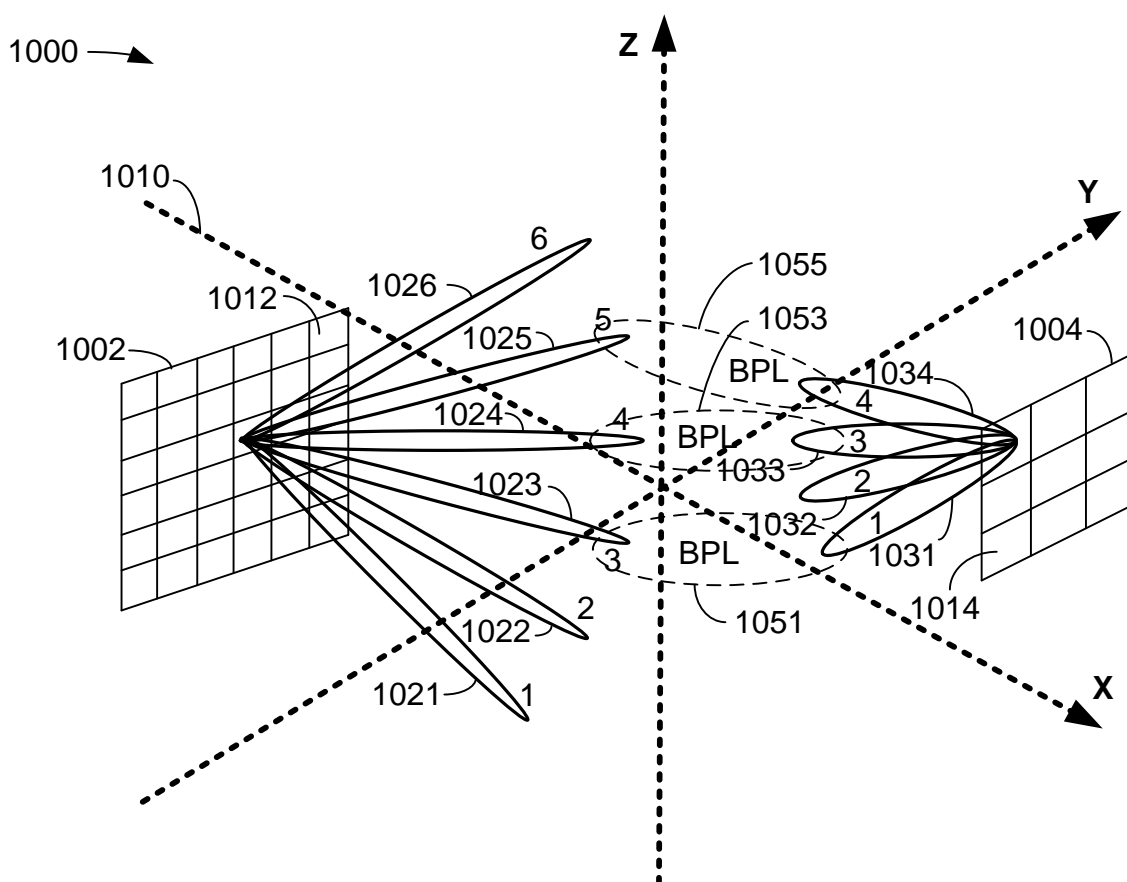
700 →

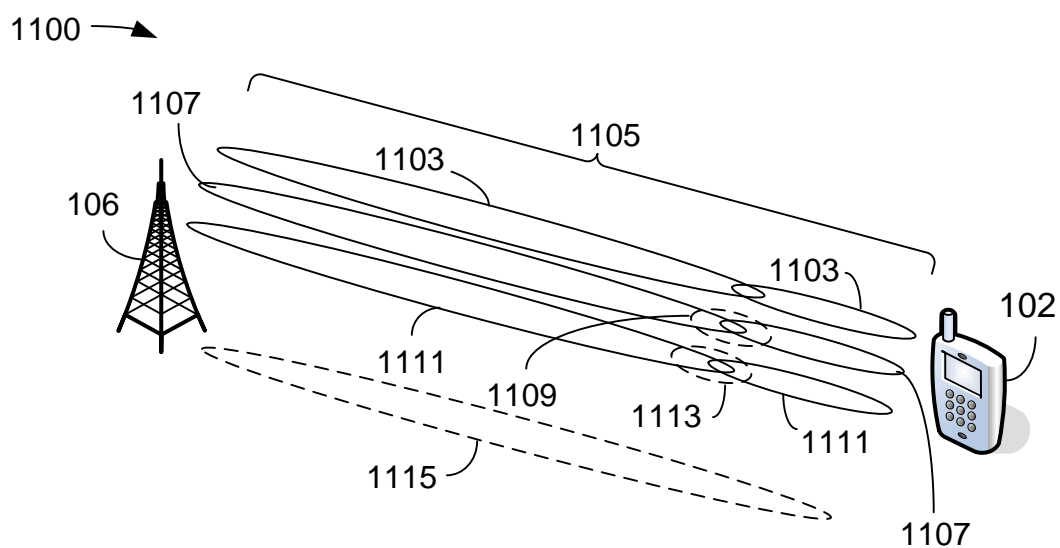
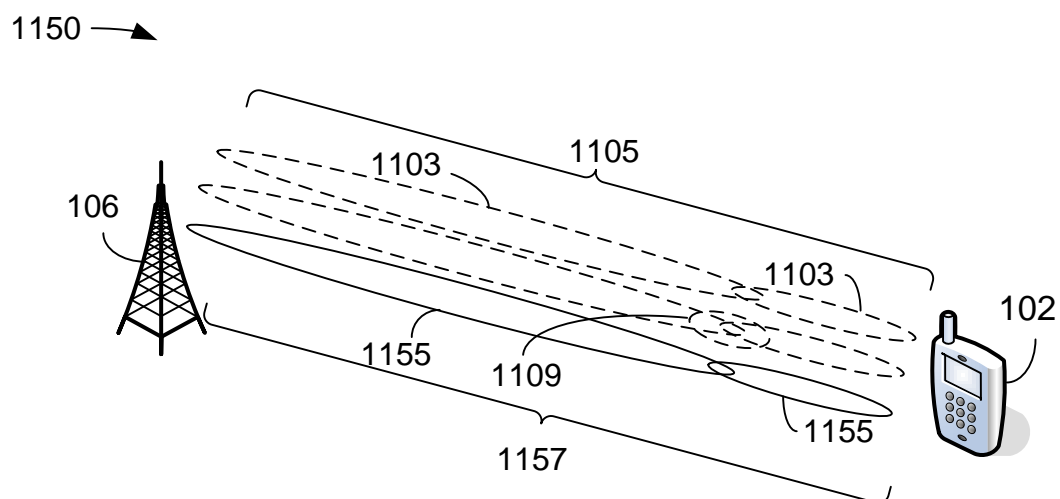


Sistema de Comunicações
de Dispositivo a Dispositivo

FIG. 7

**FIG. 8****FIG. 9**

**FIG. 10**

**FIG. 11A****FIG. 11B**

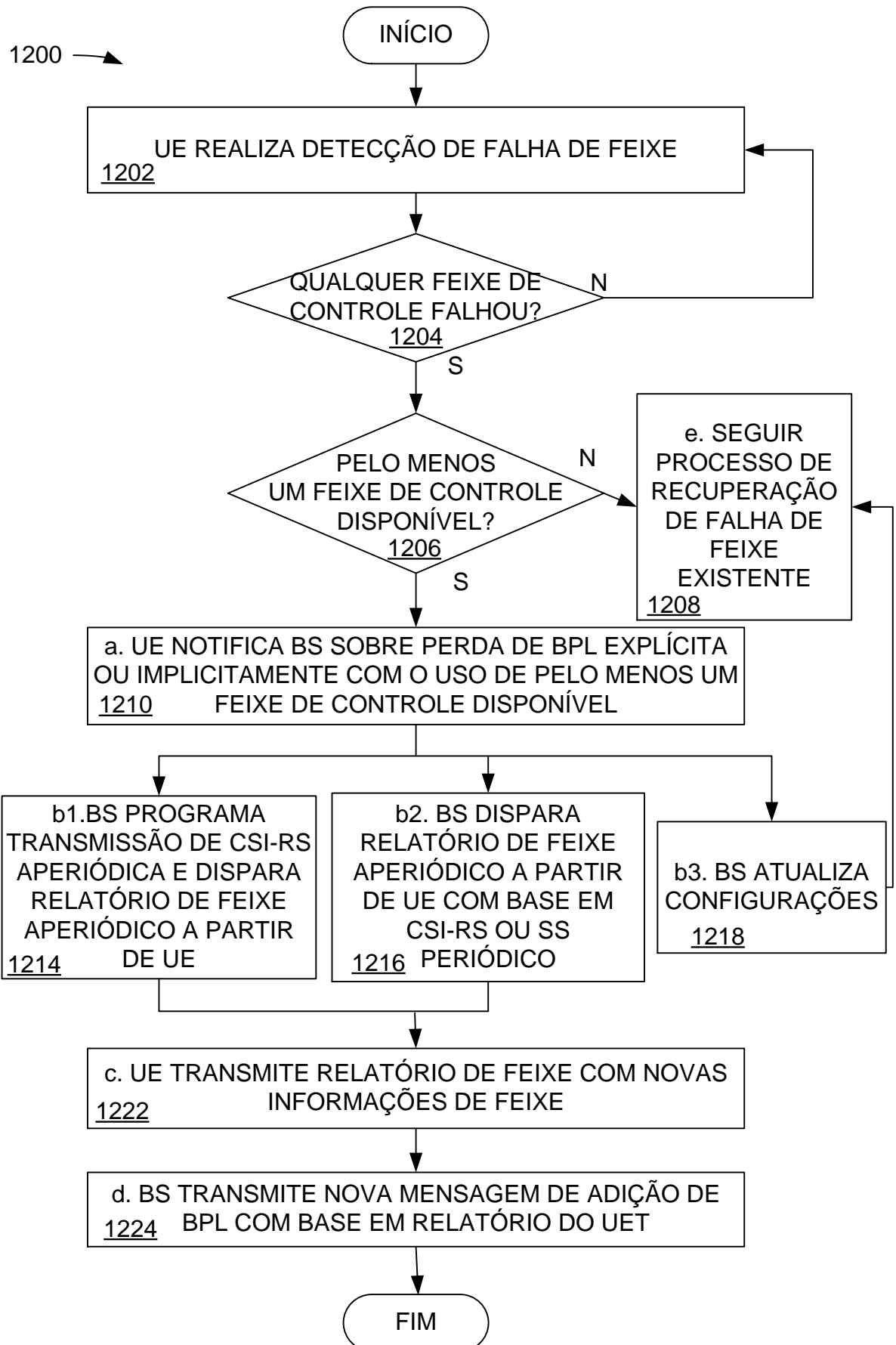
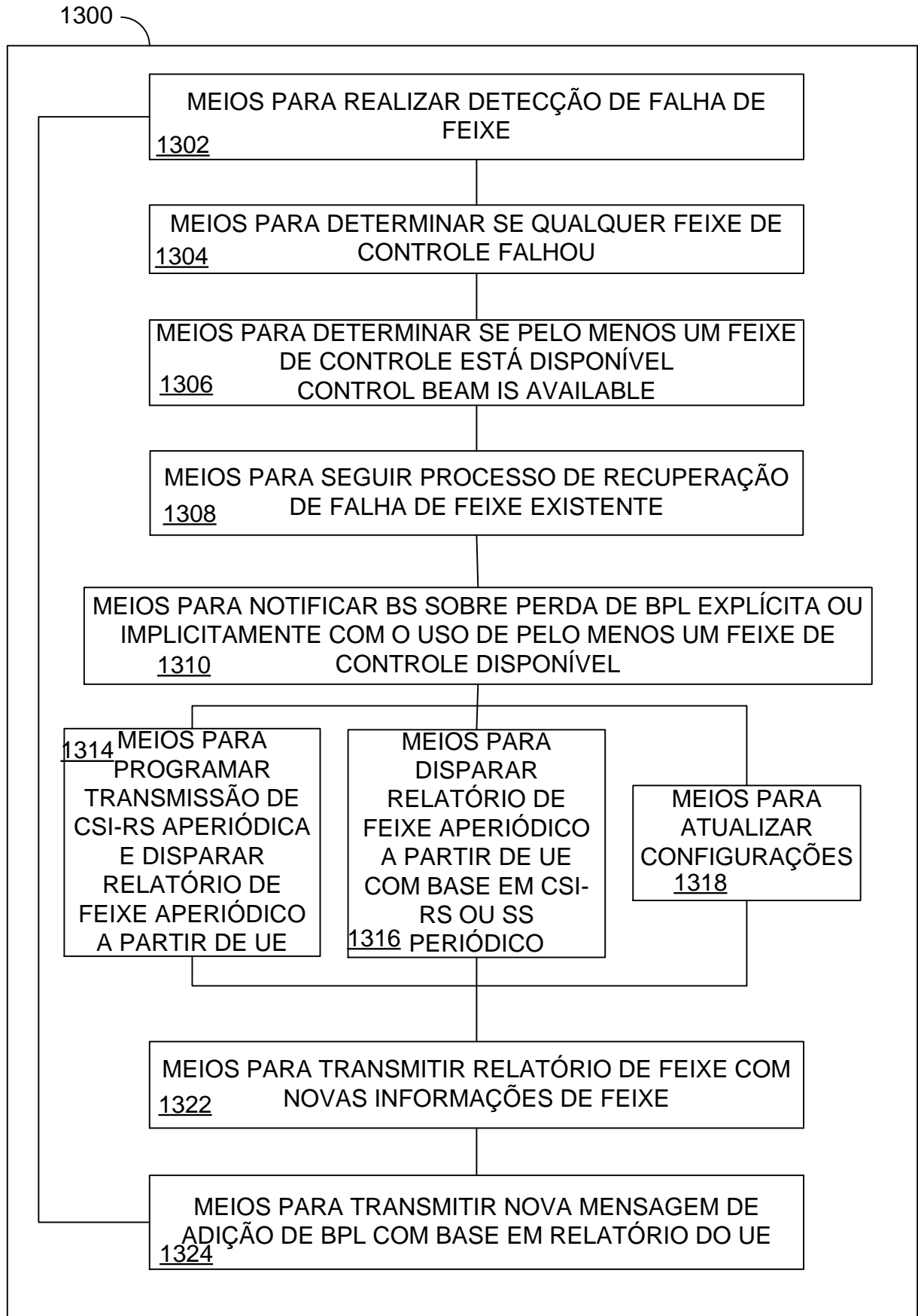


FIG. 12

**FIG. 13**

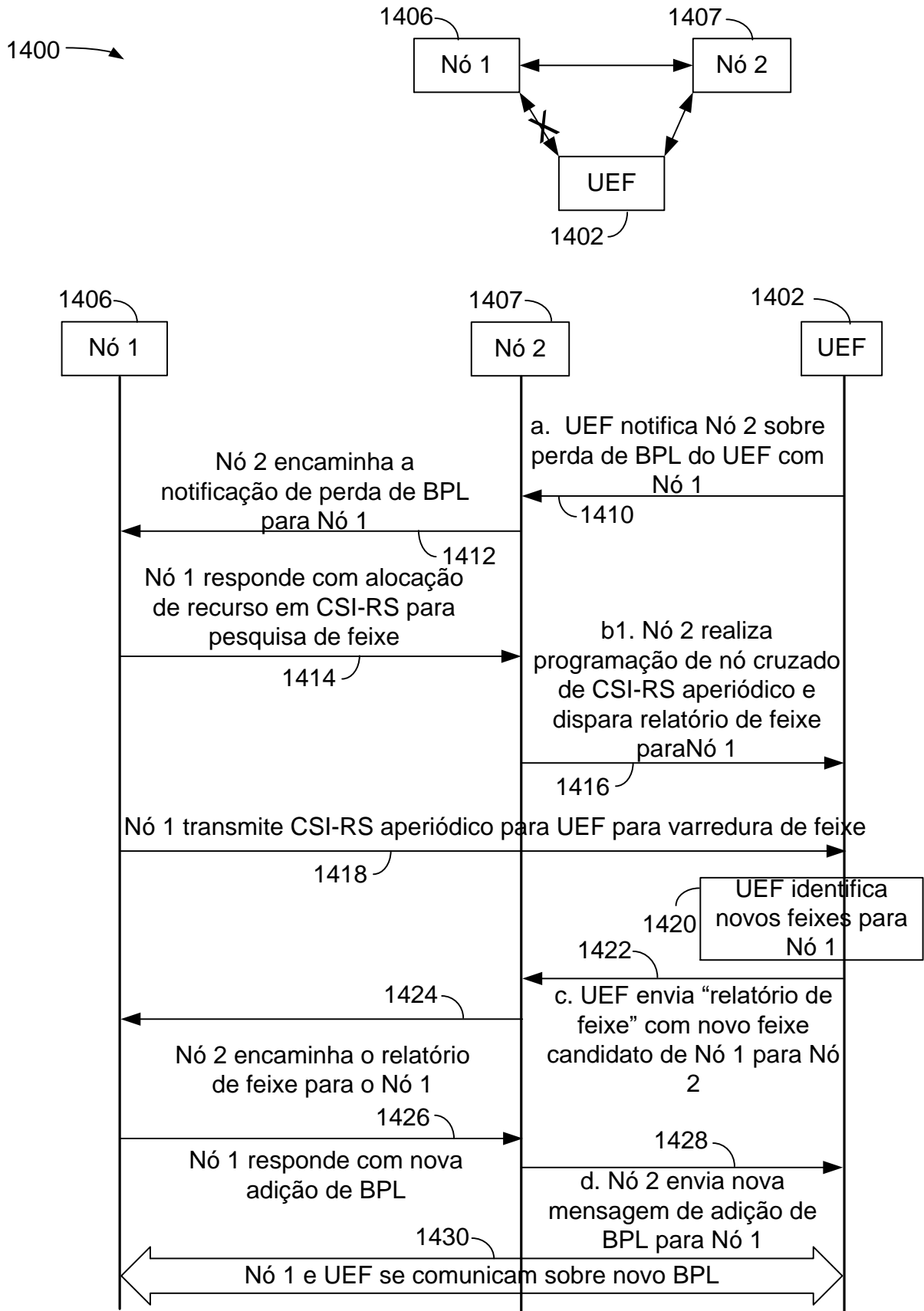
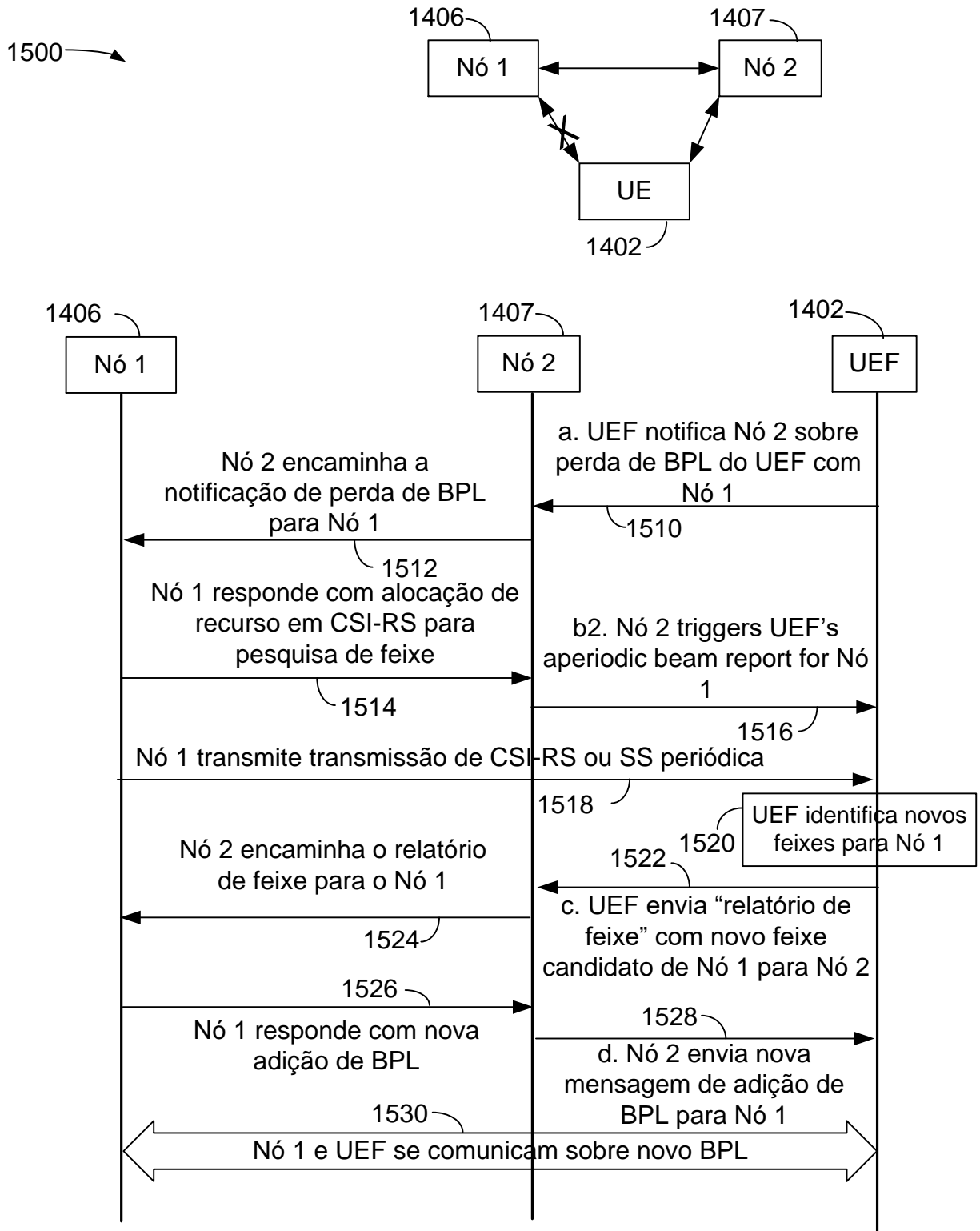


FIG. 14

**FIG. 15**

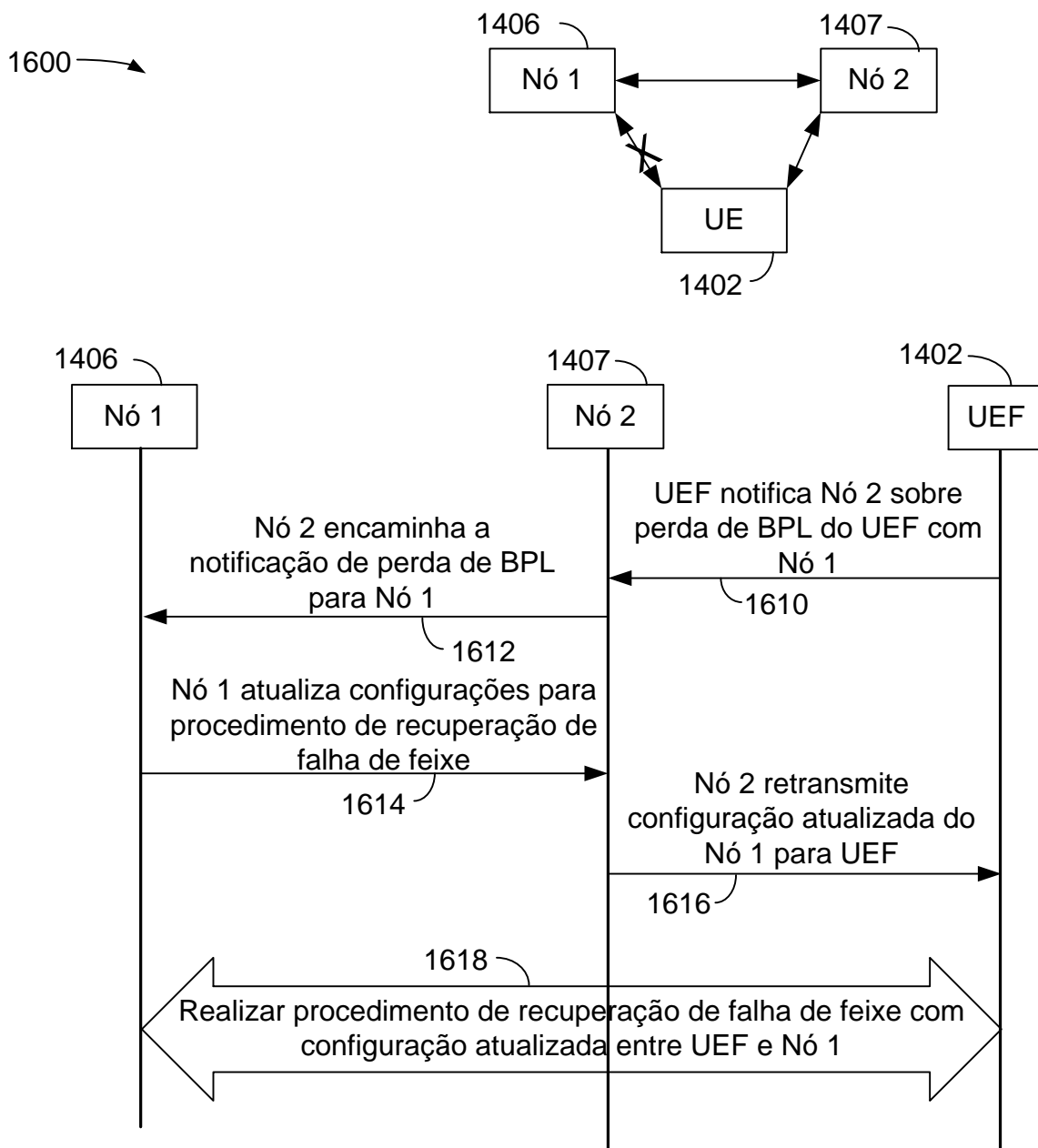
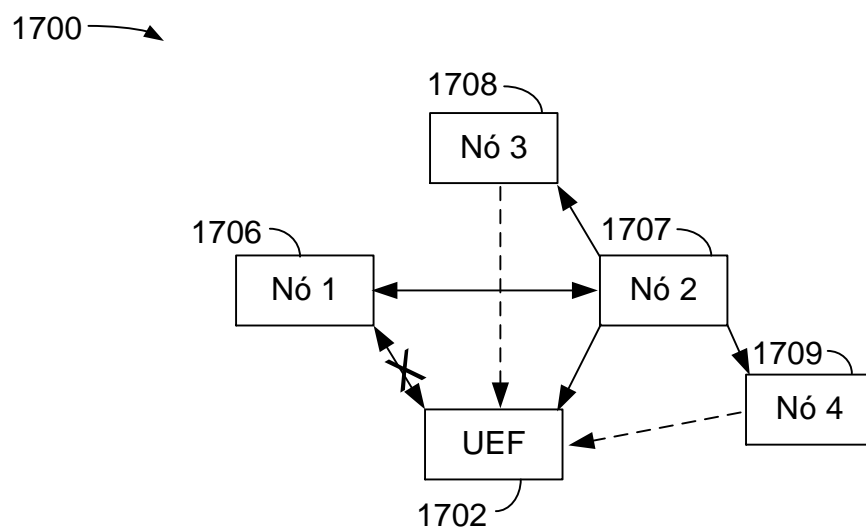
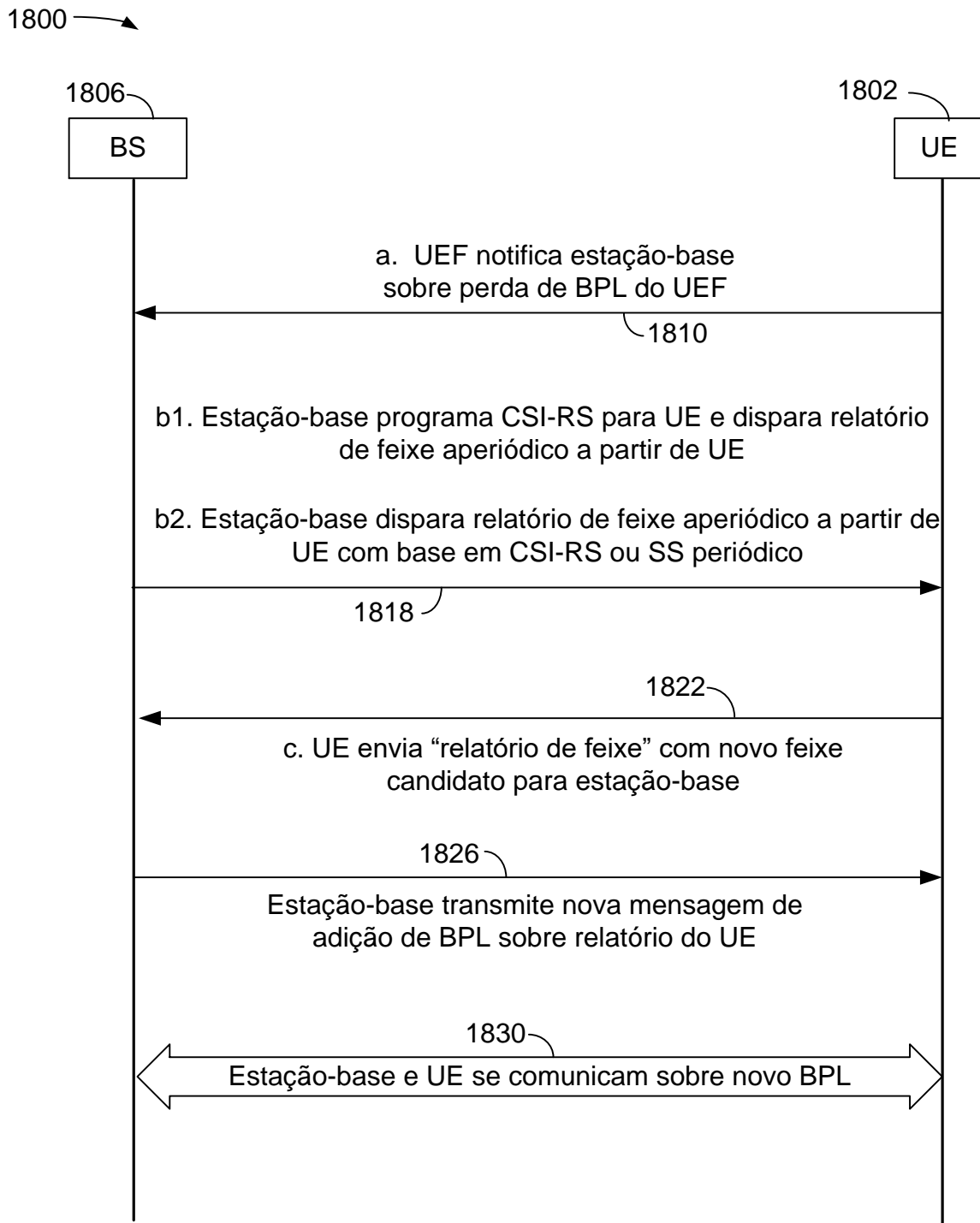


FIG. 16

**FIG. 17**

**FIG. 18**

RESUMO

**"SISTEMAS E MÉTODOS FOR RECUPERAÇÃO DE PERDA DE FEIXE DE
COMUNICAÇÃO"**

Trata-se de um método para comunicação que inclui determinar se qualquer um dentre uma pluralidade de feixes de controle de comunicação falhou, identificar pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo na pluralidade de feixes de controle de comunicação, e comunicar uma comunicação de perda de enlace de par de feixes parcial (BPL) no pelo menos um feixe de controle de comunicação ativo.