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

(21) BR 112020020152-9 A2

(22) Data do Depósito: 29/03/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 05/01/2021

(54) Título: SISTEMA, APARELHO E MÉTODO PARA ESTABELECER CONEXÕES PARA DISPOSITIVOS IOT DE BANDA ESTREITA

(51) Int. Cl.: H04L 5/00.

(30) Prioridade Unionista: 03/04/2018 IN 201841012581; 28/03/2019 US 16/368,670.

(71) Depositante(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): ALBERTO RICO ALVARINO; TAE MIN KIM; LE LIU; RAGHAVENDRA SHYAM ANANDA; WANSHI CHEN; AYAN SENGUPTA; SRIKANTH MENON.

(86) Pedido PCT: PCT US2019024796 de 29/03/2019

(87) Publicação PCT: WO 2019/195096 de 10/10/2019

(85) Data da Fase Nacional: 01/10/2020

(57) Resumo: Em alguns aspectos, é fornecido um método para um equipamento de usuário (UE). Em alguns exemplos, o UE determina uma qualidade de sinal para comunicação com um nó. O UE determina um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica os recursos a serem usados para a comunicação com o nó. O UE determina um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó. O UE gera um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima. O UE transmite o identificador de faixa de repetição multibit.

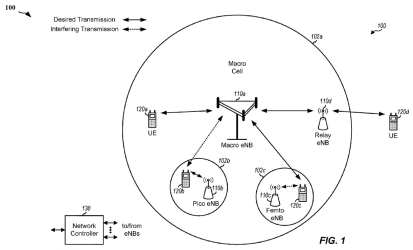


FIG. 1

“SISTEMA, APARELHO E MÉTODO PARA ESTABELECER CONEXÕES PARA DISPOSITIVOS IOT DE BANDA ESTREITA”

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDO(S) RELACIONADO(S)

[0001] O presente pedido de patente reivindica prioridade do Pedido de Patente dos Estados Unidos nº 16/368,670 depositado no Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos em 28 de março de 2019 e ao Pedido de Patente da Índia nº 201841012581 depositado no Escritório de Patente da Índia em 3 de abril de 2018, todo o conteúdo do qual é incorporado aqui por referência como se totalmente estabelecido abaixo em sua totalidade e para todos os fins aplicáveis.

ANTECEDENTES

Campo

[0002] Vários recursos estão relacionados a técnicas de comunicação para estabelecer uma conexão para um dispositivo, como um dispositivo de equipamento de usuário (UE), a um nó. Mais especificamente, vários recursos estão relacionados ao estabelecimento de conexão sem fio para um dispositivo UE com um nó, particularmente em ambientes ruidosos.

Antecedentes

[0003] Os sistemas de comunicação sem fio são amplamente implantados para fornecer vários tipos de conteúdo de comunicação, como voz, dados e assim por diante. Esses sistemas podem ser sistemas de acesso múltiplo capazes de suportar a comunicação com vários usuários, compartilhando os recursos de sistema disponíveis (por exemplo, largura de banda e potência de transmissão). Exemplos de tais sistemas 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 Evolução de Longo Prazo (LTE) de Projeto de Parceria de 3ª Geração (3GPP)/LTE avançado e sistemas de acesso múltiplo por divisão ortogonal de frequência (OFDMA).

[0004] Geralmente, um sistema de comunicação de acesso múltiplo sem fio pode suportar simultaneamente comunicação para vários terminais sem fio. Cada terminal se comunica com uma ou mais estações base por meio de transmissões nos enlaces direto e reverso. O enlace direto (ou downlink) se refere ao enlace de comunicação das estações base aos terminais, e o enlace reverso (ou uplink) se refere ao enlace de comunicação dos terminais às estações base. Esse enlace de comunicação pode ser estabelecido por meio de um sistema de entrada única e saída única, múltiplas entradas e única saída, ou múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO).

[0005] Uma rede de comunicação sem fio pode incluir uma série de estações base que podem suportar comunicação para uma série de dispositivos sem fio. Os dispositivos sem fio podem incluir equipamentos de usuário (UEs). As comunicações de tipo de máquina (MTC) podem referir-se à comunicação envolvendo pelo menos um dispositivo remoto em pelo menos uma extremidade da comunicação e podem incluir formas de comunicação de dados que envolvem uma ou mais entidades que não precisam necessariamente de interação humana. Os MTC UEs podem incluir UEs que são capazes de comunicações MTC com

servidores MTC e/ou outros dispositivos MTC através de Redes Móveis Terrestres Públicas (PLMN), por exemplo.

[0006] Internet das Coisas de Banda Estreita (NB-IoT) é um padrão de tecnologia de rádio de Rede de Área Ampla de Baixa Potência (LPWAN) desenvolvido para permitir que uma ampla gama de dispositivos e serviços sejam conectados usando bandas de telecomunicações celulares. NB-IoT é uma tecnologia de rádio de banda estreita projetada para a Internet das Coisas (IoT) e faz parte de uma série de tecnologias Mobile IoT (MIoT) padronizadas pelo Projeto de Parceria de 3ª Geração (3GPP). Outras tecnologias 3GPP IoT incluem eMTC (Comunicações Tipo Máquina aprimoradas) e IoT de Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) de cobertura estendida (EC) (EC-GSM-IoT).

[0007] O NB-IoT se concentra especificamente em baixo custo interno, longa duração da bateria, e habilitação de um grande número de dispositivos conectados. A tecnologia NB-IoT é implantada "em banda" no espectro alocado para Evolução de Longo Prazo (LTE), usando blocos de recursos dentro de uma portadora LTE normal (ou nos blocos de recursos não utilizados dentro de uma banda de guarda da portadora LTE) ou "autônomo" para implantações em um espectro dedicado. Também é adequado para o re-cultivo do espectro GSM.

[0008] Quando os dispositivos NB-IoT estão se conectando a um nó (por exemplo, estação base) e tentando estabelecer uma conexão de enlace descendente, a interferência e/ou ruído no canal pode impedir ou proibir o estabelecimento de uma conexão. Além disso, as tecnologias atuais limitam como um dispositivo pode reportar a

qualidade de canal de enlace descendente. Tecnologias e técnicas são necessárias para permitir que os dispositivos sem fio comuniquem de forma eficaz e eficiente a qualidade de canal de enlace descendente e, como resultado, estabeleçam conexões aprimoradas.

SUMÁRIO

[0009] Vários recursos se relacionam a várias tecnologias e técnicas para estabelecer comunicações entre um dispositivo e um nó, particularmente em um ambiente NB-IoT.

[0010] Em algumas modalidades ilustrativas, um método para comunicação é divulgado. O método pode ser realizado por um dispositivo, como um equipamento de usuário (UE). O método inclui determinar, em um dispositivo, uma qualidade de sinal para comunicação com um nó; determinar, no dispositivo, um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para comunicação com o nó; determinar, no dispositivo, um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó; gerar, no dispositivo, um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima; e transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.

[0011] Em algumas modalidades ilustrativas, um aparelho para comunicação é divulgado. O aparelho pode ser um UE. O aparelho pode incluir uma ou mais antenas e um aparelho de processamento, operativamente acoplado a uma ou mais antenas. O aparelho de processamento pode ser configurado para: determinar uma qualidade de sinal para

comunicação com um nó; determinar um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para comunicação com o nó; determinar um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó; gerar um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima; e transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.

[0012] Em algumas modalidades ilustrativas, um aparelho é divulgado. O aparelho pode incluir meios para determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó; meios para determinar um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para comunicação com o nó; meios para determinar um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para se comunicar com o nó; meios para gerar um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima; e meios para transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.

[0013] Em algumas modalidades ilustrativas, um meio legível por computador não transitório que armazena código executável por computador é divulgado. O código executável por computador pode incluir código para fazer um computador: determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó; determinar um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para comunicação com o nó; determinar um nível de repetição máxima e um valor de

repetição, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó; gerar um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima; e transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.

no valor.

[0014] Em algumas modalidades ilustrativas, um método para comunicação é divulgado. O método inclui determinar, em um dispositivo, uma qualidade de sinal para comunicação com um nó; determinar, no dispositivo, um nível de cobertura para indicar recursos a serem usados para comunicação com o nó; determinar, no dispositivo, um nível de repetição máxima, com base no nível de cobertura, para se comunicar com o nó; e gerar no dispositivo e transmitir um identificador de faixa de repetição multibit com base no nível de repetição máxima, em que o identificador de faixa de repetição multibit é configurado para permitir que o dispositivo receba um valor de repetição para repetir um ou mais sinais recebidos durante um procedimento de acesso aleatório. Em algumas modalidades ilustrativas, o nível de repetição máxima é baseado em um valor necessário para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com uma taxa de erro de bloco mínima (BLER) predeterminada, e a BLER predeterminada é menor que ou igual a 1%.

[0015] Em algumas modalidades ilustrativas, o identificador de faixa de repetição multibit compreende uma pluralidade de bits indicando um valor de repetição desejado (R') para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita

(NPDCCH).

[0016] Em algumas modalidades ilustrativas, a geração do identificador de faixa de repetição multibit compreende o processamento de um valor de dimensionamento, recebido do nó, com o nível de repetição máxima.

[0017] Em algumas modalidades ilustrativas, o método inclui adicionalmente monitorar um ou mais níveis de repetição máxima de nível inferior após determinar o nível de repetição máxima; determinar se o um ou mais níveis de repetição máxima de nível inferior são adequados para uso para o nível de cobertura determinado; e usar o mais baixo dos níveis de repetição máxima de nível inferior como um novo nível de repetição máxima.

[0018] Em algumas modalidades ilustrativas, o método compreende adicionalmente gerar um novo identificador de faixa de repetição multibit com base no novo nível de repetição máxima, em que o novo identificador de faixa de repetição multibit é configurado para permitir que o dispositivo receba um novo valor de repetição para repetir um ou mais sinais recebidos durante o procedimento de acesso aleatório.

[0019] Em algumas modalidades ilustrativas, a determinação de um nível de repetição máxima compreende a geração de um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) virtual que é baseado em um ou parâmetros predeterminados. Em algumas modalidades ilustrativas, os parâmetros predeterminados compreendem pelo menos um de: um espaço de pesquisa no qual uma resposta de acesso aleatório é recebida, um NPDCCH no qual a programação de DCI para uma solicitação de acesso

aleatório é recebida, um canal compartilhado de enlace descendente físico (PDSCH) transportando uma Mensagem 2 mensagem, um subquadro para um primeiro subquadro de canal compartilhado de enlace ascendente de banda estreita (NPUSCH) transportando um sinal de Mensagem 3, um início de uma janela de solicitação de acesso aleatório (RAR), e após a transmissão de um sinal de Mensagem 3.

[0020] Em algumas modalidades ilustrativas, um aparelho para comunicação é divulgado, compreendendo: uma ou mais antenas, um aparelho de processamento, operativamente acoplado a uma ou mais antenas, o processador sendo configurado para: determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó; determinar um nível de cobertura para indicar recursos a serem usados para comunicação com o nó; determinar um nível de repetição máxima, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó; e gerar e transmitir um identificador de faixa de repetição multibit com base no nível de repetição máxima, em que o identificador de faixa de repetição multibit é configurado para permitir que o dispositivo receba um valor de repetição para repetir um ou mais sinais recebidos durante um procedimento de acesso aleatório. Em algumas modalidades ilustrativas, o nível de repetição máxima é baseado em um valor necessário para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com uma taxa de erro de bloco mínima (BLER) predeterminada, em que a BLER predeterminada é menor que ou igual a 1%.

[0021] Em algumas modalidades ilustrativas, um método baseado em processador para comunicação é divulgado,

compreendendo: determinar, em um dispositivo, uma qualidade de sinal para comunicação com um nó; determinar, no dispositivo, um valor de repetição necessário para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com uma taxa de erro de bloco mínima (BLER) predeterminada; transmitir o valor de repetição para o nó; e decodificar o sinal de NPDCCH usando o valor de repetição para estabelecer comunicações com o nó.

[0022] Em algumas modalidades ilustrativas, um aparelho para comunicação é divulgado, compreendendo: uma ou mais antenas; e um aparelho de processamento, operativamente acoplado a uma ou mais antenas, em que o aparelho de processamento é configurado para: determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó; determinar um valor de repetição necessário para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com uma taxa de erro de bloco mínima predeterminada (BLER); transmitir, através da uma ou mais antenas, o valor de repetição para o nó; e decodificar o sinal de NPDCCH usando o valor de repetição para estabelecer comunicações com o nó.

[0023] Em algumas modalidades ilustrativas, um método para realizar um procedimento de acesso aleatório (RAP) para um dispositivo é divulgado, compreendendo: medir a potência recebida de sinal de referência de banda estreita de enlace descendente (NRSRP); determinar recursos de acesso aleatório físico de banda estreita (NPRACH) com base no NRSRP medido; receber um nível de repetição máxima (R_{max}) compreendendo pelo menos um valor de repetição;

monitorar um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição máxima; detectar e decodificar um sinal de NPDCCH com base no valor de repetição (R'); e transmitir uma mensagem (Mensagem 3) do dispositivo para iniciar a conclusão do RAP; e transmitir dados de qualidade de sinal de enlace descendente com base no nível de repetição máxima.

[0024] Em algumas modalidades ilustrativas, a determinação de recursos de NPRACH compreende informações de sinalização de Controle de Recursos de Rádio (RRC). Em algumas modalidades ilustrativas, a sinalização RRC compreende um ou mais limites RSRP e pelo menos alguns dos recursos de NPRACH. Em algumas modalidades ilustrativas, os recursos de NPRACH compreendem um número de repetições de NPRACH e um nível de repetição máxima para monitorar NPDCCH.

[0025] Em algumas modalidades ilustrativas, o método compreende adicionalmente transmitir dados de qualidade de sinal de enlace descendente com base no valor de repetição.

[0026] Em algumas modalidades ilustrativas, um aparelho configurado para realizar um procedimento de acesso aleatório é divulgado, compreendendo: uma ou mais antenas; um aparelho de processamento, operativamente acoplado a uma ou mais antenas, o aparelho de processamento sendo configurado para: medir a potência recebida de sinal de referência de banda estreita de enlace descendente (NRSRP); determinar recursos de acesso aleatório físico de banda estreita (NPRACH) com base no NRSRP medido; receber um nível de repetição máxima (R_{max}) compreendendo pelo menos

um valor de repetição; monitorar um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição máxima; detectar e decodificar um sinal de NPDCCH com base no valor de repetição (R'); e transmitir uma mensagem do dispositivo para iniciar a conclusão do RAP.

DESENHOS

[0027] Vários recursos, natureza e vantagens podem se tornar aparentes a partir da descrição detalhada estabelecida abaixo quando considerada em conjunto com os desenhos nos quais caracteres de referência semelhantes se identificam correspondentemente em toda a extensão.

[0028] A FIG. 1 é um diagrama de blocos simplificado que ilustra conceitualmente um exemplo de uma rede de comunicação sem fio, de acordo com algumas modalidades ilustrativas da presente divulgação.

[0029] A FIG. 2 mostra um diagrama de blocos simplificado que ilustra conceitualmente um exemplo de uma estação base em comunicação com um equipamento de usuário (UE) em uma rede de comunicações sem fio, de acordo com algumas modalidades ilustrativas da presente divulgação.

[0030] A FIG. 3 é um diagrama de blocos que ilustra conceitualmente um exemplo de uma estrutura de quadro em uma rede de comunicações sem fio, de acordo com algumas modalidades ilustrativas da presente divulgação.

[0031] A FIG. 4 mostra um procedimento de acesso aleatório de Internet das Coisas de Banda Estreita (NB-IoT) usado para iniciar uma transferência de dados entre um UE e um nó sob uma modalidade ilustrativa.

[0032] A FIG. 5 mostra uma tabela para

candidatos de espaço de pesquisa específico de UE de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) para estabelecer a alocação de recursos sob uma modalidade ilustrativa.

[0033] A FIG. 6 mostra um exemplo simplificado de uma configuração de espaço de pesquisa para um UE em uma modalidade ilustrativa.

[0034] A FIG. 7 mostra um diagrama de fluxo para determinar um nível de cobertura para um nível de repetição máxima (R_{max}) para gerar um identificador de faixa R' multibit para determinar o comprimento de candidatos de repetição sob uma modalidade ilustrativa;

[0035] A FIG. 8 mostra uma tabela para uma pluralidade de identificadores de faixa R_{max} multibit para a recepção de valores associados de repetição para a determinação do comprimento de candidatos de repetição sob uma modalidade ilustrativa.

[0036] A FIG. 9 mostra um diagrama de fluxo para determinar um nível de cobertura para R_{max} para gerar um identificador de faixa R' multibit usando um valor de escala para determinar o comprimento de candidatos de repetição sob uma modalidade ilustrativa.

[0037] A FIG. 10 mostra um diagrama de fluxo para determinar R_{max} e para monitorar valores de $_{Rmax}$ de nível inferior adequados para uso para um procedimento de acesso aleatório sob uma modalidade ilustrativa.

[0038] A FIG. 11A mostra uma janela de resposta de acesso aleatório (RAR) simplificada sob uma modalidade ilustrativa, bem como certas técnicas para definir um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita

(NPDCCH) sob modalidades ilustrativas.

[0039] A FIG. 11B mostra certas técnicas para definir um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) usando a Janela RAR da FIG. 11A em modalidades ilustrativas.

[0040] A FIG. 11C mostra outras técnicas para definir um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) usando a Janela RAR da FIG. 11A em modalidades ilustrativas.

[0041] A FIG. 11D mostra adicionalmente outras técnicas para definir um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) usando a Janela RAR da FIG. 11A em modalidades ilustrativas.

[0042] A FIG. 12 ilustra um fluxograma para um UE para transmitir uma terceira mensagem (Msg3) de um procedimento de acesso aleatório durante um procedimento de acesso aleatório sob uma modalidade ilustrativa.

[0043] A FIG. 13 mostra um diagrama de fluxo para determinar um nível de cobertura para um nível de repetição máxima (R_{max}) para gerar um identificador de faixa R' multibit para determinar o comprimento de candidatos de repetição sob uma modalidade ilustrativa.

[0044] A FIG. 14 é uma ilustração de um aparelho em uma modalidade ilustrativa.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0045] Algumas modalidades ilustrativas da presente divulgação geralmente se referem a procedimentos de paging e acesso aleatório para Internet das coisas (IoT) de banda estreita (NB). Mais especificamente, os aspectos da presente divulgação fornecem vários recursos

relacionados ao estabelecimento de uma conexão sem fio para um dispositivo UE com um nó, particularmente em ambientes ruidosos.

[0046] Em algumas modalidades ilustrativas, uma estação base (BS) pode determinar vários conjuntos de recursos que estão disponíveis para comunicações de banda estreita com UEs (por exemplo, dispositivos IoT, dispositivos legados, etc.). A BS pode determinar uma alocação dos conjuntos de recursos disponíveis para um ou mais dos UEs com base, pelo menos em parte, em um tipo (ou capacidade) de cada UE. Um tipo de UE, por exemplo, pode referir-se a uma versão de um padrão suportado pelo UE (por exemplo, se o UE é um UE de legado, UE de banda estreita, UE avançado, etc.), uma ou mais capacidades do UE (por exemplo, se o UE suporta múltiplas operações de bloco de recursos físicos (PRB) para NB-IoT, se o UE suporta transmissão de tom único/multi-tom, etc.), etc.

[0047] Uma vez que a alocação é determinada, a BS pode sinalizar uma indicação da alocação para os UEs. Os UEs, por sua vez, podem usar a alocação indicada para determinar qual dos vários conjuntos diferentes de recursos de banda estreita disponíveis usar para comunicação com a BS. Em um exemplo de referência, um UE pode usar a indicação para determinar um conjunto de recursos para monitorar as mensagens de paging da BS. Em um exemplo de referência, um UE pode usar a indicação para determinar um conjunto de recursos a serem usados para um procedimento de acesso aleatório físico de banda estreita (NPRACH).

[0048] As técnicas aqui descritas podem ser usadas para várias redes de comunicação sem fio, como

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 FDMA de portadora única (SC-FDMA), e outras redes. Os termos "rede" e "sistema" são frequentemente usados alternadamente. Uma rede CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, como acesso de rádio terrestre universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA inclui CDMA de banda larga (WCDMA), CDMA síncrono por divisão de tempo (TD-SCDMA), e outras variantes de CDMA. cdma2000 cobre os padrões IS-2000, IS-95 e IS-856. Uma rede TDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, como um sistema global para comunicações móveis (GSM). Uma rede OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, como UTRA evoluída (E-UTRA), banda larga ultramóvel (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM.RTM., etc. UTRA e E-UTRA fazem parte do sistema universal de telecomunicações móveis (UMTS). Evolução de Longo Prazo (LTE) e LTE-Avançado (LTE-A) 3GPP, em duplex por divisão de frequência (FDD) e duplex por divisão de tempo (TDD), são novos releases de UMTS que usam E-UTRA, que emprega OFDMA no enlace descendente e SC-FDMA no enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A e GSM são descritos em documentos de uma organização chamada “Projeto de Parceria de Terceira Geração” (3GPP), cdma2000 e UMB são descritos em documentos de uma organização chamada “Projeto de Parceria de Terceira Geração 2” (3GPP2). Um exemplo de um padrão de telecomunicações emergente é o novo rádio (NR), por exemplo, acesso de rádio 5G. NR é um conjunto de

melhorias para o padrão móvel LTE promulgado pelo 3GPP. Ele é projetado para melhor suportar o acesso à Internet de banda larga móvel melhorando a eficiência espectral, reduzindo custos, melhorando serviços, fazendo uso de novo espectro e melhor integração com outros padrões abertos usando OFDMA com um prefixo cíclico (CP) no enlace descendente (DL) e no enlace ascendente (UL), bem como na formação de feixes, tecnologia de antena MIMO, e agregação de portadora. Essas redes de comunicação são apenas listadas como exemplos de redes nas quais as técnicas descritas nesta divulgação podem ser aplicadas; no entanto, esta divulgação não está limitada às redes de comunicação descritas acima. As técnicas descritas neste documento podem ser usadas para as redes sem fio e tecnologias de rádio mencionadas acima, bem como outras redes sem fio e tecnologias de rádio. Para maior clareza, algumas modalidades ilustrativas das técnicas são descritas abaixo para LTE/LTE-Avançado, e a terminologia LTE/LTE-Avançado é usada em grande parte da descrição abaixo. LTE e LTE-A são geralmente referidos como LTE.

[0049] Uma rede de comunicação sem fio pode incluir uma série de estações base que podem suportar comunicação para uma série de dispositivos sem fio. Os dispositivos sem fio podem incluir equipamentos de usuário (UEs). Os UEs podem incluir dispositivos de Internet das coisas (IoT) (por exemplo, NB-IoT). Alguns exemplos de UEs podem incluir telefones celulares, smartphones, assistentes digitais pessoais (PDAs), modems sem fio, dispositivos de comunicação sem fio, telefones sem fio, estações de loop local sem fio (WLL), reprodutores de música, dispositivos

médicos/de saúde, dispositivos veiculares, dispositivos de navegação/posicionamento, dispositivos portáteis, tablets, laptops, netbooks, smartbooks, ultrabooks, vestíveis (por exemplo, relógio inteligente, pulseira inteligente, óculos inteligentes, óculos de realidade virtual, anel inteligente, roupas inteligentes), monitores (por exemplo, telas heads-up), dispositivos de entretenimento (por exemplo, reprodutores de música, consoles de jogos), etc. Alguns UEs podem ser considerados UEs de comunicação de tipo de máquina (MTC), que podem incluir dispositivos remotos, como drones, robôs, sensores, medidores, etiquetas de localização, monitores, câmeras, etc., que podem se comunicar com uma estação base, outro remoto dispositivo ou alguma outra entidade. Dispositivos MTC, bem como outros tipos de dispositivos, podem incluir internet de tudo (IoE) ou dispositivos IoT, como dispositivos NB-IoT, e as técnicas aqui divulgadas podem ser aplicadas a dispositivos MTC, dispositivos NB-IoT, bem como outros dispositivos. As comunicações de tipo de máquina (MTC) podem referir-se à comunicação envolvendo pelo menos um dispositivo remoto em pelo menos uma extremidade da comunicação e podem incluir formas de comunicação de dados que envolvem uma ou mais entidades que não precisam necessariamente de interação humana.

[0050] Observa-se que, embora os aspectos possam ser descritos neste documento usando terminologia comumente associada às tecnologias sem fio 3G e/ou 4G, aspectos da presente divulgação podem ser aplicados em outros sistemas de comunicação baseados em geração, como 5G e posterior.

Exemplo de rede de comunicação sem fio

[0051] A FIG. 1 ilustra um exemplo de rede de comunicação sem fio 100, em que aspectos da presente divulgação podem ser praticados. Por exemplo, as técnicas apresentadas neste documento podem ser usadas para realizar operações de paging e/ou acesso aleatório para IoT de banda estreita com um ou vários blocos de recursos físicos (PRBs). Em algumas modalidades ilustrativas, um ou mais dos UEs 120 (por exemplo, dispositivos IoT) na rede 100 podem ter recursos que são diferentes em comparação com outros UEs 120 na rede 100. Em um exemplo, alguns dos UEs 120 podem ter a capacidade de suportar múltiplas operações PRB para NB IoT, enquanto alguns dos UEs 120 podem ter a capacidade de suportar operações PRB únicas para IoT de banda estreita.

[0052] Em algumas modalidades ilustrativas, uma estação base (por exemplo, eNB 110) pode determinar diferentes conjuntos de recursos que estão disponíveis para comunicações de banda estreita com um ou mais conjuntos diferentes de UEs 120 (por exemplo, dispositivos IoT). Cada conjunto de UEs 120 pode incluir UEs de um determinado tipo (ou capacidade) (por exemplo, se os UEs suportam múltiplas operações PRB para NB IoT). O eNB 110 pode alocar os diferentes conjuntos de recursos aos UEs 120 nos diferentes conjuntos com base, pelo menos em parte, no tipo de UEs 120. O eNB 110 pode sinalizar uma indicação da alocação para os UE 120.

[0053] A rede 100 pode ser uma rede LTE ou alguma outra rede sem fio. A rede sem fio 100 pode incluir uma série de Node Bs evoluídos (eNBs) 110 e outras

entidades de rede. Um eNB é uma entidade que se comunica com equipamentos de usuário (UEs) e também pode ser referido como uma estação base, um Node B, um ponto de acesso, etc. Cada eNB pode fornecer cobertura de comunicação para uma área geográfica específica. No 3GPP, o termo "célula" pode se referir a uma área de cobertura de um eNB e/ou um subsistema eNB servindo essa área de cobertura, dependendo do contexto em que o termo é usado.

[0054] Um eNB pode fornecer cobertura de comunicação para uma macro-célula, uma pico-célula, uma femto-célula e/ou outros tipos de célula. Uma macro-célula pode cobrir uma área geográfica relativamente grande (por exemplo, vários quilômetros de raio) e pode permitir acesso irrestrito por UEs com assinatura de serviço. Uma pico-célula pode cobrir uma área geográfica relativamente pequena e pode permitir acesso irrestrito por UEs com assinatura de serviço. Uma femto-célula pode cobrir uma área geográfica relativamente pequena (por exemplo, uma casa) e pode permitir acesso restrito por UEs que tenham associação com a femto-célula (por exemplo, UEs em um grupo fechado de assinante (CSG)). Um eNB para uma macro-célula pode ser referido como macro eNB. Um eNB para uma pico-célula pode ser referido como pico eNB. Um eNB para uma femto-célula pode ser referido como femto eNB ou eNB doméstico (HeNB). No exemplo mostrado na FIG. 1, um eNB 110a pode ser um macro eNB para uma macro célula 102a, um eNB 110b pode ser um pico eNB para uma pico célula 102b, e um eNB 110c pode ser um femto eNB para uma femto-célula 102c. Um eNB pode suportar uma ou várias (por exemplo, três) células. Os termos "eNB", "estação base" e "célula"

podem ser usados aqui indistintamente.

[0055] A rede sem fio 100 também pode incluir estações de retransmissão. Uma estação de retransmissão é uma entidade que pode receber uma transmissão de dados de uma estação a montante (por exemplo, um eNB ou um UE) e enviar uma transmissão dos dados a uma estação a jusante (por exemplo, um UE ou um eNB). Uma estação de retransmissão também pode ser um UE que pode retransmitir transmissões para outros UEs. No exemplo mostrado na FIG. 1, uma estação de retransmissão 110d pode se comunicar com o macro eNB 110a e um UE 120d a fim de facilitar a comunicação entre eNB 110a e UE 120d. Uma estação de retransmissão também pode ser referida como um eNB de retransmissão, uma estação base de retransmissão, uma retransmissão, etc.

[0056] A rede sem fio 100 pode ser uma rede heterogênea que inclui eNBs de diferentes tipos, por exemplo, macro eNBs, pico eNBs, femto eNBs, eNBs de retransmissão, etc. Esses diferentes tipos de eNBs podem ter diferentes níveis de potência de transmissão, diferentes áreas de cobertura e diferentes impactos na interferência na rede sem fio 100. Por exemplo, macro eNBs podem ter um alto nível de potência de transmissão (por exemplo, 5 a 40 Watts), enquanto pico eNBs, femto eNBs e eNBs de retransmissão podem ter níveis de potência de transmissão mais baixos (por exemplo, 0,1 a 2 Watts).

[0057] Um controlador de rede 130 pode acoplar a um conjunto de eNBs e pode fornecer coordenação e controle para esses eNBs. O controlador de rede 130 pode se comunicar com os eNBs por meio de um backhaul. Os eNBs

também podem se comunicar uns com os outros, por exemplo, direta ou indiretamente por meio de um backhaul sem fio ou com fio.

[0058] UEs 120 (por exemplo, 120a, 120b, 120c) podem ser dispersos por toda a rede sem fio 100, e cada UE pode ser estacionário ou móvel. Um UE também pode ser referido como um terminal de acesso, um terminal, uma estação móvel, uma unidade de assinante, uma estação, etc. Na FIG. 1, uma linha sólida com setas duplas indica as transmissões desejadas entre um UE e um eNB de serviço, que é um eNB designado para servir o UE no enlace descendente e/ou enlace ascendente. Uma linha tracejada com setas duplas indica transmissões potencialmente interferentes entre um UE e um eNB.

[0059] Um ou mais UEs 120 na rede de comunicação sem fio 100 (por exemplo, uma rede LTE) também pode ser um UE de largura de banda de banda estreita. Esses UEs podem coexistir com UEs de legado e/ou avançados (por exemplo, capazes de operar em uma largura de banda mais ampla) na rede LTE e podem ter um ou mais recursos que são limitados quando comparados aos outros UEs na rede sem fio. Por exemplo, em LTE Rel-12, quando comparado com UEs de legado e/ou avançados na rede LTE, os UEs de banda estreita podem operar com um ou mais dos seguintes: uma redução na largura de banda máxima (em relação aos UEs de legado), uma cadeia de radiofrequência (RF) de recepção única, redução da taxa de pico (por exemplo, um máximo de 1000 bits para um tamanho de bloco de transporte (TBS) pode ser suportado), redução da potência de transmissão, transmissão de classificação 1, operação half duplex, etc. Em alguns

casos, se a operação half duplex for suportada, os UEs de banda estreita podem ter um tempo de comutação relaxado de operações de transmitir para receber (ou de receber para transmitir). Por exemplo, em um caso, em comparação com um tempo de comutação de 20 microssegundos (us) para UEs de legado e/ou avançados, os UEs de banda estreita podem ter um tempo de comutação relaxado de 1 milissegundo (ms).

[0060] Em alguns casos, os UEs de banda estreita (por exemplo, em LTE Rel-12 e além, por exemplo, releases 5G) podem monitorar canais de controle de enlace descendente (DL) da mesma forma que UEs de legado e/ou avançados na rede LTE monitoram canais de controle DL. UEs de banda estreita do Release 12 adicionalmente podem monitorar canais de controle de enlace descendente (DL) da mesma maneira que UEs regulares, por exemplo, monitorar canais de controle de banda larga nos primeiros símbolos (por exemplo, canal de controle de enlace descendente físico (PDCCH)), bem como controle de banda estreita canais ocupando uma banda relativamente estreita, mas abrangendo o comprimento de um subquadro (por exemplo, PDCCH aprimorado (ePDCCH)).

[0061] Os UEs de banda estreita podem ser limitados a uma determinada atribuição de banda estreita de 1,4 MHz ou seis blocos de recursos (RBs) particionados da largura de banda de sistema disponível), enquanto coexistindo dentro de uma largura de banda de sistema mais ampla (por exemplo, a 1,4/3/5/10/15/20 MHz). Além disso, os UEs de banda estreita também podem ser capazes de suportar um ou mais modos de operação de cobertura. Por exemplo, o UE de banda estreita pode ser capaz de suportar melhorias

de cobertura de até 15 dB.

[0062] Conforme usado neste documento, os dispositivos com recursos de comunicação limitados, por exemplo, largura de banda menor, podem ser referidos geralmente como UEs de banda estreita. Da mesma forma, dispositivos legados, como UEs de legado e/ou avançados (por exemplo, em LTE) podem ser referidos geralmente como UEs de banda larga. Geralmente, os UEs de banda larga são capazes de operar em uma largura de banda maior do que os UEs de banda estreita.

[0063] Em alguns casos, um UE (por exemplo, um UE de banda estreita ou um UE de banda larga) pode realizar uma pesquisa de célula e um procedimento de aquisição antes de se comunicar na rede. Em um caso, com referência à rede LTE ilustrada na FIG. 1 como exemplo, o procedimento de busca e aquisição de células pode ser realizado quando o UE não está conectado a uma célula LTE e deseja acessar a rede LTE. Nestes casos, o UE pode ter acabado de ligar, restaurado uma conexão após perder temporariamente a conexão com a célula LTE, etc.

[0064] Em outros casos, o procedimento de busca e aquisição de células pode ser realizado quando o UE já está conectado a uma célula LTE. Por exemplo, o UE pode ter detectado uma nova célula LTE e pode preparar um handover para a nova célula. Como outro exemplo, o UE pode estar operando em um ou mais estados de baixa potência (por exemplo, pode suportar a recepção descontínua (DRX)) e, ao sair de um ou mais estados de baixa potência, pode ter que realizar o procedimento de busca e aquisição de células (mesmo que o UE adicionalmente esteja no modo conectado).

[0065] A FIG. 2 mostra um diagrama de blocos de um projeto de BS/eNB 110 e UE 120, que pode ser um dos BSs/eNBs e um dos UEs na FIG. 1. A BS 110 pode ser equipada com T antenas 234a a 234t, e o UE 120 pode ser equipado com R antenas 252a a 252r, onde em geral $T \geq 1$ e $R \geq 1$.

[0066] Na BS 110, um processador de transmissão 220 pode receber dados de uma fonte de dados 212 para um ou mais UEs, selecionar um ou mais esquemas de modulação e codificação (MCS) para cada UE com base em CQIs recebidos do UE, processo (por exemplo, codificar e modular) os dados para cada UE com base no(s) MCS(s) selecionado(s) para o UE e fornecer símbolos de dados para todos os UEs. O processador de transmissão 220 também pode processar informações de sistema (por exemplo, para SRPI, etc.) e informações de controle (por exemplo, solicitações de CQI, concessões, sinalização de camada superior, etc.) e fornecer símbolos de overhead e símbolos de controle. O processador 220 também pode gerar símbolos de referência para sinais de referência (por exemplo, o CRS) e sinais de sincronização (por exemplo, o PSS e SSS). Um processador de transmissão (TX) de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO) 230 pode realizar processamento espacial (por exemplo, pré-codificação) nos símbolos de dados, símbolos de controle, símbolos de overhead, e/ou os símbolos de referência, se aplicável, e pode fornecer T fluxos de símbolos de saída para T moduladores (MODs) 232a a 232t. Cada modulador 232 pode processar um respectivo fluxo de símbolo de saída (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter um fluxo de amostra de saída. Cada modulador 232 pode processar adicional (por exemplo, converter em analógico,

amplificar, filtrar, e converter para cima) o fluxo de amostra de saída para obter um sinal de enlace descendente. T sinais de enlace descendente dos moduladores 232a a 232t podem ser transmitidos por T antenas 234a a 234t, respectivamente.

[0067] No UE 120, as antenas 252a a 25t2r podem receber os sinais de enlace descendente da estação base 110 e/ou outras estações base e podem fornecer sinais recebidos para demoduladores (DEMODs) 254a a 254r, respectivamente. Cada demodulador 254 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter para baixo e digitalizar) seu sinal recebido para obter amostras de entrada. Cada demodulador 254 pode adicionalmente processar as amostras de entrada (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter símbolos recebidos. Um detector MIMO 256 pode obter símbolos recebidos de todos os R demoduladores 254a a 254r, realizar a detecção MIMO nos símbolos recebidos se aplicável, e fornecer símbolos detectados. Um processador de recepção 258 pode processar (por exemplo, demodular, e decodificar) os símbolos detectados, fornecer dados decodificados para UE 120 para um coletor de dados 260, e fornecer informações de controle decodificadas e informações de sistema para um controlador/processador 280. Um processador de canal pode determinar RSRP, RSSI, RSRQ, CQI, etc.

[0068] No enlace ascendente, no UE 120, um processador de transmissão 264 pode receber e processar dados de uma fonte de dados 262 e informações de controle (por exemplo, para relatórios compreendendo RSRP, RSSI, RSRQ, CQI, etc.) do controlador/processador 280. O

processador 264 também pode gerar símbolos de referência para um ou mais sinais de referência. Os símbolos do processador de transmissão 264 podem ser pré-codificados por um processador TX MIMO 266 se aplicável, posteriormente processados pelos moduladores 254a a 254r (por exemplo, para SC-FDM, OFDM, etc.) e transmitidos para a estação base 110. NA BS 110, os sinais de enlace ascendente a partir de UE 120 e outros UEs podem ser recebidos pelas antenas 234, processados pelos demoduladores 232, detectados por um detector MIMO 236 se aplicável, e posteriormente processados por um processador de recepção 238 para obter dados decodificados e informações de controle enviadas pelo UE 120. O processador 238 pode fornecer os dados decodificados para um coletor de dados 239 e as informações de controle decodificadas para o controlador/processador 240. A BS 110 pode incluir unidade de comunicação 244 e se comunicar com o controlador de rede 130 através da unidade de comunicação 244. O controlador de rede 130 pode incluir unidade de comunicação 294, controlador/processador 290 e memória 292.

[0069] Os controladores/processadores 240 e 280 podem direcionar a operação em BS 110 e UE 120, respectivamente, para realizar técnicas aqui apresentadas para paging e/ou procedimentos de acesso aleatório para IoT de banda estreita com múltiplos PRBs. Por exemplo, o processador 240 e/ou outros processadores e módulos Na BS 110, e o processador 280 e/ou outros processadores e módulos no UE 120, podem realizar ou dirigir operações de BS 110 e UE 120, respectivamente. Por exemplo, o controlador/processador 280 e/ou outros

controladores/processadores e módulos no UE 120 podem realizar ou dirigir as operações 700 na FIG. 7, operações 900 na FIG. 9, operações 1300 na FIG. 13 e/ou outros processos para as técnicas aqui descritas. Da mesma forma, o controlador/processador 240 e/ou outros controladores/processadores e módulos em BS 110 podem realizar ou dirigir operações 600 na FIG. 6, operações 800 na FIG. 8, operações 1000 na FIG. 10, operações 1100 na FIG. 11, operações 1200 na FIG. 12, operações 1300 na FIG. 13 e/ou outros processos para as técnicas aqui descritas. As memórias 242 e 282 podem armazenar dados e códigos de programa para a estação base 110 e UE 120, respectivamente. Um programador 246 pode programar UEs para transmissão de dados no enlace descendente e/ou enlace ascendente.

[0070] A FIG. 3 mostra uma estrutura de quadro simplificada 300 para FDD em LTE em um exemplo ilustrativo. A linha de tempo de transmissão para cada um dos enlace descendentes e enlace ascendentes pode ser particionada em unidades de quadros de rádio. Cada quadro de rádio pode ter uma duração predeterminada (por exemplo, 10 milissegundos (ms)) e pode ser particionado em 10 subquadros com índices de 0 a 9. Cada subquadro pode incluir dois intervalos. Cada quadro de rádio pode, portanto, incluir 20 intervalos com índices de 0 a 19. Cada intervalo pode incluir L períodos de símbolo, por exemplo, sete períodos de símbolo para um prefixo cíclico normal (como mostrado na FIG. 3) ou seis períodos de símbolo para um prefixo cíclico estendido. Os 2L períodos de símbolo em cada subquadro podem ser atribuídos a índices de 0 a 2L-1.

[0071] No exemplo de LTE, um eNB pode

transmitir um sinal de sincronização primário (PSS) e um sinal de sincronização secundário (SSS) no enlace descendente no centro da largura de banda de sistema para cada célula suportada pelo eNB. O PSS e o SSS podem ser transmitidos nos períodos de símbolo 6 e 5, respectivamente, nas subquadros 0 e 5 de cada quadro de rádio com o prefixo cíclico normal, como mostrado na FIG. 3. O PSS e o SSS podem ser usados pelos UEs para pesquisa e aquisição de células. O eNB pode transmitir um sinal de referência específico de célula (CRS) através da largura de banda de sistema para cada célula suportada pelo eNB. O CRS pode ser transmitido em certos períodos de símbolo de cada subquadro e pode ser usado pelos UEs para realizar estimativa de canal, medição de qualidade de canal e/ou outras funções. O eNB também pode transmitir um canal de difusão físico (PBCH) em períodos de símbolo 0 a 3 no intervalo 1 de certos quadros de rádio. O PBCH pode conter algumas informações de sistema. O eNB pode transmitir outras informações de sistema, como blocos de informações de sistema (SIBs) em um canal compartilhado de enlace descendente físico (PDSCH) em certos subquadros. O eNB pode transmitir informações/dados de controle em um canal de controle de enlace descendente físico (PDCCH) nos primeiros períodos de símbolo B de um subquadro, onde B pode ser configurável para cada subquadro. O eNB pode transmitir dados de tráfego e/ou outros dados no PDSCH nos períodos de símbolo restantes de cada subquadro.

[0072] A FIG. 4 mostra um procedimento de acesso aleatório NB-IoT 400 usado para iniciar uma transferência de dados entre um UE 402 e um nó 404 sob uma

modalidade ilustrativa. O UE 402 e o nó 404 podem representar qualquer um dos UEs e eNBs, respectivamente, ilustrados acima em conexão com a FIG. 1.

[0073] De um modo geral, o UE 402 pode ser configurado como um dispositivo máquina-a-máquina (M2M) (também conhecido como Comunicação Tipo Máquina (MTC)), tal como um terminal móvel, ou qualquer outro dispositivo adequado, capaz de transmitir dados de forma autônoma. Durante a operação, o UE 402 desencadeia um procedimento de acesso ao nó 404 (que pode ser uma estação base) em uma pluralidade de situações operacionais:

1) No acesso inicial à rede, ou seja, no processo de associação;

2) Ao receber ou transmitir novos dados e o dispositivo UE não estiver sincronizado;

3) Na transmissão de novos dados quando nenhum recurso de solicitação de programação está configurado no canal de controle de enlace ascendente;

4) No caso de handover (troca de estação base associada), para evitar queda de sessão; e

5) Após uma falha de enlace de rádio, para restabelecer a conexão.

[0074] Para lidar com todas essas situações, duas formas diferentes de um procedimento de acesso aleatório (RA) podem ser definidas. Um é considerado baseado em contenção, onde os dispositivos competem pelo acesso de canal. Como podem ocorrer colisões, esse tipo de acesso é reservado para solicitações de acesso tolerantes a atrasos. Outro é um procedimento livre de contenção, onde a

estação base (por exemplo, eNodeB) aloca recursos de acesso específicos para aquelas solicitações de acesso que devem ter alta probabilidade de sucesso (acesso restrito por atraso), como handover. Embora a presente divulgação possa operar em uma variedade de ambientes, a presente modalidade se concentrará em mecanismos de RA baseados em contenção usados para a associação inicial à rede, para a solicitação de recursos para transmissão e para restabelecer uma conexão em caso de falha.

[0075] Ao estabelecer conexões, um Canal de Acesso Aleatório (RACH) pode ser formado por uma sequência periódica de recursos de tempo-frequência alocados, chamados intervalos de RA. Esses intervalos são reservados no canal de enlace ascendente da rede para a transmissão de solicitações de acesso. No domínio de tempo, a duração de cada intervalo de RA depende do formato das solicitações de acesso. No domínio de frequência, cada intervalo de RA pode ocupar uma largura de banda predeterminada (por exemplo, 1,08 Mhz), que corresponde à largura de banda de uma pluralidade (por exemplo, 6) de Blocos de Recursos Físicos (PRBs). O nó 404 pode difundir a periodicidade dos intervalos de RA por meio de uma variável referida como Índice de Configuração RACH Físico (PRACH). A periodicidade pode variar entre um mínimo de 1 intervalo de RA a cada 2 quadros, ou seja, a cada 20 ms, e um máximo de 1 intervalo de RA por 1 subquadro, ou seja, a cada 1 ms.

[0076] Normalmente, o RACH é alocado no enlace ascendente e, portanto, o projeto de programador precisa equilibrar a compensação entre a quantidade de oportunidades de acesso a serem programadas por quadro e a

quantidade de recursos disponíveis para transmissão de dados. Isso pode se tornar um fator importante em aplicações M2M, onde o número de dispositivos solicitantes pode ser muito alto e a largura de banda disponível é limitada.

[0077] Como pode ser visto no exemplo da FIG. 4, um procedimento de RA baseado em contenção pode ser configurado como um handshake de quatro mensagens entre o dispositivo UE 402 e o nó 404. Uma solicitação de acesso será concluído se as quatro mensagens forem trocadas com sucesso, como representado na FIG. 4. Começando com o bloco 406, o UE 402 fornece uma transmissão de preâmbulo de acesso aleatório usando um Canal de Acesso Aleatório Físico de Banda Estreita (NPRACH) na Mensagem 1 (Msg1). Normalmente, sempre que o UE 402 requer acesso a um canal, ele pode selecionar o próximo intervalo de RA disponível do NPRACH para transmitir uma solicitação de acesso. Isto pode compreender um preâmbulo (por exemplo, uma assinatura digital) que o UE 402 transmite em um intervalo de RA. Em algumas modalidades ilustrativas, pode haver 48 ou 64 preâmbulos pseudo-aleatórios ortogonais disponíveis para RA e o nó 404 pode transmitir informações periodicamente no canal de controle de enlace descendente no qual os preâmbulos podem ser usados. No entanto, o nó 404 pode reservar alguns deles para acesso livre de contenção. Se dois ou mais dispositivos transmitem o mesmo preâmbulo no mesmo intervalo de RA, pode ocorrer uma colisão.

[0078] Caso contrário, os diferentes preâmbulos podem ser detectados pelo nó 404 devido à sua ortogonalidade. Normalmente, quanto maior o tamanho da

célula, maior será a duração do preâmbulo, a fim de melhorar a confiabilidade da recepção na borda da célula. A seleção do preâmbulo a transmitir para cada solicitação pode ser feita de forma aleatória (dentre as disponíveis para acesso baseado em contenção). Usando uma pluralidade (por exemplo, 3) de subquadros após a transmissão do preâmbulo, o UE 402 pode esperar por uma janela de tempo para receber uma resposta do nó 404, (por exemplo, Mensagem 2 408) do handshake. A duração desta janela de espera pode ser transmitida pelo nó 404 e pode ser definida para um dado período (por exemplo, entre 2 e 10 subquadros).

[0079] A resposta de acesso aleatório (RAR) 408 pode ser configurada para ser comunicada através de Canal Compartilhado de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDSCH). Para cada preâmbulo decodificado com sucesso, o nó 404 pode computar um identificador, (por exemplo, Identificador Temporário de Rede de Rádio de Acesso Aleatório (RA-RNTI)), que pode ser calculado com base no intervalo de RA para onde cada preâmbulo foi enviado. Então, o nó 404 pode transmitir uma resposta de acesso aleatório através do NPDSCH com informações adicionais, incluindo a identificação do preâmbulo detectado, instruções de alinhamento de tempo para sincronizar as transmissões de enlace ascendente, alocação de recursos de enlace ascendente que será usado pelo UE 402 para transmitir a terceira mensagem do handshake, um Identificador Temporário de Rede de Rádio de Célula (C-RNTI) atribuído e/ou, em caso de falha, um Indicador de Backoff (BI) opcional.

[0080] A resposta de acesso aleatório 408

(também referida como Mensagem 2) pode conter diferentes subcabeçalhos associados a cada preâmbulo detectado. Se um dispositivo (por exemplo, UE 402) recebe uma mensagem de resposta de acesso aleatório endereçada ao RA-RNTI associado ao intervalo de RA onde o preâmbulo foi transmitido, mas não contém o identificador do preâmbulo usado, ele pode realizar um tempo de backoff aleatório (de acordo com o parâmetro BI anexado à resposta de acesso aleatório) antes de programar outra tentativa de transmissão de preâmbulo (Mensagem 1).

[0081] O UE 402 fornece uma Solicitação de Retomada de Conexão RRC de canal compartilhado de enlace ascendente de físico banda estreita (NPUSCH) 410 (também referido como Mensagem 3) ao nó 404 nos recursos concedidos na Mensagem 2 associados ao preâmbulo transmitido no intervalo de RA selecionado. A mensagem 3 410 pode ser transmitida com Solicitação de Retransmissão Automática Híbrida (HARQ). Para o acesso inicial, esta mensagem pode incluir o identificador de dispositivo (C-RNTI) e o motivo da solicitação de acesso. A mensagem 3 410 pode ser transmitida como uma mensagem programada para iniciar o processo de resolução de contenção. A mensagem de resolução de contenção associada pode ser transmitida para o UE 402 a fim de indicar a conclusão com sucesso do procedimento RACH.

[0082] Após a transmissão do preâmbulo, o UE 402 pode primeiro calcular o seu RA-RNTI a partir do tempo de transmissão. Ele procura então no NPDCCH o formato de Informação de Controle de Enlace Descendente (DCI) N1 embaralhado com o RA-RNTI, que programa o NPDSCH que inclui

a resposta de acesso aleatório. O UE 402 espera esta mensagem dentro da Janela de Resposta, que pode começar em uma pluralidade (por exemplo, 3) de subquadros após o último subquadro de preâmbulo e tem um comprimento dependente de aumento de cobertura (CE) fornecido em um bloco de informações de sistema (por exemplo, SIB2-NB) Se a transmissão do preâmbulo não foi bem sucedida, isto é, a mensagem de resposta de acesso aleatório (RAR) associada não foi recebida, o UE 402 pode transmitir outra. Isso pode ser feito até um número máximo, que novamente depende do nível de CE. Para o caso em que este número máximo é atingido sem sucesso, o UE segue para o próximo nível CE, se este nível estiver configurado. Se o número total de tentativas de acesso for alcançado, uma falha associada é relatada ao RRC. Com a resposta de acesso aleatório, o UE 402 pode obter, além de um C-RNTI temporário, o comando de avanço de temporização. Consequentemente, a seguinte Mensagem 3 410 já está alinhada no tempo, o que é necessário para transmissão através do NPUSCH. Além disso, a resposta de acesso aleatório fornece a concessão de UL para a Mensagem 3 410, contendo todos os dados relevantes para a transmissão de Mensagem 3 410.

[0083] Após a recepção da Mensagem 3 410, o nó 404 pode transmitir uma mensagem de Resolução de Contenção 412 (também referida como Mensagem 4) em resposta à Mensagem 3 410. Se o UE 402 não receber a Mensagem 4 412, ele declara uma falha na resolução da contenção e programa uma nova tentativa de acesso, ou seja, uma nova transmissão de preâmbulo, reiniciando o processo. Cada UE 402 pode ser configurado para manter um contador de transmissão de

preâmbulo que é aumentado após cada tentativa sem sucesso. Quando o contador atinge o valor máximo permitido (informado como informação de sistema pelo nó 404), a rede é declarada indisponível pelo dispositivo e um problema de acesso aleatório é indicado às camadas superiores.

[0084] Ao utilizar canais NPDCCH e NPDSCH, o uso de repetições pode ser vantajoso para melhorar as comunicações entre um UE 402 e o nó 404. De modo geral, a repetição é uma técnica em que a mesma transmissão pode ser repetida várias vezes. Cada repetição pode ser autodecodificável e um código embaralhado e/ou versão de redundância pode ser utilizado e alterado para cada transmissão para ajudar a combinação. Em algumas modalidades ilustrativas, as repetições podem ser reconhecidas (ACK) apenas uma vez.

[0085] Para procedimentos de modo conectado, incluindo procedimento de acesso aleatório, como o descrito na FIG. 4, dispositivos, como o UE 402, podem ser configurados para utilizar espaços de pesquisa de NPDCCH para realizar o programação de modo conectado, bem como o paging de modo ocioso. De um modo geral, um espaço de pesquisa pode ser definido como um ou mais subquadros nos quais um dispositivo pode pesquisar DCI endereçado ao dispositivo. Por exemplo, uma pluralidade de espaços de pesquisa pode incluir um espaço de pesquisa de Tipo-1, um espaço de pesquisa de Tipo-2 e/ou espaços de pesquisa específicos de UE (USS). O espaço de pesquisa de Tipo-1 pode ser usado para monitorar o paging. O espaço de pesquisa de Tipo-2 pode ser usado para monitorar respostas de acesso aleatório, retransmissões de HARQ de Mensagem 3,

e atribuições de recursos de rádio de Mensagem 4. Os espaços de pesquisa específicos de UE (USS) podem ser usados para monitorar informações de programação de enlace descendente (DL) ou enlace ascendente (UL).

[0086] Para um espaço de pesquisa de Tipo-2, que pode ser utilizado em algumas modalidades ilustrativas, o espaço de pesquisa contém uma série de parâmetros para definir espaços de pesquisa de NPDCCH. Por exemplo, estes parâmetros podem incluir um fator de repetição máxima (R_{max}) de NPDCCH, um deslocamento (α_{offset}) de um subquadro, a partir de um período de pesquisa, um parâmetro L utilizado para determinar um período de pesquisa, e procurar espaço período T. Para exemplo, o parâmetro T pode representar uma série de subquadros e pode ser definido como $T = R_{max}G$. Os parâmetros R_{max}, α_{offset} e G podem ser configurados para serem sinalizados no bloco de informações de sistema SIB2-NB. R_{max} pode ser configurado de acordo com uma classe de cobertura de NPRACH (ver FIG. 7) que está associada.

[0087] Voltando à tabela 500 ilustrada na FIG. 5, os valores de R_{max} 502 podem ser configurados de tal modo que $R_{max,}$ ou o número máximo de repetições para NPDCCH, pode ser definido como 1, 2, 4, 8 ou superior. O número de repetições R (fator de repetição de NPDCCH) é então configurado como mostrado em 504 para corresponder a cada valor R_{max}. Assim, R_{max} de 1 resulta em apenas 1 repetição, um R_{max} de 2 pode resultar em 1 ou 2 repetições, um R_{max} de 4 pode resultar em 1, 2 ou 4 repetições, enquanto um R_{max} de 8 ou mais resulta em repetições de $R_{max}/8$, $R_{max}/4$, $R_{max}/2$ ou R_{max}. Além disso, cada valor de repetição R 504 tem um número de repetição de subquadro de DCI correspondente 506.

Além disso, cada valor de repetição R 504 pode ter um número correspondente de CCEs disponíveis para PDCCH (NCCE) e índices de candidatos NPDCCH monitorados 508 com níveis de agregação (L') 1 ou 2 para transmitir um DCI. Com L' = 1, dois DCIs podem ser multiplexados em um subquadro, caso contrário, um subquadro carrega apenas um DCI (por exemplo, L' = 2), dando origem a uma taxa de codificação mais baixa e cobertura aprimorada. O NCCE pode ser considerado uma unidade de alocação de recursos para PDCCH. O NCCE pode ser configurado sob uma pluralidade de formatos (Formato 0 e Formato 1), onde o Formato de NPDCCH 0 ocupa apenas um NCCE e o formato de NPDCCH 1 ocupa dois NCCEs.

[0088] Dentro de um período de pesquisa, o número de subquadros que um UE (por exemplo, UE 402) precisa monitorar pode ser definido como R_{max} e o número de candidatos a espaços de pesquisa definidos também pode ser baseado em R_{max}. Em algumas modalidades ilustrativas, os subquadros R_{max} que o UE 402 precisa monitorar dentro de um período de pesquisa podem excluir os subquadros usados para transmitir Canal de Difusão Físico de Banda Estreita (NPBCH), Sinal de Sincronização Primário de Banda Estreita (NPSS), Sinal de Sincronização Secundário de Banda Estreita (NSSS) e informações de sistema (SI). Além disso, esses subquadros devem ser subquadros de NB-IoT de acordo com um bitmap de subquadro válido.

[0089] Voltando à FIG. 6, é fornecido um exemplo simplificado de uma configuração de espaço de pesquisa, ilustrando um UE (por exemplo, UE 402) em condições de cobertura que requerem que o NPDCCH seja transmitido com até 2 repetições. Como tal, R_{max} neste

exemplo será definido como 2. Supõe-se neste exemplo que a periodicidade de programação é configurada para ser oito vezes maior que o nível de repetição máxima (G = 8). Além disso, um deslocamento α_{offset} de 1/8 é selecionado. Usando esses parâmetros, pode-se ver que o período de pesquisa é T = $R_{max}G$ = 16 subquadros. Como o valor de deslocamento é definido para 1/8 do período de pesquisa, o subquadro inicial é deslocado por dois subquadros.

[0090] Como pode ser visto na tabela da FIG. 5, com R_{max} = 2, o espaço de pesquisa pode ter um valor de repetição de NPDCCH R = 1 ou R = 2. Além disso, para o caso de R = 1, L' = 1 pode ser usado e, portanto, NCCE0 e NCCE1 podem ser usados em conjunto como um candidato de pesquisa. Todos os candidatos a espaços de pesquisa são ilustrados na FIG. 6, incluindo o seguinte conjunto de candidatos em um período de pesquisa:

4 candidatos com R = 1 e L' = 1

2 candidatos com R = 1 e L' = 2 e

1 candidato com R = 2.

Durante a operação, o UE (por exemplo, UE 402) pode monitorar um conjunto de subquadros de espaço de pesquisa (por exemplo, subquadros 602, 604) que não são tomadas por um Canal de Difusão Físico de Banda Estreita (NPBCH) (por exemplo, subquadro 0 606 na FIG. 6), Sinal de Sincronização Primário de Banda Estreita (NPSS) (por exemplo, subquadro 5 608 na FIG. 6), Sinal de Sincronização Secundário de Banda Estreita (NSSS) (por exemplo, subquadro 9 610 na FIG. 6, em SFN de número par) e informações de sistema (SI)

[0091] A FIG. 7 mostra um diagrama de fluxo 700 para determinar um nível de cobertura (ou classe de

cobertura) para um nível de repetição máxima (R_{max}) para gerar um identificador de faixa multibit (R') para determinar o comprimento de candidatos de repetição sob uma modalidade ilustrativa. No bloco 702, o UE (por exemplo, UE 402) pode medir ou estimar um nível de potência recebido e uma perda de caminho para determinar a potência recebida de sinal de referência de banda estreita (NRSRP) e comparar o sinal a um ou mais limites para NRSRP. A partir desta comparação, o UE pode determinar até três níveis de cobertura diferentes no bloco 704 que podem ser sinalizados através de SIB2-NB. Por exemplo, os três níveis de cobertura podem incluir um nível normal, um nível robusto e um nível extremo. Cada nível de cobertura pode ser configurado com um nível de aprimoramento de cobertura associado de 0, 1 e 2, respectivamente. Além disso, cada nível de cobertura pode ser configurado com uma perda de acoplamento máxima associada de 144dB, 154dB e 164dB, respectivamente. O nível de cobertura selecionado determina os recursos a serem usados no bloco 706, incluindo recursos de NPRACH, como um subconjunto de subportadoras, repetições de NPRACH, número máximo de tentativas, etc. Além dos níveis de potência/perda, o bloco 702 também pode realizar medições de qualidade de canal para determinar a relação sinal-ruído (SNR), relação sinal-interferência mais ruído (SINR) e/ou relação sinal-ruído mais distorção (SNDR). As medições no bloco 702 podem incluir Indicador de Intensidade de Sinal Recebido (RSSI), Potência Recebida de Sinal Recebido (RSRP) e/ou Qualidade Recebida de Sinal Recebido (RSTQ), ou qualquer outro sinal adequado que permite ao UE determinar a qualidade de sinal.

[0092] No bloco 708, o UE determina um nível de repetição máxima (R_{max}) e um valor de repetição (R') para o nível de cobertura. R' pode ser um número inteiro positivo indicando um número de repetições. Em algumas modalidades ilustrativas, R' pode ser calculado, estimado e/ou com base em um fator de repetição (número) que o UE requer para decodificar NPDCCH com uma taxa de erro de bloco mínima (BLER). Em algumas modalidades ilustrativas, o BLER pode ser definido em 1%, embora os técnicos no assunto entendam que outros valores de BLER adequados podem ser utilizados, dependendo da aplicação. Com base no R' determinado, o UE no bloco 710 pode gerar um identificador de faixa R' multibit. Este identificador de faixa R' multibit pode então ser utilizado no sistema para determinar comprimentos candidatos para repetição R'.

[0093] A FIG. 8 mostra uma tabela 800 para uma pluralidade de identificadores de faixa R' multibit para a recepção de fatores associados de repetição para a determinação do comprimento de candidatos de repetição sob uma modalidade ilustrativa. Como pode ser visto na tabela 800, os diferentes valores R_{max} 802 (1-2048) são mostrados na linha superior da tabela. Neste exemplo, cada um dos identificadores de intervalo R' multibit 810 são representados como dois bits (por exemplo, '01', '10' e '11'). Para cada identificador de faixa R' multibit, uma instrução de repetição específica pode ser fornecida para obter R'. Neste exemplo,

'00' = UE de legado/não suportado

'01' = requer R'<R_{max}/2

'10' = requer R' entre R_{max}/2 e 2R_{max}

'11' = requer R' > $2R_{max}$.

[0094] Como pode ser visto na tabela 800, o identificador de faixa R' multibit' 01' produz valores de repetição $R_{max}/2$, mostrados na linha 804 (1-512). Da mesma forma, o identificador de faixa R' multibit '01' produz valores de repetição entre $R_{max}/2$ e $2R_{max}$, mostrados na linha 806 (2-1024), e o identificador de faixa R' multibit "11" produz valores de repetição > $2R_{max}$, mostrados em linha 808 (4-2048). Deve ser entendido pelos técnicos no assunto que o exemplo de dois bits é apenas um exemplo, e que o conceito pode ser estendido a um número maior de bits (por exemplo, 3 bits, com 7 entradas cada). Ao usar tal configuração, os UEs (por exemplo, UE 402) podem vantajosamente sinalizar um menor valor de repetição que atende aos requisitos de decodificação de NPDCCH em ou sob um BLER predeterminado, aumentando assim a eficiência e preservando os recursos de UE.

[0095] Em outra modalidade ilustrativa, a FIG. 9 mostra um diagrama de fluxo 900 para determinar um nível de cobertura para R_{max} para gerar um identificador de faixa R' multibit (também referido como um identificador de faixa de repetição multibit) usando um valor de escala para determinar o comprimento de candidatos de repetição. Em blocos 902-906, o UE determina o nível de cobertura, recursos a serem utilizados, e $R_{max,}$ semelhante às tecnologias e as técnicas descritas acima em blocos 702-706 em conexão com a FIG. 7 e a tabela 800 da FIG. 8. No bloco 908, o UE recebe um valor de escala S de um nó (por exemplo, nó 404). No bloco 910, o UE pode gerar identificadores de faixa R' multibit usando o valor de

escala para determinar R candidatos. Em um exemplo, o nó (por exemplo, nó 404) pode sinalizar um valor de escala de S, onde S = {2, 4, 8}. Ao gerar identificadores de faixa R' multibit usando um exemplo de 2 bits, o UE pode usar a seguinte configuração:

00 = UE de legado/não suportado

01 = requer $R'<R_{max}/S$

10 = requer R' entre R_{max}/S e $S*R_{max}$

11 = requer $R'>S*R_{max}$.

Deve ser entendido pelos técnicos no assunto que o exemplo de dois bits é apenas um exemplo, e que o conceito pode ser estendido a um número maior de bits. Usando tal configuração, UEs (por exemplo, UE 402) podem vantajosamente escalonar R para atender aos requisitos de decodificação de NPDCCH, particularmente em ambientes muito ruidosos (ou quase não ruidosos).

[0096] Em outra modalidade, a FIG. 10 mostra um diagrama de fluxo 1000 para determinar R_{max} e para monitorar valores de R de nível inferior adequados para uso para um procedimento de acesso aleatório. Neste exemplo, a determinação de NRSRP, o nível de cobertura associada, recursos a serem utilizados, e de repetição máxima R_{max} realizado em blocos 1002-1008 são semelhantes aos blocos 702-708 descritos acima em conexão com a FIG. 7. No entanto, no bloco 1010, em vez de usar o valor R_{max}, o UE (por exemplo, UE 402) monitora valores R de nível inferior no bloco 1012 para determinar se algum desses valores R é adequado para decodificação. Em um exemplo, referindo-se de volta à tabela 800 da FIG. 8, o UE (por exemplo, UE 402) pode determinar R_{max} = 16 para um nível de cobertura 01, o

que significa que um valor de repetição R de 8 será usado como um candidato. Na modalidade da FIG. 10, o UE (por exemplo, UE 402) pode monitorar um número predeterminado (por exemplo, 3) de valores de repetição de R de nível inferior para o R_{max} dado para calcular se um valor R inferior adicionalmente é adequado para atender aos requisitos de decodificação de NPDCCH. Assim, dado o valor R inicial de 8, o UE (por exemplo, UE 402) pode monitorar os valores R 4, 2 e 1 e, se algum desses valores R de repetição inferior (por exemplo, 4) forem adequados para decodificação, o UE (por exemplo, UE 402) usa o valor R de repetição inferior no bloco 1014. Se nenhum dos valores de R de repetição inferior for adequado para atender aos requisitos de decodificação de NPDCCH, o UE continua com o valor R de repetição original no bloco 1016. Em algumas modalidades ilustrativas, o valor R usado pode ser transportado no DCI.

[0097] A fim de determinar os requisitos de decodificação de NPDCCH (por exemplo, ≤1% BLER), o UE (por exemplo, UE 402) pode ser configurado para processar um "NPDCCH virtual" de uma maneira semelhante ao processamento de informações de estado do canal (CSI) em um ambiente LTE utilizando Canal Compartilhado de Enlace Descendente Físico (PDSCH). CSI se refere às propriedades de canal de um enlace de comunicação, e esta informação descreve como um sinal se propaga do transmissor para o receptor e representa o efeito combinado de, por exemplo, espalhamento, desvanecimento e queda de potência com a distância. O CSI torna possível adaptar as transmissões às condições de canal atuais, que é usado para alcançar uma

comunicação confiável com altas taxas de dados em sistemas multi-antenas. CSI pode ser estimado no receptor e geralmente quantizado e realimentado para o transmissor (embora a estimativa de enlace reverso seja possível em sistemas TDD). Portanto, o transmissor e o receptor podem ter CSI diferentes.

[0098] Na presente divulgação, um recurso de referência de NPDCCH (configurado como um recurso de referência de CSI modificado) pode ser usado para estimar/determinar os requisitos de decodificação de NPDCCH e reportar uma série de repetições. A FIG. 11A mostra uma Janela de resposta de acesso aleatório (RAR) simplificada 1102 sob uma modalidade ilustrativa, bem como certas técnicas para definir NPDCCH. No exemplo, a janela de RAR 1102 é ilustrada como tendo dois espaços de pesquisa 1104, 1106, onde o espaço de pesquisa 1 1104 é divulgado como cobrindo o enlace descendente, enquanto o espaço de pesquisa 2 1106 está cobrindo o enlace ascendente. Como pode ser visto na figura, um candidato NPCCH pode ser selecionado a partir de uma pluralidade de candidatos, e transportado no NPDSCH para estabelecer o enlace ascendente através de NPUSCH.

[0099] No exemplo de 1110A, uma referência de NPDCCH pode ser definida em relação ao espaço de pesquisa no qual uma concessão de resposta de acesso aleatório é recebida. Por exemplo, o recurso de referência de NPDCCH são os subquadros de enlace descendente de banda estreita R (NB-IoT DL SF) começando no início do espaço de pesquisa1104 programando a resposta de acesso aleatório. No exemplo de 1110B, o recurso de referência de NPDCCH são os

subquadros de enlace descendente de banda estreita R (NB-IoT DL SF) começando no final do espaço de pesquisa1104 que programa a resposta de acesso aleatório.

[00100] Voltando à FIG. 11B, a figura continua a configuração da janela de RAR 1102 da FIG. 11A. No exemplo de 1110C, uma referência de NPDCCH pode ser definida em relação ao NPDCCH no qual uma resposta de acesso aleatório de programação de DCI é recebida. Por exemplo, o recurso de referência de NPDCCH são os subquadros R NB-IoT DL anteriores (SFs) começando no final da resposta de acesso aleatório de programação de NPDCCH. No exemplo de 1110D, o recurso de referência de NPDCCH são os subquadros R NB-IoT DL anteriores começando no início da resposta de acesso aleatório de programação de NPDCCH.

[00101] Voltando à FIG. 11C, a figura continua a configuração da janela de RAR 1102 da FIG. 11A. No exemplo de 1110E, uma referência de NPDCCH pode ser definida em relação ao NPDSCH carregando Msg2. Por exemplo, a referência de NPDCCH é definida a partir de subquadros R NB-IoT DL anteriores começando no final do NPDSCH que transporta a resposta de acesso aleatório como mostrado na figura. No exemplo de 1110F, a referência de NPDCCH é definida a partir de subquadros R NB-IoT DL anteriores começando no início do NPDSCH que transporta a resposta de acesso aleatório.

[00102] Voltando à FIG. 11D, a figura continua a configuração da janela de RAR 1102 da FIG. 11A. No exemplo de 1110G, uma referência de NPDCCH pode ser definida em relação à transmissão de Mensagem 3. Por exemplo, se N for o subquadro para o primeiro subquadro de NPUSCH que

transporta a Mensagem 3, então o recurso de referência de NPDCCH pode ser definido como os subquadros R NB-IoT DL antes de N + k. No exemplo de 1110H, a referência de NPDCCH pode ser definida em relação ao início da janela de RAR 1102, por exemplo, os primeiros subquadros R NB-IoT DL dentro da janela de RAR 1102. No exemplo de 1110J, a referência de NPDCCH pode ser definida em relação ao último espaço de pesquisa de NPDCCH na janela de RAR. No exemplo de 1110K, a referência de NPDCCH pode ser definida em relação a após a transmissão da Mensagem 3. Neste exemplo, esta configuração seria equivalente a um “SNR de longo prazo”, uma vez que o UE tem que adivinhar ou estimar qual será o estado de canal futuro. Os técnicos no assunto reconhecerão que as modalidades das FIGS. 11A-D consideram 'subquadros de NB-IoT DL', por exemplo, os subquadros sobre as quais NPDCCH não podem ser transmitidos não são contadas.

[00103] A presente divulgação também fornece diferentes opções para estabelecer recursos de medição. Em um exemplo, os recursos de medição podem ser os mesmos usados no LTE de legado (sem restrições de tempo e frequência). Nesse caso, “irrestrito” pode ser configurado em relação a subquadros na mesma portadora de NB-IoT que transportam um Sinal de Referência de Banda Estreita (NRS). Sob esta configuração, o UE (por exemplo, UE 402) pode filtrar NRS (dependendo do Doppler) para estimar SNR no recurso de referência de CSI. Em outro exemplo, os recursos de medição podem ser alocados durante os subquadros que são determinados para transportar NRS na janela de resposta de acesso aleatório.

[00104] Em algumas modalidades ilustrativas, pode ser assumido que o recurso de referência de NPDCCH (FIGS. 11A-D) é colocado na mesma portadora em que o RAR é transmitido. No entanto, para a operação de múltiplas portadoras, é possível que o nó (por exemplo, nó 404) reconfigure o UE com uma portadora de NB-IoT diferente para operação unicast. Nesse caso, a informação RAR CSI pode ser ignorada, uma vez que é medida em uma portadora de NB-IoT diferente. Como tal, o UE (por exemplo, UE 402) pode ter permissão para reportar a informação RAR CSI durante o modo conectado. Neste caso, o recurso de referência de NPDCCH pode ser definido de forma semelhante às FIGS. 11A-D, mas substituindo o espaço de pesquisa comum (por exemplo, 1104, 1106) por espaço de pesquisa específico de UE. Como tal, o gatilho CSI pode ser configurado em DCI ou no elemento de controle de MAC (MAC CE). No caso do MAC CE, um Identificador Temporário de Rede de Rádio (RNTI) diferente pode ser necessário para evitar o envio de um ACK antecipado e enviar NPUSCH com MAC CE. Outra opção para operações com múltiplas portadoras é ter relatórios periódicos (por exemplo, configurados por RRC), onde o alvo R pode ser transmitido em MAC CE.

[00105] As tecnologias e técnicas divulgadas neste documento podem ser otimizadas de maneiras adicionais. Por exemplo, ao medir o SNR, o UE (por exemplo, UE 402) pode usar bits decodificados NPDCCH/NPDSCH para reconstruir o sinal transmitido e ter observações adicionais. Para isso, o nó (por exemplo, 404) pode sinalizar um T2P (relação tráfego para piloto) para ambos NPDCCH/NPDSCH para fins de medição, conforme descrito

acima. O nó (por exemplo, nó 404) também pode sinalizar se o UE (por exemplo, UE 402) tem permissão para usar NPDCCH/NPDSCH reconstruído para medição.

[00106] Em algumas modalidades ilustrativas, o suporte do relatório de Mensagem 3 é ativado pelo nó (por exemplo, nó 404) no SIB. O nó (por exemplo, nó 404) pode, então, reportar se ele entende e/ou usa os bits na Mensagem 3. Se o campo estiver presente no SIB, então o UE (por exemplo, UE 402) executará medições e reportará. Caso contrário, o UE (por exemplo, UE 402) pode apenas transmitir zeros (ou, alternativamente, transmitir qualquer coisa, uma vez que o eNB não vai olhar para esses bits). Como outra alternativa, o nó (por exemplo, o nó 404) pode enviar informações para permitir isso na concessão RAR (ou seja, o PDSCH que transporta a Mensagem 2).

[00107] A FIG. 12 ilustra um fluxograma 1200 para um UE (por exemplo, UE 402) para transmitir a Mensagem 3 durante um procedimento de acesso aleatório usando as técnicas descritas neste documento sob uma modalidade ilustrativa. Começando com o bloco 1202, o UE (por exemplo, UE 402) mede RSRP de enlace descendente e, com base no RSRP medido, o UE pode selecionar recursos de NPRACH no bloco 1204. No bloco 1206, o UE transmite NPRACH para um nó (por exemplo, nó 404). Os recursos de NPRACH do bloco 1204 podem ser baseados na sinalização RRC, transmitida como um conjunto de limites RSRP e recursos de NPRACH. Os recursos de NPRACH podem incluir o número de repetições de NPRACH e R_{max} para monitorar NPDCCH para resposta de acesso aleatório.

[00108] No bloco 1208, o UE monitora NPDCCH de

acordo com R_{max}. No bloco 1210, o UE detecta NPDCCH com um nível de repetição de R, e o UE (por exemplo, 402) decodifica NPDSCH com base no DCI decodificado em NPDCCH no bloco 1212. No bloco 1214, o UE pode então transmitir a Mensagem 3 com base na concessão incluída no NPDSCH. Neste ponto, o UE tem uma opção de reportar codificação de qualidade de sinal de DL, com base em R_{max} no bloco 1216A (por exemplo, <Rmax/2, entre Rmax/2 e 2Rmax,> 2Rmax) ou reportar codificação de qualidade de sinal de DL com base em R no bloco 1216B (por exemplo, <R/2, entre R/2 e 2R,> 2R).

[00109] A FIG. 13 mostra um diagrama de fluxo1300 para determinar um nível de cobertura para um nível de repetição máxima (R_{max}) para gerar um identificador de faixa (R') multibit para determinar o comprimento de candidatos de repetição sob uma modalidade ilustrativa. As operações (por exemplo, blocos 1302 a 1312) no diagrama de fluxo 1300 podem ser realizadas por um UE (por exemplo, UE 402, aparelho 1400). Os blocos representados com linhas tracejadas na FIG. 13 representam blocos opcionais.

[00110] No bloco 1302, o UE pode determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó. Em alguns aspectos, o UE pode determinar a qualidade de sinal medindo uma potência recebida de sinal de referência de banda estreita de enlace descendente (NRSRP). No bloco 1304, o UE pode determinar um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para a comunicação com o nó. Em alguns aspectos, o UE pode determinar o nível de cobertura comparando o NRSRP medido com um ou mais limites, onde cada

limite corresponde a um nível de cobertura diferente.

[00111] No bloco 1306, o UE pode determinar um nível de repetição máxima, com base no nível de cobertura, para comunicar com o nó. Por exemplo, o nível de repetição máxima pode ser R_{max} conforme descrito neste documento. Em alguns aspectos, o nível de repetição máxima é baseado em um número de repetições necessárias para decodificar um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH).

[00112] No bloco 1308, o UE pode gerar um identificador de faixa de repetição multibit que corresponde a um valor de repetição, em que o valor de repetição é baseado no nível de repetição máxima. Em alguns aspectos, o identificador de faixa de repetição multibit compreende uma de uma pluralidade de combinações de bits (por exemplo, '01', '10', '11') e o valor de repetição indica um número de repetições para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com um BLER predeterminado. Por exemplo, a pluralidade de combinações de bits pode incluir pelo menos uma primeira combinação de bits mapeada para um primeiro valor, uma segunda combinação de bits mapeada para um segundo valor, e uma terceira combinação de bits mapeada para um terceiro valor, em que o primeiro valor é metade do nível de repetição máxima, o segundo valor é o dobro do nível de repetição máxima, e o terceiro valor está entre a metade do nível de repetição máxima e o dobro do nível de repetição máxima.

[00113] No bloco 1310, o UE pode transmitir o identificador de faixa de repetição multibit. No bloco

1312, o UE pode detectar e decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição.

Aparelho de Exemplo (por exemplo, UE)

[00114] A FIG. 14 é uma ilustração de um aparelho 1400 de acordo com um ou mais aspectos da divulgação. O aparelho 1400 inclui uma interface de comunicação (por exemplo, pelo menos um transceptor) 1402, um meio de armazenamento 1404, uma interface de usuário 1406, um dispositivo de memória 1408 e um circuito de processamento 1410.

[00115] Esses componentes podem ser acoplados e/ou colocados em comunicação elétrica uns com os outros por meio de um barramento de sinalização ou outro componente adequado, representado geralmente pelas linhas de conexão na FIG. 14. O barramento de sinalização pode incluir qualquer número de barramentos e pontes de interconexão, dependendo da aplicação específica do circuito de processamento 1410 e das restrições de projeto gerais. O barramento de sinalização liga vários circuitos, de modo que cada uma da interface de comunicação 1402, o meio de armazenamento 1404, a interface de usuário 1406 e o dispositivo de memória 1408 estejam acoplados a e/ou em comunicação elétrica com o circuito de processamento 1410. O barramento de sinalização também pode conectar vários outros circuitos (não mostrados), como fontes de temporização, periféricos, reguladores de tensão e circuitos de gerenciamento de energia, que são bem conhecidos na técnica e, portanto, não serão mais descritos.

[00116] A interface de comunicação 1402 pode ser adaptada para facilitar a comunicação sem fio do aparelho 1400. Por exemplo, a interface de comunicação 1402 pode incluir circuitos e/ou código (por exemplo, instruções) adaptados para facilitar a comunicação de informações bidirecionalmente em relação a um ou mais dispositivos de comunicação em uma rede. A interface de comunicação 1402 pode ser acoplada a uma ou mais antenas 1412 para comunicação sem fio dentro de um sistema de comunicação sem fio. A interface de comunicação 1402 pode ser configurada com um ou mais receptores e/ou transmissores autônomos, bem como um ou mais transceptores. No exemplo ilustrado, a interface de comunicação 1402 inclui um transmissor 1414 e um receptor 1416.

[00117] O dispositivo de memória 1408 pode representar um ou mais dispositivos de memória. Conforme indicado, o dispositivo de memória 1408 pode manter informações relacionadas à rede/juntamente com outras informações usadas pelo aparelho 1400. Em algumas implementações, o dispositivo de memória 1408 e o meio de armazenamento 1404 são implementados como um componente de memória comum. O dispositivo de memória 1408 também pode ser usado para armazenar dados que são manipulados pelo circuito de processamento 1410 ou algum outro componente do aparelho 1400.

[00118] O meio de armazenamento 1404 pode representar um ou mais dispositivos legíveis por computador, legíveis por máquina e/ou legíveis por processador para armazenar código, como código executável de processador ou instruções (por exemplo, software,

firmware), dados eletrônicos, bancos de dados ou outros informação digital. O meio de armazenamento 1404 também pode ser usado para armazenar dados que são manipulados pelo circuito de processamento 1410 ao executar o código. O meio de armazenamento 1404 pode ser qualquer meio disponível que pode ser acessado por um processador de propósito geral ou de propósito especial, incluindo dispositivos de armazenamento portáteis ou fixos, dispositivos de armazenamento óptico e vários outros meios capazes de armazenar, conter ou transportar código.

[00119] A título de exemplo e não de limitação, o meio de armazenamento 1404 pode incluir um dispositivo de armazenamento magnético (por exemplo, disco rígido, disquete, fita magnética), um disco óptico (por exemplo, um disco compacto (CD) ou um disco digital versátil (DVD)), um cartão inteligente, um dispositivo de memória flash (por exemplo, um cartão, um stick ou uma unidade de chave), uma memória de acesso aleatório (RAM), uma memória somente leitura (ROM), uma ROM programável (PROM), uma PROM apagável (EPROM), uma PROM apagável eletricamente (EEPROM), um registro, um disco removível e qualquer outro meio adequado para armazenar códigos que podem ser acessados e lidos por um computador. O meio de armazenamento 1404 pode ser incorporado em um artigo de fabricação (por exemplo, um produto de programa de computador). A título de exemplo, um produto de programa de computador pode incluir um meio legível por computador em materiais de empacotamento. Em vista do acima, em algumas implementações, o meio de armazenamento 1404 pode ser um meio de armazenamento não transitório (por exemplo, tangível).

[00120] O meio de armazenamento 1404 pode ser acoplado ao circuito de processamento 1410 de modo que o circuito de processamento 1410 possa ler informações, e gravar informações no meio de armazenamento 1404. Ou seja, o meio de armazenamento 1404 pode ser acoplado ao circuito de processamento 1410 de modo que o meio de armazenamento 1404 seja pelo menos acessível pelo circuito de processamento 1410, incluindo exemplos em que pelo menos um meio de armazenamento é parte integrante do circuito de processamento 1410 e/ou exemplos onde pelo menos um meio de armazenamento é separado do circuito de processamento 1410 (por exemplo, residente no aparelho 1400, externo ao aparelho 1700, distribuído por várias entidades, etc.).

[00121] Código e/ou instruções armazenadas pelo meio de armazenamento 1404, quando executado pelo circuito de processamento 1410, faz com que o circuito de processamento 1410 realize uma ou mais das várias funções e/ou operações de processo descritas neste documento. Por exemplo, o meio de armazenamento 1404 pode incluir operações configuradas para regular as operações em um ou mais blocos de hardware do circuito de processamento 1410, bem como para utilizar a interface de comunicação 1402 para comunicação sem fio utilizando seus respectivos protocolos de comunicação.

[00122] O circuito de processamento 1410 é geralmente adaptado para processamento, incluindo a execução de tais códigos/instruções armazenados no meio de armazenamento 1404. Conforme usado neste documento, o termo "código" ou "instruções" deve ser interpretado de maneira ampla para incluir sem limitação programação, instruções,

conjuntos de instruções, dados, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicativos, aplicativos de software, pacotes de software, rotinas, sub-rotinas, objetos, executáveis, linhas de execução, procedimentos, procedimentos, etc., referidos como software, firmware, middleware, microcódigo, idioma de descrição de hardware, ou outros.

[00123] O circuito de processamento 1410 está disposto para obter, processar e/ou enviar dados, controlar o acesso e armazenamento de dados, emitir comandos, e controlar outras operações desejadas. O circuito de processamento 1410 pode incluir circuitos configurados para implementar o código desejado fornecido pela mídia apropriada em pelo menos um exemplo. Por exemplo, o circuito de processamento 1410 pode ser implementado como um ou mais processadores, um ou mais controladores e/ou outra estrutura configurada para executar código executável. Exemplos do circuito de processamento 1410 podem incluir um processador de uso geral, um processador de sinal digital (DSP), um circuito integrado específico de aplicação (ASIC), uma matriz de porta programável de campo (FPGA) ou outro componente lógico programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação destes projetados para realizar as funções aqui descritas. Um processador de uso geral pode incluir um microprocessador, bem como qualquer processador convencional, controlador, microcontrolador ou máquina de estado. O circuito de processamento 1410 também pode ser implementado como uma combinação de componentes de

computação, como uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma série de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP, um ASIC e um microprocessador, ou qualquer outro número de configurações variáveis. Estes exemplos do circuito de processamento 1410 são para ilustração e outras configurações adequadas dentro do escopo da divulgação também são contempladas.

[00124] De acordo com um ou mais aspectos da divulgação, o circuito de processamento 1410 pode ser adaptado para realizar qualquer ou todos os recursos, processos, funções, operações e/ou rotinas para qualquer ou todos os aparelhos descritos neste documento. Tal como aqui utilizado, o termo "adaptado" em relação ao circuito de processamento 1410 pode referir-se ao circuito de processamento 1410 sendo um ou mais configurados, empregados, implementados e/ou programados para realizar um determinado processo, função, operação e/ou rotina de acordo com várias características aqui descritas.

[00125] De acordo com pelo menos um exemplo do aparelho 1400, o circuito de processamento 1410 pode incluir um ou mais de um circuito/módulo de determinação 1420, um circuito/módulo de geração 1422, um circuito/módulo de monitoramento 1424, um circuito/módulo de decodificação 1426, um módulo de circuito de transmissão 1428 e um circuito/módulo de recepção 1430 que são adaptados para realizar qualquer ou todos os recursos, processos, funções, operações e/ou rotinas aqui descritos (por exemplo, recursos, processos, funções, operações e/ou rotinas descritas com respeito às FIGS. 7, 9, 10, 12 e/ou

13).

[00126] O circuito/módulo de determinação 1420 pode incluir circuitos e/ou instruções (por exemplo, instruções de determinação 1440 armazenadas no meio de armazenamento 1404) adaptadas para realizar várias funções relacionadas a, por exemplo, determinar uma qualidade de sinal para se comunicar com um nó, determinar uma cobertura nível com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para se comunicar com o nó, determinar um nível de cobertura para indicar recursos a serem usados para se comunicar com o nó, determinar um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para se comunicar com o nó, determinar se um ou mais níveis de repetição máxima de nível inferior são adequados para uso para o nível de cobertura determinado, usando o mais baixo dos níveis de repetição máxima de nível inferior como um novo nível de repetição máxima, determinar um valor de repetição necessário para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com uma taxa de erro de bloco mínima predeterminada (BLER), determinação de recursos de acesso aleatório físico de banda estreita (NPRACH) com base no NRSRP medido e/ou medição da potência recebida de sinal de referência de banda estreita de enlace descendente (NRSRP).

[00127] O circuito/módulo de geração 1422 pode incluir circuitos e/ou instruções (por exemplo, instruções de geração 1442 armazenadas no meio de armazenamento 1404) adaptadas para realizar várias funções relacionadas a, por exemplo, gerar um identificador de faixa de repetição

multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima e/ou gerar um identificador de faixa de repetição multibit com base no nível de repetição máxima, em que o identificador de faixa de repetição multibit é configurado para permitir que o dispositivo receba um valor de repetição para repetir um ou mais sinais recebidos durante um procedimento de acesso aleatório.

[00128] O circuito/módulo de monitoramento 1424 pode incluir circuitos e/ou instruções (por exemplo, instruções de monitoramento 1444 armazenadas no meio de armazenamento 1404) adaptadas para realizar várias funções relacionadas a, por exemplo, monitorar um ou mais níveis de repetição máxima de nível inferior após determinar o nível máximo de repetição, e monitoramento de um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição máxima.

[00129] O circuito/módulo de decodificação 1426 pode incluir circuitos e/ou instruções (por exemplo, instruções de decodificação 1446 armazenadas no meio de armazenamento 1404) adaptadas para realizar várias funções relacionadas a, por exemplo, decodificar o sinal de NPDCCH usando o valor de repetição para estabelecer comunicações com o nó, e/ou detectar e decodificar um sinal de NPDCCH com base no valor de repetição.

[00130] O circuito/módulo de transmissão 1428 pode incluir circuitos e/ou instruções (por exemplo, instruções de transmissão 1448 armazenadas no meio de armazenamento 1404) adaptadas para realizar várias funções relacionadas a, por exemplo, transmitir um identificador de faixa de repetição multibit, transmitir o valor de

repetição para o nó, transmitir uma mensagem (Msg3) do dispositivo para iniciar a conclusão de um procedimento de acesso aleatório, transmitir dados de qualidade de sinal de enlace descendente com base no nível de repetição máxima, e/ou transmitir dados de qualidade de sinal de enlace descendente com base no valor de repetição.

[00131] O circuito/módulo receptor 1430 pode incluir circuitos e/ou instruções (por exemplo, receber instruções 1450 armazenadas no meio de armazenamento 1404) adaptado para realizar várias funções relacionadas a, por exemplo, receber um nível de repetição máxima (R_{max}) compreendendo pelo menos um valor de repetição.

[00132] Como mencionado acima, instruções armazenadas pelo meio de armazenamento 1404, quando executado pelo circuito de processamento 1410, faz com que o circuito de processamento 1410 realize uma ou mais das várias funções e/ou operações de processo descritas neste documento. Por exemplo, o meio de armazenamento 1404 pode incluir uma ou mais das instruções de determinação 1440, instruções de geração 1442, instruções de monitoramento 1444, instruções de decodificação 1446, instruções de transmissão 1448, instruções de recepção 1450.

[00133] Técnicos no assunto apreciariam adicionalmente que os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos, circuitos e etapas de algoritmo descritos em conexão com as implementações aqui divulgados podem ser implementados como hardware, software, firmware, middleware, microcódigo ou qualquer combinação dos mesmos. Para ilustrar claramente essa intercambiabilidade, vários componentes, blocos, módulos, circuitos e etapas

ilustrativos foram descritos acima geralmente em termos de funcionalidade. Se essa funcionalidade é implementada como hardware ou software depende das restrições específicas de aplicação e projeto impostas ao sistema geral.

[00134] Dentro da divulgação, a palavra "exemplar" é usada para significar "servir como exemplo, instância ou ilustração". Qualquer implementação ou aspecto aqui descrito como "exemplar" não deve necessariamente ser interpretado como preferido ou vantajoso em relação a outros aspectos da divulgação. Da mesma forma, o termo "aspectos" não exige que todos os aspectos da divulgação incluam o recurso, vantagem ou modo de operação discutido. O termo "acoplado" é usado aqui para se referir ao acoplamento direto ou indireto entre dois objetos. Por exemplo, se o objeto A tocar fisicamente o objeto B, e o objeto B tocar o objeto C, os objetos A e C ainda poderão ser considerados acoplados um ao outro - mesmo se não se tocarem diretamente fisicamente. Por exemplo, uma primeira matriz pode ser acoplada a uma segunda matriz em um pacote, embora a primeira matriz nunca esteja diretamente em contato físico com a segunda matriz. Os termos "circuito" e "circuitos" são amplamente utilizados e pretendem incluir implementações de hardware de dispositivos elétricos e condutores que, quando conectados e configurados, permitem o desempenho das funções descritas na divulgação, sem limitação quanto ao tipo de circuitos eletrônicos, bem como implementações de software de informações e instruções que, quando executadas por um processador, permitem o desempenho das funções descritas na divulgação.

[00135] Conforme usado neste documento, o termo

"determinar" abrange uma ampla variedade de ações. Por exemplo, "determinar" pode incluir calcular, computar, processar, derivar, investigar, pesquisar (por exemplo, pesquisar em uma tabela, um banco de dados ou outra estrutura de dados), verificar e semelhantes. Além disso, "determinar" pode incluir receber (por exemplo, receber informações), acessar (por exemplo, acessar dados em uma memória) e semelhantes. Além disso, "determinar" pode incluir resolver, selecionar, escolher, estabelecer e semelhantes.

[00136] A descrição anterior é fornecida para permitir que qualquer técnico no assunto pratique os vários aspectos aqui descritos. Várias modificações a esses aspectos serão prontamente aparentes para os técnicos no assunto, e os princípios genéricos aqui definidos podem ser aplicados a outros aspectos. Assim, as reivindicações não se destinam a ser limitadas aos aspectos mostrados aqui, mas devem receber o escopo completo consistente com a linguagem das reivindicações, em que a referência a um elemento no singular não se destina a significar "um e apenas um ", A menos que seja especificamente indicado, mas" um ou mais ". Salvo indicação em contrário, o termo "alguns" se refere a um ou mais. Uma frase referente a "pelo menos um de" uma lista de itens refere-se a qualquer combinação desses itens, incluindo membros únicos. Como exemplo, "pelo menos um de: a, b ou c" se destina a cobrir: a; b; c; a e b; a e c; b e c; e a, b e c. Todos os equivalentes estruturais e funcionais aos elementos dos vários aspectos descritos ao longo desta divulgação que são conhecidos ou serão virão a ser conhecidos posteriormente

pelos técnicos no assunto são expressamente incorporados aqui por referência e devem ser abrangidos pelas reivindicações.

[00137] As várias características da divulgação aqui descritas podem ser implementadas em diferentes sistemas sem se afastar da divulgação. Deve-se notar que os aspectos anteriores da divulgação são meramente exemplos e não devem ser interpretados como limitando a divulgação. A descrição dos aspectos da presente divulgação se destina a ser ilustrativa e não a limitar o escopo das reivindicações. Como tal, os presentes ensinamentos podem ser facilmente aplicados a outros tipos de aparelhos e muitas alternativas, modificações e variações serão evidentes para os técnicos no assunto.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para comunicação, compreendendo:

determinar, em um dispositivo, uma qualidade de sinal para comunicação com um nó;

determinar, no dispositivo, um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para a comunicação com o nó;

determinar, no dispositivo, um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó;

gerar, no dispositivo, um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima; e

transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o valor de repetição é baseado em um número de repetições necessárias para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com uma taxa de erro de bloco mínima predeterminada (BLER).

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, em que o BLER predeterminado é menor ou igual a 1%.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a determinação da qualidade de sinal compreende medir uma potência recebida de sinal de referência de banda estreita de enlace descendente (NRSRP).

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, em que a determinação do nível de cobertura compreende:

comparar o NRSRP medido com um ou mais

limites, cada limite correspondendo a um nível de cobertura diferente.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a determinação do valor de repetição compreende a geração de um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) virtual que é baseado em um ou parâmetros predeterminados.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, em que os parâmetros predeterminados compreendem pelo menos um de:

um espaço de pesquisa no qual uma resposta de acesso aleatório é recebida,

um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) no qual programação de informações de controle de enlace descendente (DCI) para uma solicitação de acesso aleatório são recebidas,

um Canal Compartilhado de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDSCH) transportando uma mensagem de resposta de acesso aleatório,

um subquadro para um primeiro subquadro de canal compartilhado de enlace ascendente de banda estreita (NPUSCH) transportando uma mensagem de solicitação de conexão,

um início de uma janela de solicitação de acesso aleatório (RAR), e

após a transmissão de uma mensagem de solicitação de conexão.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a determinação do nível de repetição máxima compreende receber o nível de repetição máxima do nó.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente detectar e decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o identificador de faixa de repetição multibit compreende uma de uma pluralidade de combinações de bits, e em que o valor de repetição indica um número de repetições para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH).

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, em que a pluralidade de combinações de bits compreende pelo menos uma primeira combinação de bits mapeada para um primeiro valor, uma segunda combinação de bits mapeada para um segundo valor, e uma terceira combinação de bits mapeada para um terceiro valor, em que o primeiro valor é metade do nível de repetição máxima, o segundo valor é o dobro do nível de repetição máxima, e o terceiro valor está entre a metade do nível de repetição máxima e o dobro do nível de repetição máxima.

12. Aparelho para comunicação, compreendendo:

uma ou mais antenas,

um aparelho de processamento, operativamente acoplado a uma ou mais antenas, o aparelho de processamento sendo configurado para:

determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó;

determinar um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica os recursos a serem usados para a comunicação com o nó;

determinar um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base em

o nível de cobertura, para comunicação com o nó;

gerar um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição

com base no nível de repetição máxima; e

transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.

13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, em que o valor de repetição é baseado em um número de repetições necessárias para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com uma taxa de erro de bloco mínima predeterminada (BLER).

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 13, em que o BLER predeterminado é menor ou igual a 1%.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, em que o aparelho de processamento configurado para determinar a qualidade de sinal é adicionalmente configurado para medir uma potência recebida de sinal de referência de banda estreita de enlace descendente (NRSRP).

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 15, em que o aparelho de processamento configurado para determinar o nível de cobertura é adicionalmente configurado para comparar o NRSRP medido a um ou mais limites, cada limite correspondendo a um nível de cobertura diferente.

17. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, em que o aparelho de processamento configurado para determinar o nível de repetição máxima e o valor de

repetição é adicionalmente configurado para gerar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) virtual que é baseado em um ou parâmetros predeterminados.

18. Aparelho, de acordo com a reivindicação 17, em que os parâmetros predeterminados compreendem pelo menos um de:

um espaço de pesquisa no qual uma resposta de acesso aleatório é recebida,

um Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) no qual programação de informações de controle de enlace descendente (DCI) para uma solicitação de acesso aleatório são recebidas,

um Canal Compartilhado de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDSCH) transportando uma mensagem de resposta de acesso aleatório,

um subquadro para um primeiro subquadro de canal compartilhado de enlace ascendente de banda estreita (NPUSCH) transportando uma mensagem de solicitação de conexão,

um início de uma janela de solicitação de acesso aleatório (RAR), e

após a transmissão de uma mensagem de solicitação de conexão.

19. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, em que o aparelho de processamento configurado para determinar o nível de repetição máxima e o valor de repetição é adicionalmente configurado para receber o nível de repetição máxima do nó.

20. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12,

em que o aparelho de processamento é adicionalmente configurado para detectar e decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição.

21. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, em que o identificador de faixa de repetição multibit compreende uma de uma pluralidade de combinações de bits, e em que o valor de repetição indica um número de repetições para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH).

22. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, em que a pluralidade de combinações de bits compreende pelo menos uma primeira combinação de bits mapeada para um primeiro valor, uma segunda combinação de bits mapeada para um segundo valor, e uma terceira combinação de bits mapeada para um terceiro valor, em que o primeiro valor é metade do nível de repetição máxima, o segundo valor é o dobro do nível de repetição máxima, e o terceiro valor está entre a metade do nível de repetição máxima e o dobro do nível de repetição máxima.

23. Aparelho, compreendendo:

meios para determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó;

meios para determinar um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para a comunicação com o nó;

meios para determinar um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó;

meios para gerar um identificador de faixa de

repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima; e

meios para transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.

24. Aparelho, de acordo com a reivindicação 23, em que o nível de repetição é baseado em um número de repetições necessárias para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com uma taxa de erro de bloco mínima predeterminada (BLER).

25. Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, em que o BLER predeterminado é menor ou igual a 1%.

26. Aparelho, de acordo com a reivindicação 23, compreendendo adicionalmente meios para detectar e decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição.

27. Aparelho, de acordo com a reivindicação 23, em que o identificador de faixa de repetição multibit compreende uma de uma pluralidade de combinações de bits, e em que o valor de repetição indica um número de repetições para decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH).

28. Aparelho, de acordo com a reivindicação 23, em que a pluralidade de combinações de bits compreende pelo menos uma primeira combinação de bits mapeada para um primeiro valor, uma segunda combinação de bits mapeada para um segundo valor, e uma terceira combinação de bits mapeada para um terceiro valor, em que o primeiro valor é metade do nível de repetição máxima, o segundo valor é o dobro do

nível de repetição máxima, e o terceiro valor está entre a metade do nível de repetição máxima e o dobro do nível de repetição máxima.

29. Meio legível por computador não transitório armazenando código executável por computador, compreendendo código para fazer um computador:

determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó;

determinar um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o

nível de cobertura indica os recursos a serem usados para a comunicação com o nó;

determinar um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó;

gerar um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima; e

transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.

30. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 29, em que o código adicionalmente faz com que o computador detecte e decodifique um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição.

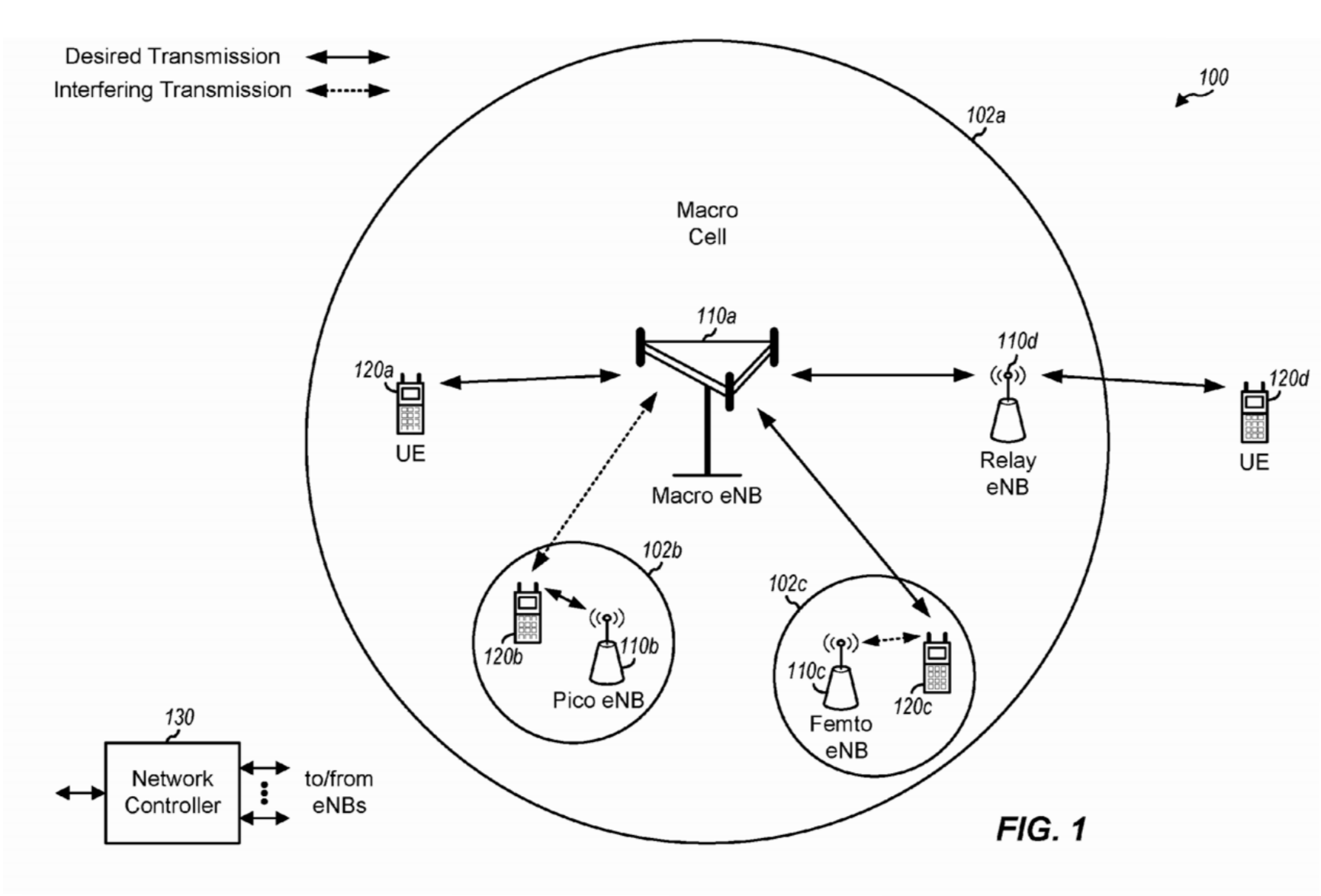

100
Desired Transmission
Interfering Transmission
100
102a
Macro
Cell
110a
120a
UE
110d
Relay
eNB
120d
UE
Macro eNB
102b
120b
110b
Pico eNB
102c
110c
120c
Femto
eNB
130
Network
Controller
to/from
eNBs
FIG. 1

FIG. 1

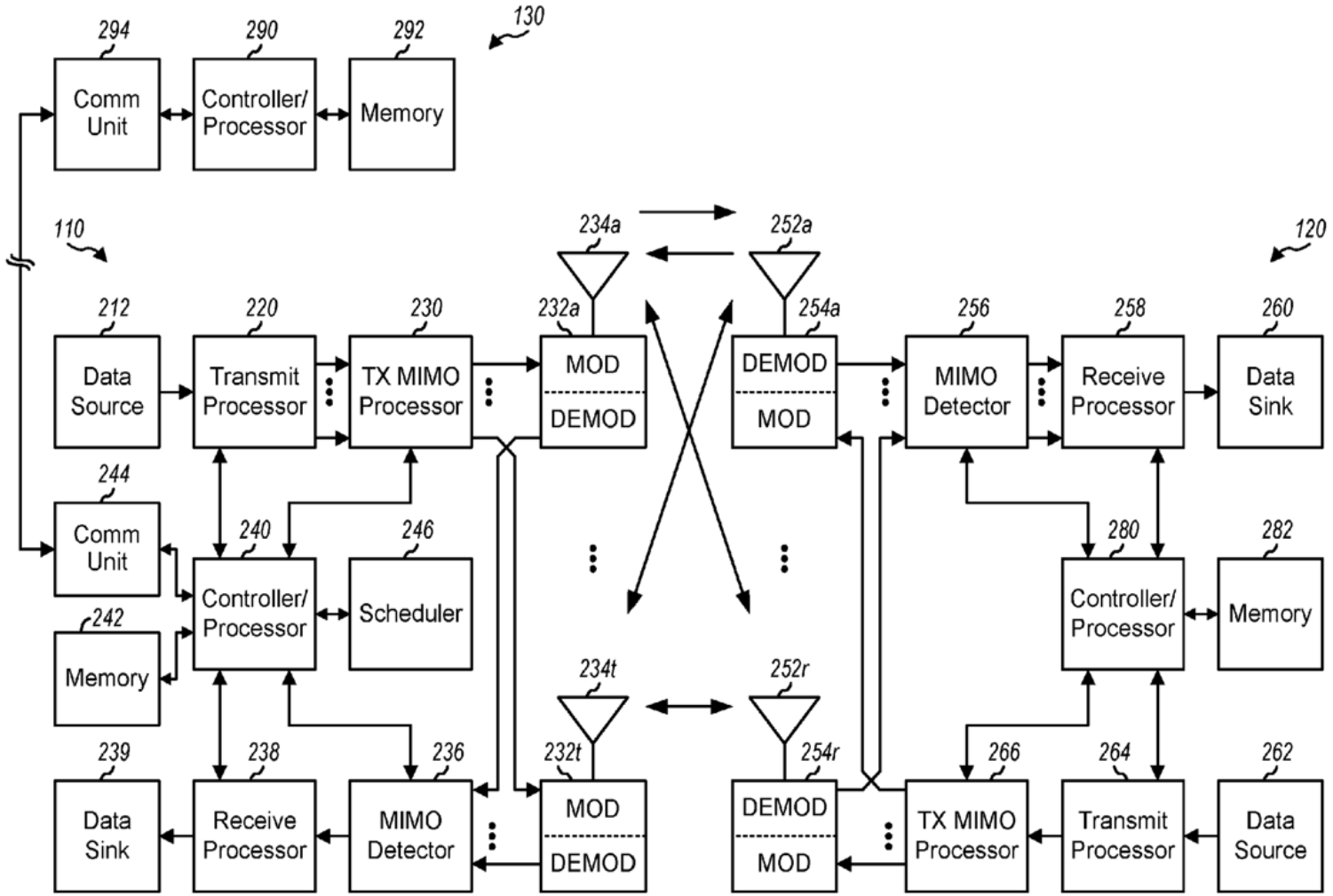

130
294
290
292
Comm Unit
Controller/ Processor
Memory
110
120
234a
252a
212
220
230
232a
254a
256
258
260
Data Source
Transmit Processor
TX MIMO Processor
MOD
DEMOD
DEMOD
MOD
MIMO Detector
Receive Processor
Data Sink
244
240
246
280
282
Comm Unit
Controller/ Processor
Scheduler
Controller/ Processor
Memory
242
Memory
234t
252r
239
238
236
232t
254r
266
264
262
Data Sink
Receive Processor
MIMO Detector
MOD
DEMOD
DEMOD
MOD
TX MIMO Processor
Transmit Processor
Data Source

FIG. 2

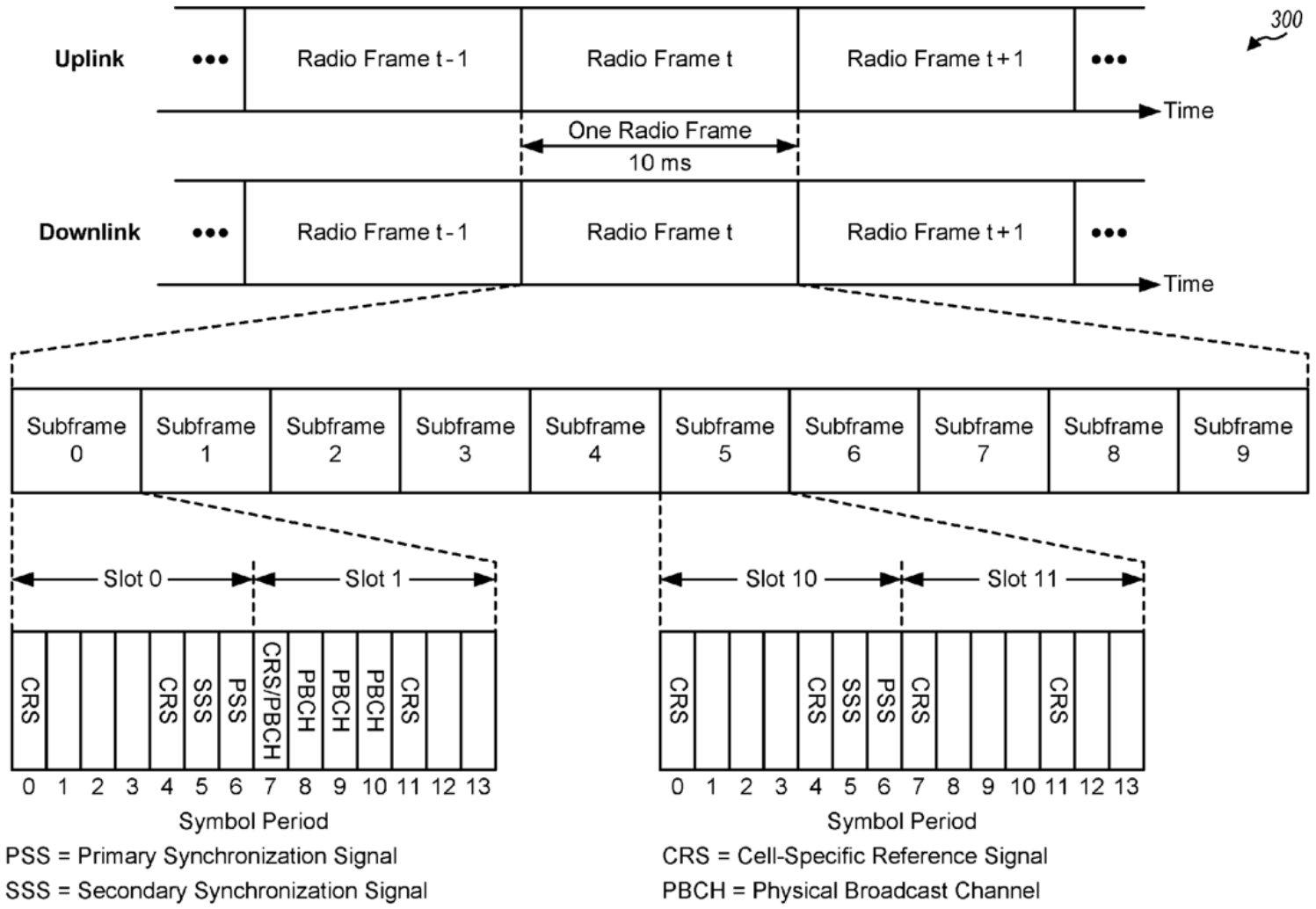

300
Uplink
Radio Frame t-1
Radio Frame t
Radio Frame t+1
Time
One Radio Frame
10 ms
Downlink
Radio Frame t-1
Radio Frame t
Radio Frame t+1
Time
Subframe 0
Subframe 1
Subframe 2
Subframe 3
Subframe 4
Subframe 5
Subframe 6
Subframe 7
Subframe 8
Subframe 9
Slot 0
Slot 1
Slot 10
Slot 11
CRS
CRS
SSS
PSS
CRS/PBCH
PBCH
PBCH
PBCH
CRS
CRS
CRS
SSS
PSS
CRS
CRS
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Symbol Period
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Symbol Period
PSS = Primary Synchronization Signal
SSS = Secondary Synchronization Signal
CRS = Cell-Specific Reference Signal
PBCH = Physical Broadcast Channel

FIG. 3

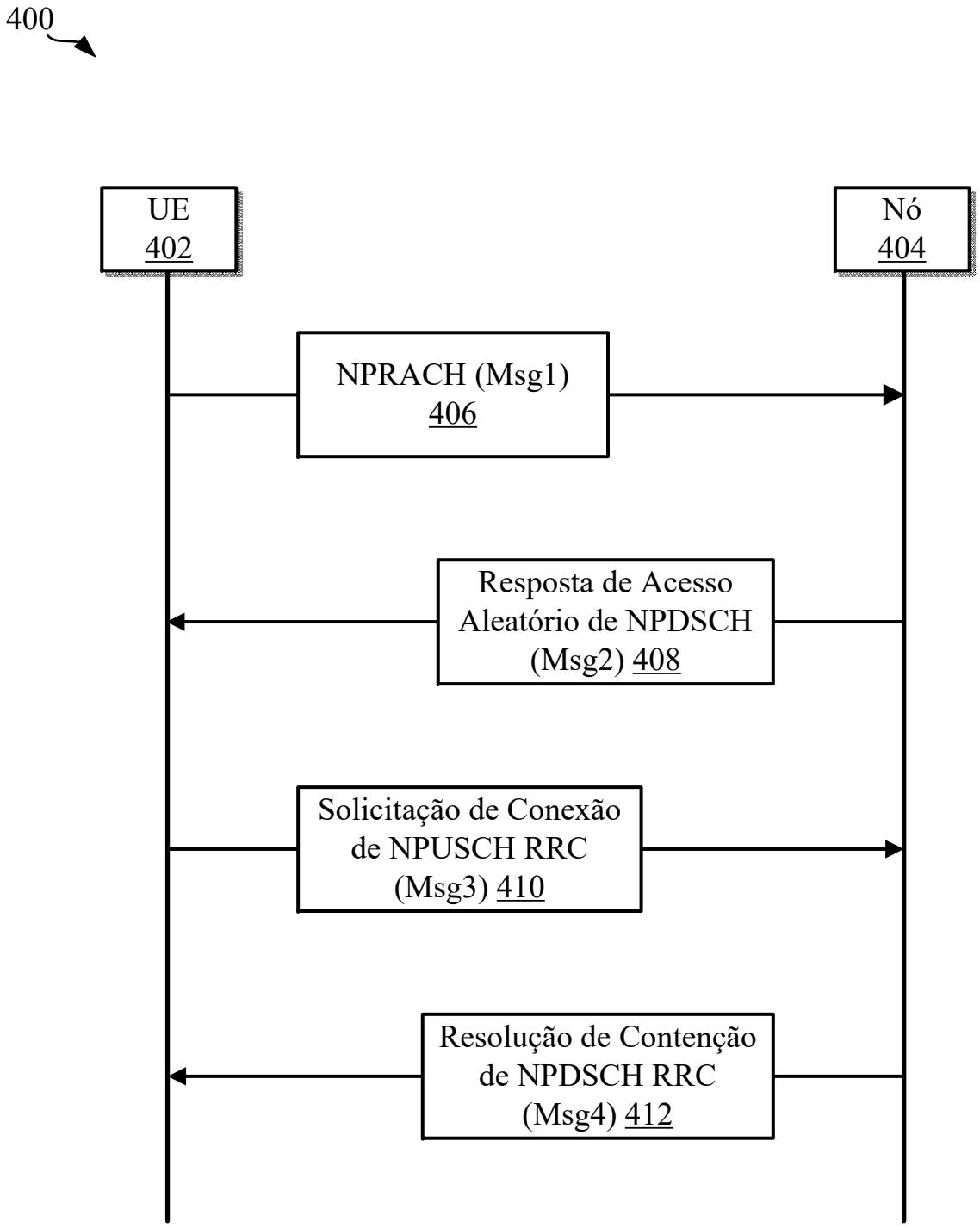

400
UE
402
Nó
404
NPRACH (Msg1)
406
Resposta de Acesso Aleatório de NPDSCH (Msg2) 408
Solicitação de Conexão de NPUSCH RRC (Msg3) 410
Resolução de Contenção de NPDSCH RRC (Msg4) 412

FIG. 4

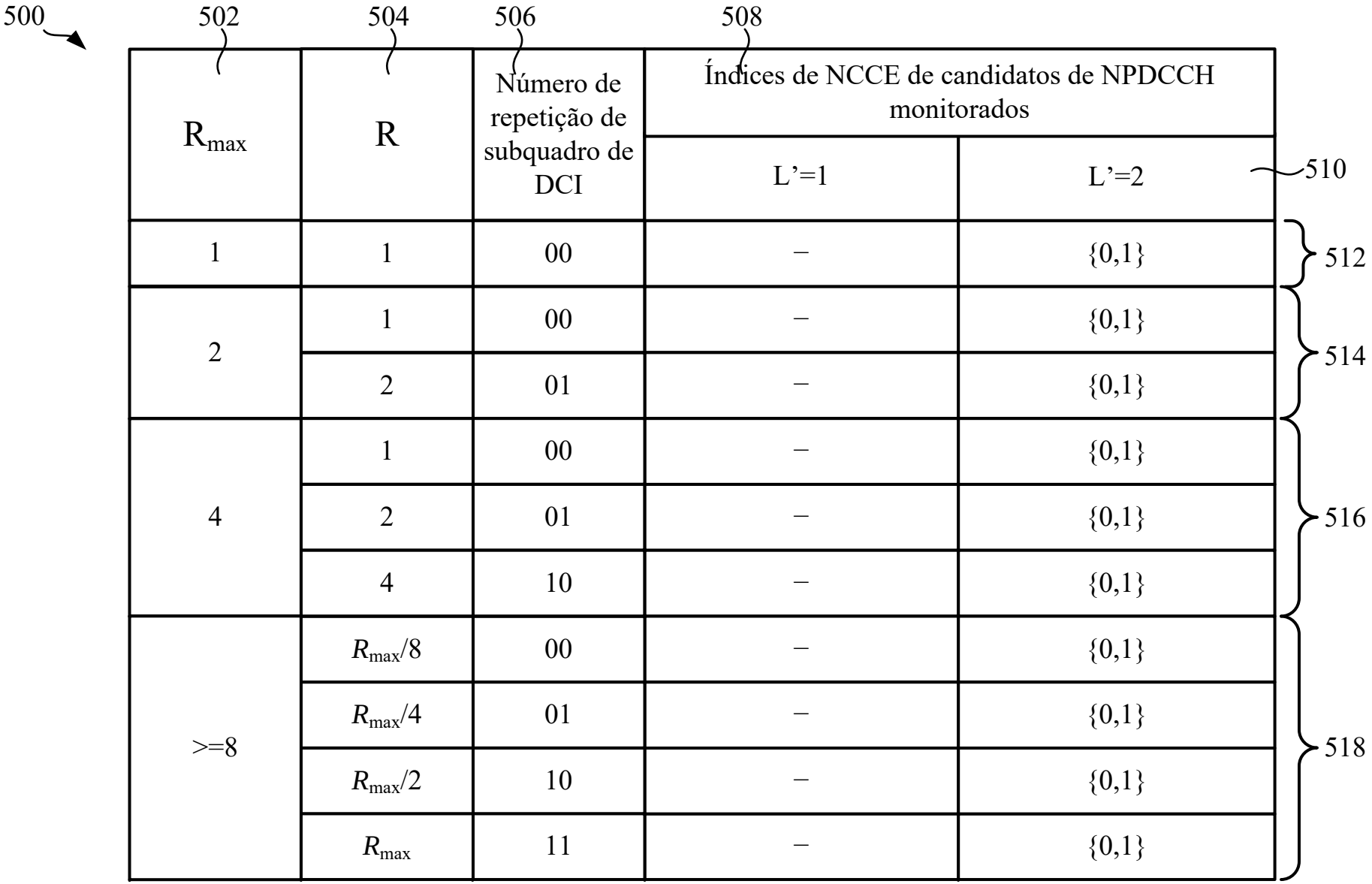
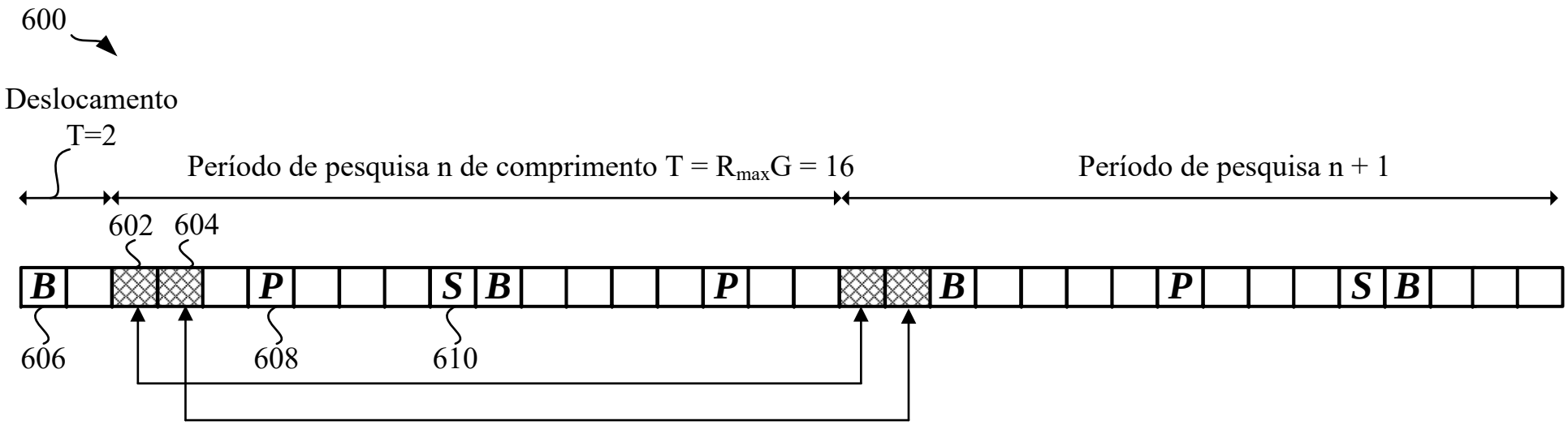
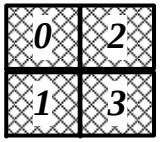

500
502
504
506
508
R_{max}
R
Número de repetição de subquadro de DCI
Índices de NCCE de candidatos de NPDCCH monitorados
L'=1
L'=2
510
1
1
00
–
{0,1}
512
2
1
00
–
{0,1}
514
2
01
–
{0,1}
4
1
00
–
{0,1}
516
2
01
–
{0,1}
4
10
–
{0,1}
>=8
$R_{max}/8$
00
–
{0,1}
518
$R_{max}/4$
01
–
{0,1}
$R_{max}/2$
10
–
{0,1}
R_{max}
11
–
{0,1}

FIG. 5



4 Candidatos com R=1, L'=1



2 Candidatos com R=1, L'=2



1 Candidate with R=2



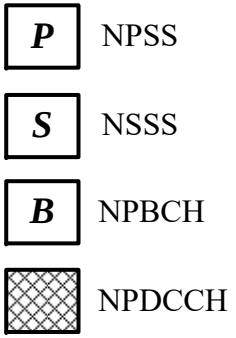


FIG. 6

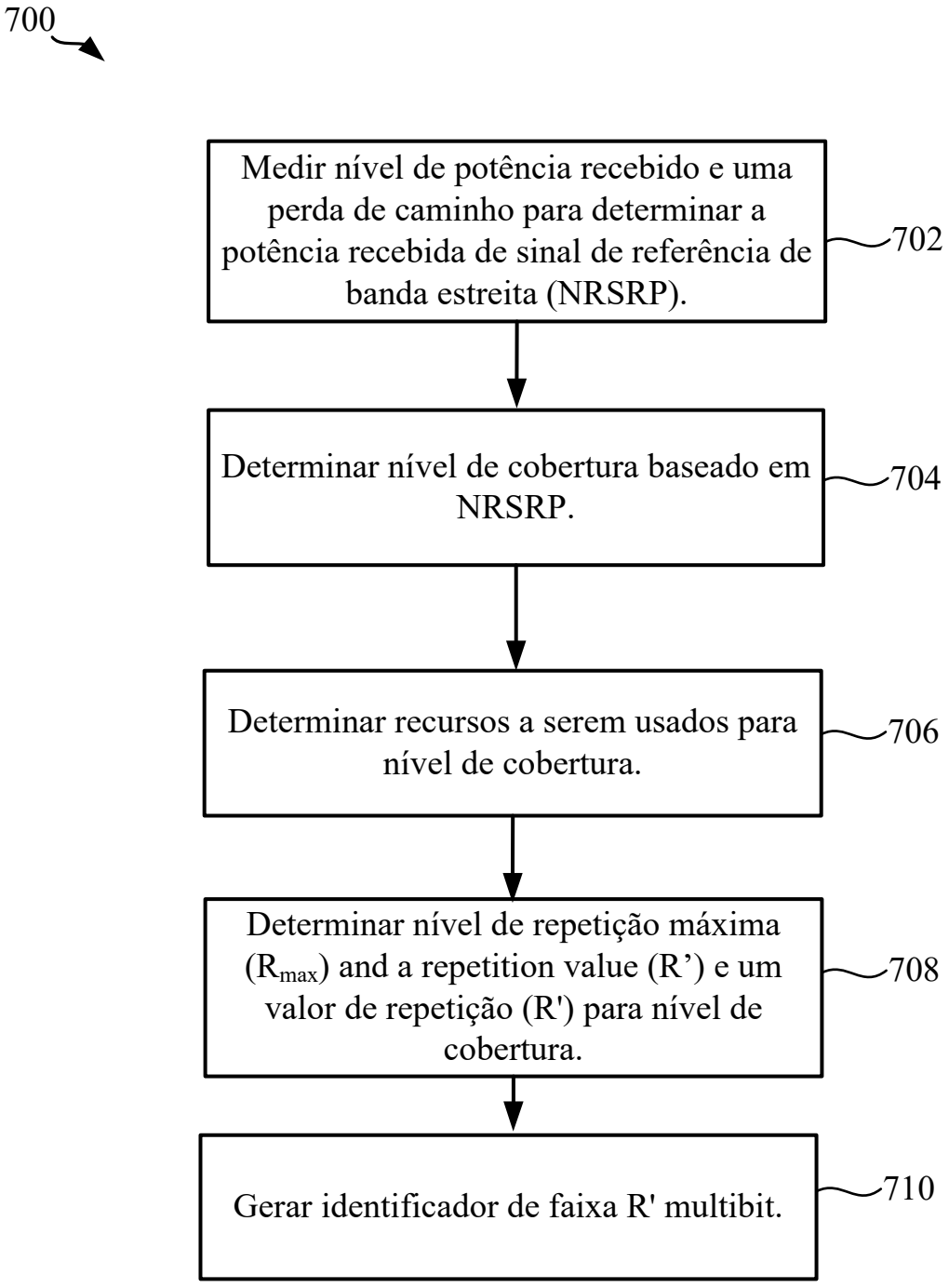

700
Medir nível de potência recebido e uma perda de caminho para determinar a potência recebida de sinal de referência de banda estreita (NRSRP).
702
Determinar nível de cobertura baseado em NRSRP.
704
Determinar recursos a serem usados para nível de cobertura.
706
Determinar nível de repetição máxima (R_{max}) and a repetition value (R') e um valor de repetição (R') para nível de cobertura.
708
Gerar identificador de faixa R' multibit.
710

FIG. 7

800

802

R_{max}	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	
01	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	512	804
10	2	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	1024	806
11	4	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	2048	808

810

FIG. 8

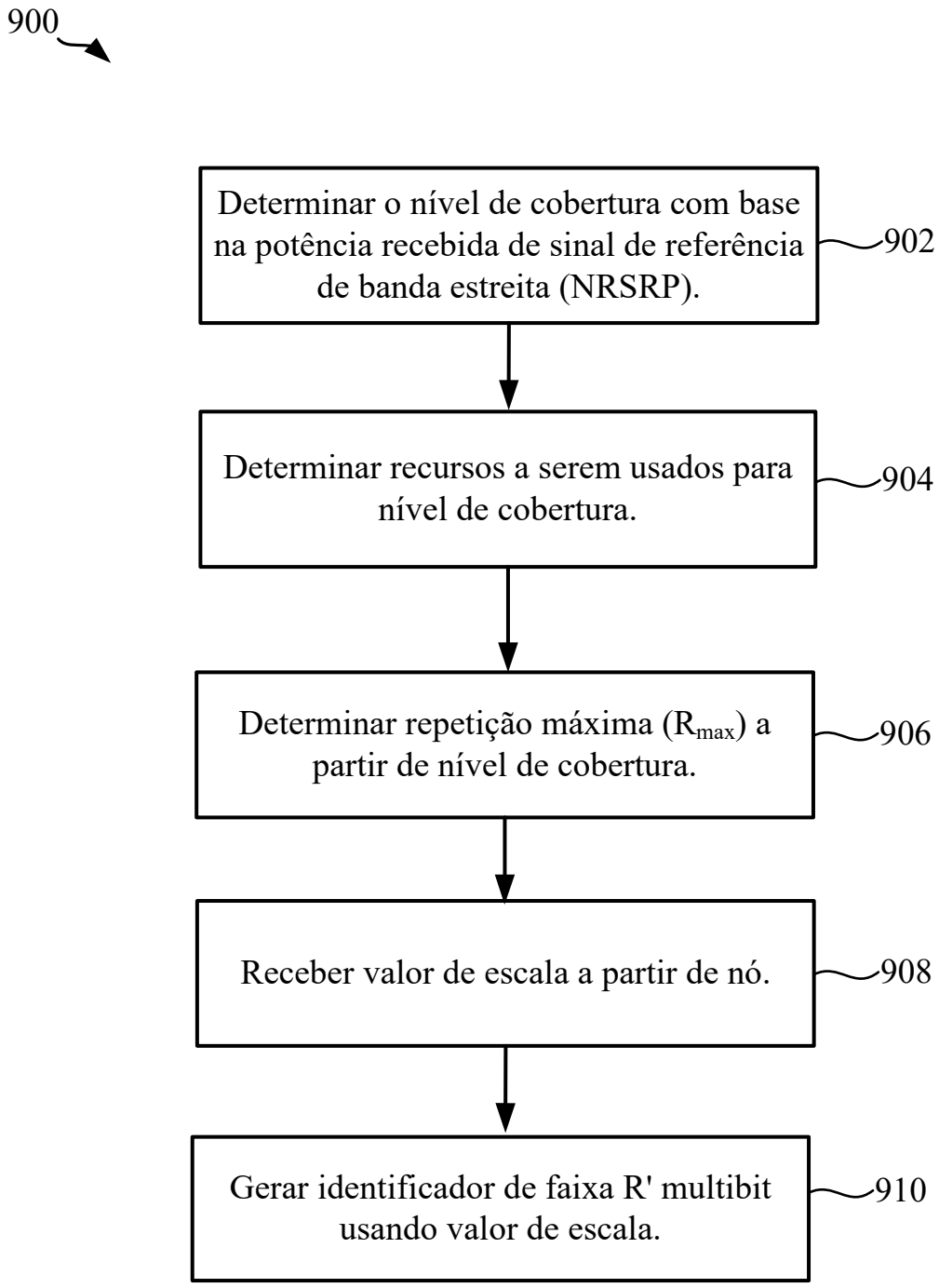

900
Determinar o nível de cobertura com base na potência recebida de sinal de referência de banda estreita (NRSRP).
902
Determinar recursos a serem usados para nível de cobertura.
904
Determinar repetição máxima (R_{max}) a partir de nível de cobertura.
906
Receber valor de escala a partir de nó.
908
Gerar identificador de faixa R' multibit usando valor de escala.
910

FIG. 9

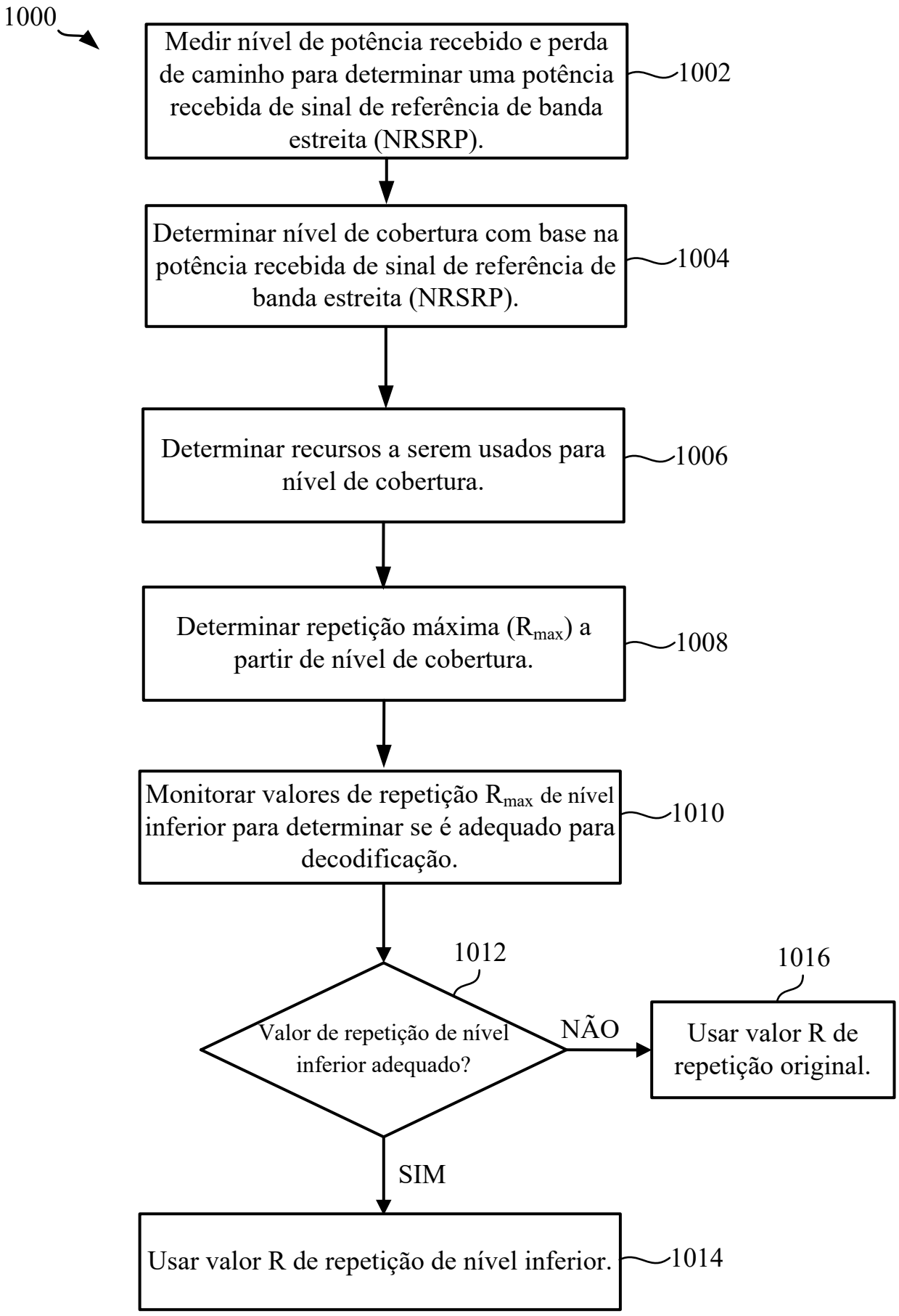

1000
Medir nível de potência recebido e perda de caminho para determinar uma potência recebida de sinal de referência de banda estreita (NRSRP).
1002
Determinar nível de cobertura com base na potência recebida de sinal de referência de banda estreita (NRSRP).
1004
Determinar recursos a serem usados para nível de cobertura.
1006
Determinar repetição máxima (R_{max}) a partir de nível de cobertura.
1008
Monitorar valores de repetição R_{max} de nível inferior para determinar se é adequado para decodificação.
1010
1012
Valor de repetição de nível inferior adequado?
NÃO
1016
Usar valor R de repetição original.
SIM
Usar valor R de repetição de nível inferior.
1014

FIG. 10

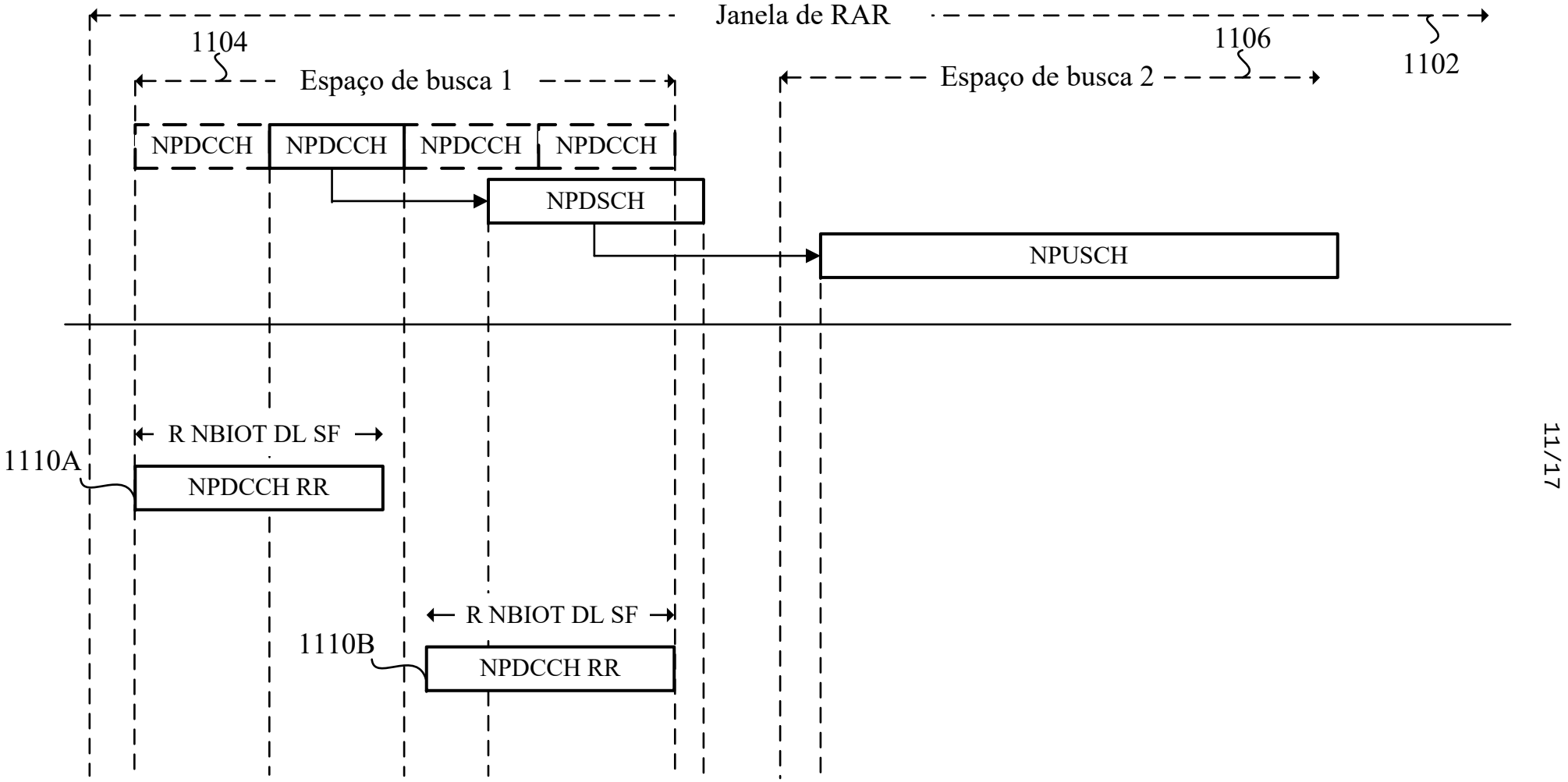

Janela de RAR
1104
1106
1102
Espaço de busca 1
Espaço de busca 2
NPDCCH
NPDCCH
NPDCCH
NPDCCH
NPDSCH
NPUSCH
R NBIOT DL SF
1110A
NPDCCH RR
R NBIOT DL SF
1110B
NPDCCH RR

FIG. 11A

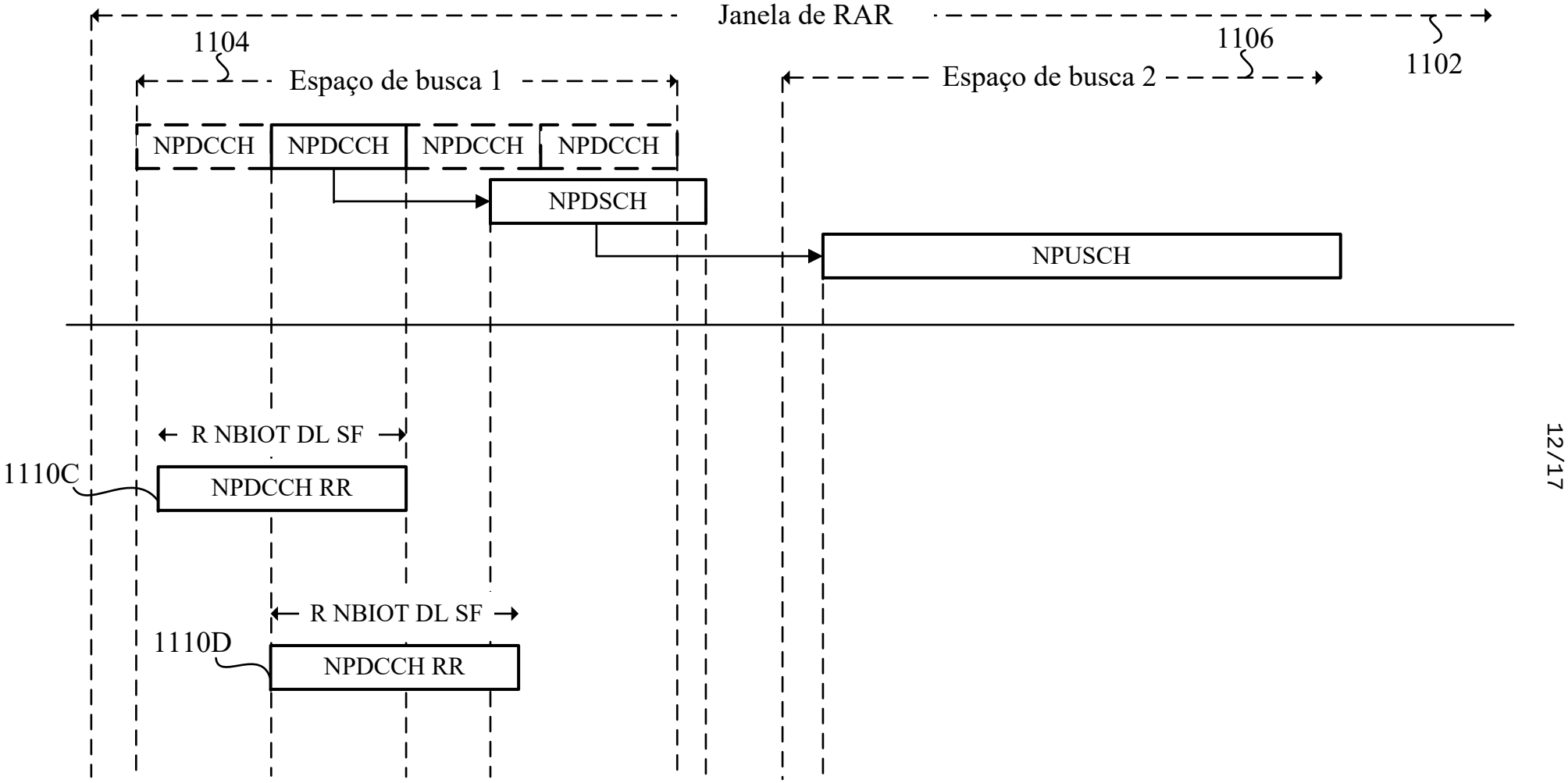
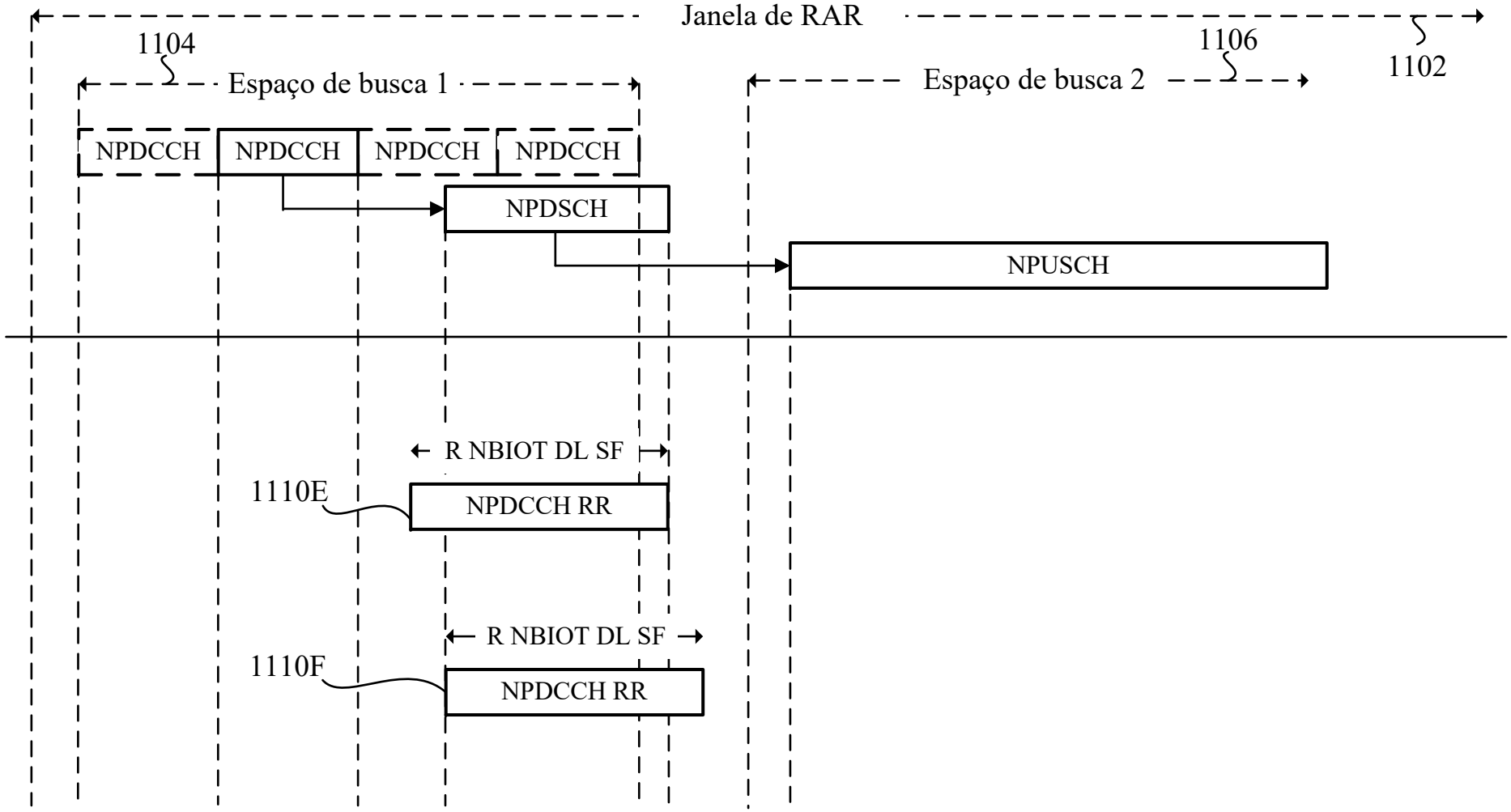

Janela de RAR
1104
1106
1102
Espaço de busca 1
Espaço de busca 2
NPDCCH
NPDCCH
NPDCCH
NPDCCH
NPDSCH
NPUSCH
R NBIOT DL SF
1110C
NPDCCH RR
R NBIOT DL SF
1110D
NPDCCH RR

FIG. 11B


Janela de RAR
1104
1106
1102
Espaço de busca 1
Espaço de busca 2
NPDCCH
NPDCCH
NPDCCH
NPDCCH
NPDSCH
NPUSCH
R NBIOT DL SF
1110E
NPDCCH RR
R NBIOT DL SF
1110F
NPDCCH RR

13/17

FIG. 11C

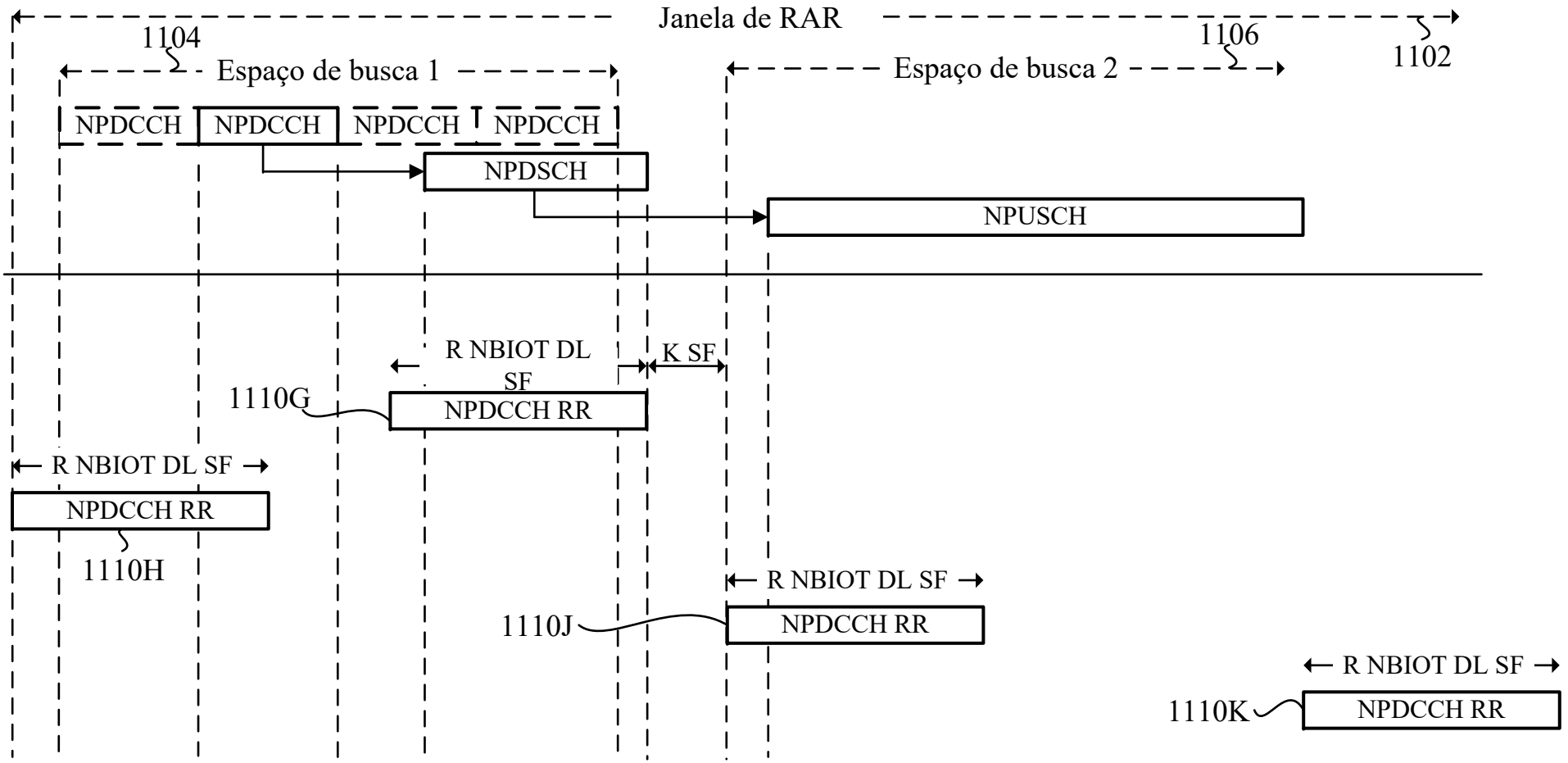

Janela de RAR
1104
1106
1102
Espaço de busca 1
Espaço de busca 2
NPDCCH
NPDCCH
NPDCCH
NPDCCH
NPDSCH
NPUSCH
R NBIOT DL SF
K SF
1110G
NPDCCH RR
R NBIOT DL SF
NPDCCH RR
1110H
R NBIOT DL SF
1110J
NPDCCH RR
R NBIOT DL SF
1110K
NPDCCH RR

FIG. 11D


R NBIOT DL SF
1110J
NPDCCH RR
1110
K
R NBIOT DL SF
NPDCCH RR

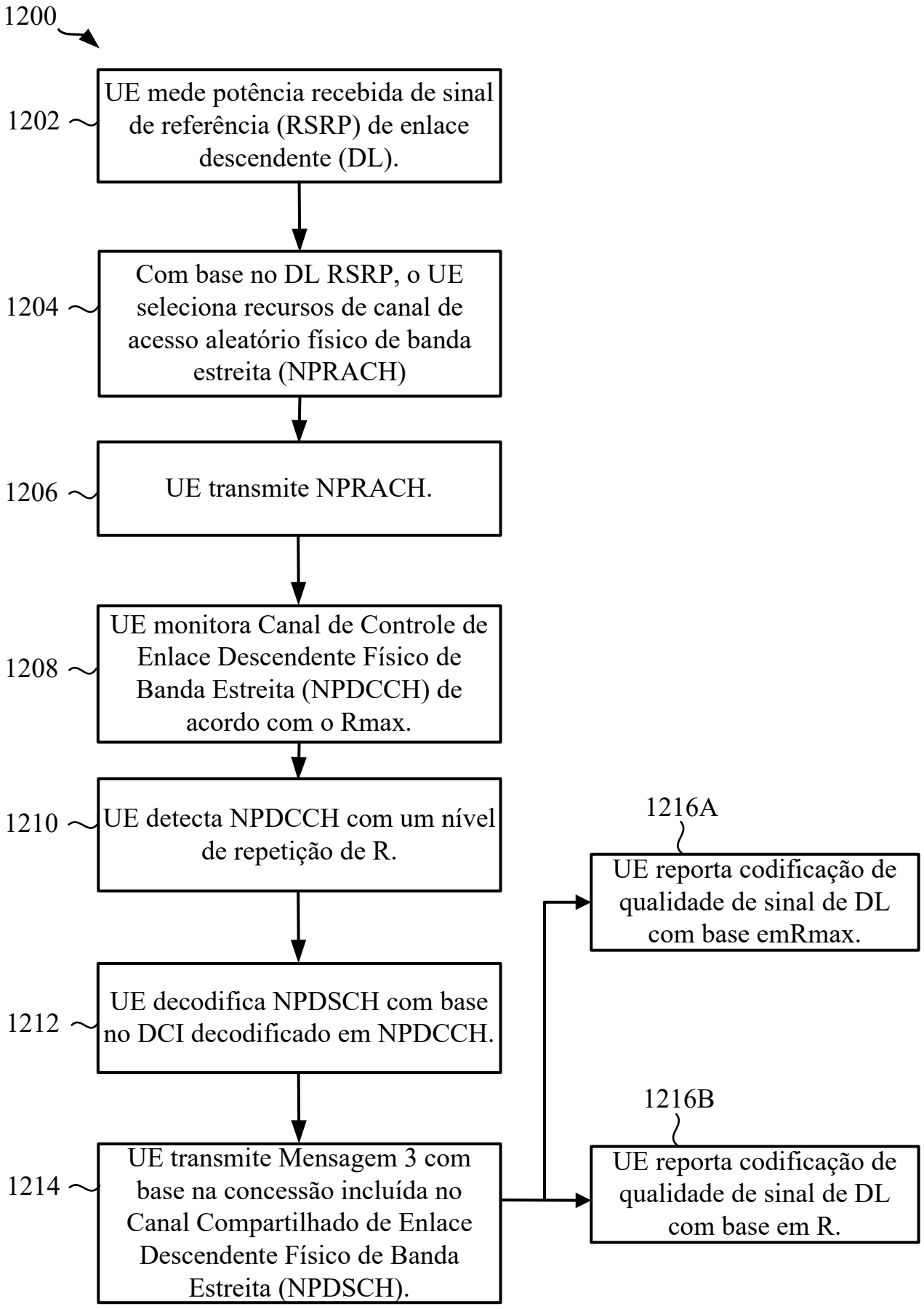

1200
1202
UE mede potência recebida de sinal de referência (RSRP) de enlace descendente (DL).
1204
Com base no DL RSRP, o UE seleciona recursos de canal de acesso aleatório físico de banda estreita (NPRACH)
1206
UE transmite NPRACH.
1208
UE monitora Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) de acordo com o Rmax.
1210
UE detecta NPDCCH com um nível de repetição de R.
1212
UE decodifica NPDSCH com base no DCI decodificado em NPDCCH.
1214
UE transmite Mensagem 3 com base na concessão incluída no Canal Compartilhado de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDSCH).
1216A
UE reporta codificação de qualidade de sinal de DL com base emRmax.
1216B
UE reporta codificação de qualidade de sinal de DL com base em R.

FIG. 12

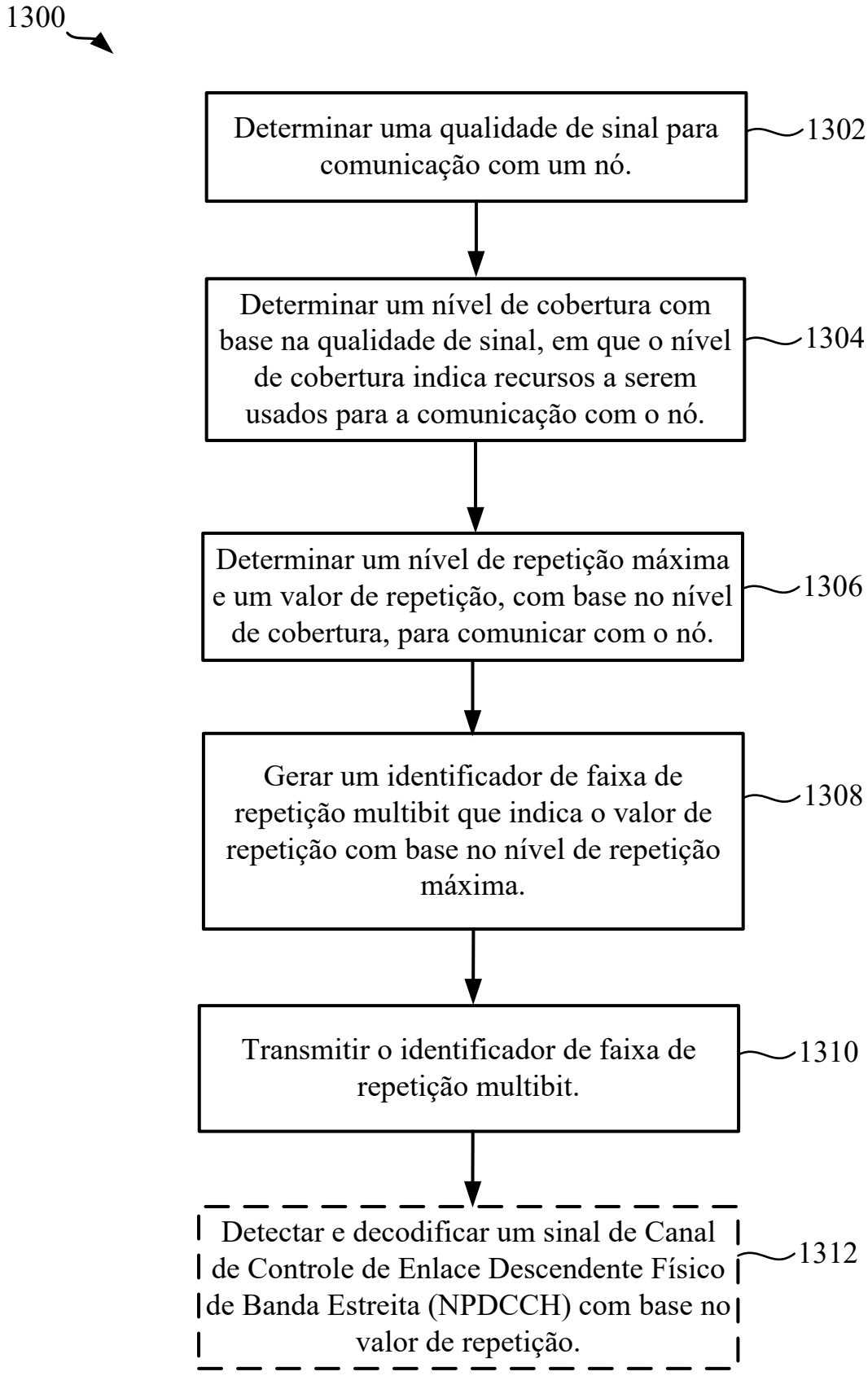

1300
Determinar uma qualidade de sinal para comunicação com um nó.
1302
Determinar um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica recursos a serem usados para a comunicação com o nó.
1304
Determinar um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para comunicar com o nó.
1306
Gerar um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima.
1308
Transmitir o identificador de faixa de repetição multibit.
1310
Detectar e decodificar um sinal de Canal de Controle de Enlace Descendente Físico de Banda Estreita (NPDCCH) com base no valor de repetição.
1312

FIG. 13

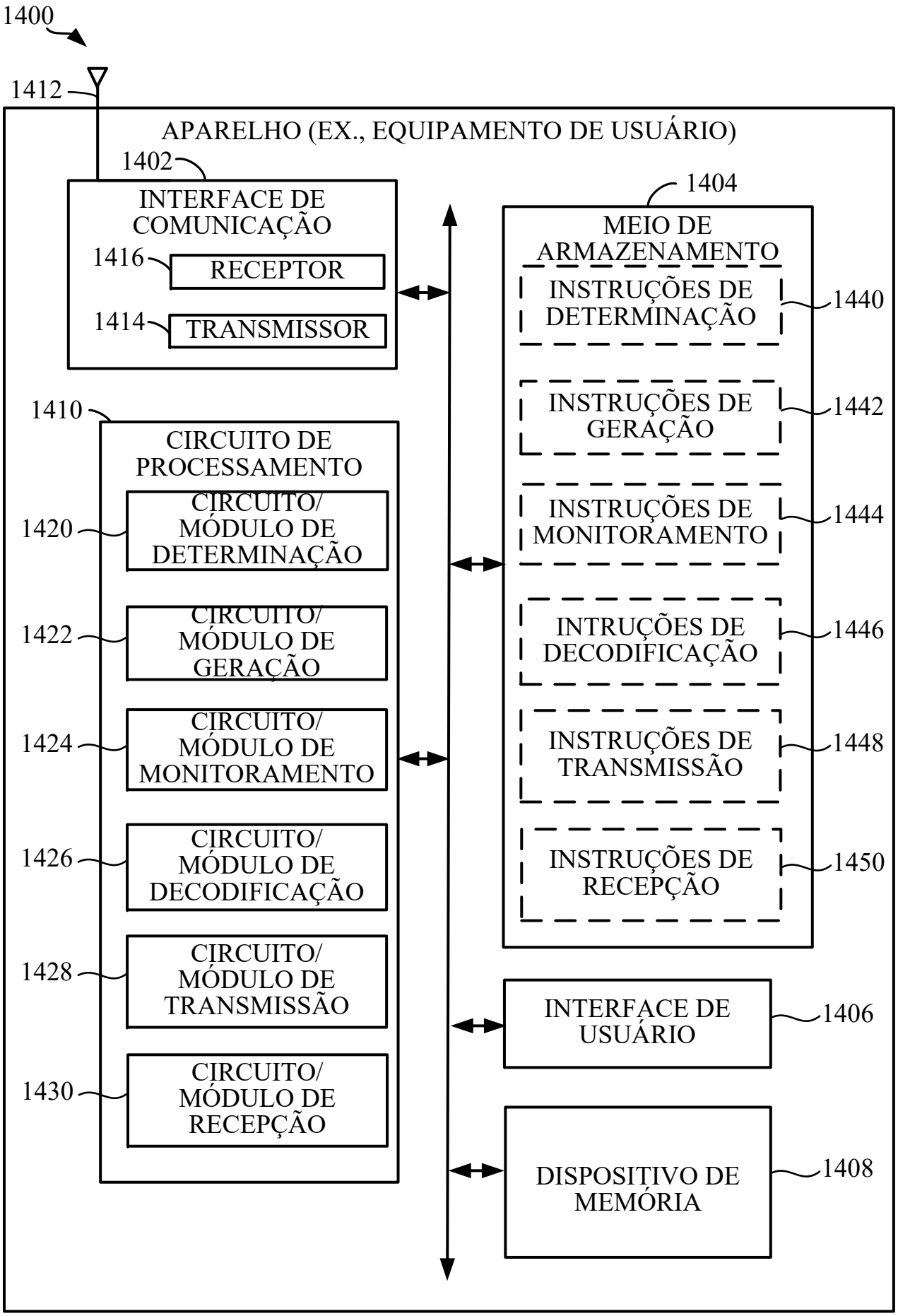

1400
1412
APARELHO (EX., EQUIPAMENTO DE USUÁRIO)
1402
INTERFACE DE COMUNICAÇÃO
1416
RECEPTOR
1414
TRANSMISSOR
1404
MEIO DE ARMAZENAMENTO
INSTRUÇÕES DE DETERMINAÇÃO
1440
INSTRUÇÕES DE GERAÇÃO
1442
INSTRUÇÕES DE MONITORAMENTO
1444
INTRUÇÕES DE DECODIFICAÇÃO
1446
INSTRUÇÕES DE TRANSMISSÃO
1448
INSTRUÇÕES DE RECEPÇÃO
1450
1410
CIRCUITO DE PROCESSAMENTO
1420
CIRCUITO/ MÓDULO DE DETERMINAÇÃO
1422
CIRCUITO/ MÓDULO DE GERAÇÃO
1424
CIRCUITO/ MÓDULO DE MONITORAMENTO
1426
CIRCUITO/ MÓDULO DE DECODIFICAÇÃO
1428
CIRCUITO/ MÓDULO DE TRANSMISSÃO
1430
CIRCUITO/ MÓDULO DE RECEPÇÃO
INTERFACE DE USUÁRIO
1406
DISPOSITIVO DE MEMÓRIA
1408

FIG. 14

RESUMO

“SISTEMA, APARELHO E MÉTODO PARA ESTABELECER CONEXÕES PARA DISPOSITIVOS IOT DE BANDA ESTREITA”

Em alguns aspectos, é fornecido um método para um equipamento de usuário (UE). Em alguns exemplos, o UE determina uma qualidade de sinal para comunicação com um nó. O UE determina um nível de cobertura com base na qualidade de sinal, em que o nível de cobertura indica os recursos a serem usados para a comunicação com o nó. O UE determina um nível de repetição máxima e um valor de repetição, com base no nível de cobertura, para comunicação com o nó. O UE gera um identificador de faixa de repetição multibit que indica o valor de repetição com base no nível de repetição máxima. O UE transmite o identificador de faixa de repetição multibit.