



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

(21) BR 112020012321-8 A2



(22) Data do Depósito: 18/12/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 24/11/2020

(54) **Título:** SISTEMAS E MÉTODOS PARA MEDIÇÕES DE MÚLTIPLOS TEMPOS DE IDA E VOLTA (RTT) EM REDES SEM FIO

(51) **Int. Cl.:** H04W 56/00; H04W 64/00; H04W 24/10.

(30) **Prioridade Unionista:** 17/12/2018 US 16/223,073; 19/12/2017 US 62/607,899.

(71) **Depositante(es):** QUALCOMM INCORPORATED.

(72) **Inventor(es):** NAGA BHUSHAN; RAYMAN WAI PON; STEPHEN WILLIAM EDGE; SVEN FISCHER; GUTTORM RINGSTAD OPSHAUG; JIE WU.

(86) **Pedido PCT:** PCT US2018066259 de 18/12/2018

(87) **Publicação PCT:** WO 2019/126190 de 27/06/2019

(85) **Data da Fase Nacional:** 18/06/2020

(57) **Resumo:** São reveladas técnicas para determinar tempos de ida e volta (RTTs) entre um equipamento de usuário (UE) e múltiplas estações-base. Em um aspecto, o UE transmite um sinal de medição RTT cujo tempo de chegada é medido por cada uma das estações-base, e cada uma das estações-base retorna um sinal de resposta RTT cujos tempos de chegada são medidos pelo UE. Em outro aspecto, as estações-base, cada uma, transmitem um sinal de medição RTT e o UE retorna um sinal de resposta RTT. O receptor do sinal de medição RTT pode incluir o tempo de chegada medido em uma carga útil do Sinal de Resposta RTT. Alternativamente, o tempo (ou tempos) de chegada medido do Sinal (ou sinais) de Medição RTT e o tempo (ou tempos) de transmissão do Sinal (ou sinais) de Resposta RTT são enviados em uma mensagem separada. Os sinais RTT podem ser sinais de banda larga que usam recursos de baixa reutilização.

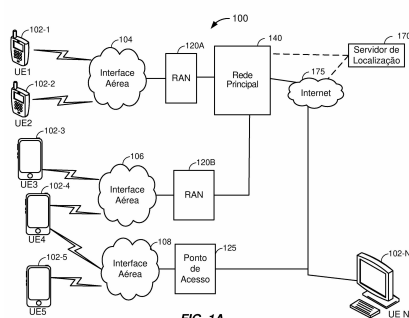


FIG. 1A

**“SISTEMAS E MÉTODOS PARA MEDIÇÕES DE MÚLTIPLOS TEMPOS DE
IDA E VOLTA (RTT) EM REDES SEM FIO”**

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] o presente pedido de patente reivindica o benefício do pedido provisório nº U.S. 62/607,899, intitulado “ROUND TRIP TIME (RTT) ESTIMATION PROCEDURES”, depositado em 19 de dezembro de 2017, atribuído à presente cessionária, e expressamente incorporado ao presente documento a título de referência em sua totalidade.

ANTECEDENTES DA REVELAÇÃO

1. Campo da Revelação

[0002] Os aspectos da revelação se referem, de modo geral, a telecomunicações e, mais particularmente a procedimentos de estimativa de tempo de ida e volta (RTT) em redes sem fio.

2. Descrição da Técnica Relacionada

[0003] Os sistemas de comunicação sem fio se desenvolveram ao longo de várias gerações, incluindo um serviço de telefone sem fio analógico de primeira geração (1G), um serviço de telefone sem fio digital de segunda geração (2G) (incluindo redes 2,5 G provisórias), dados de alta velocidade de terceira geração (3G), serviço sem fio com capacidade de Internet e um serviço de quarta geração (4G) (por exemplo, LTE ou WiMax). Existem atualmente muitos tipos diferentes de sistemas de comunicação sem fio em uso, incluindo Serviço de Comunicações Celulares e Pessoais (PCS). Exemplos de sistemas celulares conhecidos incluem o Sistema de Telefone Celular Avançado Analógico (AMPS), e sistemas celulares digitais baseados em Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA), Acesso múltiplo por Divisão de

Frequência (FDMA), Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA), o Sistema Global para Acesso Móvel (GSM) variação do TDMA, etc.

[0004] Um padrão sem fio de quinta geração (5G) permite velocidades de transferência de dados mais altas, números maiores de conexões e melhor cobertura, entre outros aprimoramentos. O padrão 5G, de acordo com a Aliança de Redes Móveis de Próxima Geração, é projetado para fornecer taxas de dados de várias dezenas de megabits por segundo para cada um dentre dezenas de milhares de usuários, com 1 gigabit por segundo para dezenas de trabalhadores em um andar de escritórios. Várias centenas de milhares de conexões simultâneas devem ser suportadas a fim de suportar implantações de sensor sem fio grandes. Consequentemente, a eficiência espectral de comunicações móveis 5G deve ser significativamente melhorada em comparação com o padrão 4G atual. Além disso, as eficiências de sinalização devem ser melhoradas e a latência deve ser substancialmente reduzida em comparação com os padrões atuais.

SUMÁRIO

[0005] A seguir, apresenta-se um sumário simplificado que se refere a um ou mais aspectos revelados no presente documento. Desse modo, o sumário a seguir não deve ser considerado uma visão geral extensiva que se refere a todos os aspectos contemplados, nem o seguinte sumário deve ser considerado para identificar elementos principais ou críticos que se referem a todos os aspectos contemplados ou para delinear o escopo associado a qualquer aspecto particular. Consequentemente, o sumário a seguir

tem o único propósito de apresentar determinados conceitos relacionados a um ou mais aspectos relacionados aos mecanismos revelados no presente documento de uma forma simplificada para preceder a descrição detalhada apresentada abaixo.

[0006] Em um aspecto, um método para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) para um equipamento de usuário (UE) realizado por um nó principal inclui enviar, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó principal, receber, a partir do UE, informações indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós;

[0007] receber, a partir do UE, um sinal de resposta RTT, obter um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, obter um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, receber, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, e permitir a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de

transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0008] Em um aspecto, um método para determinar múltiplos RTTs em um UE inclui transmitir, para uma pluralidade de estações-base, um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de cada estação-base, receber, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base, obter um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, obter informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base, e calcular um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base com base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0009] Em um aspecto, um aparelho para determinar múltiplos RTTs para um UE inclui um dispositivo de comunicação de um nó principal configurado para: enviar, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó principal, receber, a partir do UE, informações indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós, e receber, a partir do UE, um sinal de resposta RTT, pelo menos um processador do nó principal configurado para: obter um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, e obter um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, em que o dispositivo de comunicação é adicionalmente configurado para receber, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, e em que o pelo menos um processador é adicionalmente configurado para permitir a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e um parâmetro de ajuste de

temporização para o UE.

[0010] Em um aspecto, um aparelho para determinar múltiplos RTTs em um UE inclui um transceptor do UE configurado para: transmitir, para uma pluralidade de estações-base, um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de cada estação-base, receber, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base, e pelo menos um processador do UE configurado para: obter um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, obter informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base, e calcular um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0011] Em um aspecto, um aparelho para

determinar múltiplos RTTs para um UE inclui meios para comunicação de um nó principal configurado para: enviar, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó principal, receber, a partir do UE, informações indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós, e receber, a partir do UE, um sinal de resposta RTT, e meios para processamento do nó principal configurado para: obter um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, e obter um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, em que os meios para comunicação são adicionalmente configurados para receber, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, and em que os meios para processamento são adicionalmente configurados para permitir a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0012] Em um aspecto, um aparelho para determinar múltiplos RTTs no UE inclui meios para comunicação do UE configurado para: transmitir, para uma pluralidade de estações-base, um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de cada estação-base, receber, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base, e meios para processamento do UE configurado para: obter um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, obter informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base, e calcular um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0013] Em um aspecto, um meio legível por computador não transitório que armazena instruções

executáveis por computador para determinar múltiplos RTTs para um UE inclui instruções executáveis por computador que compreendem pelo menos uma instrução que instrui um nó principal a enviar, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó principal, pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a receber, a partir do UE, informações indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós, pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a receber, a partir do UE, um sinal de resposta RTT, pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a obter um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a obter um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a receber, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, e pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a permitir a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT,

o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0014] Em um aspecto, um meio legível por computador não transitório que armazena instruções executáveis por computador para determinar múltiplos RTTs em um UE inclui instruções executáveis por computador que compreendem: pelo menos uma instrução que instrui o UE a transmitir, para uma pluralidade de estações-base, um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de cada estação-base, pelo menos uma instrução que instrui o UE a receber, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base, pelo menos uma instrução que instrui o UE a obter um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, pelo menos uma instrução que instrui o UE a obter informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base, e pelo menos uma instrução que instrui o UE a calcular um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-

base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0015] Outros objetivos e vantagens associados aos aspectos revelados no presente documento serão evidentes para aqueles versados na técnica com base nos desenhos anexos e na descrição detalhada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0016] Os desenhos anexos são apresentados para auxiliar na descrição de vários aspectos da revelação e são fornecidos unicamente para ilustração dos aspectos e não limitação dos mesmos.

[0017] A Figura 1A ilustra uma arquitetura de sistema de alto nível de um sistema de comunicações sem fio, de acordo com um aspecto da revelação.

[0018] A Figura 1B ilustra uma configuração exemplificativa de redes de acesso por rádio (RANs) e uma porção comutada por pacote de uma rede principal de uma rede celular, de acordo com um aspecto da revelação.

[0019] A Figura 2 é um diagrama que ilustra um exemplo de uma estrutura de quadro para uso em um sistema de telecomunicações sem fio, de acordo com um aspecto da revelação.

[0020] A Figura 3 é um diagrama de blocos simplificado de diversos aspectos de componentes que podem ser empregados em nós de comunicação sem fio e configurados para suportar comunicação, conforme ensinado no presente

documento.

[0021] A Figura 4 é um diagrama que ilustra uma técnica exemplificativa para determinar uma posição de uma estação móvel com o uso de informações obtidas a partir de uma pluralidade de estações-base.

[0022] As Figuras 5A e 5B são diagramas que mostram temporizações exemplificativas dentro de um procedimento RTT, que ocorrem durante uma solicitação de investigação sem fio e uma resposta.

[0023] A Figura 6 ilustra um exemplo de estimativa RTT centrada em rede, de acordo com um aspecto da revelação.

[0024] A Figura 7 ilustra um exemplo de estimativa RTT centrada em UE, de acordo com um aspecto da revelação.

[0025] A Figura 8 ilustra um sistema exemplificativo no qual os procedimentos de estimativa RTT revelados no presente documento são estendidos a sistemas de Múltiplas Entradas Múltiplas Saídas (MIMO) e de onda milimétrica (mmW) em massa, de acordo com um aspecto da revelação.

[0026] As Figuras 9 a 12 ilustram métodos exemplificativos para calcular RTT(s) de um UE, de acordo com aspectos da revelação.

[0027] As Figuras 13 a 16 são outros diagramas de blocos simplificados de vários aspectos de amostra de aparelhos configurados para suportar posicionamento e comunicação, conforme ensinado no presente documento.

[0028] Elementos, estágios, etapas e/ou ações com o mesmo rótulo de referência em desenhos diferentes

podem corresponder uns aos outros (por exemplo, podem ser similares ou idênticos uns aos outros). Ademais, alguns elementos nos vários desenhos são rotulados com o uso de um prefixo numérico seguido de um sufixo alfabético ou numérico. OS elementos com o mesmo prefixo numérico, mas sufixos diferentes podem ser instâncias diferentes do mesmo tipo de elemento. O prefixo numérico sem nenhum sufixo é usado no presente documento com referência a qualquer elemento com esse prefixo numérico. Por exemplo, instâncias diferentes 102-1, 102-2, 102-3, 102-4, 102-5 e 102-N de um UE são mostradas na Figura 1A. A referência a um UE 102 então se refere a qualquer um dos UEs 102-1, 102-2, 102-3, 102-4, 102-5 e 102-N. Igualmente, na Figura 1A, qualquer referência a uma RAN 120 pode se referir à RAN 120A ou RAN 120B na Figura 1A.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0029] Os aspectos da revelação são fornecidos na descrição a seguir e os desenhos relacionados direcionados a vários exemplos fornecidos para propósitos de ilustração. Os aspectos alternativos podem ser concebidos sem que se afaste do escopo da revelação. Adicionalmente, os elementos bem conhecidos da revelação não serão descritos em detalhes ou serão omitidos a fim de não obscurecer os detalhes relevantes da revelação.

[0030] As palavras “exemplificativo” e/ou “exemplo” são usadas no presente documento para atribuir o significado de “servir como um exemplo, instância ou ilustração”. Qualquer aspecto descrito no presente documento como “exemplificativo” e/ou “exemplo” não deve ser necessariamente interpretado como preferencial ou

vantajoso em relação a outros aspectos. Igualmente, o termo "aspectos da revelação" não exigem que todos os aspectos da revelação incluam o recurso, vantagem ou modo de operação discutido.

[0031] Aqueles versados na técnica irão observar que as informações e sinais descritos abaixo podem ser representados com o uso de qualquer uma dentre uma variedade de tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos e chips que podem ser citados ao longo da descrição abaixo podem ser representados por tensões, correntes, ondas eletromagnéticas, campos ou partículas magnéticas, campos ou partículas ópticas, ou qualquer combinação dos mesmos, dependendo, em parte, da aplicação particular, em parte do projeto desejado, em parte da tecnologia correspondente, etc.

[0032] Ademais, muitos aspectos são descritos em termos de sequências de ações a serem realizadas, por exemplo, por elementos de um dispositivo de computação. Será reconhecido que várias ações descritas no presente documento podem ser realizadas por circuitos específicos (por exemplo, circuitos integrados de aplicação específica (ASICs)), por instruções de programa que são executadas por um ou mais processadores, ou por uma combinação de ambos. Adicionalmente, a sequência (ou sequências) de ações descritas no presente documento pode ser considerada como totalmente incorporada em qualquer forma de meio de armazenamento legível por computador não transitório que tem armazenado no mesmo um conjunto correspondente de instruções de computador que, após execução, podem fazer

com que ou instruir um processador associado de um dispositivo a realizar a funcionalidade descrita no presente documento. Desse modo, os vários aspectos da revelação podem ser incorporados em várias formas diferentes, todas as quais foram contempladas como abrangidas pelo escopo da matéria reivindicada. Além disso, para cada um dos aspectos descritos no presente documento, a forma correspondente de qualquer um desses aspectos pode ser descrita no presente documento, por exemplo, como "lógica configurada para" realizar a ação descrita.

[0033] Conforme usado no presente documento, os termos "equipamento de usuário" (UE) e "estação-base" não se destinam a ser específicos ou, de outro modo, limitados a nenhuma Tecnologia de Acesso por Rádio (RAT) particular, a menos que indicado de outro modo. Em geral, um UE pode ser qualquer dispositivo de comunicação sem fio (por exemplo, um telefone móvel, roteador, computador do tipo tablet, computador do tipo laptop, dispositivo de rastreamento, dispositivo de Internet das Coisas (IoT), etc.) usado por um usuário para se comunicar através de uma rede de comunicações sem fio. Um UE pode ser móvel ou pode (por exemplo, em determinados tempos) ser estacionário, e pode se comunicar com uma Rede de Acesso por Rádio (RAN). Conforme usado no presente documento, o termo "UE" pode ser chamado intercambiavelmente de "terminal de acesso" ou "AT", um "dispositivo de cliente", um "dispositivo sem fio", um "dispositivo de assinante", um "terminal de assinante", uma "estação de assinante", um "terminal de usuário" ou UT, um "terminal móvel", uma "estação móvel" ou variações dos mesmos. Geralmente, os UEs podem se comunicar

com uma rede principal através de uma RAN, e através da rede principal os UEs podem ser conectados às redes externas, tal como a Internet e a outros UEs. Certamente, outros mecanismos de conexão à rede principal e/ou à Internet também são possíveis para os UEs, tal como através de redes de acesso com fio, redes WiFi (por exemplo, com base em IEEE 802.11, etc.) e assim por diante.

[0034] Uma estação-base pode operar de acordo com uma dentre várias RATs em comunicação com UEs dependendo da rede na qual é implantada, e pode ser alternativamente chamada de um Ponto de Acesso (AP), um Nó de Rede, um NodeB, um NodeB evoluído (eNB), um Nó B Novo Rádio (também chamado de um gNB ou gNodeB), etc. Além disso, em alguns sistemas, uma estação-base pode fornecer funções de sinalização de nó unicamente de borda, enquanto em outros sistemas, ela pode fornecer funções de gerenciamento de controle e/ou rede adicionais. Um enlace de comunicação através do qual os UEs podem enviar sinais para uma estação-base é chamado de um canal de enlace ascendente (por exemplo, um canal de tráfego reverso, um canal de controle reverso, um canal de acesso, etc.). Um enlace de comunicação através do qual a estação-base pode enviar sinais para os UEs é chamado de um canal de enlace descendente ou enlace direto (por exemplo, um canal de paging, um canal de controle, um canal broadcast, um canal de tráfego direto, etc.). Conforme usado no presente documento o termo canal de tráfego (TCH) pode se referir a um canal de tráfego de enlace ascendente/reverso ou enlace descendente/direto.

[0035] A Figura 1A ilustra uma arquitetura de

sistema de alto nível de um sistema de comunicações sem fio 100, de acordo com um aspecto da revelação. O sistema de comunicações sem fio 100 contém UEs 1 a N (denominados 102-1 a 102-N). Os UEs 102-1 a 102-N podem incluir telefones celulares, assistentes digitais pessoais (PDAs), pagers, um computador do tipo laptop, um computador do tipo tablet, um computador do tipo desktop e assim por diante. Por exemplo, na Figura 1A, o UE 102-1 e o UE 102-2 são ilustrados como telefones com recurso celular, UEs 102-3, 102-4, e 102-5 são ilustrados como telefones celulares sensíveis ao toque, ou "telefones inteligentes" e o UE 102-N é ilustrado como um computador do tipo desktop ou um computador pessoal (muitas vezes chamado de um "PC"). Embora apenas seis UEs 102 sejam mostrados na Figura 1A, o número de UEs 102 no sistema de comunicações sem fio 100 pode ser de centenas, milhares ou milhões (por exemplo, N pode ser qualquer número até ou maior que um milhão).

[0036] Com referência à Figura 1A, os UEs 102-1 a 102-N são configurados para se comunicar com uma ou mais redes de acesso (por exemplo, as RANs 120A e 120B, o ponto de acesso 125, etc.) através de uma interface ou camada de comunicações física, mostrada na Figura 1A como interfaces aéreas 104, 106 e 108 e/ou uma conexão com fio direta. As interfaces aéreas 104 e 106 podem estar em conformidade com um determinado protocolo de comunicações celulares (por exemplo, Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA), Evolução de Dados Optimizados (E-VDO), Dados de Pacote de Alta Taxa Avançados (eHRPD), Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM), CDMA de Banda Larga (WCDMA), Evolução de Longo Prazo (LTE), LTE para espectro

não licenciado (LTE-U), Novo Rádio (NR) de Quinta Geração (5G), etc.), enquanto a interface aérea 108 pode estar em conformidade com um protocolo de Rede Local Sem Fio (WLAN) (por exemplo, IEEE 802.11). Tanto a RAN 120A como 120B podem incluir uma pluralidade de pontos de acesso que atendem os UEs através de interfaces aéreas, tais como as interfaces aéreas 104 e 106. Os pontos de acesso na RAN 120A e 120B podem ser denominados nós de acesso (ANs), pontos de acesso (APs), estações-base (BSs), Node Bs, eNodeBs, gNBs, e assim por diante. Por exemplo, um eNodeB (também chamado de um NodeB evoluído) é tipicamente uma estação-base que suporta acesso sem fio por UEs 102, de acordo com a interface sem fio LTE definida pelo Projeto de Parceria de Terceira Geração (3GPP). Como outro exemplo, um gNodeB ou gNB, é tipicamente uma estação-base que suporta acesso sem fio por UEs 102, de acordo com a interface sem fio NR 5G. Esses pontos de acesso podem ser pontos de acesso terrestres (ou estações terrestres) ou pontos de acesso por satélite. Observa-se que os termos "ponto de acesso" e "estação-base" são usados de forma intercambiável no presente documento.

[0037] Tanto as RANs 120A como 120B são configuradas para se conectar a uma rede principal 140 que pode realizar uma variedade de funções, incluindo chamadas comutadas por circuito de roteamento e conexão (CS) entre UEs 102 atendidos pela RAN 120A/120B e outros UEs 102 atendidos pela RAN 120A/120B ou UEs atendidos por uma RAN diferente, e também podem mediar uma troca de dados comutados por pacote (PS) com redes externas, tal como a Internet 175 e clientes e servidores externos.

[0038] A Internet 175 inclui vários agentes de roteamento e agentes de processamento (não mostrado na Figura 1A por uma questão de conveniência). Na Figura 1A, o UE 102-N é mostrado se conectando à Internet 175 diretamente (isto é, separado da rede principal 140, tal como através de uma conexão Ethernet de rede baseada em WiFi ou IEEE 802.11). A Internet 175, desse modo, pode funcionar para rotear e conectar comunicações de dados comutados por pacote entre o UE 102-N e os UEs 102-1 a 102-5 através da rede principal 140.

[0039] Também é mostrado na Figura 1A o ponto de acesso 125 que é separado das RANs 120A e 120B. O ponto de acesso 125 pode ser conectado à Internet 175 independentemente da rede principal 140 (por exemplo, através de um sistema de comunicação óptico, tal como FiOS, um modem a cabo, etc.). A interface aérea 108 pode atender o UE 102-4 ou UE 102-5 através de uma conexão sem fio local, tal como IEEE 802.11 em um exemplo. O UE 102-N é mostrado como um computador do tipo desktop com uma conexão com fio à Internet 175, tal como uma conexão direta a um modem ou roteador, que pode corresponder ao próprio ponto de acesso 125 em um exemplo (por exemplo, para um roteador WiFi tanto com conectividade com fio como sem fio).

[0040] Com referência à Figura 1A, um servidor de localização 170 é mostrado conectado à Internet 175 e à rede principal 140. O servidor de localização 170 pode ser implementado como uma pluralidade de servidores estruturalmente separados, ou alternativamente, pode corresponder a um único servidor. Conforme descrito abaixo em mais detalhes, o servidor de localização 170 é

configurado para suportar um ou mais serviços de localização para UEs 102 que podem se conectar ao servidor de localização 170 através da rede principal 140 e/ou através da Internet 175. O servidor de localização 170 pode corresponder a uma Função de Gerenciamento de Localização (LMF) ao suportar a localização para UEs 102 com acesso sem fio NR 5G (por exemplo, em que a rede principal 140 é ou inclui uma Rede Principal 5G).

[0041] Um exemplo de uma implementação específica de protocolo para as RANs 120A e 120B e a rede principal 140 é fornecido abaixo em relação à Figura 1B para ajudar a explicar o sistema de comunicações sem fio 100 em mais detalhes. Em particular, os componentes das RANs 120A e 120B e a rede principal 140 correspondem aos componentes associados ao suporte de comunicações comutadas por pacote (PS), de modo que os componentes comutados por circuito herdado (CS) também possam estar presentes nessas redes, porém nenhum componente específico de CS herdado é explicitamente mostrado na Figura 1B.

[0042] A **Figura 1B** ilustra uma configuração exemplificativa de uma porção da RAN 120A e uma porção da rede principal 140 com base em uma rede LTE (também chamado de um Sistema de Pacote Evoluído (EPS)), de acordo com um aspecto da revelação. Com referência à Figura 1B, a RAN 120A é configurada com uma pluralidade de eNBs 202, 204 e 206. No exemplo da Figura 1B, o eNB 202 é mostrado como um eNB Doméstico (HeNB) e interfaces com a RAN 120A através de uma porta de comunicação HeNB 245. A HeNB 202 é um exemplo de uma "estação-base de célula pequena" ou "célula pequena". O termo "célula pequena" geralmente se refere a

uma classe de estações-base de baixa potência que podem incluir ou, de outro modo, serem chamadas de femtocélulas, picocélulas, microcélulas, estações-base domésticas, APs Wi-Fi, outros APs de área de cobertura pequena, etc. Uma célula pequena pode ser implantada para suplementar cobertura de macrocélula (por exemplo, eNB) e/ou aumentar a capacidade de rede. Uma célula pequena pode fornecer cobertura sem fio interna, tal como dentro de uma casa, escritório, uma porção de um edifício grande, uma porção de um centro de convenções, centro comercial (shopping center), etc. Uma célula pequena pode, em vez disso, ou além disso, fornecer cobertura sem fio externa, tal como ao longo de uma área que cobre parte de um quarteirão ou alguns quarteirões dentro de uma vizinhança. As células pequenas podem se comunicar com o uso de bandas de frequência não licenciadas, em oposição às macrocélulas, que podem se comunicar tipicamente com o uso de bandas de frequência licenciadas.

[0043] Na Figura 1B, a rede principal 140 inclui um Centro de Localização Móvel Servidor Avançado (E-SMLC) 225, uma Entidade de Gerenciamento de Mobilidade (MME) 215, um Centro de Localização Móvel de Porta de Comunicação (GMLC) 220, uma Porta de Comunicação Servidora (S-GW) 230, uma Porta de Comunicação de Rede de Dados de Pacote (P-GW) 235, e uma Plataforma de Localização (SLP) de Localização de Plano de Usuário Segura (SUPL) 240. As funções do E-SMLC 225 podem incluir obter as medições de localização para um UE 102 (por exemplo, a partir do UE 102 e/ou a partir de uma RAN 120), computar uma localização para um UE 102 e/ou fornecer dados de assistência para um

UE 102 para permitir que o UE 102 obtenha as medições de localização e/ou computar uma estimativa de localização. No exemplo da Figura 1B, o servidor de localização 170 na Figura 1A pode corresponder a um ou mais dentre o E-SMLC 225, o GMLC 220, a SLP 240 ou uma SLP 260 acessível através da Internet 175.

[0044] As interfaces de rede entre o componente da rede principal 140, a RAN 120A e a Internet 175 são ilustradas na Figura 1B e são definidas na Tabela 1 (abaixo) da seguinte forma:

<u>Interface de Rede</u>	<u>Descrição</u>
S1-MME	Ponto de referência para o protocolo de plano de controle entre RAN 120A e MME 215.
S1-U	Ponto de referência entre RAN 120A e S-GW 230 para o tunelamento de plano de usuário por portador e a comutação de caminho inter-eNB durante handover.
S5	Fornece tunelamento de plano de usuário e gerenciamento de túnel entre S-GW 230 e P-GW 235. O mesmo é usado para realocação S-GW devido à mobilidade UE e se a S-GW 230 precisa se conectar a uma P-GW não colocalizada para a conectividade PDN necessária.
S8	Ponto de referência inter-PLMN que fornece plano de usuário e controle entre a S-GW 230 em uma Rede Móvel Terrestre Pública Visitada (VPLMN) e a P-GW 235 em uma Rede Móvel Terrestre Pública Doméstica (HPLMN). S8 é a variante inter-PLMN de S5. P-GW 235 é mostrada na mesma Rede Móvel Terrestre Pública (PLMN) que a S-GW 230 na Figura 1B, então apenas a interface S5 pode se aplicar na Figura 1B. Porém, a interface S8 pode se aplicar se a P-GW 235 fosse

	localizada em uma PLMN diferente.
S11	Ponto de referência entre MME 215 e S-GW 230.
SGi	Ponto de referência entre a P-GW 235 e uma rede de dados de pacote (PDN), mostrada na Figura 1B como a Internet 175. A PDN pode ser uma rede de dados de pacote pública ou privada externa ao operador ou uma rede de dados de pacote intraoperador (por exemplo, para fornecimento de serviços IMS). Esse ponto de referência corresponde a Gi para acessos 3GPP.
X2	Ponto de referência entre dois eNBs diferentes usados para UE handoffs.

TABELA 1 – Definições de Conexão de Rede Principal

[0045] Uma descrição de alto nível de alguns dos componentes mostrados nas RANs 120A e 120B e na rede principal 140 da Figura 1B é agora fornecida. Entretanto, esses componentes, cada um, são bem conhecidos na técnica a partir de várias Especificações Técnicas (TSs) de 3GPP e Aliança Móvel Aberta (OMA), e a descrição contida no presente documento não se destina a ser uma descrição exaustiva de todas as funcionalidades realizadas por esses componentes.

[0046] Com referência à Figura 1B, a MME 215 é configurada para gerenciar a sinalização de plano de controle para o Sistema de Pacote Evoluído (EPS). As funções de MME incluem: A sinalização de Estrato Sem Acesso (NAS), segurança de sinalização NA, gerenciamento de Mobilidade para UEs 102 incluindo suporte para handovers inter-RAN e intra-RAN, seleção de P-GW e S-GW e seleção de MME para handovers com uma alteração da MME.

[0047] A S-GW 230 é a porta de comunicação que termina a interface de plano em direção à RAN 120A. Para cada UE 102 conectado à rede principal 140 para um sistema baseado em LTE, em um dado momento, pode haver uma única S-GW 230. As funções da S-GW 230 incluem: servir como um ponto de ancoragem de mobilidade, roteamento e encaminhamento de pacote, e definir o Ponto de Código de Serviços Diferenciados (DSCP) com base em um Identificador de Classe (QCI) de Qualidade de Serviço (QoS) de um portador EPS associado.

[0048] A P-GW 235 é a porta de comunicação que termina a interface SGi em direção à Rede de Dados de Pacote (PDN), por exemplo, a Internet 175. Se um UE 102 estiver acessando múltiplas PDNs, pode haver mais de uma P-GW 235 para esse UE 102. As funções de P-GW 235 incluem: fornecer conectividade PDN para os UEs 102, alocação de endereço IP de UE, definir o DSCP com base no QCI do portador EPS associado, considerar carregamento interoperador, ligação de portador de enlace ascendente (UL) e enlace descendente (DL), e verificação de ligação de portador UL.

[0049] Conforme adicionalmente ilustrado na Figura 1B, um cliente externo 250 pode ser conectado à rede principal 140 através do GMLC 220 e/ou da SLP 240. O cliente externo 250 pode ser opcionalmente conectado à rede principal 140 e/ou à SLP 260 através da Internet 175. O cliente externo 250 pode ser um servidor, um servidor da web ou um dispositivo de usuário, tal como um computador pessoal, um UE, etc.

[0050] A Porta de Comunicação HeNB 245 na

Figura 1B pode ser usada para suportar a conexão de células pequenas e/ou HeNBs, tal como HeNB 202. A Porta de Comunicação HeNB 245 pode incluir ou ser conectada a uma Porta de Comunicação de Segurança (não mostrado na Figura 1B). A Porta de Comunicação de Segurança pode ajudar a autenticar as células pequenas e/ou HeNBs, tal como HeNB 202 e/ou pode permitir a comunicação segura entre as células pequenas e/ou HeNBs, tal como HeNB 202, e outras entidades de rede, tal como MME 215. A Porta de Comunicação HeNB 245 pode realizar transmissão e conversão de protocolo a fim de permitir que células pequenas e/ou HeNBs, tal como HeNB 202, se comuniquem com outras entidades, tal como MME 215.

[0051] O GMLC 220 pode ser um servidor de localização que permite que um cliente externo, tal como o cliente externo 250, solicite e obtenha uma estimativa de localização para um UE 102. As funções do GMLC 220 podem incluir autenticar e autorizar um cliente externo 250 e solicitar e obter uma estimativa de localização para um UE 102 a partir da MME 215 em nome do cliente externo 250.

[0052] A SLP 240 e a SLP 260 podem suportar a solução de localização de Localização de Plano de Usuário Segura (SUPL) definida pela Aliança Móvel Aberta (OMA), que é uma solução de localização de plano de usuário (UP). Com uma solução de localização UP, a sinalização para iniciar e realizar o posicionamento de um UE 102 pode ser transferida com o uso de interfaces e protocolos que suportam a transferência dos dados (e possivelmente voz e outras mídias). Com a solução de localização UP SUPL, o servidor de localização pode incluir ou assumir a forma de uma

Plataforma de Localização SUPL (SLP), tal como a SLP 240 ou a SLP 260. Na Figura 1B, cada uma ou ambas as SLPs 240 e 260 podem ser uma SLP Doméstica (H-SLP) para um ou mais dos UEs 102, uma SLP de emergência (E-SLP) e/ou uma SLP Descoberta (D-SLP). As funções das SLPs 240 e 260 podem incluir algumas ou todas as funções anteriormente descritas tanto para o E-SMLC 225 como para o GMLC 220.

[0053] Uma rede para fornecer acesso sem fio NR 5G aos UEs 102 pode ser similar ao sistema de comunicações sem exemplificativo fio 100 descrito acima para a Figura 1B, mas também pode ter certas diferenças. Especificamente, em uma rede 5G: os eNBs 204 e 206 e o HeNB 202 podem, cada um, ser substituídos por um gNB que fornece acesso sem fio NR aos UEs 102; a Porta de Comunicação HeNB 245 pode não estar presente; a MME 215 pode ser substituída por uma Função de Gerenciamento de Mobilidade (AMF) que se conecta aos gNBs e por uma Função de Gerenciamento de Sessão (SMF) que se conecta à AMF, que, em conjunto, realizam funções similares à MME 215; S-GW 230 e P-GW 235 podem ser ambas substituídas por uma Função de Plano de Usuário (UPF) que realiza funções similares àquelas realizadas tanto pela S-GW 230 como pela P-GW 235; E-SMLC 225 pode ser substituído por uma LMF que realiza funções similares ou iguais ao E-SMLC 225; e o GMLC 220 pode permanecer e continuar a realizar as mesmas funções ou similares àquelas anteriormente descritas. A funcionalidade principal 5G diferente (por exemplo, função de gerenciamento de localização, função de acesso e mobilidade, função de ancoragem de segurança, função de gerenciamento de sessão, função de servidor de

autenticação, e assim por diante) pode ser implementada de uma maneira um pouco distribuída, com alguma funcionalidade realizada pelo mesmo dispositivo de rede e alguma por dispositivos de rede diferentes, e pode ser implementada em dispositivos de rede diferentes em comparação com a implementação de funções similares em uma rede principal 4G.

[0054] Os intervalos de tempo de um recurso de comunicações em LTE ou NR 5G podem ser organizados de acordo com quadros de rádio. A Figura 2 ilustra um exemplo de uma estrutura de quadro de rádio de enlace descendente 200, de acordo com um aspecto da revelação. Entretanto, conforme aqueles versados na técnica irão observar prontamente, a estrutura de quadro para qualquer aplicação particular pode ser diferente dependendo de qualquer número de fatores. Nesse exemplo, um quadro 201 (10 ms) é dividido em 10 subquadros igualmente dimensionados 203 (1 ms). Cada subquadro 203 inclui duas partições de tempo consecutivas 205 (0,5 ms).

[0055] Uma grade de recursos pode ser usada para representar duas partições de tempo 205, sendo que cada partição de tempo 205 inclui um bloco de recurso 207. A grade de recursos é dividida em múltiplos elementos de recurso. Na LTE e, em alguns casos NR 5G, um bloco de recurso contém 12 subportadoras consecutivas 209 no domínio da frequência e, para um prefixo cíclico normal em cada símbolo OFDM 211, 7 símbolo OFDM consecutivos 211 no domínio do tempo, ou 84 elementos de recurso. Alguns dos elementos de recurso, conforme indicado como R_0 e R_1 , incluem um sinal de referência de enlace descendente (DL-

RS). O DL-RS inclui RS específico de célula (CRS) (também chamado algumas vezes de RS comum) e RS específico de UE (UE-RS). UE-RS é transmitido apenas nos blocos de recurso nos quais o canal compartilhado de enlace descendente físico correspondente (PDSCH) é mapeado. O número de bits portados por cada elemento de recurso depende do esquema de modulação. Desse modo, quanto mais blocos de recurso 207 um UE receber e mais alto o esquema de modulação, mais alta a taxa de dados para o UE.

[0056] LTE, e em alguns casos NR 5G, utiliza OFDM no enlace descendente e multiplexação por divisão de frequência de portadora única (SC-FDM) no enlace ascendente. OFDM e SC-FDM particionam a largura de banda de sistema em múltiplas subportadoras ortogonais (K), que também são comumente chamados de tons, compartimentos, etc. Cada subportadora pode ser modulada com dados. Em geral, os símbolos de modulação são enviados no domínio de frequência com OFDM e no domínio de tempo com SC-FDM. O espaçamento entre subportadoras adjacentes pode ser fixo, e o número total de subportadoras (K) pode ser dependente da largura de banda de sistema. Por exemplo, o espaçamento das subportadoras pode ser de 15 kHz e a alocação de recurso mínima (bloco de recurso) pode ser de 12 subportadoras (ou 180 kHz). Consequentemente, o tamanho de Transformada Rápida de Fourier (FFT) nominal pode ser igual a 128, 256, 512, 1.024 ou 2.048 para a largura de banda de sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ou 20 mega-hertz (MHz), respectivamente. A largura de banda de sistema também pode ser particionada em sub-bandas. Por exemplo, uma sub-banda pode cobrir 1,08 MHz (isto é, 6 blocos de recurso), e pode haver 1, 2, 4, 8 ou

16 sub-bandas para a largura de banda de sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ou 20 MHz, respectivamente.

[0057] A **Figura 3** ilustra vários componentes de amostra (representados pelos blocos correspondentes) que podem ser incorporados em um aparelho 302, um aparelho 304 e um aparelho 306 (que corresponde, por exemplo, a um UE, uma estação-base (por exemplo, um gNB), e uma entidade de rede ou servidor de localização, respectivamente) para suportar as operações, conforme revelado no presente documento. Como um exemplo, o aparelho 302 pode corresponder a um UE 102, o aparelho 304 pode corresponder a qualquer um dos eNBs 202-206 ou gNBs, e o aparelho 306 pode corresponder ao E-SMLC 225, SLP 240, SLP 260, GMLC 220 ou uma LMF. Será observado que os componentes podem ser implementados em tipos diferentes de aparelhos em diferentes implementações (por exemplo, em um ASIC, em um Sistema em Chip (SoC), etc.). Os componentes ilustrados também podem ser incorporados em outros aparelhos em um sistema de comunicação. Por exemplo, outros aparelhos em um sistema podem incluir componentes similares àqueles descritos para fornecer funcionalidade similar. Além disso, um dado aparelho pode conter um ou mais dos componentes. Por exemplo, um aparelho pode incluir múltiplos componentes transceptores que permitem que o aparelho opere em múltiplas portadoras e/ou se comunique através de tecnologias diferentes.

[0058] O aparelho 302 e o aparelho 304, cada um, incluem pelo menos um dispositivo de comunicação sem fio (representado pelos dispositivos de comunicação 308 e 314) para se comunicar com outros nós através de pelo menos

uma RAT designada (por exemplo, LTE, NR 5G). Cada dispositivo de comunicação 308 inclui pelo menos um transmissor (representado pelo transmissor 310) para transmitir e codificar sinais (por exemplo, mensagens, indicações, informações, e assim por diante) e pelo menos um receptor (representado pelo receptor 312) para receber e decodificar sinais (por exemplo, mensagens, indicações, informações, pilotos, e assim por diante). Cada dispositivo de comunicação 314 inclui pelo menos um transmissor (representado pelo transmissor 316) para transmitir sinais (por exemplo, mensagens, indicações, informações, pilotos, e assim por diante) e pelo menos um receptor (representado pelo receptor 318) para receber sinais (por exemplo, mensagens, indicações, informações, e assim por diante).

[0059] Um transmissor e um receptor podem compreender um dispositivo integrado (por exemplo, incorporado como um circuito transmissor e um circuito receptor de um único dispositivo de comunicação) em algumas implementações, podem compreender um dispositivo transmissor separado e um dispositivo receptor separado, em algumas implementações, ou podem ser incorporados de outros modos em outras implementações. Em um aspecto, um transmissor pode incluir uma pluralidade de antenas, tal como uma matriz de antenas, que permite que o respectivo aparelho realize "formação de feixes" de transmissão, conforme descrito adicionalmente no presente documento. De modo similar, um receptor pode incluir uma pluralidade de antenas, tal como uma matriz de antenas, que permite que o respectivo aparelho realize "formação de feixes" de recepção, conforme descrito adicionalmente no presente

documento. Em um aspecto, o transmissor e o receptor podem compartilhar a mesma pluralidade de antenas, de modo que o respectivo aparelho possa apenas receber ou transmitir em um dado tempo, não ambos ao mesmo tempo. Um dispositivo de comunicação sem fio (por exemplo, um dentre múltiplos dispositivos de comunicação sem fio) do aparelho 304 também pode compreender um Módulo de Escuta de Rede (NLM) ou similares para realizar várias medições.

[0060] O aparelho 304 e o aparelho 306 incluem pelo menos um dispositivo de comunicação (representado pelo dispositivo de comunicação 320 e o dispositivo de comunicação 326) para se comunicar com outros nós. Por exemplo, o dispositivo de comunicação 326 pode compreender uma interface de rede (por exemplo, uma ou mais portas de acesso à rede) que é configurada para se comunicar com uma ou mais entidades de rede através de uma conexão de canal de transporte de retorno (backhaul) com fio ou sem fio. Em alguns aspectos, o dispositivo de comunicação 326 pode ser implementado como um transceptor configurado para suportar comunicação de sinal com fio ou sem fio. Essa comunicação pode envolver, por exemplo, enviar e receber: mensagens, parâmetros, ou outros tipos de informações. Consequentemente, no exemplo da Figura 3, o dispositivo de comunicação 326 é mostrado compreendendo um transmissor 328 e um receptor 330 (por exemplo, portas de acesso à rede para transmissão e recepção). De modo similar, o dispositivo de comunicação 320 pode compreender uma interface de rede que é configurada para se comunicar com uma ou mais entidades de rede através de um canal de transporte de retorno com fio ou sem fio. Como o

dispositivo de comunicação 326, o dispositivo de comunicação 320 é mostrado compreendendo um transmissor 322 e um receptor 324.

[0061] Os aparelhos 302, 304 e 306 também incluem outros componentes que podem ser usados em conjunto com as operações, conforme revelado no presente documento. O aparelho 302 inclui um sistema de processamento 332 para fornecer funcionalidade relacionada, por exemplo, a medições RTT em uma banda de frequência licenciada ou não licenciada, conforme revelado no presente documento e para fornecer outra funcionalidade de processamento. O aparelho 304 inclui um sistema de processamento 334 para fornecer funcionalidade relacionada, por exemplo, a medições RTT em uma banda de frequência licenciada ou não licenciada, conforme revelado no presente documento e para fornecer outra funcionalidade de processamento. O aparelho 306 inclui um sistema de processamento 336 para fornecer funcionalidade relacionada, por exemplo, a medições RTT em uma banda de frequência licenciada ou não licenciada, conforme revelado no presente documento e para fornecer outra funcionalidade de processamento. Em um aspecto, os sistemas de processamento 332, 334 e 336 podem incluir, por exemplo, um ou mais processadores de propósito geral, processadores multinúcleo, ASICs, processadores de sinal digital (DSPs), arranjos de portas programáveis em campo (FPGA) ou outros dispositivos lógicos programáveis ou conjunto de circuitos de processamento.

[0062] Os aparelhos 302, 304 e 306 incluem componentes de memória 338, 340 e 342 (por exemplo, cada um incluindo um dispositivo de memória), respectivamente, para

manter informações (por exemplo, informações indicativas de recursos reservados, limiares, parâmetros, e assim por diante). Além disso, os aparelhos 302, 304 e 306 incluem dispositivos de interface de usuário 344, 346 e 348, respectivamente, para fornecer indicações (por exemplo, indicações audíveis e/ou visuais) para um usuário e/ou para receber entrada de usuário (por exemplo, mediante a atuação de usuário de um dispositivo de detecção, tal como teclado numérico, uma tela sensível ao toque, um microfone, e assim por diante).

[0063] Por uma questão de conveniência, os aparelhos 302, 304 e/ou 306 são mostrados na Figura 3 incluindo vários componentes que podem ser configurados de acordo com os vários exemplos descritos no presente documento. Será observado, entretanto, que os blocos ilustrados podem ter diferente funcionalidade em projetos diferentes.

[0064] Os componentes da Figura 3 podem ser implementados de várias maneiras. Em algumas implementações, os componentes da Figura 3 podem ser implementados em um ou mais circuitos, tais como, por exemplo, um ou mais processadores e/ou um ou mais ASICs (que podem incluir um ou mais processadores). Aqui, cada circuito pode usar e/ou incorporar pelo menos um componente de memória para armazenar informações ou código executável usado pelo circuito para fornecer essa funcionalidade. Por exemplo, alguma ou toda a funcionalidade representada pelos blocos 308, 332, 338 e 344 pode ser implementada pelo processador e componente (ou componentes) de memória do aparelho 302 (por exemplo, pela execução de código adequado

e/ou pela configuração adequada dos componentes de processador). De modo similar, alguma ou toda a funcionalidade representada pelos blocos 314, 320, 334, 340 e 346 pode ser implementada pelo processador e componente (ou componentes) de memória do aparelho 304 (por exemplo, pela execução de código adequado e/ou pela configuração adequada dos componentes de processador). Além disso, alguma ou toda a funcionalidade representada pelos blocos 326, 336, 342 e 348 pode ser implementada pelo processador e componente (ou componentes) de memória do aparelho 306 (por exemplo, pela execução de código adequado e/ou pela configuração adequada dos componentes de processador).

[0065] Em um aspecto, o aparelho 304 pode corresponder a uma "célula pequena" ou um eNB Doméstico, tal como eNB Doméstico 202 na Figura 1B. O aparelho 302 pode transmitir e receber mensagens através de um enlace sem fio 360 com o aparelho 304, sendo que as mensagens incluem informações relacionadas a vários tipos de comunicação (por exemplo, voz, dados, serviços multimídia, sinalização de controle associada, etc.). O enlace sem fio 360 pode operar através de um meio de comunicação de interesse, mostrado por meio de exemplo na Figura 3 como o meio 362, que pode ser compartilhado com outras comunicações, assim como outras RATs. Um meio desse tipo pode ser composto de um ou mais recursos de comunicação de frequência, tempo e/ou espaço (por exemplo, que abrange um ou mais canais através de uma ou mais portadoras) associados à comunicação entre um ou mais pares de transmissor/receptor, tal como o aparelho 304 e o aparelho 302 para o meio 362.

[0066] Como um exemplo particular, o meio 362 pode corresponder a pelo menos uma porção de uma banda de frequência não licenciada compartilhada com outra RAN e/ou outros APs e UEs. Em geral, o aparelho 302 e o aparelho 304 podem operar através do enlace sem fio 360 de acordo com um ou mais tipos de acesso por rádio, tal como LTE, LTE-U ou NR 5G, dependendo da rede na qual eles são implantados. Essas redes podem incluir, por exemplo, diferentes variantes de redes CDMA (por exemplo, redes LTE, redes NR 5G, etc.), redes TDMA, redes FDMA, redes FDMA Ortogonal (OFDMA), redes FDMA de Portadora Única (SC-FDMA), e assim por diante. Embora diferentes bandas de frequência licenciadas tenham sido reservadas para comunicações sem fio (por exemplo, por uma entidade governamental, tal como a Comissão de Comunicações Federal (FCC) nos Estados Unidos), determinadas redes de comunicação, em particular aquelas que empregam estações-base de célula pequena, estenderam a operação para bandas de frequência não licenciadas, tal como a banda de Infraestrutura de Informações Nacionais Não Licenciada (U-NII) usada pelas tecnologias WLAN, mais notavelmente as tecnologias WLAN IEEE 802.11x geralmente denominadas como "Wi-Fi" e LTE em tecnologias de espectro não licenciado geralmente denominadas "LTE-U" ou "MuLTEFire".

[0067] O aparelho 302 também pode incluir um componente de medição RTT 352 que pode ser usado para obter medições relacionadas à localização de sinais (por exemplo, RTT ou outros sinais) transmitidos por uma estação-base ou AP (por exemplo, qualquer um dos eNBs 202-206 ou gNBs 502 e 622-626), de acordo com as técnicas descritas no presente

documento. As medições relacionadas à localização podem incluir medições de tempo de propagação de sinal ou RTT entre um UE 102 e uma estação-base ou AP, tal como qualquer um dos eNBs 202-206 e gNBs 502, 622-626.

[0068] Os aparelhos 304 e 306, cada um, podem incluir um componente de medição RTT 354 e 356, respectivamente, que pode ser usado para determinar uma estimativa de localização para um UE 102 (por exemplo, aparelho 302), de acordo com as técnicas descritas no presente documento, com base nas medições relacionadas à localização fornecidas pelo UE 102 e/ou por uma estação-base ou AP, tal como qualquer um dos eNBs 202-206 ou um gNB. As medições relacionadas à localização obtidas pelo UE 102 podem incluir medições de tempo de propagação de sinal ou RTT entre um UE 102 e uma estação-base ou AP, tal como qualquer um dos eNBs 202-206 ou um gNB. As medições relacionadas à localização obtidas por qualquer um dos eNBs 202-206 (por exemplo, aparelho 304) podem incluir medições tempo de propagação de sinal ou RTT entre o UE 102 e uma estação-base ou AP, tal como qualquer um dos eNBs 202-206 ou um gNB.

[0069] Um ambiente simplificado é mostrado na Figura 4 para ilustrar uma técnica exemplificativa para determinar uma posição de um UE 102. O UE 102 pode se comunicar de modo sem fio com uma pluralidade de eNBs 202-206 com o uso de sinais de radiofrequência (RF) e protocolos padronizados para a modulação dos sinais RF e a troca de pacotes de informações. Ao extrair diferentes tipos de informações dos sinais trocados, e utilizar o layout da rede (isto é, a geometria de rede), o UE 102 pode

determinar sua posição em uma sistema de coordenadas de referência predefinido. Conforme mostrado na Figura 4, o UE 102 pode especificar sua posição (x, y) com o uso de um sistema de coordenadas bidimensional; entretanto, os aspectos revelados no presente documento não são tão limitados, e também podem ser aplicáveis para determinar posições com o uso de um sistema de coordenadas tridimensional, se a dimensão extra for desejada. Adicionalmente, embora três eNBs 202-206 sejam mostrados na Figura 4, os aspectos podem utilizar eNBs adicionais.

[0070] A fim de determinar sua posição (x, y) , o UE 102 pode precisar determinar primeiro a geometria de rede. A geometria de rede pode incluir as posições de cada um dos eNBs 202-206 em um sistema de coordenadas de referência $((x_k, y_k)$, em que $k = 1, 2, 3$). A geometria de rede pode ser fornecida para o UE 102 de qualquer maneira, tal como, por exemplo, fornecer essas informações em sinais de aviso, fornecer as informações com o uso de um servidor dedicado externo em uma rede externa, fornecer as informações com o uso de identificadores de recurso uniformes, etc.

[0071] O UE 102 pode, então, determinar uma distância (d_k) , em que $k = 1, 2, 3$ para cada um dos eNBs 202-206. Conforme será descrito em mais detalhes abaixo, há várias abordagens diferentes para estimar essas distâncias (d_k) ao explorar características diferentes dos sinais RF trocados entre o UE 102 e os eNBs 202-206. Tais características podem incluir, conforme será discutido abaixo, o tempo de propagação de ida e volta dos sinais, e/ou a intensidade dos sinais (RSSI).

[0072] Em outros aspectos, as distâncias (d_k) pode, em parte, ser determinadas ou refinadas com o uso de outras fontes de informações que não são associadas aos eNBs 202-206. Por exemplo, outros sistemas de posicionamento, tal como GPS, podem ser usados para fornecer uma estimativa grosseira de d_k . (Observe que é provável que o GPS possa ter intensidade de sinal insuficiente nos ambientes operacionais previstos (ambientes internos, metropolitanos, etc.) para fornecer uma estimativa consistentemente precisa de d_k . Entretanto, sinais GPS podem ser combinados com outras informações para auxiliar no processo de determinação de posição.) Outros dispositivos de posicionamento relativo podem residir no UE 102 que pode ser usado como uma base para fornecer estimativas grosseiras de posição e/ou direção relativa (por exemplo, acelerômetros a bordo).

[0073] Uma vez que cada distância é determinada, o UE 102 pode, então resolver sua posição (x , y) usando-se uma variedade de técnicas geométricas conhecidas, tal como, por exemplo, trilateração. A partir da Figura 4, pode-se observar que a posição do UE 102 se situa de modo ideal na interseção comum de todos os círculos desenhados com o uso de linhas pontilhadas. Cada círculo sendo definido pelo raio d_k e o centro (x_k, y_k) , em que $k = 1, 2, 3$. Na prática, a interseção desses círculos pode não se situar em um único ponto devido ao ruído e outros erros no sistema de rede.

[0074] A determinação da distância entre o UE 102 e cada eNB 202-206 podem envolver a exploração de informações de tempo dos sinais RF. Em um aspecto, a

determinação do RTT de sinais trocados entre o UE 102 e qualquer eNB 202-206 pode ser realizada e convertida em uma distância (d_k). As técnicas de RTT podem medir o tempo entre o envio de uma mensagem de sinalização e a recepção de uma resposta. Esses métodos podem utilizar calibração para remover quaisquer atrasos de processamento. Em alguns ambientes, pode-se presumir que os atrasos de processamento para o UE 102 e os eNBs 202-206 são os mesmos. Entretanto, tal suposição pode não ser verdadeira na prática.

[0075] Em uma variação da técnica mostrada na Figura 4, cada um dos eNBs 202-206 pode ser substituído por um gNB. Nessa variação, os princípios da técnica podem permanecer conforme descrito anteriormente, com o UE 102 sendo localizado na interseção comum dos círculos, e com cada círculo centrado em um dos gNBs e com um raio obtido a partir de uma medição de um RTT entre o UE 102 e o gNB.

[0076] Em alguns casos (por exemplo, conforme descrito posteriormente na Figura 8), informações adicionais podem ser obtidas sob a forma de um Ângulo de Chegada (AOD) ou Ângulo de Partida (AOD) que define uma direção de linha reta (por exemplo, que pode ser em um plano horizontal ou em três dimensões) ou possivelmente uma faixa de direções (por exemplo, para o UE 102 a partir da localização de um gNB ou eNB). Duas tais direções de linha reta exemplificativas 402 e 404 a partir dos eNBs 202 e 206, respectivamente, são ilustradas na Figura 4. A interseção das duas direções 402 e 404 no ponto 406 pode fornecer outra estimativa da localização para o UE 102. Adicionalmente, a interseção de uma direção a partir de um eNB ou gNB com um círculo (ou esfera) ao redor daquele eNB

ou gNB ou ao redor de outro eNB ou gNB (por exemplo, conforme definido por um RTT para aquele eNB ou gNB) pode fornecer outra estimativa da localização para o UE 102. Por exemplo, o ponto 408 na Figura 4 ilustra uma interseção da direção 402 com o círculo (ou esfera) ao redor do eNB 202. As estimativas de localização fornecidas pelas direções a partir dos gNBs ou eNBs podem ser adicionalmente combinadas com as estimativas de localização fornecidas pelos RTTs para aprimorar uma estimativa de localização para o UE 102, conforme é bem conhecido na técnica.

[0077] Uma estimativa de posição (por exemplo, para um UE 102) pode ser chamada por outros nomes, tal como uma estimativa de localização, localização, posição, correção de posição, correção ou similares. Uma estimativa de posição pode ser geodésica e compreender coordenadas (por exemplo, latitude, longitude e, possivelmente altitude) ou pode ser cívica e compreender um endereço, endereço postal, ou alguma outra descrição verbal de uma localização. Uma estimativa de posição pode ser adicionalmente definida em relação a alguma outra localização conhecida ou definida em termos absolutos (por exemplo, com o uso de latitude, longitude e, possivelmente altitude). Uma estimativa de posição pode incluir um erro ou incerteza esperada (por exemplo, incluindo-se uma área ou volume dentro do qual se espera que a localização seja incluída dentro de algum nível de confiança especificado ou padrão).

[0078] A **Figura 5A** é um diagrama 500 que mostra temporizações exemplificativas dentro de uma medição RTT que ocorre durante uma solicitação de investigação sem

fio e uma resposta. Em um aspecto, a resposta pode assumir a forma de um pacote de confirmação (ACK); entretanto, qualquer tipo de pacote de resposta pode ser consistente com vários aspectos da revelação. Por exemplo, um pacote de transmissão Solicitação para Enviar (RTS) e/ou pacote de resposta Pronto para Enviar (CTS) podem ser adequados. A Figura 5A é ilustrada com o uso de um gNB 502, embora qualquer um dos eNBs 202-206 possa substituir o gNB 502 na Figura 5A sem alterar o procedimento de medição.

[0079] Para medir o RTT em relação a um dado gNB 502, o UE 102 pode enviar um pacote de solicitação de investigação direcionado (PR) para o gNB 502 e registrar o tempo (carimbo de data/hora) no qual o pacote de solicitação de investigação foi enviado ("Pacote t_{RX} "), conforme mostrado na linha de tempo de UE 102 na Figura 5A. Após um tempo de propagação t_p do pacote de solicitação de investigação entre o UE 102 e o gNB 502, o gNB 502 irá receber o pacote (presumindo a propagação da Linha de Visão (LOS)). O gNB 502 pode, então, processar o pacote de solicitação de investigação direcionado e pode enviar uma ACK de volta para o UE 102 após algum tempo de processamento $\square$, conforme mostrado na linha de tempo de gNB 502 na Figura 5A. Após um segundo tempo de propagação t_p , o UE 102 pode registrar o tempo (carimbo de data/hora) no qual o pacote ACK foi recebido ("ACK t_{RX} "), conforme mostrado na linha de tempo do UE 102. O UE 102 pode, então, determinar o RTT como a diferença de tempo de Pacote ACK $t_{RX} - t_{TX}$. Entretanto, um RTT obtido desse modo pode incluir um componente de erro devido ao tempo de processamento $\square$, que nem sempre pode ser precisamente conhecido. Uma

distância D entre o UE 102 e o gNB 502 pode ser obtida como (RTT/c) , em que c é a velocidade de propagação de sinal de rádio (tipicamente a velocidade da luz). A distância D pode, então ser usada para determinar um círculo ou esfera ao redor do gNB 502 (por exemplo, como na Figura 4) na qual o UE 102 pode estar situado.

[0080] Os métodos de localização de posição, tal como Diferença de Tempo de Chegada Observada (OTDOA), atualmente usada em redes celulares exigem tipicamente a sincronização fina (por exemplo, submicrosegundo) de temporização ao longo das estações-base na rede. Por outro lado, os métodos baseados em RTT pode precisar apenas de sincronização de temporização grosseira (por exemplo, dentro de uma duração de prefixo cíclico (CP) dos símbolos de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM)). A presente revelação descreve procedimentos que podem ser implementados em uma rede NR 5G, explorando sua estrutura de subquadro autossuficiente (que permite uma transmissão e uma ACK/NACK no mesmo subquadro), e evitando a necessidade de sincronização fina das estações-base.

[0081] Em NR 5G, não há requisito para sincronização de temporização precisa ao longo da rede. Em vez disso, é suficiente ter sincronização de tempo de nível CP (grosseira) ao longo dos gNBs. A sincronização de tempo grosseira permite baixa reutilização de sinais de medição RTT, o que atenua a interferência intercelular. A mitigação de interferência intercelular assegura a penetração profunda de sinais RTT, o que permite múltiplas medições de temporização independentes ao longo de gNBs distintos e, portanto, posicionamento mais preciso.

[0082] Em uma estimativa RTT centrada em rede, o gNB servidor instrui o UE (por exemplo, UE 102) a procurar/receber sinais de Medição RTT a partir de um mais gNBs vizinhos (e, tipicamente do gNB servidor). O um ou mais gNBs transmitem sinais de Medição RTT em recursos de baixa reutilização (isto é, recursos usados pela estação-base para transmitir informações de sistema), alocados pela rede (por exemplo, servidor de localização 170). O UE registra o tempo de chegada (também chamado de um tempo de recebimento, um tempo de recepção ou um tempo de chegada) de cada sinal de Medição RTT em relação à temporização de enlace descendente atual do UE (por exemplo, conforme derivada pelo UE a partir de um sinal DL recebido a partir de seu gNB servidor), e transmite uma mensagem (ou mensagens) de Resposta RTT comum ou individual para o um ou mais gNBs (por exemplo, quando instruído por seu gNB servidor) e pode incluir cada um dos tempos de chegada medidos em uma carga útil da mensagem (ou mensagens) de Resposta RTT.

[0083] Uma estimativa RTT centrada em UE é similar ao método baseado em rede, exceto pelo fato de que o UE (por exemplo, UE 102) transmite sinal (ou sinais) de medição RTT de enlace ascendente (por exemplo, quando instruído por um gNB servidor), que é recebido por múltiplos gNBs na vizinhança do UE. Cada gNB responde a uma mensagem de resposta RTT de enlace descendente, que pode incluir o tempo de chegada do sinal de medição RTT no gNB na carga útil de mensagem de resposta RTT.

[0084] Tanto para procedimentos centrados em rede como procedimentos centrados em UE, o lado (rede ou

UE) que realiza o cálculo RTT tipicamente (embora nem sempre) transmite a primeira mensagem (ou mensagens) ou sinal (ou sinais) (por exemplo, sinal (ou sinais) de Medição RTT), enquanto o outro lado responde com uma ou mais mensagens ou sinais de Resposta RTT que podem incluir o tempo (ou tempos) de chegada (ou recepção) da primeira mensagem (ou mensagens) ou sinal (ou sinais) na carga útil de mensagem (ou mensagens) de Resposta RTT.

[0085] A **Figura 5B** é um diagrama 550 que mostra temporizações exemplificativas dentro de uma medição RTT que ocorre durante uma solicitação de investigação sem fio e uma resposta, em que o cálculo RTT pode ser mais preciso do que na Figura 5A. Na Figura 5B, a entidade E1 552 corresponde a um UE (por exemplo, UE 102) ou um gNB (por exemplo, gNB 502), enquanto a entidade E2 554 corresponde ao outro dentre o UE e o gNB. Para estimativa RTT centrada em rede, E1 552 pode corresponder ao gNB e E2 554 pode corresponder ao UE. Para estimativa RTT centrada em UE, E1 552 pode corresponder ao UE e E2 554 pode corresponder ao gNB. Na Figura 5B, uma distância D de linha reta entre E1 552 e E2 554 é representada verticalmente, enquanto o tempo é representado horizontalmente com o tempo aumentado da esquerda para a direita. Os tempos de transmissão e recepção em E1 552 são mostrados no fundo do diagrama 550, enquanto os tempos de transmissão e recepção em E2 554 são mostrados no topo do diagrama 550. No caso de um gNB, a temporização de transmissão e recepção será idêntica. No caso de um UE, a temporização de transmissão irá levar normalmente (isto é, exceder) à temporização de recepção por uma quantidade conhecida como um "avanço de

temporização" ou "ajuste de temporização", comumente abreviado como TA, para que a temporização de transmissão de UE coincida aproximadamente com a temporização de recepção gNB a partir da perspectiva de um gNB servidor ou para chegar no gNB servidor em algum outro tempo preferencial. A fim de compensar essa diferença, um valor conhecido para TA pode ser subtraído de qualquer tempo de transmissão para o UE, conforme mostrado em mais detalhes abaixo.

[0086] Presume-se que a temporização em E2 554 na Figura 5B seja uma quantidade Δ à frente da temporização em E1 552 (embora possa estar atrás da temporização em E1 552 se Δ for negativo). Essa suposição permite tanto as redes sincronizadas (por exemplo, em que Δ pode ser zero) como as redes não sincronizadas ou assíncronas, em Δ pode ser qualquer valor. Presume-se que E1 552 transmita um sinal de medição RTT (ou mensagem) 562 no tempo Tx0 em E1 552 (e, desse modo no tempo Tx0 + Δ em E2 554), que é recebido em E2 554 no tempo Rx0 em E2 554 (e, desse modo no tempo Rx0 - Δ em E1 552). Algum tempo depois, E2 554 transmite uma mensagem ou sinal de Resposta RTT 564 no tempo Tx1 em E2 554 (e, desse modo no tempo Tx1 - Δ em E1 552), que é recebido em E1 552 no tempo Rx1 (e, desse modo no tempo Rx1 + Δ em E2 554). As equações abaixo do diagrama 550 presumem que a compensação para qualquer TA já ocorreu, e mostram como o RTT pode ser obtido a partir dos tempos de transmissão e recepção Tx0, Rx0, Tx1 e Rx1, com base nas regras bem conhecidas para o módulo aritmético. Em particular, o RTT fornecido é menor que 1 milissegundo (ms) (o que pode significar uma distância D entre o UE e o gNB

que é menor que 150 quilômetros, o que pode ser muito provável em qualquer rede 5G), pode ser possível medir os tempos de transmissão e chegada em relação à temporização de subquadro NR de 1 ms com o uso de valores que são o módulo 1 ms. Isso pode simplificar as medições, à medida que pode não ser necessário medir, registrar ou transferir múltiplos inteiros de 1 ms.

[0087] A entidade E1 552 na Figura 5B (ou alguma outra entidade à qual a E1 552 encaminha suas medições) pode determinar o RTT a partir da Equação 570 na Figura 5B com o uso dos valores medidos para Tx0 e Rx1 e valores para Rx0 e Tx1. Os valores para Rx0 e Tx1 podem ser obtidos pela E1 552 de acordo com uma das quatro variantes alternativas, identificadas aqui como V1, V2, V3 e V4. Na variante V1, a entidade E2 554 inclui o valor medido para Rx0 na carga útil da resposta RTT 564 e a entidade E1 552 mede o tempo de transmissão Tx1 a partir do subquadro NR e a estrutura de quadro de rádio para a resposta RTT 564. A entidade E1 552 pode, então determinar o RTT (por exemplo, com o uso da Equação 570) a partir dos valores conhecidos de Rx0, Rx1, Tx0 e Tx1. A variante V1 pode exigir que a entidade E1 552 possa tanto demodular como decodificar a Resposta RTT 564 (a fim de medir Tx1 e obter Rx0 a partir da carga útil). Entretanto, isso nem sempre pode ser possível se as entidades E1 552 e E2 554 estiverem distantes uma das outras (por exemplo, para um UE 5 km ou mais distante de um gNB externo em um ambiente urbano ou suburbano) ou se houver forte interferência em E1 552 a partir de outras fontes de rádio (por exemplo, outros UEs e/ou gNBs). Em contrapartida, com as variantes V2, V3 e V4

(descritas abaixo), E1 552 nem sempre pode precisar demodular e decodificar a Resposta RTT 564 (por exemplo, pode precisar apenas demodular a Resposta RTT 564 suficientemente para medir o tempo de chegada Rx1), que pode permitir a medição de sinais mais fracos e/ou sinais submetidos à interferência.

[0088] Com a variante V2, os tempos Rx0 e Tx1 em E2 554 (ou valores indicativos dos tempos Rx0 e Tx1, tal como (Rx0 - Tx1)) são enviados em uma mensagem separada (por exemplo, uma mensagem RRC) a partir do UE para um gNB servidor quando E2 554 for o UE ou a partir do gNB servidor para o UE quando E2 554 for um gNB. O gNB servidor para o UE pode enviar ou receber adicionalmente os valores para Rx0 e Tx1 (ou os valores indicativos de Rx0 e Tx1), respectivamente, para ou a partir do gNB para o qual o RTT deve ser obtido quando esse gNB não for o gNB servidor. Embora a variante V2 assegure a transferência correta de Rx0 e Tx1, a mensagem separada adicional pode adicionar atraso extra, assim como exigir mais sinalização.

[0089] Com a variante V3, que pode se aplicar apenas quando E2 554 for o UE, o UE inclui a medição Rx0 na carga útil da Resposta RTT 564 e o gNB servidor para o UE, porém não outros gNBs, demodula e decodifica a Resposta RTT 564 para obter a medição Rx0 e mede Tx1. O gNB servidor pode, então encaminhar os valores Rx0 e Tx1 para o gNB para o qual o RTT está sendo medido, se necessário.

[0090] Com a variante V4, que também pode se aplicar apenas quando E2 554 for o UE, E1 552 (que é o gNB) ou um gNB servidor para o UE quando o E1 552 não for o gNB servidor para o UE, envia um valor necessário para Tx1 para

o UE antecipadamente (por exemplo, que pode ser ajustado para incluir ou excluir o TA), o que significa que o gNB (ou o gNB servidor) sabe antecipadamente o valor para Tx1. E1 552 (ou o gNB servidor) pode usar uma mensagem separada para enviar o valor de Tx1 ou pode incluir Tx1 na carga útil para a mensagem (ou sinal) de Medição RTT 562. Com a variante V4, o valor para Rx0 pode ser enviado pelo UE na carga útil para a Resposta RTT 564 ou uma mensagem separada. Parte da variante V4 também pode ser usada quando E1 552 for o UE para enviar um valor necessário para Tx0 para o UE em uma mensagem separada antes da transmissão da mensagem (ou sinal) de Medição RTT 562 pelo UE. Ao conhecer o valor de Tx1 ou Tx0 antecipadamente, com o uso da variante V4, o gNB pode ser capaz de medir mais precisamente Rx1 ou Rx0, respectivamente, devido ao fato de saber aproximadamente quando a mensagem ou sinal RTT (562 ou 564) a partir do UE irá chegar. O gNB também pode indicar para o UE antecipadamente o valor pretendido de Tx0 ou Tx1 no gNB, o que pode ajudar a aprimorar a medição UE de Rx0 ou Rx1, respectivamente.

[0091] O procedimento RTT, conforme descrito acima na Figura 5B, pode ser usado entre um UE e múltiplos gNBs – por exemplo, um gNB servidor para o UE e um ou mais gNBs vizinhos – para permitir uma determinação de múltiplos RTTs. Para aprimorar a eficiência de sinalização para múltiplos gNBs e reduzir o número de medições separadas, a mensagem ou sinal de Medição RTT 562 quando E1 552 for o UE, ou a mensagem ou sinal de Resposta RTT 564 quando E2 554 for o UE, pode ser enviada apenas uma vez e medida por todos os gNBs participantes. Nesse caso, o tempo de

transmissão para essa única mensagem ou sinal RTT (que será Tx0 ou Tx1) precisa apenas ser fornecido ou medido uma vez (por exemplo, medido apenas pelo gNB servidor ou enviado apenas para o gNB servidor pelo UE). Além disso, para as variantes V1 e V3, o UE pode incluir os valores Rx0 para todos os gNBs na carga útil do sinal de Resposta RTT 564 quando E2 554 for o UE. Alternativamente, o gNB servidor pode enviar os valores Rx0 para todos os gNBs (e, opcionalmente os tempos de transmissão Tx1 para todos os gNBs) para o UE em uma única mensagem (após a transmissão das Respostas RTT 564) quando a E1 552 for o UE. Para otimizar a transferência dos valores tanto de Rx0 como de Tx1 em uma mensagem separada, apenas os valores para (Rx0 – Tx1) (módulo 1 ms) precisam ser enviados, conforme pode ser observado na Equação 570.

[0092] Para a estimativa centrada em rede do RTT em que a E2 552 é um gNB, o cálculo RTT para um gNB não servidor pode ser apenas realizado no gNB não servidor quando a variante V1 for usada. Para outras variantes (V2-V4) e, em alguns casos, para a variante V1, um gNB não servidor pode transferir as informações indicativas do RTT (por exemplo, os valores de Tx0 e Rx1 ou um único valor para (Rx1 – Tx0)) para outra entidade, tal como o gNB servidor para o UE ou um servidor de localização, que pode, então, computar o RTT ou pode transferir as informações para uma entidade adicional (por exemplo, um servidor de localização) onde a computação RTT pode ocorrer. A entidade que realiza o cálculo RTT (ou recebe RTTs calculados) pode obter adicionalmente uma localização para o UE – por exemplo, conforme descrito na Figura 4.

[0093] Para compensar o valor TA (que foi presumido como já tendo ocorrido nas equações mostradas na Figura 5B), quando E1 552 for o UE, o UE pode simplesmente subtrair o valor de TA do tempo de transmissão do sinal de Medição RTT 562 para obter o valor de Tx0 usado na equação 570. Quando a E2 554 for o UE e a variante V1 ou variante V3 for usada, o tempo de transmissão Tx1 determinado por E1 552 estará em erro e excederá um valor correto para Tx1 em uma quantidade TA. Para compensar, o UE pode adicionar o valor de TA ao valor de Rx0 enviado para E1 552 na carga útil da Resposta RTT 564. Alternativamente, para qualquer uma das variantes, o UE pode enviar o valor de TA para o gNB servidor (se o gNB servidor não tiver o valor de TA) e o lado de rede poder ajustar Tx1 subtraindo-se o valor de TA. Todas essas adições e subtrações podem ser realizadas no módulo 1 ms.

[0094] As Figuras 6 e 7 fornecem exemplos adicionais de determinação de um RTT quando a temporização em gNBs e um UE puder ser alinhada. Esses exemplos mostram alguns detalhes adicionais da sinalização e do procedimento. Os exemplos nas Figuras 6 e 7 podem se aplicar à variante V1 descrita acima na Figura 5B, embora também possam se aplicar a outras variantes. Uma mensagem de Resposta RTT individual direcionada a um gNB particular (i) inclui, em sua carga útil, carimbo (ou carimbos) de data/hora ($\square(i) + TA$), em que $\square(i)$ indica o tempo de chegada de um sinal de Medição RTT recebido a partir de um a gNB(i), e TA indica o parâmetro de ajuste de temporização de enlace ascendente do UE. Uma mensagem de Resposta RTT comum inclui, em sua carga útil, um conjunto de carimbos de

data/hora ($\square(i) + TA$) para os sinais de Medição RTT a partir de todos os gNBs medidos. Os carimbos de data/hora ($\square(i) + TA$) podem ser organizados de outros modos, bem conhecidos para uma pessoa de habilidade comum na técnica.

[0095] A rede pode alocar recursos de baixa reutilização para o UE para transmitir a mensagem (ou mensagens) de Resposta RTT. Em qualquer caso, cada gNB(i) que recebe uma mensagem de Resposta RTT registra seu tempo de chegada $\square T(i)$ no gNB(i) em relação à referência de tempo de enlace descendente do gNB(i). O gNB(i) pode computar o RTT entre o UE e si mesmo adicionando-se o valor de carimbo de data/hora ($\square(i) + TA$) ao tempo de chegada $\square T(i)$. Essa computação pode ser realizada nos gNBs que recebem a Resposta RTT a partir do UE, ou em uma localização central na rede (por exemplo, servidor de localização 170 ou o gNB servidor).

[0096] A **Figura 6** ilustra um exemplo da técnica de estimativa RTT centrada em rede, de acordo com um aspecto da revelação. Conforme mostrado na Figura 6, em um subquadro centrado em enlace descendente/apenas de enlace descendente (em ciclo de trabalho baixo) 602, o gNB servidor 622 envia um sinal de controle (por exemplo, no Canal de Controle de Enlace Descendente Físico (PDCCH)) para o UE 102 durante os primeiros dois períodos de símbolo do subquadro de enlace descendente 602, que indica para o UE 102 que um ou mais gNBs (o gNB servidor 622, um gNB 624 e um gNB 626 no exemplo da Figura 6) irão transmitir sinal (ou sinais) de Medição RTT de enlace descendente (RTTM).

[0097] Durante os subquadros de enlace descendente 606 e 608, o gNB 624 e o gNB 626 transmitem os

sinais de Medição RTT enlace descendente em símbolos especificados (pela rede, por exemplo, servidor de localização 170, ou o gNB servidor 622) dos subquadros de enlace descendente 606 e 608, de uma maneira por multiplexação por divisão de tempo (TDM) ou por multiplexação por divisão de frequência (FDM) (conforme ilustrado pelas subdivisões horizontais dos respectivos símbolos dos subquadros de enlace descendente 606 e 608). Embora não ilustrado, o gNB servidor 622 também pode transmitir sinal (ou sinais) de Medição RTT de enlace descendente (também chamado de sinal (ou sinais) de Medição RTT) durante o subquadro de enlace descendente 602. Os sinais de Medição RTT de enlace descendente transmitidos pelos gNBs 622-626 podem ser sinais de banda larga para permitir que o UE 102 faça medições de temporização precisas. Nenhum outro sinal pode ser transmitido em ou ao redor dos símbolos associados aos sinais de Medição RTT de enlace descendente por qualquer outro gNB na vizinhança (resultando em baixo reutilização dos sinais de Medição RTT, prevenção de interferência e penetração profunda dos sinais de Medições RTT).

[0098] Durante o subquadro de enlace descendente 604, o UE 102 mede o tempo de chegada $\tau(i)$ de cada sinal de Medição RTT enlace descendente transmitido pelos gNBs 624 e 626 durante os subquadros de enlace descendente 606 and 608 em relação à sua própria temporização de subquadro de enlace descendente. O UE 102 deriva sua temporização de subquadro de enlace descendente a partir do sinal de enlace descendente recebido a partir do gNB servidor 622 no PDCCH. Ou seja, o UE 102 define o

tempo inicial de seu subquadro PDCCH para o tempo em que o mesmo recebeu o sinal de enlace descendente a partir do gNB servidor 622.

[0099] O UE 102 é instruído a relatar suas medições RTT (isto é, as medições de tempo de chegada $\Delta(i)$) dos sinais de medição RTT transmitidos pelos gNBs 622-626 no Canal Compartilhado de Enlace Ascendente Físico (PUSCH) durante um subquadro de enlace ascendente subsequente, que ocorre durante o subquadro de enlace ascendente 612. Esse relatório RTT de enlace ascendente (também chamado de uma resposta RTT) a partir do UE 102 pode incluir os tempos de chegada $\Delta(i)$ de cada sinal de medição RTT de enlace descendente medido (em que o relatório RTT é um "relatório comum"), assim como o próprio ajuste de temporização (TA) de enlace ascendente do UE 102 fornecido pelo gNB servidor 622. Como os sinais de Medição RTT de enlace descendente transmitidos pelos gNBs 622-626, o relatório RTT de enlace ascendente transmitido pelo UE 102 deve ser um sinal de banda larga para permitir que os gNBs façam medições de temporização precisas de sua chegada. Cada gNB na vizinhança do UE 102 (isto é, dentro da faixa de comunicação do UE 102; gNBs 622-626 no exemplo da Figura 6) recebe o relatório RTT de enlace ascendente a partir do UE 102. No exemplo da Figura 6, o gNB 624 recebe o relatório RTT de enlace ascendente a partir do UE 102 durante o subquadro de enlace ascendente 614. Cada gNB(i) decodifica o relatório RTT de enlace ascendente a partir do UE 102, e registra o respectivo tempo de chegada $\Delta T(i)$ do relatório RTT de enlace ascendente a partir do UE 102, em relação ao seu próprio tempo de sistema. Cada gNB(i) pode, então

computar o RTT entre o gNB(i) e o UE 102 com base no tempo de chegada do relatório RTT de enlace ascendente a partir do UE 102, combinado com as informações de temporização na carga útil (isto é, os tempos de chegada das medições RTT e do ajuste de temporização).

[0100] Observe que o ajuste de temporização é um parâmetro que leve em consideração a distância do UE 102 a partir do gNB servidor 622. Mais especificamente, o ajuste de temporização é o tempo a partir do início de uma partição de tempo (por exemplo, um símbolo OFDM 211) no qual o UE 102 é permitido a transmitir uma rajada de tráfego para impedir colisões com UEs adjacentes. O ajuste de temporização permite que todos os sinais de enlace ascendente a partir do UE 102 cheguem no gNB servidor 622 ao mesmo tempo. O ajuste de temporização de enlace ascendente permite que o relatório RTT de enlace ascendente chegue no final da lacuna, com a precisão necessária, após o PDCCH.

[0101] Uma estimativa RTT centrada em UE é similar ao método baseado em rede descrito acima, exceto pelo fato de que o UE (por exemplo, UE 102) transmite sinal (ou sinais) de medição RTT de enlace ascendente (quando instruído), que é recebido por múltiplos gNBs na vizinhança do UE. Cada gNB(i) responde com uma mensagem de Resposta RTT de enlace descendente, incluindo o tempo de chegada $\Delta t(i)$ do sinal de Medição RTT no gNB(i) a partir do UE na carga útil de mensagem. O UE determina o tempo de chegada $\Delta T(i)$ da mensagem de Resposta RTT de enlace descendente a partir de cada gNB(i), decodifica a mensagem de Resposta RTT e estimativas de temporização, extrai o carimbo de

data/hora $\Delta t(i)$ incorporado na mensagem, e computa o RTT para o gNB(i) respondente adicionando-se o tempo de chegada medido $\Delta T(i)$, o carimbo de data/hora extraído $\square(i)$, e seu próprio valor de ajuste de temporização (TA) de enlace ascendente-enlace descendente.

[0102] A **Figura 7** ilustra um exemplo da técnica de estimativa RTT centrada em UE, de acordo com um aspecto da revelação. Em um subquadro centrado em enlace ascendente (em ciclo de trabalho baixo) 702, o gNB servidor 622 envia um sinal de controle (por exemplo, no PDCCH) para o UE 102, instrui o UE 102 (e, possivelmente qualquer número de outros UEs) a transmitir um ou mais sinais de Medição RTT de enlace ascendente (UL-RTTMs).

[0103] Durante o subquadro de enlace ascendente 704, o UE 102 transmite um ou mais sinais de Medição RTT (conforme especificado pelo gNB servidor 622) com o uso de blocos de recurso especificados (RBs) para a porção de dados de enlace ascendente do subquadro de enlace ascendente 704, de uma forma TDM ou FDM (conforme ilustrado pelas subdivisões horizontais dos respectivos símbolos do subquadro de enlace ascendente 704). O sinal (ou sinais) de medição RTT pode ser sinais de banda larga para permitir medições de temporização mais precisas. Nenhum outro sinal pode ser transmitido nos símbolos associados ao sinal (ou sinais) de medição RTT de enlace ascendente por qualquer UE na vizinhança (resultando em baixa reutilizado, prevenção de interferências e penetração profunda da RTTM).

[0104] Durante os subquadros de enlace ascendente 706 e 708, cada gNB na vizinhança (isto é, dentro da faixa de comunicação do UE 102; gNBs 622-626 no

exemplo da Figura 7) mede o tempo de chegada $\Delta(i)$ no respectivo gNB(i) de cada sinal de medição RTT de enlace ascendente recebido em relação à sua própria temporização de subquadro de enlace descendente (presumindo uma implantação síncrona dos gNBs). O gNB servidor 622 instrui o UE 102 a procurar/receber respostas RTT de enlace descendente a partir dos gNBs 622-626 em um subquadro de enlace descendente subsequente, que ocorre no exemplo da Figura 7 durante os subquadros de enlace descendente 714 e 716. A Resposta RTT enlace descendente a partir de cada gNB 622-626 inclui o tempo de chegada $\Delta(i)$ no respectivo gNB(i) do sinal (ou sinais) de Medição RTT de enlace ascendente a partir do UE 102. Em um aspecto, as Respostas RTT devem ser sinais de banda larga para permitir que o UE 102 to faça medições de temporização precisas.

[0105] O UE 102 e, possivelmente cada UE na vizinhança (por exemplo, alguns ou todos os UEs dentro da faixa de comunicação dos gNBs 622-626), decodifica as Respostas RTT dos gNBs 622-626 durante o subquadro de enlace descendente 712, e também mede o tempo de chegada $\Delta_T(i)$ da Resposta RTT enlace descendente a partir do respectivo gNB(i) dos gNBs 622-626, em relação a seu próprio tempo de sistema (enlace descendente).

[0106] O RTT para o UE 102 pode ser computado a partir do tempo de chegada da Resposta RTT de enlace descendente no UE 102, combinado com as informações de temporização na Resposta RTT de enlace descendente (isto é, o tempo de chegada $\Delta_T(i)$), juntamente com seu próprio ajuste de temporização (fornecido pelo gNB servidor). Qualquer incompatibilidade entre a temporização inter-gNB

pode ser absorvida no RTT(0) 0,5; não há requisito para sincronização de temporização precisa ao longo dos gNBs 622-626 no NR 5G.

[0107] Os procedimentos de estimativa RTT revelados no presente documento podem se estender a Múltiplas Entradas Múltiplas Saídas em massa (MIMO) e à região de frequência extremamente alta (EHF) do espectro, também conhecido como sistemas de onda milimétrica (mmW) (geralmente, bandas de espectro acima de 24 GHz). Em sistemas de banda mmW, assim como sistemas MIMO em massa em qualquer banda, gNBs usam formação de feixes de transmissão/recepção para estender a cobertura de sinal à banda de célula.

[0108] A "formação de feixes" de transmissão é uma técnica para focalizar um sinal de RF em uma direção específica. Tradicionalmente, quando uma estação-base difunde um sinal de RF, a mesma difunde o sinal em todas as direções (omnidirecionalmente) ou através de uma ampla faixa de ângulos (por exemplo, para um setor de célula). Com a formação de feixes de transmissão, a estação-base determina onde um dado dispositivo alvo (por exemplo, UE 102) se situa (em relação à estação-base) e projeta um sinal de RF de enlace descendente mais forte naquela direção específica fornecendo, desse modo, um sinal de RF mais rápido (em termos de taxa de dados) e mais forte para o dispositivo (ou dispositivos) de recepção. Para alterar a direcionalidade do sinal de RF durante a transmissão, uma estação-base pode controlar a amplitude de fase e relativa do sinal de RF em cada transmissor. Por exemplo, uma estação-base pode usar uma matriz de antenas (chamada de

uma "matriz faseada" ou uma "matriz de antenas") que cria um feixe de ondas de RF que pode ser "direcionado" para apontar em direções diferentes, sem realmente mover as antenas. Especificamente, a corrente de RF do transmissor é alimentada nas antenas individuais com a relação de fase correta, de modo que as ondas de rádio a partir das antenas separadas se adicionadas em conjunto para aumentar a radiação em uma direção desejada, enquanto são canceladas para suprimir a radiação em direções indesejada.

[0109] Na formação de feixes de recepção, o receptor usa um feixe de recepção para amplificar os sinais de RF detectados em um dado canal. Por exemplo, o receptor pode aumentar a configuração de ganho e/ou ajustar a configuração de fase de uma matriz de antenas em uma direção particular para amplificar (por exemplo, para aumentar o nível de ganho de) os sinais de RF recebidos a partir daquela direção. Desse modo, quando se diz que um receptor forma feixes em uma determinada direção, isso significa que o ganho de feixe naquela direção é alto em relação ao ganho de feixe ao longo de outras direções, ou o ganho de feixe naquela direção é o mais alto em comparação com o ganho de feixe naquela direção de todos os outros feixes de recepção disponíveis para o receptor. Isso resulta em uma intensidade de sinal recebida mais forte (por exemplo, Potência Recebida de Sinal de Referência (RSRP), Relação Sinal-Ruído mais Interferência (SINR), etc.) dos sinais de RF recebidos a partir daquela direção.

[0110] O termo "célula" se refere a uma entidade de comunicação lógica usada para comunicação com uma estação-base (por exemplo, através de uma portadora), e

pode ser associada a um identificador para distinguir células vizinhas (por exemplo, um Identificador de Célula Físico (PCID), um Identificador de Célula Virtual (VCID)) que operam através da mesma portadora ou de uma portadora diferente. Em alguns exemplos, uma portadora pode suportar múltiplas células, e diferentes células podem ser configuradas de acordo com diferentes tipos de protocolo (por exemplo, Comunicação do Tipo Máquina (MTC), Internet das Coisas de Banda Estreita (NB-IoT), Banda Larga Móvel Avançada (eMBB), ou outros) que podem fornecer acesso para diferentes tipos de dispositivos. Em alguns casos, o termo "célula" pode se referir a uma porção de uma área de cobertura geográfica (por exemplo, um setor) através da qual a entidade lógica opera.

[0111] A **Figura 8** ilustra um sistema exemplificativo no qual os procedimentos de estimativa RTT revelados no presente documento são estendidos a MIMO em massa e sistemas mmW, de acordo com um aspecto da revelação. No exemplo da Figura 8, os gNBs 622-626 são gNBs MIMO em massa. Para realizar o procedimento de estimativa RTT descrito no presente documento em sistemas massivamente formados por feixes (por exemplo, MIMO, mmW), cada gNB físico (por exemplo, gNBs 622-626) atua como um conjunto de múltiplos "gNBs lógicos", que transmite seus sinais de Medição RTT ou Resposta RTT em múltiplos feixes (por exemplo, feixes 1 a 4) em diferentes recursos de tempo-frequência, de uma maneira TDM ou FDM. Os sinais de Medição/Resposta RTT podem (implícita ou explicitamente) portar informações sobre a identidade do gNB que transmite o sinal, assim como o índice de feixe (por exemplo, 1 a 4)

usado para transmitir os mesmos. O UE (por exemplo, UE 102) processa os Sinais (Medição/Resposta) RTT recebidos no enlace descendente como se eles fossem transmitidos por diferentes gNBs. Em particular, o UE registra ou relata o índice (ou índices) de feixe ou outra identidade (ou identidades) de feixe na qual os sinais RTT foram recebidos, além dos carimbos de data/hora (por exemplo, tempos de chegada) descritos anteriormente. Os índices de feixe registrados (ou identidades) podem ser usados para identificar os feixes de enlace descendente (DL) medidos pelo UE 102 e para determinar um Ângulo de Partida (AOD) associado para cada feixe DL identificado a partir do gNB transmissor em direção ao UE 102. O AOD pode ser usado para determinar uma direção estimada do UE 102 a partir de um gNB.

[0112] Durante a recepção, os gNBs 622-626 registram/relatam o índice de feixe de recepção (ou outra identidade de feixe de recepção) no qual os sinais RTT (Medição/Resposta) foram recebidos a partir do UE 102, e (para estimativa RTT centrada em UE) incluem essas informações na carga útil de Resposta RTT, juntamente com os carimbos de data/hora (por exemplo, tempo de chegada) anteriormente descritos. Similar aos feixes DL medidos e identificados pelo UE 102, os índices de feixe de recepção registrados (e relatados) pelos gNBs 622-626 podem ser usados para determinar um Ângulo de Chegada (AOA) associado para cada feixe de recepção identificado a partir do gNB receptor em direção ao UE 102. O AOA pode ser usado para determinar uma direção estimada do UE 102 a partir de um gNB.

[0113] Quando AOAs e/ou AODs estão disponíveis para um UE, conforme descrito acima, a determinação de localização para o UE com base nos RTTs, conforme descrito na Figura 4 pode ser aprimorada (por exemplo, se tornar mais precisa) calculando-se uma localização para o UE com o uso do RTT(s), AOD(s) e/ou AOA(s).

[0114] No caso de qualquer um dos gNBs 622-626 ter menos cadeias de RF que o número de feixes de recepção que o gNB usa (à medida que uma única cadeia receptora de hardware pode ser configurável para gerar múltiplos feixes de recepção), o UE 102 pode ser comandado a repetir as mensagens de Medição/Resposta RTT múltiplas vezes, de modo que o gNB possa realizar o ciclo sequencialmente através do conjunto de todos os feixes de recepção que podem ser usados para receber os sinais RTT a partir do UE 102, com base em suas capacidades de processamento de banda base limitadas. Uma cadeia de RF pode ser uma cadeia receptora ou uma cadeia transmissora, e é o hardware utilizado para receber ou transmitir sinais de RF de uma dada frequência ou conjunto de frequências. Mais especificamente, uma cadeia receptora inclui os componentes de hardware de um único receptor de hardware de uma pluralidade de receptores de hardware do dispositivo, e pode incluir uma antena de recepção, rádio e modem. Igualmente, uma cadeia transmissora inclui os componentes de hardware de um único transmissor de hardware de uma pluralidade de transmissores de hardware do dispositivo, e pode incluir uma antena de transmissão, rádio e modem. Um dispositivo (por exemplo, um gNB 622-626 ou UE 102) pode ter múltiplas cadeias receptoras/transmissoras, e pode, desse modo, ser capaz de

transmitir e/ou receber os sinais de RF em múltiplas frequências ao mesmo tempo.

[0115] Em um aspecto, em sistemas MIMO (massivos), cada um ou ambos os gNBs 622-626 e o UE 102 podem repetir seus sinais de Medição/Relatório RTT múltiplas vezes. As repetições diferentes podem usar os mesmos feixes de transmissão ou feixes diferentes. Quando um sinal é repetido com o mesmo feixe de transmissão, pretende-se suportar a varredura de feixe de recepção (além da combinação coerente se necessário) no ponto final de recepção (o UE 102 ou um gNB 622-626).

[0116] Em um aspecto, o ângulo de chegada (AOA)/ângulo de partida (AOD) (no gNB 622-626) associados às informações de índice de feixe podem ser usados em conjunto com estimativas RTT para computar a posição geográfica do UE (posicionamento baseado em RTT mais AOA/AOD).

[0117] A **Figura 9** ilustra um método exemplificativo 900 para calcular um RTT de um UE (por exemplo, UE 102) realizado por um nó principal, tal como uma estação-base servidora ou estação-base não servidora (por exemplo, qualquer um dos gNBs 502, 622-626). O método 900 pode ser realizado, por exemplo, pelo dispositivo de comunicação 314 e/ou pelo sistema de processamento 334 do aparelho 304 na Figura 3, com base na execução do componente de medição RTT 354. Em 902, o nó principal (por exemplo, o dispositivo de comunicação 314) envia, para o UE 102, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, uma pluralidade de sinais de medição RTT de enlace descendente em uma pluralidade de

células correspondentes suportadas pelo nó principal. Em 904, o nó principal (por exemplo, o dispositivo de comunicação 314) envia, para o UE 102, um comando para relatar um tempo de chegada de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT de enlace descendente. Em 906, o nó principal (por exemplo, o dispositivo de comunicação 314, ou o sistema de processamento 334 do dispositivo de comunicação 314) recebe, a partir do UE 102, um relatório RTT de enlace ascendente que compreende o tempo de chegada de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT de enlace descendente em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente do UE e um parâmetro de ajuste de temporização de enlace ascendente do UE. Em 908, o nó principal (por exemplo, o sistema de processamento 334) calcula um RTT entre o UE e o nó principal com base em uma combinação do tempo de chegada da pluralidade de sinais de medição RTT de enlace descendente, o parâmetro de ajuste de temporização, e um tempo de chegada do relatório RTT de enlace ascendente no nó principal em relação a um tempo de sistema do nó principal.

[0118] A **Figura 10** ilustra um método exemplificativo 1000 para calcular um RTT em um UE (por exemplo, UE 102). O método 1000 pode ser realizado, por exemplo, pelo dispositivo de comunicação 308 e/ou pelo sistema de processamento 332 na Figura 3, com base na execução do componente de medição RTT 352.

[0119] Em 1002, o UE 102 (por exemplo, o dispositivo de comunicação 308, ou o sistema de processamento 332 do dispositivo de comunicação 308) recebe, a partir de uma primeira estação-base (por exemplo,

qualquer um dos gNBs 502 e 622-626), um sinal de controle que instrui o UE a enviar um sinal de medição RTT de enlace ascendente durante um bloco de recurso predefinido de um subquadro. Em um aspecto, o UE 102 recebe o sinal de controle no PDCCH. Em um aspecto, o sinal de medição RTT de enlace ascendente compreende um sinal de banda larga. Em um aspecto, a primeira estação-base é uma estação-base servidora para o UE 102.

[0120] Em 1004, o UE 102 (por exemplo, o dispositivo de comunicação 308, ou o sistema de processamento 332 para o dispositivo de comunicação 308) transmite, para uma ou mais estações-base (por exemplo, qualquer um dos gNBs 502, 622-626), o sinal de medição RTT de enlace ascendente durante o bloco de recurso predefinido do subquadro, em que pelo menos uma estação-base da uma ou mais estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT de enlace ascendente em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de pelo menos uma estação-base. Em um aspecto, a uma ou mais estações-base são estações-base vizinhas da primeira estação-base dentro da faixa de comunicação do UE.

[0121] Em 1006, o UE 102 (por exemplo, o dispositivo de comunicação 308, ou o sistema de processamento 332 do dispositivo de comunicação 308) recebe, a partir de pelo menos uma estação-base, uma resposta RTT de enlace descendente, sendo que a resposta RTT de enlace descendente inclui o tempo de chegada do sinal de medição RTT de enlace ascendente. Em um aspecto, o UE 102 recebe uma resposta RTT de enlace descendente que inclui um tempo de chegada do sinal de medição RTT de

enlace ascendente a partir de cada uma dentre a uma ou mais estações-base.

[0122] Em 1008, o UE 102 (por exemplo, o dispositivo de comunicação 308) calcula um RTT entre o UE 102 e a pelo menos uma estação-base com base em um tempo de chegada da resposta RTT de enlace descendente no UE 102, um parâmetro de ajuste de temporização do UE 102 e o tempo de chegada do sinal de medição RTT de enlace ascendente em relação a um tempo de sistema de enlace descendente do UE 102. O UE 102 recebe o parâmetro de ajuste de temporização de enlace ascendente a partir da primeira estação-base. Em um aspecto, o RTT é a soma do tempo de chegada da resposta RTT de enlace descendente, do parâmetro de ajuste de temporização e do tempo de chegada do sinal de medição RTT de enlace ascendente em relação ao tempo de sistema de enlace descendente do UE 102.

[0123] A **Figura 11** ilustra an método exemplificativo 1100 para determinar múltiplos RTTs para um UE, de acordo com aspectos da revelação, tal como uma estação-base servidora ou uma estação-base não servidora (por exemplo, qualquer um dos gNBs 502, 622-626). O método 1100 pode ser realizado, por exemplo, pelo dispositivo de comunicação 314 e/ou pelo sistema de processamento 334 do aparelho 304 na Figura 3, com base na execução do componente de medição RTT 354.

[0124] Em 1102, o nó principal (por exemplo, o dispositivo de comunicação 314) envia, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó principal.

[0125] Em 1104, o nó principal (por exemplo, o dispositivo de comunicação 314) recebe, a partir do UE, informações indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medições RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós. Em um aspecto, a pluralidade de outros nós pode ser estações-base vizinhas dentro da faixa de comunicação do UE. Em um aspecto, a pluralidade de sinais de medição RTT pode ser sinais de banda larga. Em um aspecto, a pluralidade de sinais de medição RTT pode ser transmitida em recursos de baixa reutilização. Em um aspecto, pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós transmite pelo menos um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT em um ou mais feixes de transmissão, em que o UE relata uma identidade para pelo menos um feixe de transmissão do um ou mais feixes de transmissão, em que a identidade para o pelo menos um feixe de transmissão permite uma determinação de um AOD para o UE.

[0126] Em 1106, o nó principal (por exemplo, o dispositivo de comunicação 314) recebe, a partir do UE, um sinal de resposta RTT. Em um aspecto o sinal de resposta RTT pode ser transmitido em recursos de baixa reutilização. Em um aspecto, pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós recebe a resposta RTT em um ou mais feixes de recepção, em que uma identidade para o pelo menos um feixe de recepção permite uma determinação de um AOA para o UE. Em um aspecto, pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós utiliza múltiplos

feixes de recepção, em que, com base em pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós que têm menos cadeias receptoras de hardware que um número dos múltiplos feixes de recepção, o UE transmite a resposta RTT múltiplas vezes para permitir que o pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós realize o ciclo sequencialmente através de todos os múltiplos feixes de recepção que podem ser usados para receber a resposta RTT a partir do UE. Em um aspecto, o nó principal envia um comando para o UE para transmitir a resposta RTT múltiplas vezes.

[0127] Em 1108, o nó principal (por exemplo, o sistema de processamento 334) obtém um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT.

[0128] Em 1110, o nó principal (por exemplo, o sistema de processamento 334) obtém um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT. Em um aspecto, a obtenção do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT pode incluir pelo menos um dentre: (1) determinar o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT com base em um conteúdo do sinal de resposta RTT, (2) receber o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT em uma mensagem separada do UE, ou (3) determinar pelo nó principal o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT e enviar o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT para o UE antes do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT.

[0129] Em 1112, o nó principal (por exemplo, o dispositivo de comunicação 314) recebe, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros

nós. Em um aspecto, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós podem incluir informações indicativas de um tempo de transmissão de cada um dos sinais de medição RTT transmitidos pela pluralidade de outros nós e informações indicativas de um tempo de chegada do sinal de resposta RTT em cada um dentre a pluralidade de outros nós.

[0130] Em 1114, o nó principal (por exemplo, o dispositivo de comunicação 314 ou o sistema de processamento 334) permite a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT de enlace descendente, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0131] Em um aspecto, a permissão em 1114 inclui realizar a determinação no nó principal. Em um aspecto, a permissão em 1114 inclui enviar, para um servidor de localização, pelo menos um dentre o tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT de enlace descendente, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um

dentre a pluralidade de outros nós e o parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

[0132] Em um aspecto, embora não ilustrado, o método 1100 pode incluir adicionalmente enviar, para o UE, um sinal de controle que indica que o nó principal e a pluralidade de outros nós irão transmitir a pluralidade de sinais de medição RTT durante uma pluralidade de símbolos predefinidos de subquadros de enlace descendente. O nó principal pode enviar o sinal de controle em um PDCCH. O sinal de controle pode solicitar adicionalmente que o UE relate as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT. O UE pode incluir as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT em uma carga útil para o sinal de resposta RTT. Nesse caso, a recepção em 1104 pode incluir decodificar a carga útil para o sinal de resposta RTT. Cada nó dentre a pluralidade de outros nós pode calcular um respectivo RTT entre o UE e cada nó com base em: (1) um tempo de transmissão em cada nó de um sinal de medição RTT de enlace descendente na pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por cada nó, (2) as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT incluídos na carga útil para o sinal de resposta RTT, (3) o tempo de chegada em cada nó do sinal de resposta RTT, e (4) um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, em que cada nó determina o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT e as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT incluídos na carga

útil para o sinal de resposta RTT por meio da demodulação e decodificação do sinal de resposta RTT, em que as informações recebidas pelo nó principal a partir de cada nó indicativo do RTT entre o UE e cada nó compreende o respectivo RTT calculado.

[0133] Em um aspecto, embora não ilustrado, o método 1100, pode incluir adicionalmente enviar o parâmetro de ajuste de temporização para o UE ou receber parâmetro de ajuste de temporização a partir do UE. O UE pode enviar a resposta RTT em um PUSCH.

[0134] A Figura 12 ilustra um método exemplificativo 1200 para determinar múltiplos RTTs em um UE (por exemplo, UE 102). O método 1000 pode ser realizado, por exemplo, pelo dispositivo de comunicação 308 e/ou pelo sistema de processamento 332 na Figura 3, com base na execução do componente de medição RTT 352.

[0135] Em 1202, o UE (por exemplo, o dispositivo de comunicação 308) transmite, para uma pluralidade de estações-base (por exemplo, qualquer um dos gNBs 502, 622-626), um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de cada estação-base. Em um aspecto, a pluralidade de estações-base pode ser estações-base vizinhas dentro da faixa de comunicação do UE. Em um aspecto, o UE pode transmitir o sinal de medição RTT em um PUSCH. Em um aspecto, o sinal de medição RTT pode ser um sinal de banda larga.

[0136] Em um aspecto, pelo menos uma estação-base da pluralidade de estações-base recebe o sinal de

medição RTT em cada um dentre um ou mais feixes de recepção de pelo menos uma estação-base. Em um aspecto, a pelo menos uma estação-base pode utilizar múltiplos feixes de recepção e, em que, com base na pelo menos uma estação-base que tem menos cadeias receptoras de hardware que um número dos múltiplos feixes de recepção, o UE recebe um comando para transmitir o sinal de medição RTT múltiplas vezes para permitir que a pelo menos uma estação-base realize o ciclo sequencialmente através de todos os múltiplos feixes de recepção que podem ser usados por pelo menos uma estação-base para receber o sinal de medição RTT a partir do UE.

[0137] Em 1204, o UE recebe, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base. Em um aspecto, pelo menos uma estação-base da pluralidade de estações-base pode transmitir o sinal de resposta RTT em cada um dentre o um ou mais feixes de transmissão da pelo menos uma estação-base. Em um aspecto, o sinal de medição RTT e os sinais de resposta RTT podem ser transmitidos em recursos de baixa reutilização.

[0138] Em 1206, o UE obtém um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base.

[0139] Em 1208, o UE obtém informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base. Em um aspecto, cada estação-base da pluralidade de estações-base inclui o tempo de chegada do sinal de medição

RTT medido por cada estação-base em uma carga útil do sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base. Nesse caso, a obtenção em 1208 pode incluir demodular e decodificar o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base. Em um aspecto, a obtenção em 1208 pode incluir receber as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base a partir de uma estação-base servidora para o UE.

[0140] Em 1208, o UE calcula um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE. O UE pode receber o parâmetro de ajuste de temporização a partir de uma estação-base servidora para o UE.

[0141] Em um aspecto, embora não ilustrado na Figura 12, o método 1200 pode incluir adicionalmente receber, a partir de uma estação-base servidora para o UE, um sinal de controle que instrui o UE a transmitir o sinal de medição RTT durante um bloco de recurso predefinido de um subquadro. Em um aspecto, o UE pode receber o sinal de controle em um PDCCH.

[0142] Em um aspecto, embora não ilustrado na Figura 12, o método 1200 pode incluir adicionalmente

receber, a partir de uma estação-base servidora para o UE, uma instrução para procurar o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base.

[0143] A **Figura 13** ilustra um aparelho de nó principal exemplificativo 1300 (por exemplo, qualquer um dos eNBs 202-206 ou gNBs 502 e 622-626) representados como uma série de módulos funcionais interrelacionados conectados por um barramento comum. Um módulo para enviar 1302 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou a sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para enviar 1304 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para receber 1306 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para calcular 1308 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento.

[0144] A **Figura 14** ilustra um aparelho de

equipamento de usuário exemplificativo 1400, tal como o UE 102, representado como uma série de módulos funcionais interrelacionados conectados por um barramento comum. Um módulo para receber 1402 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para transmitir 1404 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para receber 1406 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para calcular 1408 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, e/ou a dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3, conforme discutido no presente documento.

[0145] A **Figura 15** ilustra um aparelho de nó principal exemplificativo 1500 (por exemplo, qualquer um dos eNBs 202-206 ou gNBs 502 e 622-626) representados como uma série de módulos funcionais interrelacionados conectados por um barramento comum. Um módulo para enviar

1502 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para receber 1504 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para receber 1506 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para obter 1508 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para obter 1510 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para receber 1512 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na

Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para permitir 1514 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 314 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 334 na Figura 3, conforme discutido no presente documento.

[0146] A **Figura 16** ilustra um aparelho de equipamento de usuário exemplificativo 1600, tal como o UE 102, representado como uma série de módulos funcionais interrelacionados conectados por um barramento comum. Um módulo para transmitir 1602 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para receber 1604 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para obter 1606 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3 e/ou um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para obter 1608 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por

exemplo, a um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, e/ou a dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3, conforme discutido no presente documento. Um módulo para calcular 1610 pode corresponder, pelo menos em alguns aspectos, por exemplo, a um sistema de processamento, tal como o sistema de processamento 332 na Figura 3, e/ou a dispositivo de comunicação, tal como o dispositivo de comunicação 308 na Figura 3, conforme discutido no presente documento.

[0147] A funcionalidade dos módulos das Figuras 13 a 16 pode ser implementada de várias maneiras consistentes com os ensinamentos no presente documento. Em alguns projetos, a funcionalidade desses módulos pode ser implementada como um ou mais componentes elétricos. Em alguns projetos, a funcionalidade desses blocos pode ser implementada como um sistema de processamento que inclui um ou mais componentes de processador. Em alguns projetos, a funcionalidade desses módulos pode ser implementada com o uso, por exemplo, de pelo menos uma porção de um ou mais circuitos integrados (por exemplo, um ASIC). Conforme discutido no presente documento, um circuito integrado pode incluir um processador, software, outros componentes relacionados ou alguma combinação dos mesmos. Desse modo, a funcionalidade de módulos diferentes pode ser implementada, por exemplo, como subconjuntos diferentes de um circuito integrado, como subconjuntos diferentes de um conjunto de módulos de software, ou uma combinação dos mesmos. Além disso, será observado que um determinado subconjunto (por exemplo, de um circuito integrado e/ou de um conjunto de

módulos de software) pode fornecer pelo menos uma porção da funcionalidade para mais de um módulo.

[0148] Além disso, os componentes e funções representados pelas Figuras 13 a 16, assim como outros componentes e funções descritos no presente documento, podem ser implementados com o uso de quaisquer meios adequados. Tais meios também podem ser implementados, pelo menos em parte, com o uso de estrutura correspondente, conforme ensinado no presente documento. Por exemplo, os componentes descritos acima em conjunto com os componentes "módulo para" das Figuras 13 a 16 também podem corresponder à funcionalidade "meios para" similarmente designada. Desse modo, em alguns aspectos, um ou mais de tais meios podem ser implementados com o uso de um ou mais componentes de processador, circuitos integrados, ou outra estrutura adequada, conforme ensinado no presente documento.

[0149] Aqueles versados na técnica irão observar que as informações e sinais podem ser representados com o uso de uma variedade de tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos, e circuitos integrados que podem ser referenciados por toda a descrição acima podem ser representados por tensões, correntes, ondas eletromagnéticas, partículas ou campos magnéticos, partículas ou campos ópticos ou qualquer combinação dos mesmos.

[0150] Ademais, aqueles versados na técnica irão observar que vários blocos lógicos, módulos, circuitos e etapas de algoritmo ilustrativos descritos em conjunto com os aspectos revelados no presente documento podem ser

implementados como hardware eletrônico, software de computador ou combinações de ambos. Para ilustrar claramente essa intercambialidade de hardware e software, vários componentes, blocos, módulos, circuitos e etapas ilustrativos foram descritos acima geralmente em termos de sua funcionalidade. A possibilidade de tal funcionalidade ser implementada como hardware ou software, depende da aplicação particular e das restrições de projeto impostas ao sistema geral. Versados na técnica podem implementar a funcionalidade descrita em modos variáveis para cada aplicação em particular, porém tais decisões de implementação não deveriam ser interpretadas como que por se afastar do escopo da presente revelação.

[0151] Os vários blocos lógicos, módulos e circuitos ilustrativos descritos em conjunto com os aspectos revelados no presente documento podem ser implementados ou realizados com um processador de propósito geral, um DSP, um ASIC, um FPGA ou outro dispositivo lógico programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação dos mesmos projetados para realizar as funções descritas no presente documento. Um processador de uso geral pode ser um microprocessador, porém na alternativa, o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador ou máquina de estado convencional. Um processador também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP ou qualquer outra tal configuração.

[0152] Os métodos, sequências e/ou algoritmos descritos em conjunto com os aspectos revelados no presente documento podem ser incorporados diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador ou em uma combinação dos dois. Um módulo de software pode residir na memória de acesso aleatório (RAM), memória flash, memória somente de leitura (ROM), ROM programável apagável (EPROM), ROM programável eletricamente apagável (EEPROM), registros, disco rígido, um disco removível, um CD-ROM, ou qualquer outra forma de meio de armazenamento na técnica. Um meio de armazenamento legível por computador é acoplado ao processador, de modo que o processador possa ler informações a partir de, e gravar informações no meio de armazenamento. Na alternativa, o meio de armazenamento pode ser integral com o processador. O processador e o meio de armazenamento podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário (por exemplo, UE). Em alternativa, o processador e o meio de armazenamento podem residir como componentes discretos em um terminal de usuário.

[0153] Em um ou mais aspectos exemplificativos, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware ou qualquer combinação dos mesmos. Caso implementadas em software, as funções podem ser armazenadas ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. Meios legíveis por computador incluem ambos meio de armazenamento de computador e meio de comunicação que inclui qualquer meio que facilite transferir um programa de computador a partir de um local para outro. Uma

mídia de armazenamento pode ser qualquer mídia disponível que possa ser acessada por um computador. A título de exemplo e sem limitação, tal mídia legível por computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento de disco óptico, armazenamento de disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outro meio que possa ser usado para portar ou armazenar código de programa desejado sob a forma de instruções ou estruturas de dados e que possa ser acessado por um computador. Além disso, qualquer conexão é adequadamente denominada um meio legível por computador. Por exemplo, se o software for transmitido a partir de um site da web, servidor ou outra fonte remota com o uso de um cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, linha de assinante digital (DSL) ou tecnologias sem fio como infravermelho, rádio e micro-ondas, então, o cabo coaxial, o cabo de fibra óptica, o par trançado, a DSL ou as tecnologias sem fio como infravermelho, rádio e micro-ondas estão incluídos na definição de meio. Disco magnético e disco óptico, conforme usado no presente documento, incluem disco compacto (CD), disco a laser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disquete e disco Blu-ray, em que os discos magnéticos geralmente reproduzem dados magneticamente, enquanto os discos ópticos reproduzem dados opticamente com lasers. As combinações do supracitado também devem ser abrangidas pelo escopo de meios legíveis por computador.

[0154] Embora a revelação anteriormente mencionada mostre aspectos ilustrativos da revelação, deve-se observar que várias alterações e modificações podem ser

realizadas no presente documento sem que se afaste do escopo da invenção, conforme definido pelas reivindicações anexas. As funções, etapas e/ou ações das reivindicações de método, de acordo com os aspectos da revelação descrita no presente documento, não precisam ser realizadas em nenhuma ordem particular. Além disso, embora os elementos da revelação possam ser descritos ou reivindicados no singular, o plural é contemplado, exceto se a limitação ao singular for explicitamente estabelecida.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) para um equipamento de usuário (UE) executado por um nó principal que compreende:

enviar, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó principal;

receber, a partir do UE, informações indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós;

receber, a partir do UE, um sinal de resposta RTT;

obter um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT;

obter um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT;

receber, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT

entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós; e

permitir a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo

de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o nó principal é um Nó B (gNB) Novo Rádio (NR) servidor para o UE.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, que compreende adicionalmente enviar, para o UE, um sinal de controle que indica que o nó principal e a pluralidade de outros nós irão transmitir a pluralidade de sinais de medição RTT durante uma pluralidade de símbolos predefinidos de subquadros de enlace descendente.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, em que o sinal de controle solicita adicionalmente que o UE relate as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, em que o UE inclui as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT em uma carga útil para o sinal de resposta RTT, em que a recepção, a partir do UE, das informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT compreende decodificar a carga útil para o sinal de resposta RTT.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, em que cada nó dentre a pluralidade de outros nós calcula um respectivo RTT entre o UE e cada nó com base em:

um tempo de transmissão em cada nó de um sinal de

medição RTT de enlace descendente na pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por cada nó;

as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT incluídos na carga útil para o sinal de resposta RTT,

um tempo de chegada em cada nó do sinal de resposta RTT, e

um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, em que cada nó determina o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT e as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT incluídos na carga útil para o sinal de resposta RTT por meio da demodulação e decodificação do sinal de resposta RTT, em que as informações recebidas pelo nó principal a partir de cada nó indicativo do RTT entre o UE e cada nó compreende o respectivo RTT calculado.

7. Método, de acordo com a reivindicação 3, em que o nó principal envia o sinal de controle em um canal de controle de enlace descendente físico (PDCCH).

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a pluralidade de outros nós compreende estações-base vizinhas dentro da faixa de comunicação do UE.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende adicionalmente enviar o parâmetro de ajuste de temporização para o UE ou receber o parâmetro de ajuste de temporização a partir do UE.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o UE envia o sinal de resposta RTT em um canal compartilhado de enlace ascendente físico (PUSCH).

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, em

que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende sinais de banda larga.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a pluralidade de sinais de medição RTT e o sinal de resposta RTT são transmitidos em recursos de reutilização baixa.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós transmite pelo menos um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT em um ou mais feixes de transmissão, em que o UE relata uma identidade para pelo menos um feixe de transmissão do um ou mais feixes de transmissão, em que a identidade para o pelo menos um feixe de transmissão permite uma determinação de um ângulo de partida (AOD) para o UE.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós recebe o sinal de resposta RTT em um ou mais feixes de recepção, em que uma identidade para o pelo menos um feixe de recepção permite uma determinação de um ângulo de chegada (AOA) para o UE.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós utiliza múltiplos feixes de recepção, em que, com base em pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós que têm menos cadeias receptoras de hardware que um número dos múltiplos feixes de recepção, o UE transmite o sinal de resposta RTT múltiplas vezes para permitir que o pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós realize o ciclo sequencialmente

através de todos os múltiplos feixes de recepção que podem ser usados para receber o sinal de resposta RTT a partir do UE.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, em que o nó principal envia um comando para o UE para transmitir o sinal de resposta RTT múltiplas vezes.

17. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós compreende informações indicativas de um tempo de transmissão de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT transmitidos pela pluralidade de outros nós e informações indicativas de um tempo de chegada do sinal de resposta RTT em cada um dentre a pluralidade de outros nós.

18. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que obter o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT compreende pelo menos um dentre:

determinar o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT com base em um conteúdo do sinal de resposta RTT,

receber o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT em uma mensagem separada a partir do UE; ou

determinar pelo nó principal o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT e enviar o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT para o UE antes do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT.

19. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a permissão da determinação do RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós compreende realizar a determinação no nó

principal.

20. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que a permissão da determinação do RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós compreende enviar, para um servidor de localização, pelo menos um dentre o tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e o parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

21. Método para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) em um equipamento de usuário (UE) que compreende:

transmitir, para uma pluralidade de estações-base, um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de cada estação-base;

receber, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base;

obter um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base;

obter informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de

transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base; e

calcular um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, que compreende adicionalmente receber, a partir de uma estação-base servidora para o UE, um sinal de controle que instrui o UE a transmitir o sinal de medição RTT durante um bloco de recurso predefinido de um subquadro.

23. Método, de acordo com a reivindicação 22, em que o UE recebe o sinal de controle em um canal de controle de enlace descendente físico (PDCCH).

24. Método, de acordo com a reivindicação 21, que compreende adicionalmente receber, a partir de uma estação-base servidora para o UE, uma instrução para procurar o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base.

25. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que o UE recebe o parâmetro de ajuste de temporização a partir de uma estação-base servidora para o UE.

26. Método, de acordo com a reivindicação 21, em

que o UE transmite o sinal de medição RTT em um canal compartilhado de enlace ascendente físico (PUSCH).

27. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que a pluralidade de estações-base compreende estações-base vizinhas dentro da faixa de comunicação do UE.

28. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que o sinal de medição RTT compreende um sinal de banda larga.

29. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que pelo menos uma estação-base da pluralidade de estações-base transmite o sinal de resposta RTT em cada um dentre um ou mais feixes de transmissão de pelo menos uma estação-base.

30. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que pelo menos uma estação-base da pluralidade de estações-base recebe o sinal de medição RTT em cada um dentre um ou mais feixes de recepção de pelo menos uma estação-base.

31. Método, de acordo com a reivindicação 30, em que a pelo menos uma estação-base utiliza múltiplos feixes de recepção e, em que, com base na pelo menos uma estação-base que tem menos cadeias receptoras de hardware que um número dos múltiplos feixes de recepção, o UE recebe um comando para transmitir o sinal de medição RTT múltiplas vezes para permitir que a pelo menos uma estação-base realize o ciclo sequencialmente através de todos os múltiplos feixes de recepção que podem ser usados por pelo menos uma estação-base para receber o sinal de medição RTT a partir do UE.

32. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que o sinal de medição RTT e o sinal de resposta RTT são

transmitidos em recursos de baixa reutilização.

33. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base inclui o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base em uma carga útil do sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base, em que a obtenção das informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base compreende demodular e decodificar o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base.

34. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que obter as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base compreende receber as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base a partir de uma estação-base servidora para o UE.

35. Aparelho para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) para um equipamento de usuário (UE) que compreende:

um dispositivo de comunicação de um nó principal configurado para:

enviar, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó

principal;

receber, a partir do UE, informações indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós;

receber, a partir do UE, um sinal de resposta RTT, e pelo menos um processador do nó principal configurado para:

obter um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, e

obter um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT,

em que o dispositivo de comunicação é adicionalmente configurado para receber, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, e

em que o pelo menos um processador é adicionalmente configurado para permitir a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e um parâmetro de ajuste

de temporização para o UE.

36. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que o nó principal é um Nó B (gNB) Novo Rádio (NR) servidor para o UE.

37. Aparelho, de acordo com a reivindicação 36, em que o dispositivo de comunicação é adicionalmente configurado para enviar, para o UE, um sinal de controle que indica que o nó principal e a pluralidade de outros nós irão transmitir a pluralidade de sinais de medição RTT durante uma pluralidade de símbolos predefinidos de subquadros de enlace descendente.

38. Aparelho, de acordo com a reivindicação 37, em que o sinal de controle solicita adicionalmente que o UE relate as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT.

39. Aparelho, de acordo com a reivindicação 38, em que o UE inclui as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT em uma carga útil para o sinal de resposta RTT, em que o dispositivo de comunicação que é configurado para receber, a partir do UE, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o dispositivo de comunicação que é configurado para decodificar a carga útil para o sinal de resposta RTT.

40. Aparelho, de acordo com a reivindicação 39, em que cada nó dentre a pluralidade de outros nós calcula um respectivo RTT entre o UE e cada nó com base em:

um tempo de transmissão em cada nó de um sinal de medição RTT de enlace descendente na pluralidade de outros

sinais de medição RTT transmitidos por cada nó;

as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT incluídos na carga útil para o sinal de resposta RTT,

um tempo de chegada em cada nó do sinal de resposta RTT; e

um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, em que cada nó determina o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT e as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT incluídos na carga útil para o sinal de resposta RTT por meio da demodulação e decodificação do sinal de resposta RTT, em que as informações recebidas pelo nó principal a partir de cada nó indicativo do RTT entre o UE e cada nó compreende o respectivo RTT calculado.

41. Aparelho, de acordo com a reivindicação 37, em que o dispositivo de comunicação envia o sinal de controle em um canal de controle de enlace descendente físico (PDCCH).

42. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que a pluralidade de outros nós compreende estações-base vizinhas dentro da faixa de comunicação do UE.

43. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que o dispositivo de comunicação é adicionalmente configurado para enviar o parâmetro de ajuste de temporização para o UE ou receber o parâmetro de ajuste de temporização a partir do UE.

44. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que o dispositivo de comunicação recebe o sinal de resposta RTT em um canal compartilhado de enlace ascendente

físico (PUSCH).

45. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende sinais de banda larga.

46. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que a pluralidade de sinais de medição RTT e o sinal de resposta RTT são transmitidos em recursos de reutilização baixa.

47. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós transmite pelo menos um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT em um ou mais feixes de transmissão, em que o UE relata uma identidade para pelo menos um feixe de transmissão do um ou mais feixes de transmissão, em que a identidade para o pelo menos um feixe de transmissão permite uma determinação de um ângulo de partida (AOD) para o UE.

48. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós recebe o sinal de resposta RTT em um ou mais feixes de recepção, em que uma identidade para o pelo menos um feixe de recepção permite uma determinação de um ângulo de chegada (AOA) para o UE.

49. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós utiliza múltiplos feixes de recepção, em que, com base em pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós que têm menos cadeias receptoras de hardware que um número dos múltiplos feixes de recepção, o UE transmite o sinal de resposta RTT múltiplas vezes para

permitir que o pelo menos um dentre o nó principal e a pluralidade de outros nós realize o ciclo sequencialmente através de todos os múltiplos feixes de recepção que podem ser usados para receber o sinal de resposta RTT a partir do UE.

50. Aparelho, de acordo com a reivindicação 49, em que o nó principal envia um comando para o UE para transmitir o sinal de resposta RTT múltiplas vezes.

51. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós compreende informações indicativas de um tempo de transmissão de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT transmitidos pela pluralidade de outros nós e informações indicativas de um tempo de chegada do sinal de resposta RTT em cada um dentre a pluralidade de outros nós.

52. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que o pelo menos um processador que é configurado para obter o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT compreende o pelo menos um processador que é configurado para pelo menos um dentre:

determinar o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT com base em um conteúdo do sinal de resposta RTT;

receber o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT em uma mensagem separada a partir do UE; ou

determinar pelo nó principal o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT e enviar o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT para o UE antes do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT.

53. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que o pelo menos um processador que é configurado para permitir a determinação do RTT entre o UE e o nó principal e

entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós compreende o pelo menos um processador que é configurado para realizar a determinação.

54. Aparelho, de acordo com a reivindicação 35, em que o pelo menos um processador que é configurado para permitir a determinação do RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós compreende o pelo menos um processador que é configurado para direcionar o dispositivo de comunicação para enviar, para um servidor de localização, pelo menos um dentre o tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e o parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

55. Aparelho para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) em um equipamento de usuário (UE) que compreende:

um transceptor do UE configurado para:

transmitir, para uma pluralidade de estações-base, um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de

subquadro de enlace descendente de cada estação-base; e

receber, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base; e pelo menos um processador do UE configurado para:

obter um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base;

obter informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base; e

calcular um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

56. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que o transceptor é adicionalmente configurado para receber, a partir de uma estação-base servidora para o UE, um sinal de controle que instrui o UE a transmitir o sinal de medição RTT durante um bloco de recurso predefinido de um subquadro.

57. Aparelho, de acordo com a reivindicação 56,

em que o transceptor recebe o sinal de controle em um canal de controle de enlace descendente físico (PDCCH).

58. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que o transceptor é adicionalmente configurado para receber, a partir de uma estação-base servidora para o UE, uma instrução para procurar o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base.

59. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que o UE recebe o parâmetro de ajuste de temporização a partir de uma estação-base servidora para o UE.

60. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que o UE transmite o sinal de medição RTT em um canal compartilhado de enlace ascendente físico (PUSCH).

61. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que a pluralidade de estações-base são estações-base vizinhas dentro da faixa de comunicação do UE.

62. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que o sinal de medição RTT compreende um sinal de banda larga.

63. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que pelo menos uma estação-base da pluralidade de estações-base transmite o sinal de resposta RTT em cada um dentre um ou mais feixes de transmissão de pelo menos uma estação-base.

64. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que pelo menos uma estação-base da pluralidade de estações-base recebe o sinal de medição RTT em cada um dentre um ou mais feixes de recepção de pelo menos uma estação-base.

65. Aparelho, de acordo com a reivindicação 64, em que a pelo menos uma estação-base utiliza múltiplos feixes de recepção e, em que, com base na pelo menos uma estação-base que tem menos cadeias receptoras de hardware que um número dos múltiplos feixes de recepção, o UE recebe um comando para transmitir o sinal de medição RTT múltiplas vezes para permitir que a pelo menos uma estação-base realize o ciclo sequencialmente através de todos os múltiplos feixes de recepção que podem ser usados por pelo menos uma estação-base para receber o sinal de medição RTT a partir do UE.

66. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que o sinal de medição RTT e o sinal de resposta RTT são transmitidos em recursos de baixa reutilização.

67. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base inclui o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base em uma carga útil do sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base, em que o pelo menos um processador que é configurado para obter as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base compreende o pelo menos um processador que é configurado para demodular e decodificar o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base.

68. Aparelho, de acordo com a reivindicação 55, em que o pelo menos um processador que é configurado para obter as informações para cada estação-base da pluralidade

de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base compreende o pelo menos um processador que é configurado para receber, através do transceptor, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base a partir de uma estação-base servidora para o UE.

69. Aparelho para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) para um equipamento de usuário (UE) que compreende:

meios para comunicação de um nó principal configurado para:

enviar, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó principal;

receber, a partir do UE, informações indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós;

receber, a partir do UE, um sinal de resposta RTT, e

meios para processamento do nó principal configurado para:

obter um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, e obter um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT,

em que os meios para comunicação são adicionalmente configurados para receber, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós, e

em que os meios para processamento são adicionalmente configurados para permitir a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

70. Aparelho para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) em um equipamento de usuário (UE) que compreende:

meios para comunicação do UE configurado para:

transmitir, para uma pluralidade de estações-base, um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de cada estação-base; e

receber, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base; e

meios para processamento do UE configurado para:

obter um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base;

obter informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base; e

calcular um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

71. Meio legível por computador não transitório que armazena instruções executáveis por computador

para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) para um equipamento de usuário (UE), sendo que as instruções executáveis por computador compreendem:

pelo menos uma instrução que instrui a nó principal a enviar, para o UE, durante um ou mais símbolos predefinidos de um subquadro de enlace descendente, um sinal de medição RTT em uma célula suportada pelo nó principal;

pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a receber, a partir do UE, informações

indicativas de um tempo de chegada no UE de cada um dentre uma pluralidade de sinais de medição RTT, em que a pluralidade de sinais de medição RTT compreende o sinal de medição RTT e uma pluralidade de outros sinais de medição RTT transmitidos por uma pluralidade de outros nós;

pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a receber, a partir do UE, um sinal de resposta RTT;

pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a obter um tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT;

pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a obter um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT;

pelo menos uma instrução que instrui o nó principal to receber, a partir da pluralidade de outros nós, informações indicativas de um RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós; e

pelo menos uma instrução que instrui o nó principal a permitir a determinação de um RTT entre o UE e o nó principal e entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós com base em pelo menos um dentre um tempo de transmissão no nó principal do sinal de medição RTT, as informações indicativas do tempo de chegada no UE de cada um dentre a pluralidade de sinais de medição RTT, o tempo de chegada no nó principal do sinal de resposta RTT, o tempo de transmissão do sinal de resposta RTT, as informações indicativas do RTT entre o UE e cada um dentre a pluralidade de outros nós e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

72. Meio legível por computador não transitório que armazena instruções executáveis por computador

instruções para determinar múltiplos tempos de ida e volta (RTTs) em um equipamento de usuário (UE), sendo que as instruções executáveis por computador compreendem:

pelo menos uma instrução que instrui o UE a transmitir, para uma pluralidade de estações-base, um sinal de medição RTT, em que cada estação-base da pluralidade de estações-base mede um tempo de chegada do sinal de medição RTT em relação a uma temporização de subquadro de enlace descendente de cada estação-base;

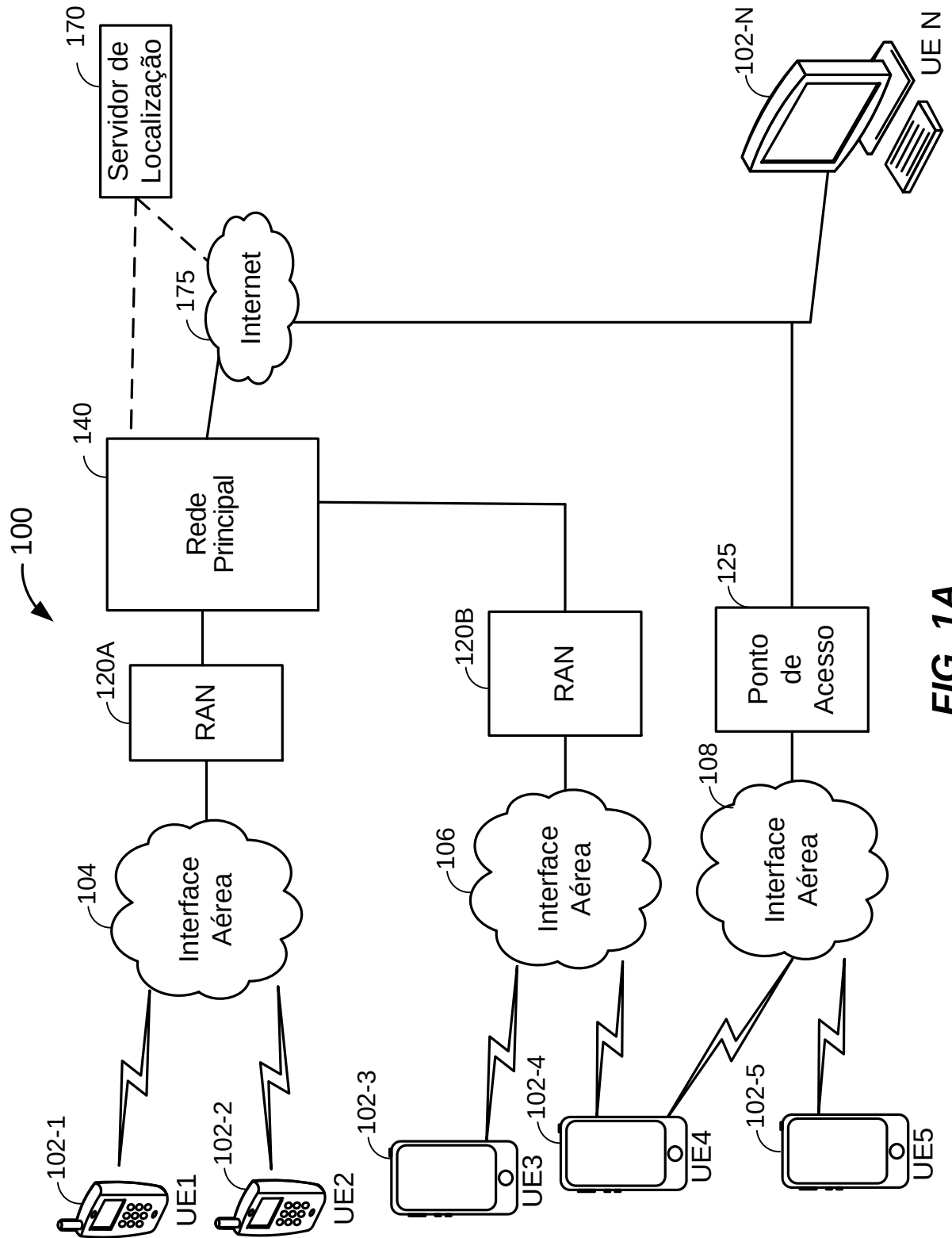
pelo menos uma instrução que instrui o UE a receber, a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base, um sinal de resposta RTT transmitido por cada estação-base;

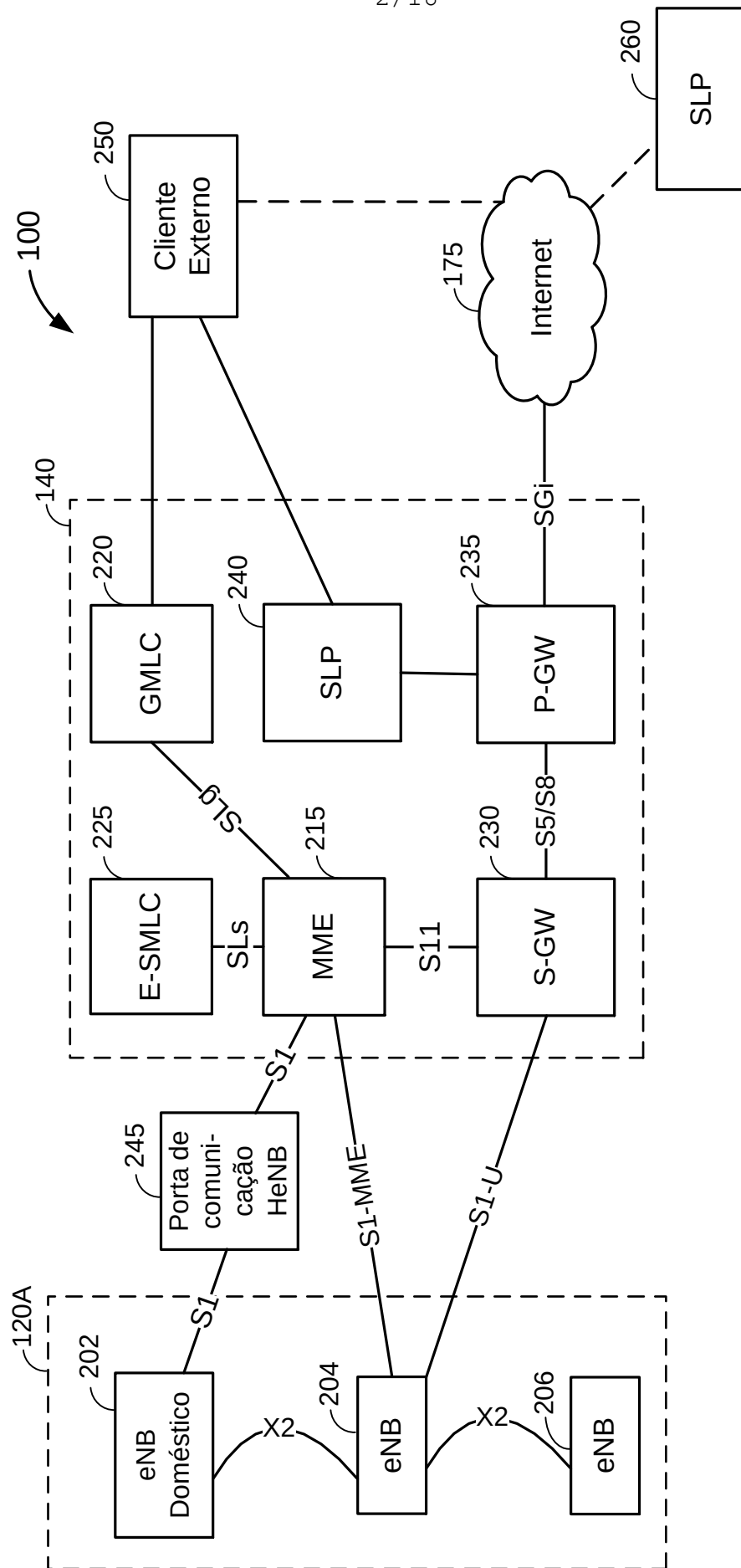
pelo menos uma instrução que instrui o UE a obter um tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base da pluralidade de estações-base;

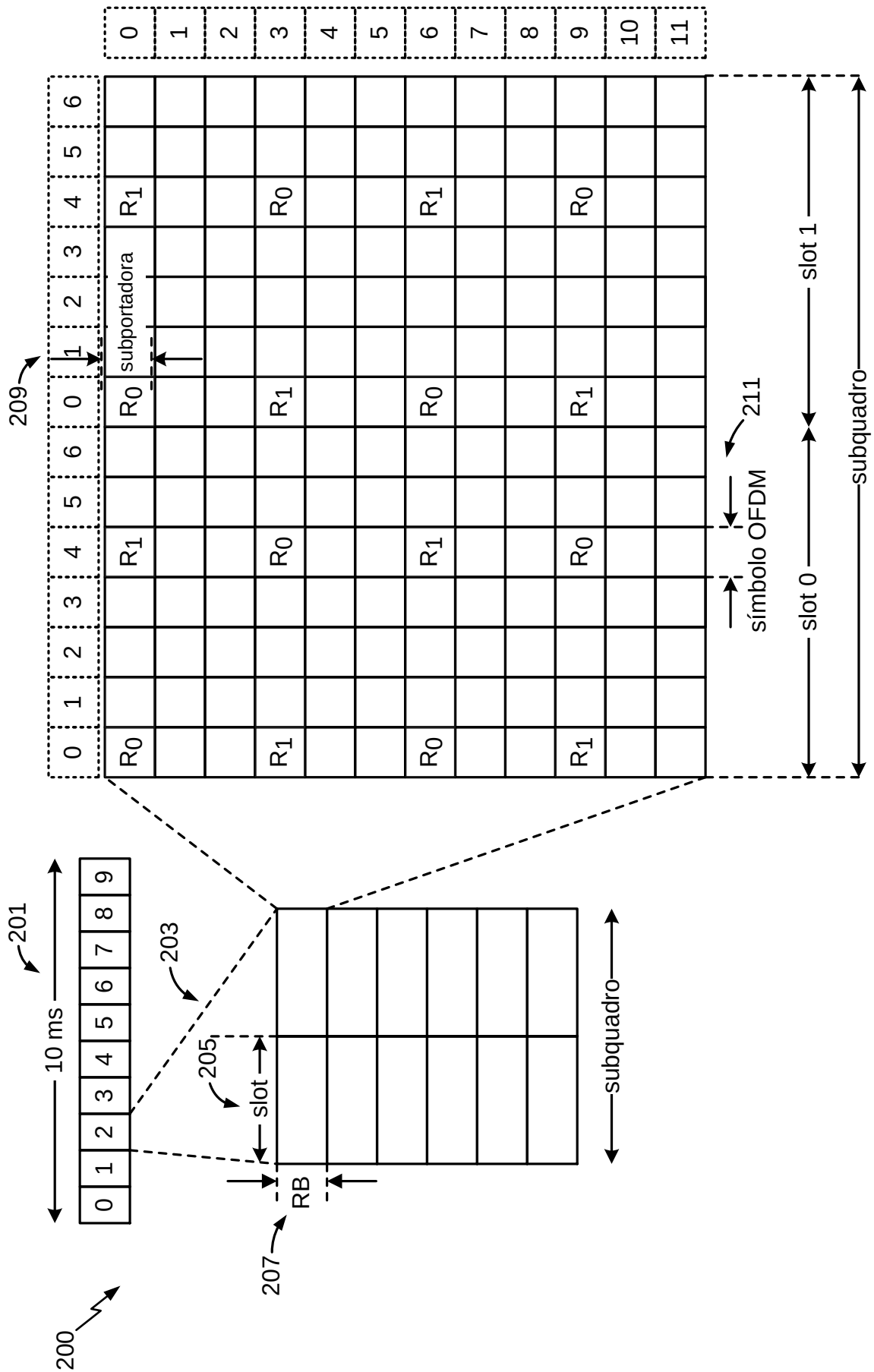
pelo menos uma instrução que instrui o UE a obter informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas de um tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base; e

pelo menos uma instrução que instrui o UE a calcular um RTT entre o UE e cada estação-base da pluralidade de estações-base em um tempo de transmissão no UE do sinal de medição RTT, o tempo de chegada no UE para o sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-

base da pluralidade de estações-base, as informações para cada estação-base da pluralidade de estações-base indicativas do tempo de transmissão do sinal de resposta RTT recebido a partir de cada estação-base e o tempo de chegada do sinal de medição RTT medido por cada estação-base e um parâmetro de ajuste de temporização para o UE.

**FIG. 1A**

**FIG. 1B**

**FIG. 2**

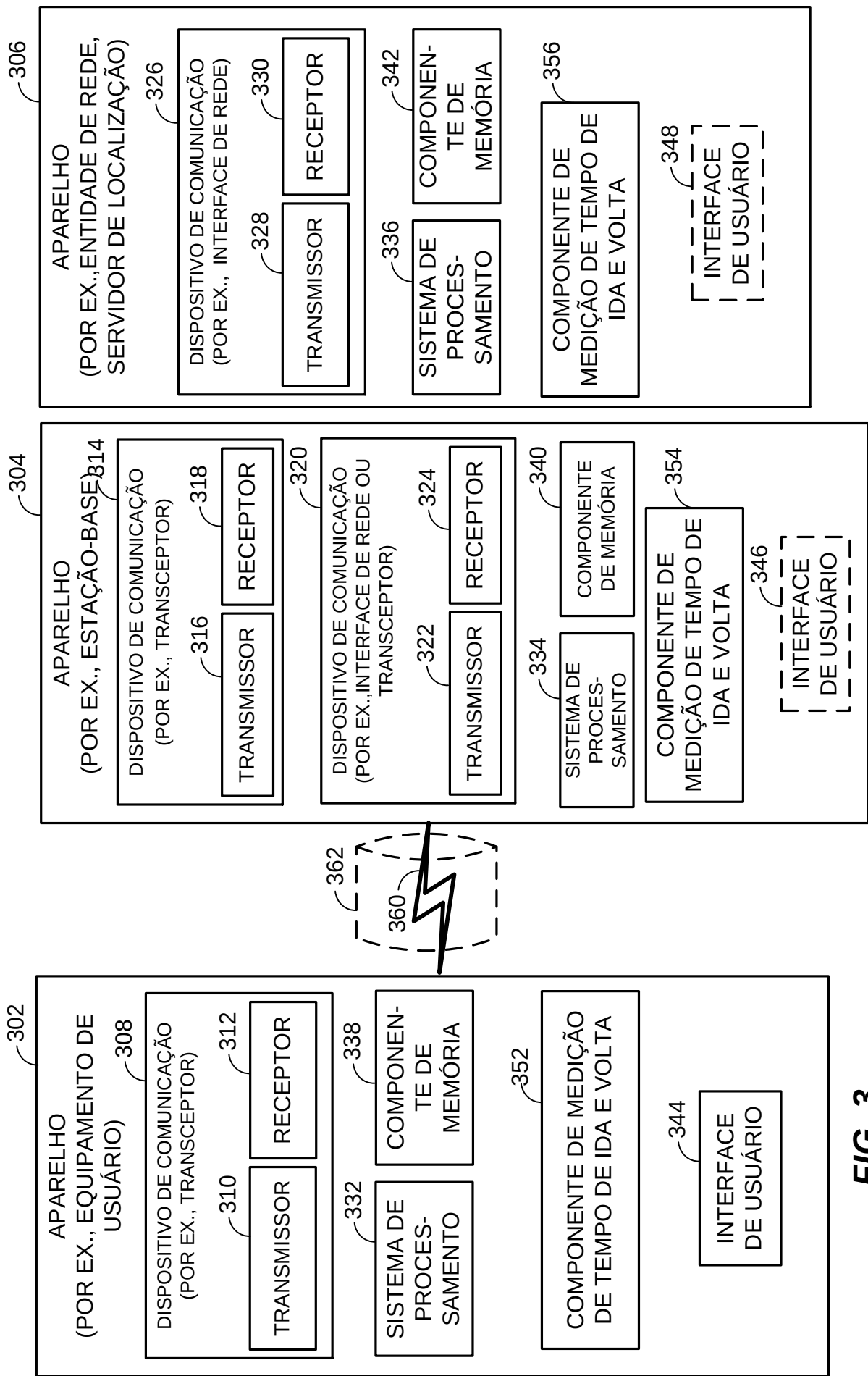
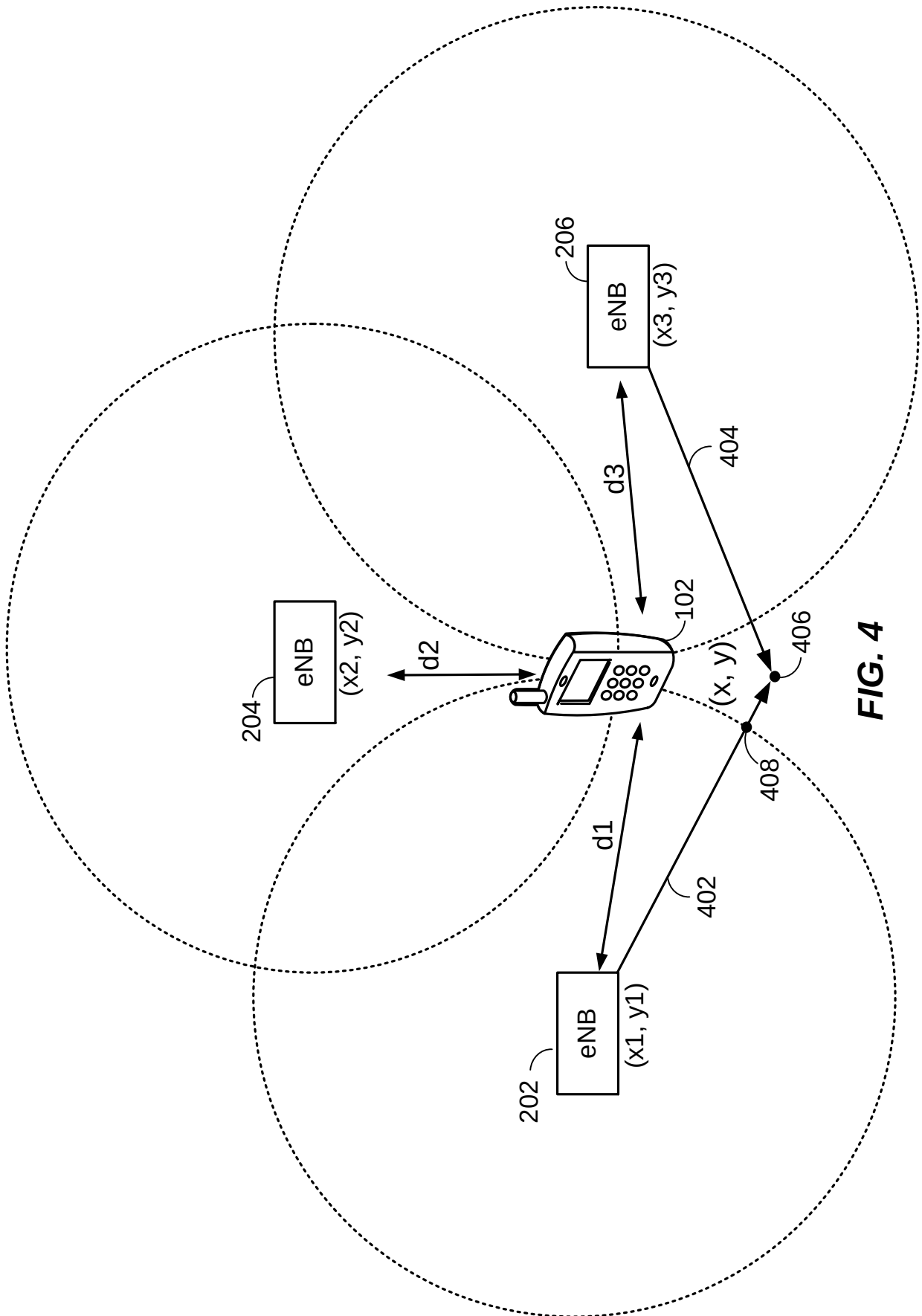
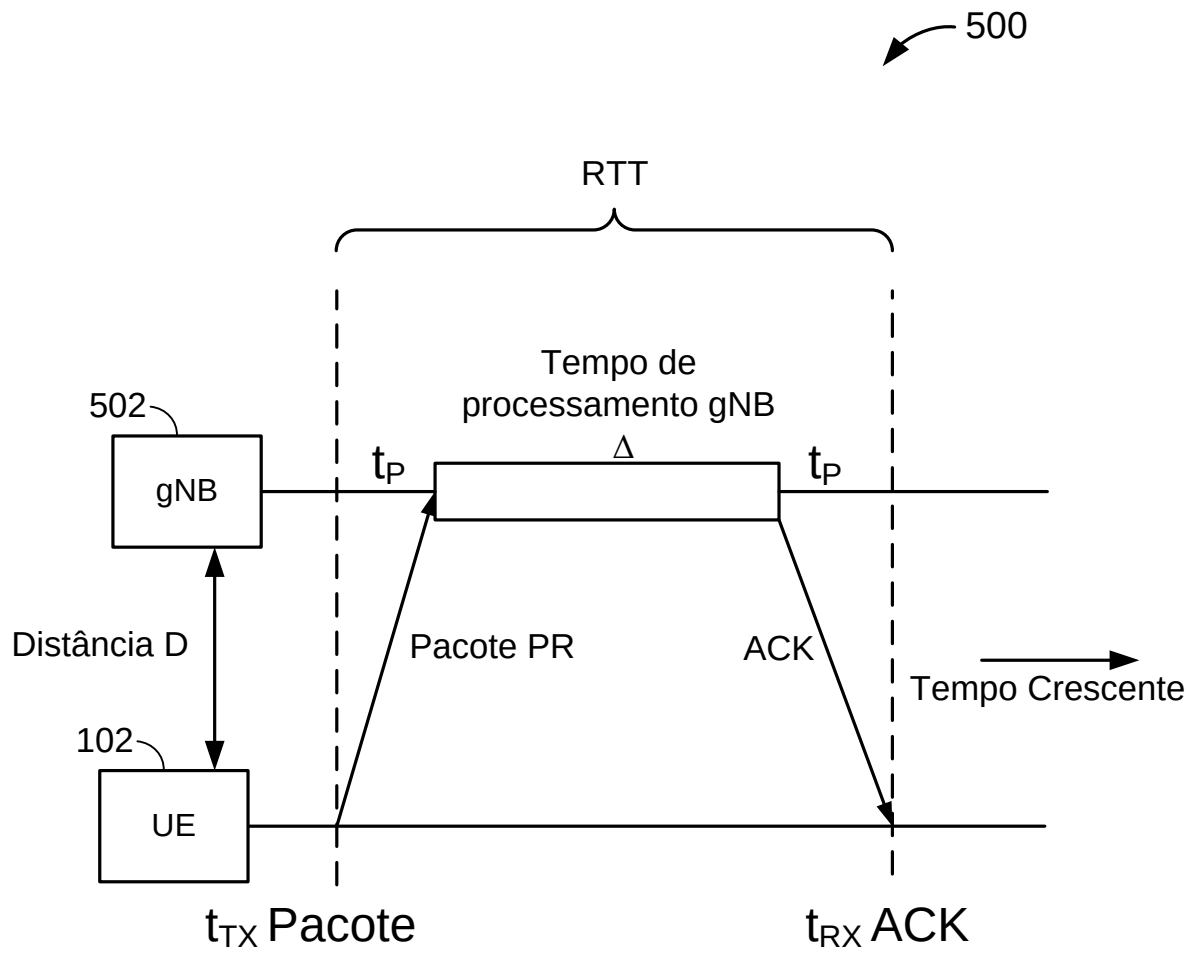
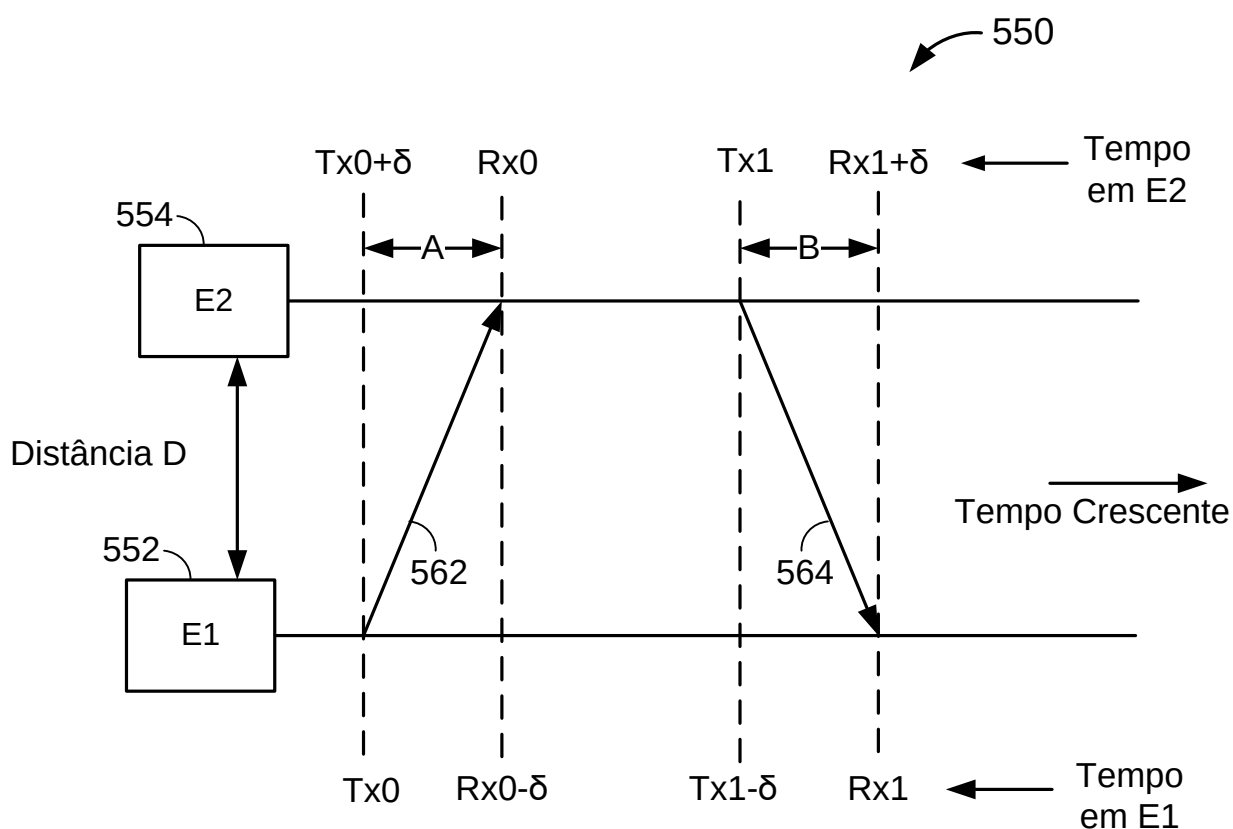


FIG. 3



**FIG. 5A**



Let $\delta = \text{Tempo em E2} - \text{Tempo em E1}$

$$\begin{aligned}
 \text{RTT} &= A + B \\
 &= (Rx0 - Tx0 - \delta) + (Rx1 + \delta - Tx1) \\
 &= (Rx0 - Tx0) + (Rx1 - Tx1)
 \end{aligned}$$

Indicar $(T \bmod 1\text{ms})$ como $[T]$ e assumir $\text{RTT} < 1\text{ms}$

$$\begin{aligned}
 \text{RTT} &= [\text{RTT}] \\
 &= [(Rx0 - Tx0) + (Rx1 - Tx1)] \\
 &= [[(Rx0 - Tx0)] + [(Rx1 - Tx1)]] \\
 &= [[([Rx0] - [Tx0])] + [[Rx1] - [Tx1]]] \quad (570)
 \end{aligned}$$

Para cálculo RTT por E1 com o uso da Eq 570, E1 precisa ser dotado de Rx0 e medir Tx1 ou ser dotado de Tx1

FIG. 5B

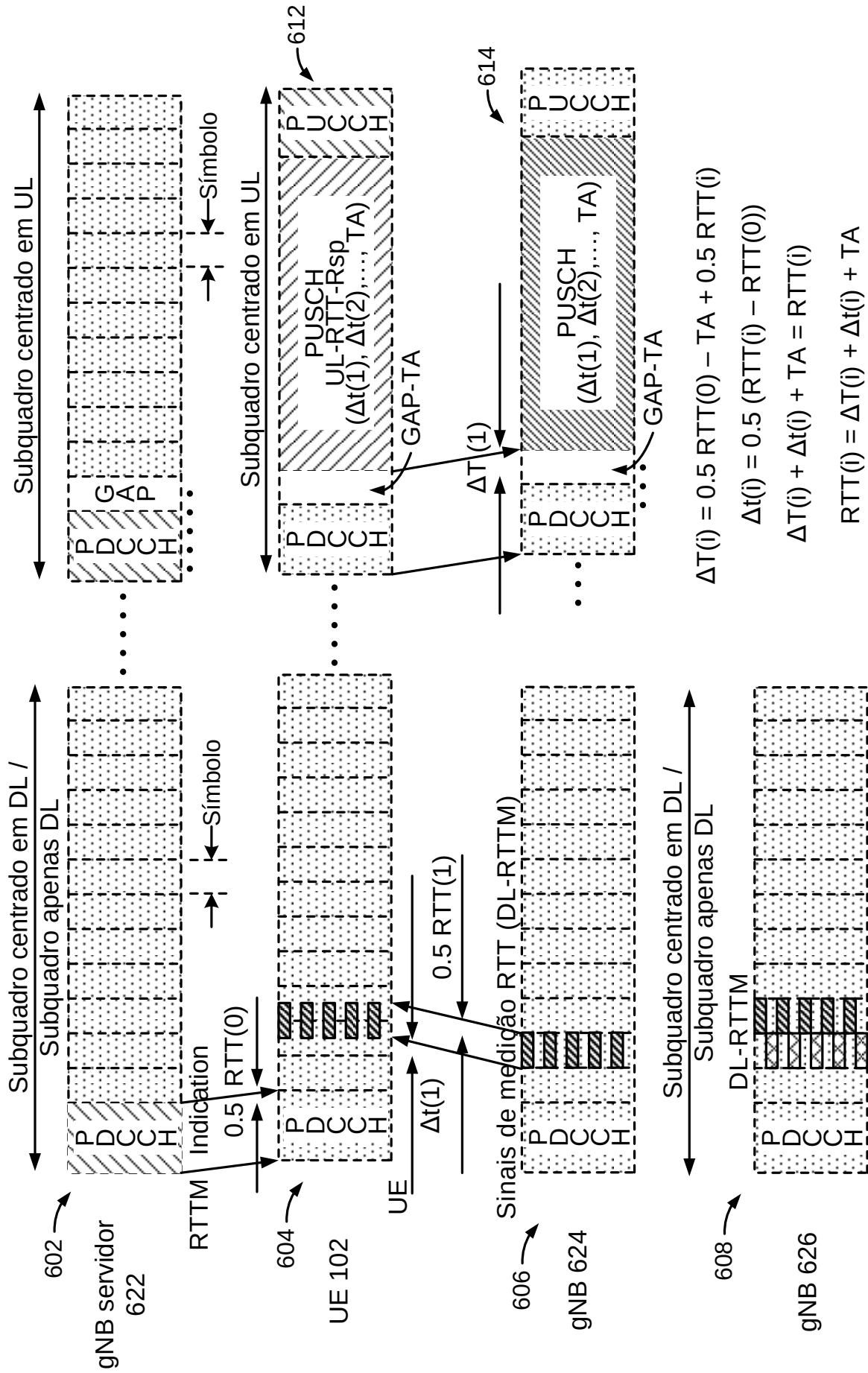


FIG. 6

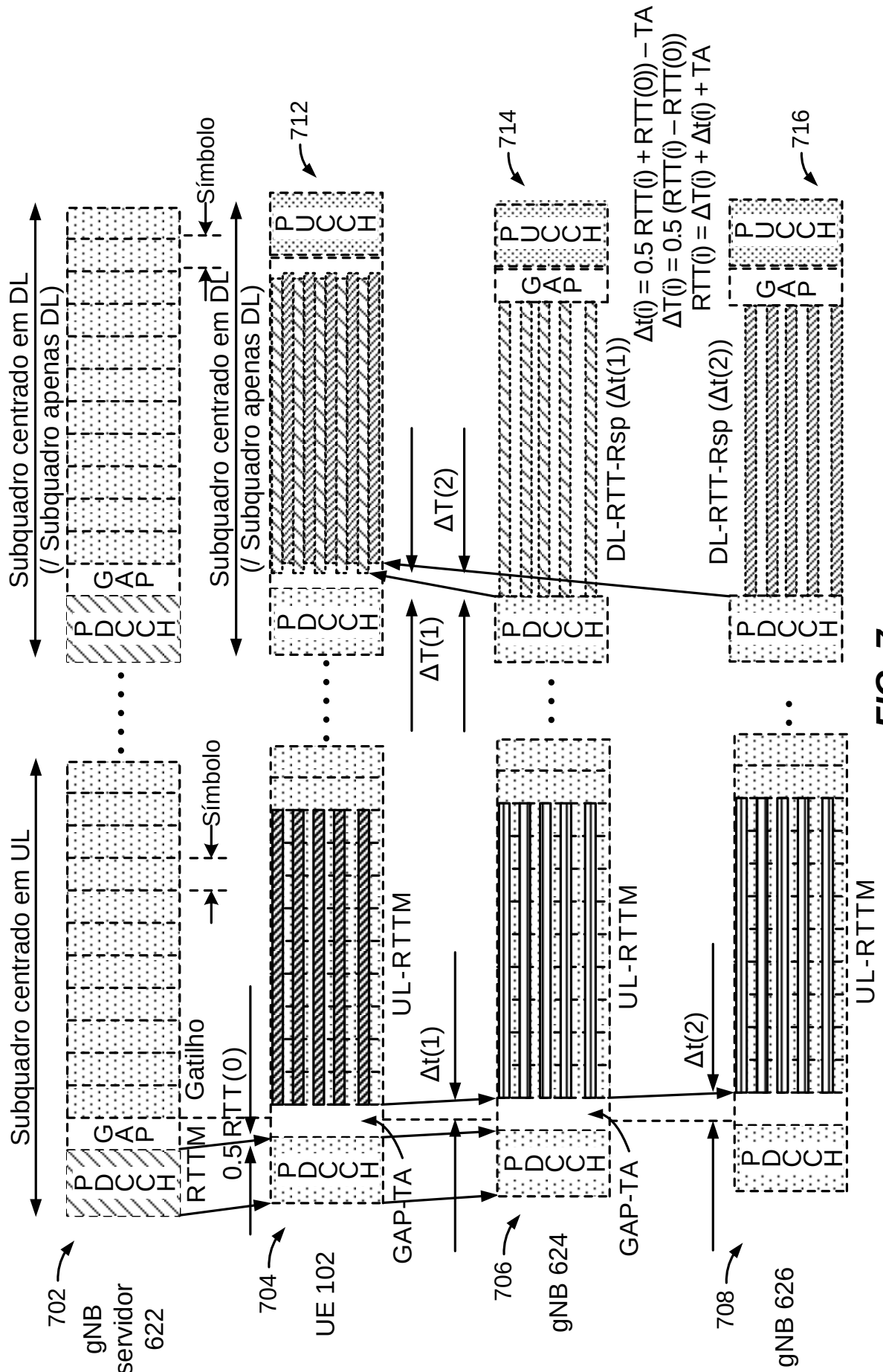
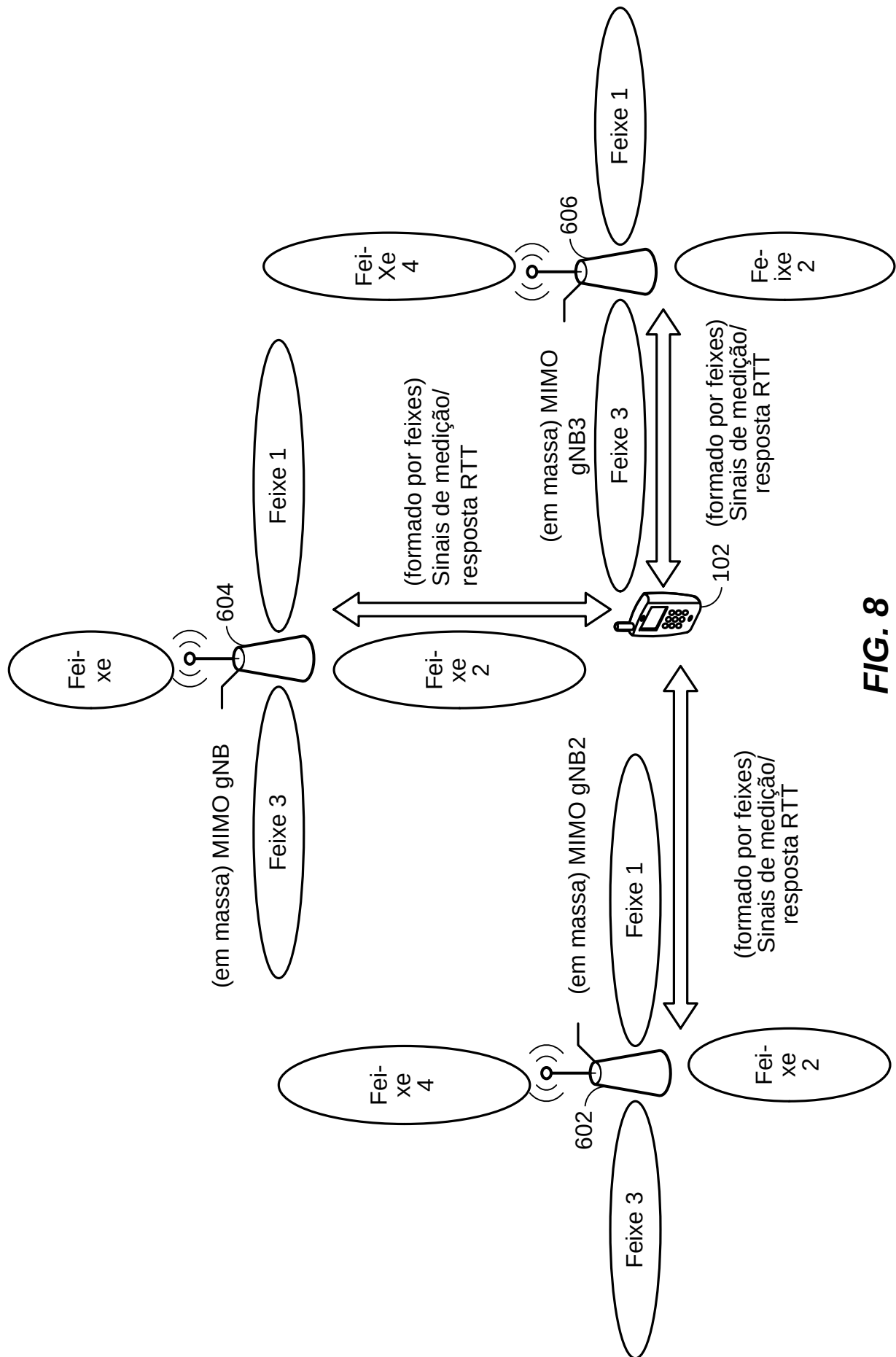
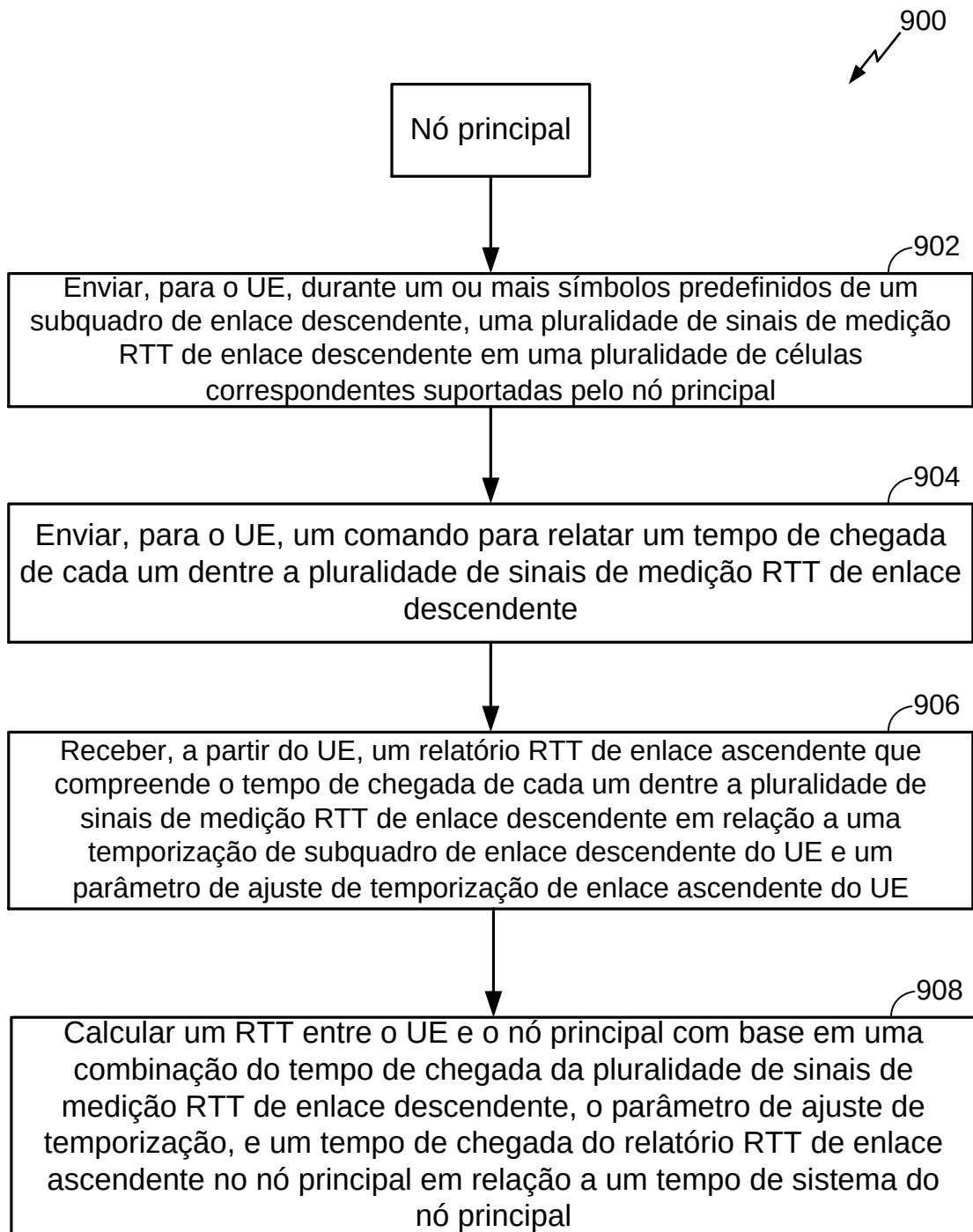
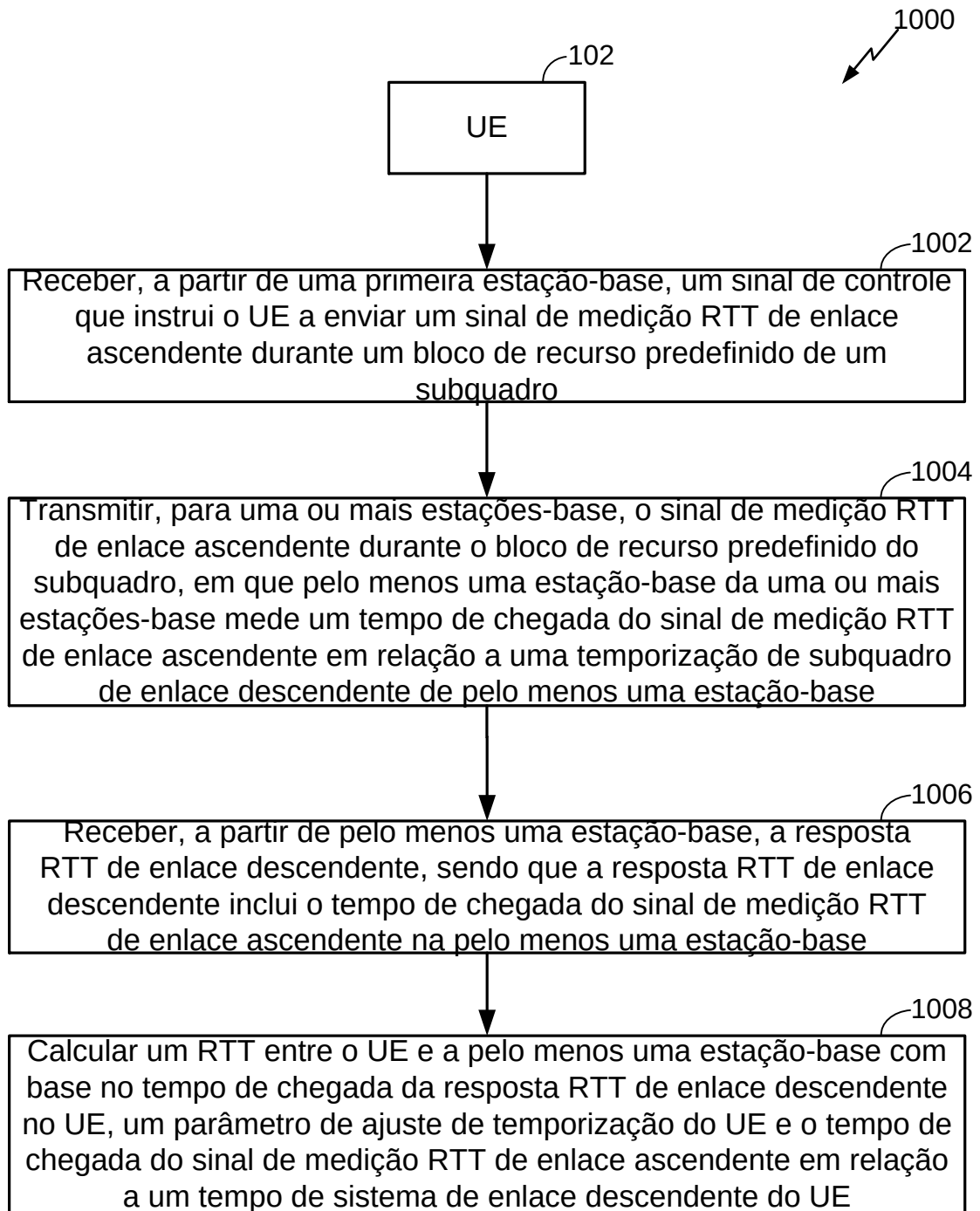
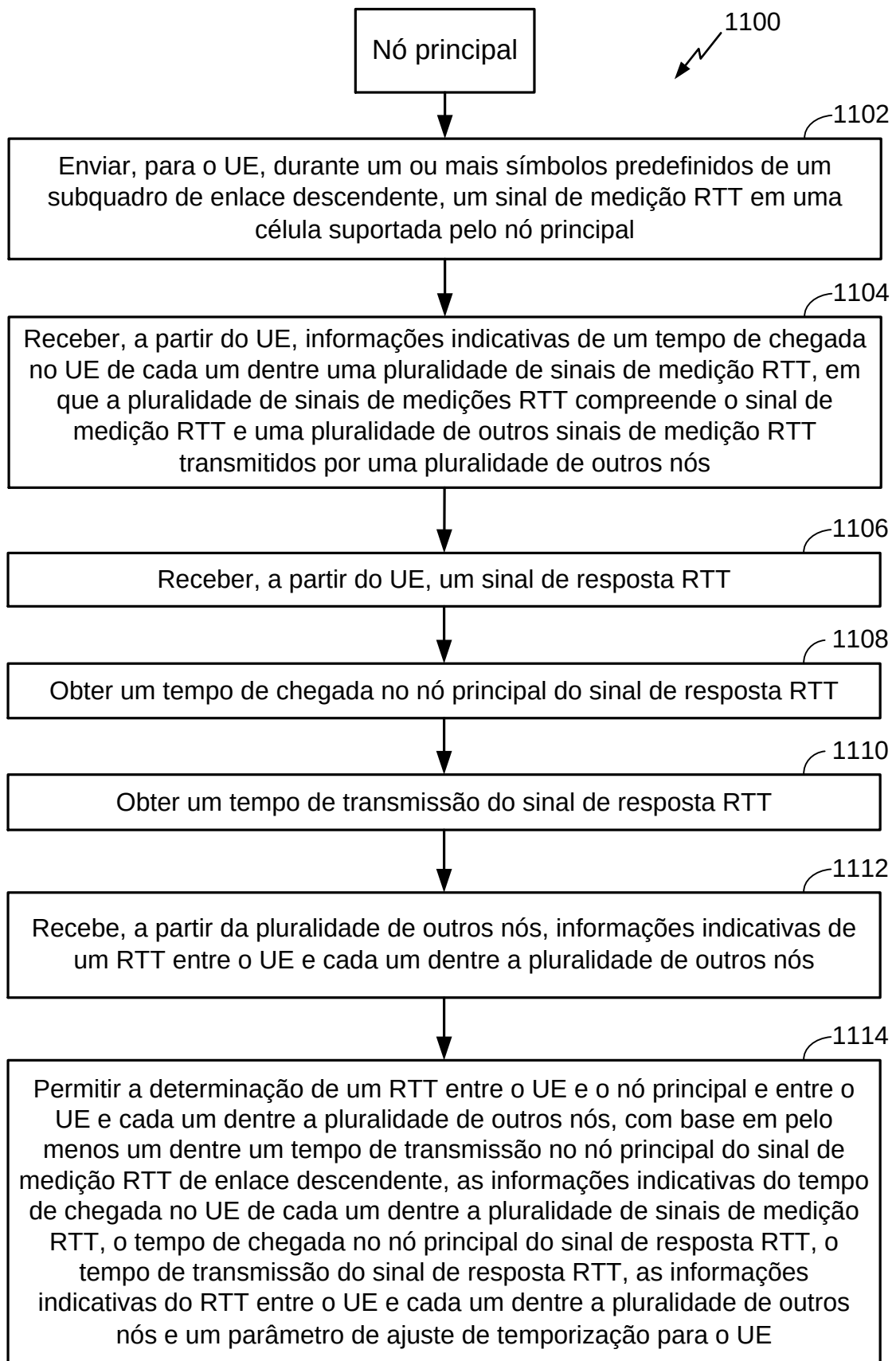


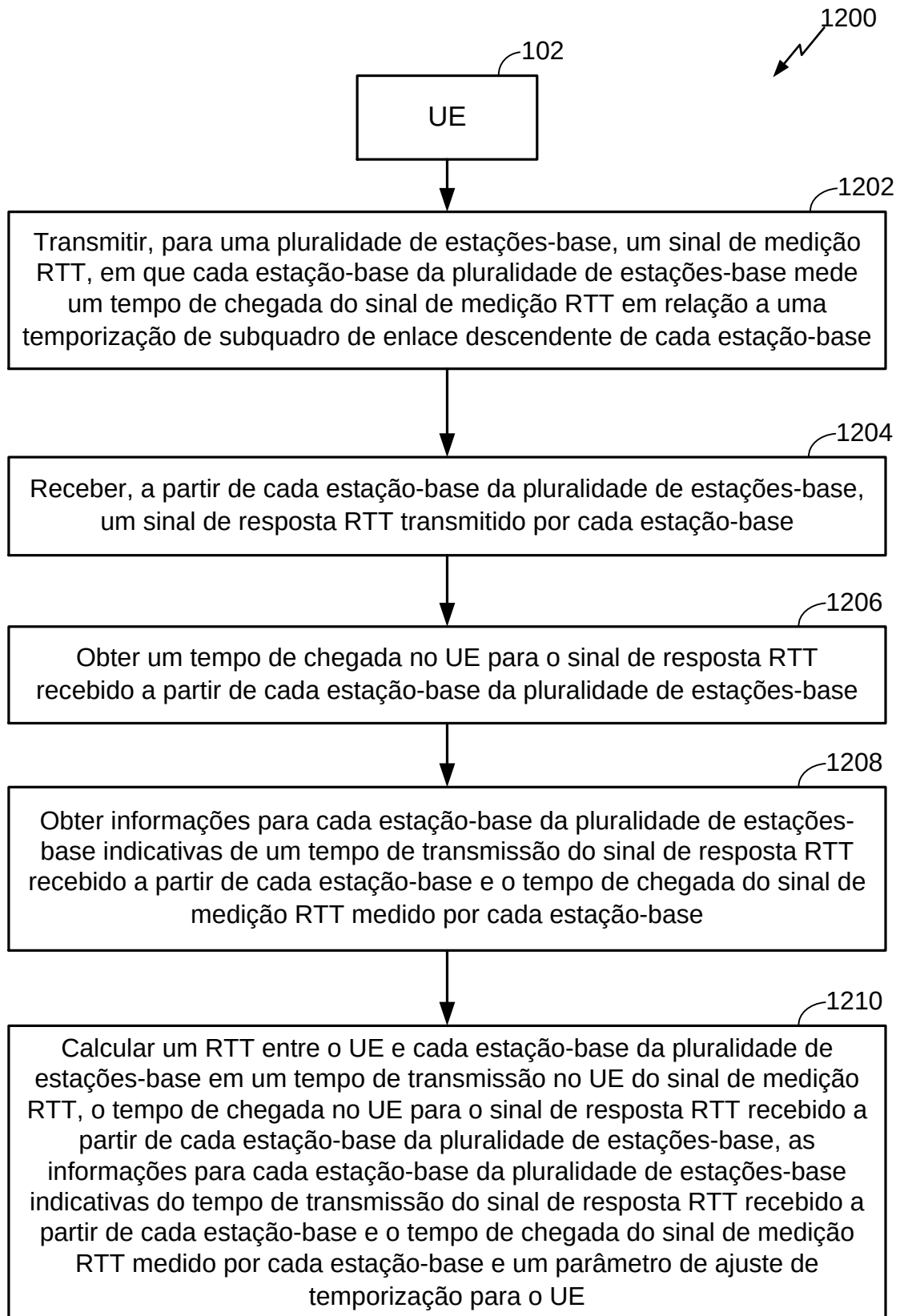
FIG. 7

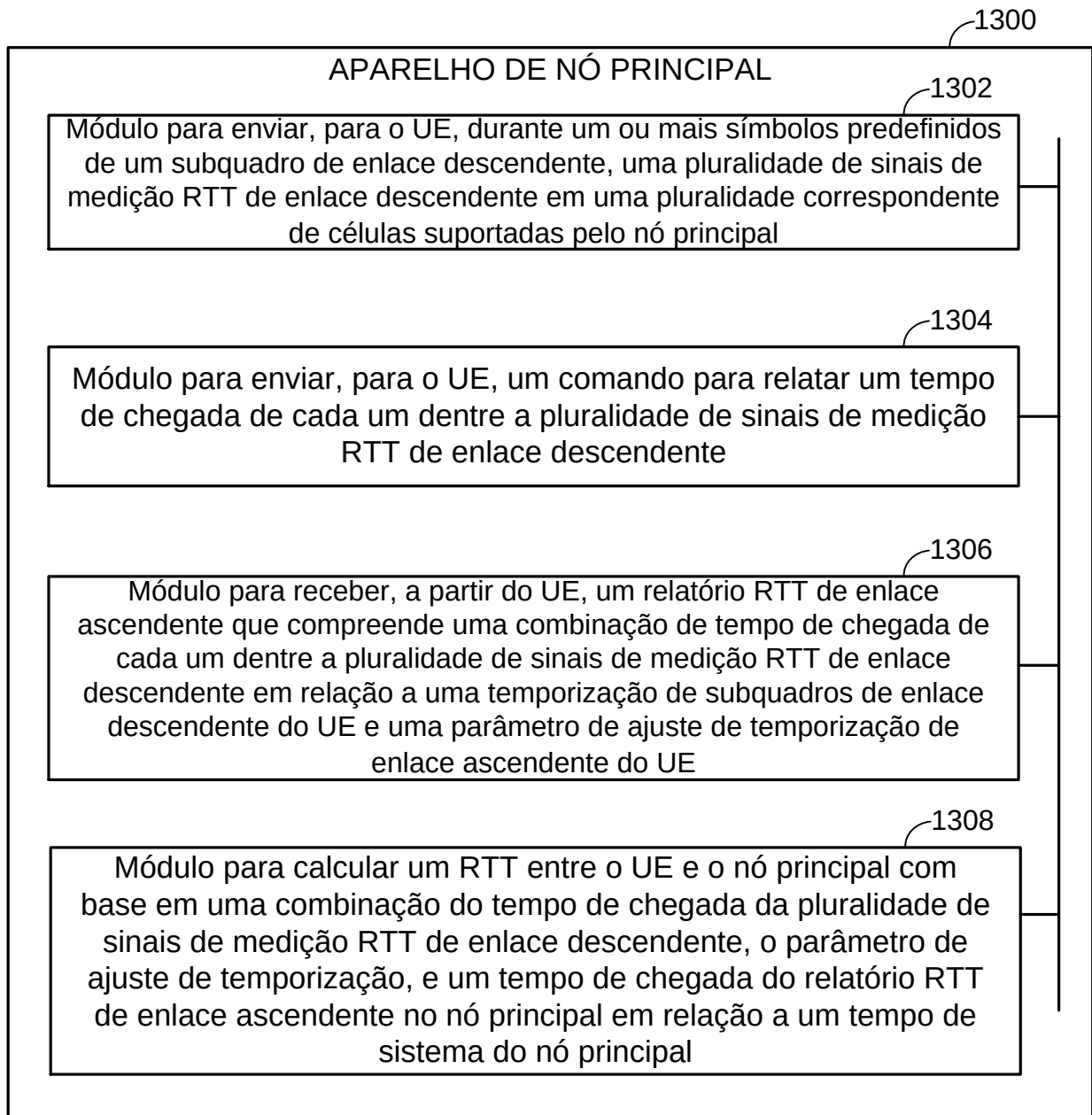
**FIG. 8**

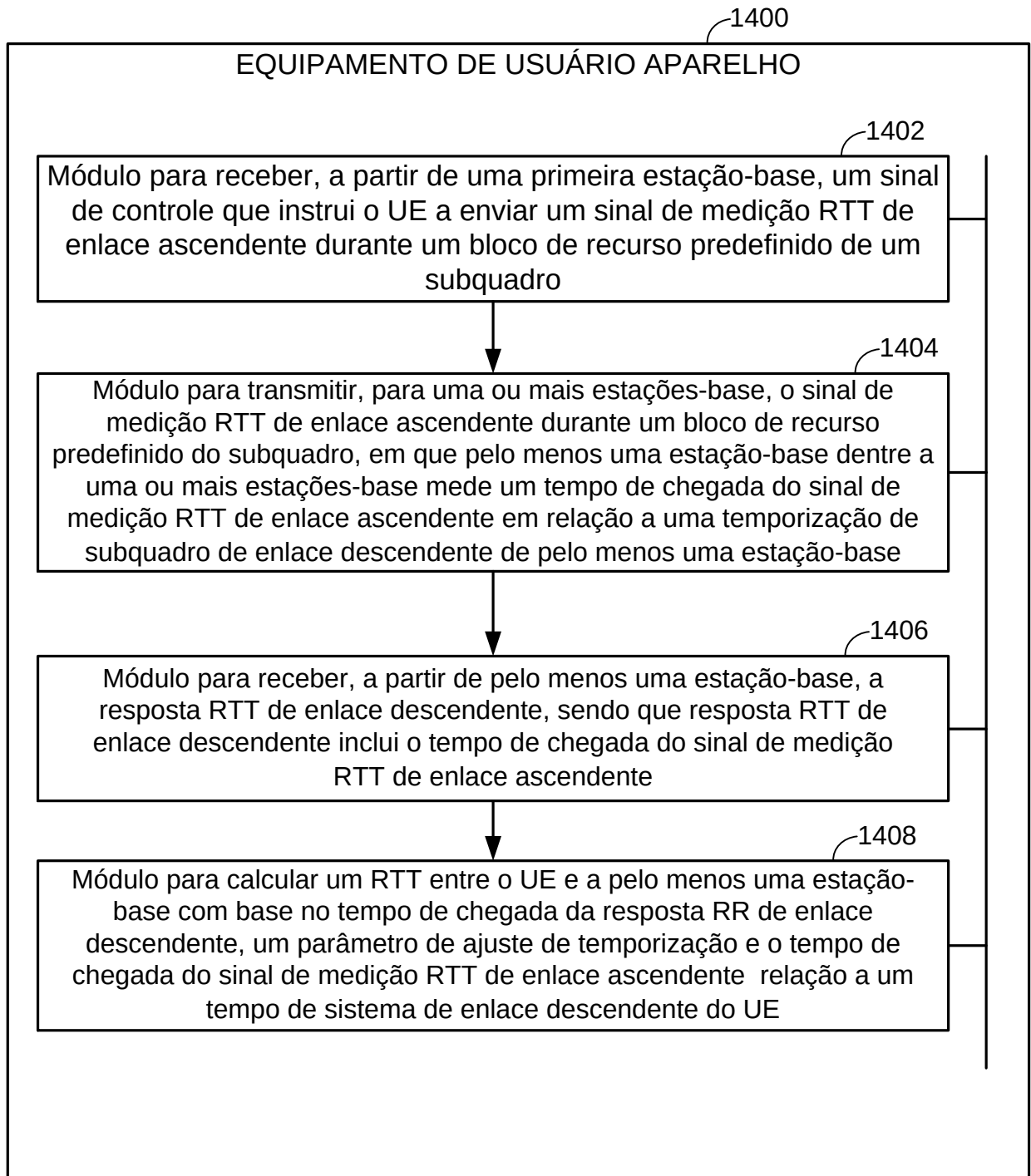
**FIG. 9**

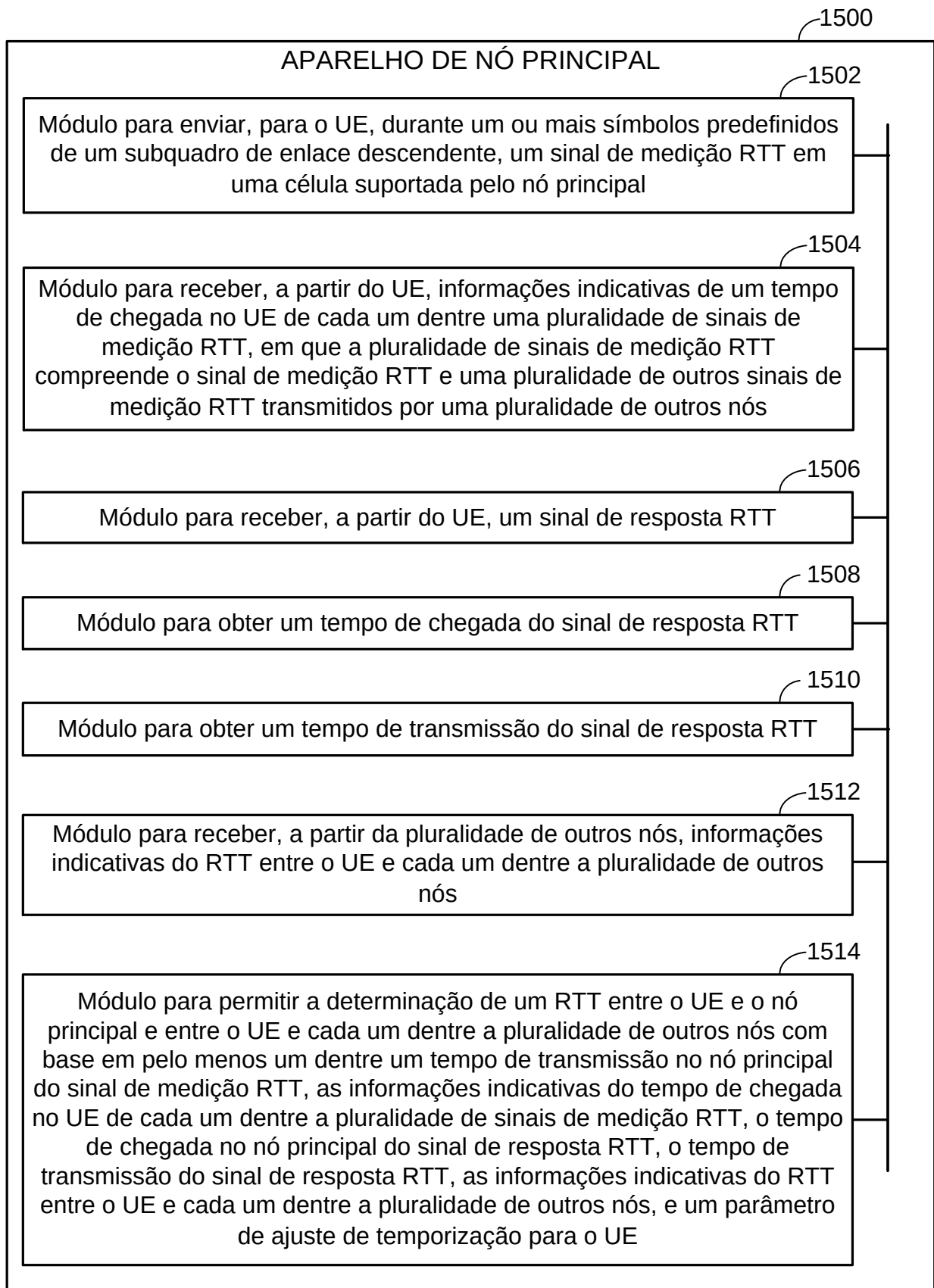
**FIG. 10**

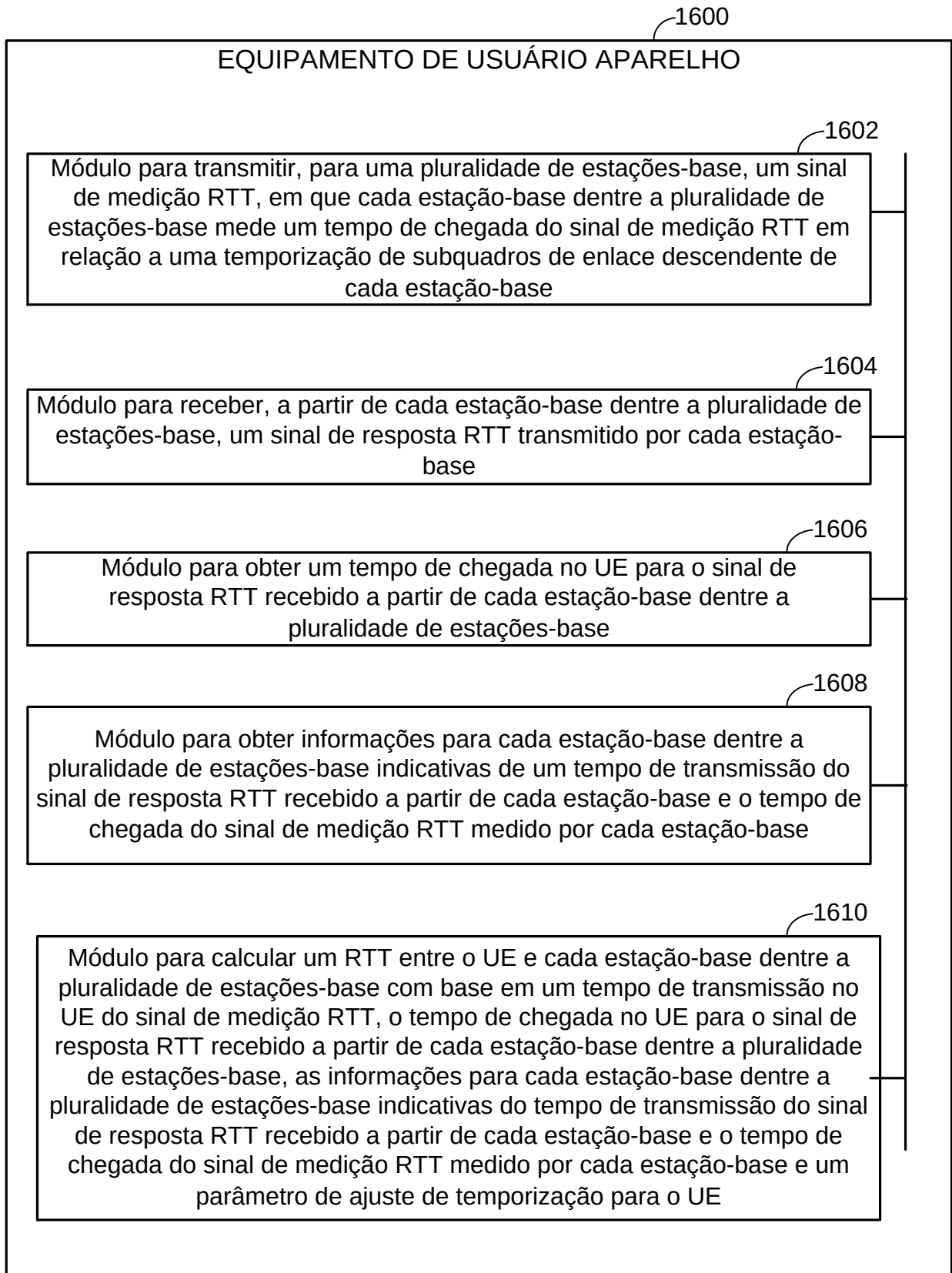
**FIG. 11**

**FIG. 12**

**FIG. 13**

**FIG. 14**

**FIG. 15**

**FIG. 16**

RESUMO**“SISTEMAS E MÉTODOS PARA MEDIÇÕES DE MÚLTIPLOS TEMPOS DE IDA E VOLTA (RTT) EM REDES SEM FIO”**

São reveladas técnicas para determinar tempos de ida e volta (RTTs) entre um equipamento de usuário (UE) e múltiplas estações-base. Em um aspecto, o UE transmite um sinal de medição RTT cujo tempo de chegada é medido por cada uma das estações-base, e cada uma das estações-base retorna um sinal de resposta RTT cujos tempos de chegada são medidos pelo UE. Em outro aspecto, as estações-base, cada uma, transmitem um sinal de medição RTT e o UE retorna um sinal de resposta RTT. O receptor do sinal de medição RTT pode incluir o tempo de chegada medido em uma carga útil do Sinal de Resposta RTT. Alternativamente, o tempo (ou tempos) de chegada medido do Sinal (ou sinais) de Medição RTT e o tempo (ou tempos) de transmissão do Sinal (ou sinais) de Resposta RTT são enviados em uma mensagem separada. Os sinais RTT podem ser sinais de banda larga que usam recursos de baixa reutilização.