



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

(11) PI 1009230-7 B1



(22) Data do Depósito: 02/03/2010

(45) Data de Concessão: 29/06/2021

(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA COMUNICAÇÃO SEM FIO E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR

(51) Int.Cl.: H04J 3/06.

(30) Prioridade Unionista: 02/03/2009 US 61/156,816; 25/02/2010 US 12/712,755.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): PETER GAAL; RAVI PALANKI; TINGFANG JI.

(86) Pedido PCT: PCT US2010025947 de 02/03/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/101939 de 10/09/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 02/09/2011

(57) Resumo: AJUSTE DE TEMPORIZAÇÃO PARA OPERAÇÃO SÍNCRONA EM UMA REDE SEM FIO. Estão descritas técnicas para ajustar a temporização de transmissão de estações base e equipamentos de usuário (UEs) em uma rede sem fio. Em um cenário de operação, uma estação base femto se comunica com um UE femto, e uma estação base macro se comunica com um UE macro localizado dentro da cobertura da estação base femto. Em um aspecto, a temporização de transmissão da estação base femto pode ser retardada em relação à temporização de transmissão da estação base macro, por exemplo, para alinhar o tempo dos sinais de downlink a partir das estações base femto e macro nos UEs femto e macro. Em outro aspecto, a temporização de transmissão do UE femto pode ser antecipada em relação à temporização de transmissão da estação base femto por uma quantidade maior do que duas vezes o retardo de propagação entre o UE femto e a estação base femto, por exemplo, para alinhar o tempo dos sinais de uplink a partir dos UEs femto e macro na estação base femto.

"MÉTODO E APARELHO PARA COMUNICAÇÃO SEM FIO E MEMÓRIA
LEGÍVEL POR COMPUTADOR"

[001] O presente pedido de patente reivindica a prioridade do Pedido de Patente Provisório nº 61/156.816, intitulado "MÉTODO E APARELHO PARA AJUSTE DE TEMPORIZAÇÃO DE UPLINK E DE DOWNLINK PARA CÉLULAS DE BAIXA POTÊNCIA", depositado em 2 de março de 2009, transferido para o cessionário deste e incorporado aqui por referência.

Campo da Invenção

[002] A presente revelação refere-se geralmente a comunicação, e mais particularmente, a técnicas para suportar comunicação em uma rede de comunicação sem fio.

Descrição da Técnica Anterior

[003] As redes de comunicação sem fio são amplamente empregadas para prover diversos conteúdos de comunicação, tais como, conteúdo de voz, conteúdo de vídeo, pacotes de dados, trocas de mensagens, transmissão, etc. Essas redes sem fio podem ser redes de acesso múltiplo capazes de suportar múltiplos usuários pelo compartilhamento de recursos de redes disponíveis. Exemplos das ditas redes de acesso múltiplo incluem as redes de Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA), redes de Acesso Múltiplo por Divisão de TempORIZAÇÃO (TDMA), redes de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência (FDMA), redes FDMA ortogonais (OFDMA), e redes FDMA de Portador Único (SC-FDMA).

[004] Uma rede de comunicação sem fio pode incluir uma série de estações base que podem suportar comunicação para uma série de equipamentos de usuários

(UEs). Um UE pode se comunicar com uma estação base através do downlink e o uplink. O downlink (ou link direto) refere-se ao link de comunicação a partir da estação base para o UE, e o uplink (ou link reverso) refere-se ao link de comunicação a partir do UE para a estação base. A rede sem fio pode suportar uma operação síncrona no downlink e no uplink. Deve ser desejável ajustar adequadamente a temporização de transmissão de estações base e dos UEs a fim de alcançar um bom desempenho.

Sumário da Invenção

[005] Estão descritas aqui as técnicas para ajustar a temporização de transmissão de estações base e dos UEs em uma rede sem fio. Em um cenário de operação, uma femto estação base pode se comunicar com um femto UE, e os dois podem estar localizados dentro da cobertura de uma macro estação base. Um macro UE pode se comunicar com a macro estação base e pode estar dentro da cobertura da femto estação base. Os tipos diferentes de estações base e dos UEs estão descritos abaixo. O femto UE e o macro UE podem sofrer alta interferência devido à proximidade entre eles. A alta interferência pode ser mitigada com a temporização de transmissão adequada para a femto estação base e para o femto UE.

[006] Em um aspecto, a temporização de transmissão da femto estação base pode ser retardada em relação à temporização de transmissão da macro estação base. Em um projeto, a femto estação base pode determinar o retardo da propagação entre a macro estação base e o macro UE, ou o femto UE, ou a femto estação base. A femto estação base pode determinar uma quantidade de retardo para a sua

temporização de transmissão com base no retardo da propagação. A femto estação base pode determinar um tempo de referência (por exemplo, tempo de GPS) utilizado para a temporização de transmissão da macro estação base. A femto estação base pode então atrasar a sua temporização de transmissão pela quantidade determinada de retardo a partir do tempo de referência. A femto estação base pode ajustar também a sua temporização de transmissão de outras maneiras, conforme descrito abaixo. Em um projeto, a temporização de transmissão da femto estação base pode ser ajustada para alinhar o tempo dos sinais de downlink a partir das estações base femto e macro nos UEs femto e macro.

[007] Em outro aspecto, a temporização de transmissão do femto UE pode ser antecipada em relação à temporização de transmissão da femto estação base por uma quantidade maior do que duas vezes o retardo da propagação entre o femto UE e a femto estação base. Em um projeto, a femto estação base pode determinar um retardo de propagação macro, que pode ser o retardo de propagação entre a macro estação base e o macro UE, ou o femto UE, ou a femto estação base. A femto estação base pode determinar uma quantidade de avanço para a temporização de transmissão do femto UE com base no retardo de propagação macro. A femto estação base pode antecipar então a temporização de transmissão do femto UE pela quantidade de avanço determinada a partir do tempo de referência. A temporização de transmissão do femto UE pode ser antecipada por duas vezes a quantidade do retardo de propagação macro em relação à temporização de transmissão da femto estação

base. A temporização de transmissão do femto UE pode ser ajustada também de outras maneiras, conforme descrito abaixo. Em um projeto, a temporização de transmissão do femto UE pode ser ajustada aos sinais de uplink de alinhamento de tempo a partir do femto UE e do macro UE na femto estação base.

[008] As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas também para outros tipos de estações base e de UEs. Diversos aspectos e características da revelação estão descritas em mais detalhes abaixo.

Breve Descrição dos Desenhos

[009] A Figura 1 ilustra uma rede de comunicação sem fio.

[0010] A Figura 2 mostra uma estrutura de quadros exemplificativa.

[0011] A Figura 3 mostra um cenário de operação com duas estações base e dois UEs.

[0012] A Figura 4 mostra um diagrama de temporização de transmissões de downlink e de uplink a partir das estações base e dos UEs na Figura 3.

[0013] A Figura 5 mostra um diagrama de temporização para uma femto estação base e um femto UE.

[0014] As Figuras 6 e 7 mostram processos para ajustar a temporização de transmissão de uma estação base.

[0015] A Figura 8 mostra um aparelho para ajustar a temporização de transmissão de uma estação base.

[0016] As Figuras 9 e 10 mostram processos para ajustar a temporização de transmissão de um UE.

[0017] A Figura 11 mostra um aparelho para ajustar a temporização de transmissão de um UE.

[0018] A Figura 12 mostra um processo para comunicação por um UE.

[0019] A Figura 13 mostra um aparelho para comunicação por um UE.

[0020] A Figura 14 mostra um diagrama de blocos de uma estação base e de um UE.

Descrição Detalhada da Invenção

[0021] As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas para diversas redes de comunicação sem fio, tais como, CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outras redes. Os termos "rede" e "sistema" geralmente são utilizados de maneira permutável. Uma rede CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, tal como, Acesso de Rádio Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA inclui CDMA de Banda Larga (WCDMA) e outras variantes de CDMA. Cdma2000 cobre os padrões IS-2000, IS-95 e IS-856. Uma rede TDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, tal como Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM). Uma rede OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, tal como UTRA Evoluída (E-UTRA), Banda Larga Ultra Móvel (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA e E-UTRA são parte do Sistema de Telecomunicação Móvel Universal (UMTS). A Evolução de Longo Prazo 3GPP (LTE) e LTE-Avançada (LTE-A) são novos lançamentos de UMTS que utilizam E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A e GSM estão descritos em documentos a partir de uma organização chamada "Projeto de Parceria de 3ª Geração" (3GPP). Cdma2000 e UMB estão descritos em documentos a partir de uma organização chamada "Projeto de Parceria de 3ª Geração 2" (3GPP2). As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas para as redes

sem fio e as tecnologias de rádio mencionadas acima, bem como outras redes sem fio e tecnologias de rádio. Com o propósito de clareza, diversos aspectos das técnicas estão descritos abaixo para LTE, e a terminologia LTE é utilizada na maior parte da descrição abaixo.

[0022] A Figura 1 mostra uma rede de comunicação sem fio 100, que pode ser uma rede LTE ou alguma outra rede sem fio. A rede sem fio 100 pode incluir uma série de Nós B evoluídos (eNBs) 110, 112, e 114 e outras entidades de rede. Um eNB pode ser uma estação que se comunica com os UEs e pode ser chamada também como uma estação base, um Nó B, um ponto de acesso, etc. Cada eNB pode prover cobertura de comunicação para uma área geográfica particular. Em 3GPP, o termo "célula" pode se referir a uma área de cobertura de um eNB e/ou de um subsistema de eNB que serve a essa área de cobertura, dependendo do contexto no qual o termo é utilizado.

[0023] Um eNB pode prover a cobertura de comunicação para uma célula macro, uma pico célula, uma femto célula, e/ou outros tipos de células. Uma célula macro pode cobrir uma área geográfica relativamente grande (por exemplo, diversos quilômetros de raio) e pode permitir acesso irrestrito por UEs com a assinatura do serviço. Uma pico célula pode cobrir uma área geográfica relativamente pequena e pode permitir acesso irrestrito por UEs com a assinatura do serviço. Uma femto célula pode cobrir uma área geográfica relativamente pequena (por exemplo, uma residência) e pode permitir acesso restrito pelos UEs que estejam associados com a femto célula (por exemplo, UEs em um Grupo de Assinantes Fechado (CSG)). Um eNB para uma

célula macro pode ser chamado de um macro eNB. Um eNB para uma pico célula pode ser chamado de um pico eNB. Um eNB para uma femto célula pode ser chamado de um femto eNB ou de um eNB residencial (HeNB). No exemplo mostrado na Figura 1, eNB 110 pode ser um macro eNB para uma célula macro 130, eNB 112 pode ser um femto eNB para uma femto célula 132, e eNB 114 pode ser eNB pode pico eNB para uma pico célula 134. Um eNB pode suportar uma ou múltiplas células (por exemplo, três).

[0024] A rede sem fio 100 pode incluir também estações de retransmissão. Uma estação de retransmissão é uma estação que recebe uma transmissão de dados a partir de uma estação a quantidade (por exemplo, um eNB ou um UE) e envia uma transmissão do dado para uma estação a jusante (por exemplo, um UE ou um eNB). Uma estação de retransmissão pode ser também um UE que retransmite transmissões para outros UEs. No exemplo mostrado na Figura 1, uma estação de retransmissão 116 pode se comunicar com macro eNB 110 e com um UE 126 a fim de facilitar a comunicação entre eNB 110 e UE 126. Uma estação de retransmissão pode ser chamada também como um eNB de retransmissão, uma estação base de retransmissão, uma retransmissão, etc.

[0025] A rede sem fio 100 pode ser uma rede heterogênea que inclui eNBs de tipos diferentes, por exemplo, macro eNBs, pico eNBs, femto eNBs, retransmissões, etc. Esses tipos diferentes de eNBs podem ter níveis de potência de transmissão diferentes, diferentes áreas de cobertura, e impacto diferente sobre a interferência na rede sem fio 100. Por exemplo, os eNBs macro podem ter um

nível alto de potência de transmissão (por exemplo, 20 Watts) ao passo que os pico eNBs, femto eNBs e retransmissores podem ter um nível baixo de potência de transmissão (por exemplo, 2 Watts).

[0026] Um controlador de rede 140 pode se acoplar a um conjunto de eNBs e pode prover a coordenação e controle para esses eNBs. O controlador de rede 140 pode se comunicar com os eNBs via um canal de transporte de retorno. Os eNBs podem se comunicar também uns com os outros, por exemplo, direta ou indiretamente via um canal de transporte de retorno sem fio ou com fio.

[0027] Os UEs 120 até 128 podem ser espalhados ao longo da rede sem fio 100, e cada UE pode ser estacionário ou móvel. Um UE pode ser chamado como um terminal, uma estação móvel, uma unidade de assinante, uma estação, etc. Um UE pode ser um telefone celular, um assistente digital pessoal (PDA), um modem sem fio, um dispositivo de comunicação sem fio, um dispositivo portátil, um computador laptop, um telefone sem fio, uma estação de loop local sem fio (WLL), etc. Um UE pode ser capaz de se comunicar com eNBs macro, eNBs pico, eNBs femto, retransmissores, etc. Na Figura 1, uma linha sólida com setas duplas indica a comunicação entre um UE e um eNB de serviço, que é um eNB designado para servir o UE no downlink e/ou no uplink. Um UE servido por um macro eNB pode ser chamado como um macro UE (MUE). Um UE servido por um femto eNB pode ser chamado como um femto UE ou um UE residencial (HUE).

[0028] LTE utiliza multiplexação de divisão de frequência ortogonal (OFDM) no downlink e multiplexação de

divisão de frequência de portadora única (SC-FDM) no uplink. OFDM e SC-FDM realizam a partição de uma faixa de frequência em subportadoras ortogonais múltiplas (N_{FFT}), que são chamadas usualmente como tons, faixas, 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 (N_{FFT}) pode ser dependente da largura da banda do sistema. Por exemplo, N_{FFT} pode ser igual a 128, 256, 512, 1024 ou 2048 para largura de banda do sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ou 20 megahertz (MHz), respectivamente.

[0029] A rede sem fio pode utilizar a multiplexação de divisão de frequência (FDD) ou a duplexação de divisão de tempo (TDD). Para TDD, os canais de frequência separados podem ser alocados para o downlink e o uplink, e as transmissões podem ser enviadas concomitantemente no downlink e no uplink via os canais de frequência separados. Para TDD, o downlink e o uplink podem compartilhar o mesmo canal de frequência, que pode ser utilizado para o downlink em alguns momentos e para o uplink em outros momentos.

[0030] A Figura 2 mostra uma estrutura de quadros TDD exemplificativo 200 utilizado no LTE. A linha do tempo de transmissão pode ser particionada em unidades de quadros de rádio. Cada quadro de rádio pode ter uma duração predeterminada, por exemplo, 10 milissegundos (ms), e pode ser particionado em dois meio-quadros. Cada quadro de rádio pode ser particionado também em 10 subquadros com índices de 0 até 9. Cada subquadro utilizável para

transmissão de dados pode ser particionado em duas partições. Cada partição pode incluir seis períodos de símbolos para um prefixo cíclico estendido ou sete períodos de símbolo para um prefixo cíclico normal. Um símbolo OFDMA ou um símbolo SC-FDMA pode ser enviado em cada período de símbolo.

[0031] Uma série de configurações de downlink-uplink é apoiada pelo LTE para TDD. Cada configuração de downlink-uplink indica se cada subquadro é um subquadro de downlink (DL) utilizado para o downlink, ou um subquadro de uplink (UL) utilizado para o uplink, ou um subquadro especial. Os subquadros 0 e 5 são utilizados para o downlink e o subquadro 2 é utilizado para o uplink para todas as configurações de downlink-uplink. Os subquadros 3, 4, 7, 8 e 9 podem ser cada um utilizados para o downlink ou uplink dependendo da configuração de downlink-uplink. O subquadro 1 é um subquadro especial com três campos especiais para uma partição de tempo piloto de downlink (DwPTS), um período de guarda (GP), e uma partição de tempo piloto de uplink (UpPTS). O subquadro 6 pode ser (i) um subquadro especial com somente o DwPTS ou todos os três campos especiais ou (ii) um subquadro de downlink, dependendo da configuração de downlink-uplink. O DwPTS, GP e campos de DwPTS podem ter durações diferentes para configurações de subquadros especiais diferentes.

[0032] A rede sem fio pode suportar a operação síncrona, que pode ser necessária para TDD de modo que as transmissões de downlink e de uplink não interfiram umas com as outras e degradem o desempenho de ambos downlink e

uplink. Em um projeto, a sincronização pode ser alcançada satisfazendo as seguintes condições:

1. Um dado UE (por exemplo, um macro UE ou um femto UE) recebe sinais de downlink a partir de todos os eNBs relevantes ao mesmo tempo (por exemplo, dentro de um prefixo cíclico),
2. Um dado eNB recebe sinais de uplink a partir de todos os UEs relevantes ao mesmo tempo (por exemplo, dentro de um prefixo cíclico),
3. Nenhuma entidade (por exemplo, eNB ou UE) precisa transmitir e receber ao mesmo tempo, e
4. Nenhum UE transmite em um canal de frequência ao mesmo tempo em que outro UE, localizado na vizinhança, está recebendo.

[0033] Um sinal de downlink é um sinal transmitido por uma estação base/eNB no downlink. Um sinal de downlink pode transportar uma transmissão de dados de downlink e/ou outra informação. Um sinal de uplink é um sinal transmitido por um UE no uplink. Um sinal de uplink pode transportar uma transmissão de dados de uplink e/ou outras informações. As condições 1 e 2 são aplicáveis em TDD, FDD e na transmissão por Multiponto Coordenado (CoMP). CoMP refere-se a transmissão de coordenadas a partir de células múltiplas para um ou mais UEs. As condições 3 e 4 são aplicáveis em TDD.

[0034] Em um esquema para satisfazer a condição 1, todos os eNBs na rede sem fio podem ajustar suas temporizações de transmissão para serem alinhadas no tempo em relação a um tempo de referência comum, que pode ser tempo de Satélite de Posicionamento Global (GPS) ou

alguma outra fonte de tempo. Por exemplo, cada eNB pode determinar um tempo de GPS com base no seu receptor de GPS e pode definir sua temporização de transmissão para o tempo de GPS. Um femto eNB pode medir também o tempo recebido de uma transmissão de downlink a partir de um macro eNB, estimar o retardo de propagação da transmissão de downlink, e antecipar a sua temporização de transmissão relativa ao tempo medido recebido pelo retardo de propagação. Os eNBs podem também alinhar as suas temporizações de transmissão de outras maneiras. De qualquer maneira, todos os eNBs podem transmitir sinais de downlink que são alinhados em tempo devido à temporização de transmissão alinhada deles. Esse esquema pode prover um bom desempenho em uma rede homogênea com eNBs de um tipo somente, por exemplo, somente eNBs macro. Esse esquema pode prover desempenho abaixo do ideal em uma rede heterogênea com eNBs de tipos diferentes, por exemplo, eNBs macro e eNBs femto, conforme descrito abaixo.

[0035] Em um esquema para satisfazer a condição 2, todos os UEs na rede sem fio podem ter as temporizações de transmissão deles ajustados pelos seus eNBs de serviço, de modo que os sinais de uplink a partir dos UEs estejam alinhados com tempo nos eNBs de serviço. Esse esquema pode prover um bom desempenho em uma rede homogênea, mas pode prover um desempenho abaixo do ideal em uma rede heterogênea, conforme descrito abaixo.

[0036] Os esquemas descritos acima para ajustar a temporização de transmissão de eNBs e de UEs podem não prover um bom desempenho em uma rede heterogênea por diversos motivos. Primeiramente, os eNBs macro e os

eNBs femto/pico têm tipicamente tamanhos substancialmente diferentes (ou seja, áreas de cobertura de tamanhos diferentes), que poderiam resultar em retardos de propagação muito diferentes em células macro e em células femto/pico. Segundo, os macro eNBs e os femto/pico eNBs têm níveis de potência de transmissão substancialmente diferentes, que podem resultar em alta interferência em determinados cenários de operação, conforme descrito abaixo.

[0037] A Figura 3 mostra um cenário de operação exemplificativo com dois eNBs e com dois UEs. Neste cenário, o macro eNB 110 pode se comunicar com o macro UE 120 no downlink e no uplink, e o femto eNB 112 pode se comunicar com o femto UE 122 no downlink e no uplink. O macro UE 120 pode estar localizado bem distante do macro eNB 110 e perto do femto eNB 112. O macro UE 120 pode não ser capaz de acessar o femto eNB 112 devido à associação restrita.

[0038] Os UEs 120 e 122 podem operar em um cenário de interferência dominante no exemplo mostrado na Figura 3. No downlink, o macro UE 120 pode sofrer alta interferência a partir do femto eNB 112 devido à grande proximidade em relação ao femto eNB 112. No uplink, o macro UE 120 pode precisar transmitir em um nível de potência alto a fim de alcançar o macro eNB 110 e pode então causar uma alta interferência no femto eNB 112. No downlink, o femto UE 122 pode sofrer uma alta interferência a partir do macro eNB 110 devido ao nível de potência de transmissão superior do macro eNB 110. A alta interferência no downlink

e no uplink pode degradar o desempenho de ambos os UEs 120 e 122.

[0039] A fim de mitigar a alta interferência, recursos diferentes de tempo e/ou de frequência podem ser reservados para os UEs 120 e 122. Cada UE pode se comunicar então utilizando seus recursos reservados, que podem ficar livres de interferências devido ao outro UE. No entanto, a sincronização deve ser alcançada para os UEs 120 e 122 e o femto eNB 112 a fim de que os recursos reservados mitiguem a interferência conforme esperado. Uma razão é porque a ortogonalidade entre as subportadoras em sinais diferentes transmitidos com OFDMA ou com SC-FDMA pode ser mantida se esses sinais são recebidos dentro de um prefixo cíclico. Se a condição 2 não é atendida e o femto eNB 112 não recebe os sinais de uplink a partir dos UEs 120 e 122 dentro do prefixo cíclico, então a ortogonalidade entre as subportadoras nos sinais de uplink a partir dos UEs 120 e 122 não seria mantida. Neste caso, o UE 120 pode causar interferência para o UE 122 no uplink apesar dos dois UEs transmitirem em recursos diferentes. Similarmente, se a condição 1 não é atendida e o femto UE 122 não recebe os sinais de downlink dos eNBs 110 e 112 dentro do prefixo cíclico, então a ortogonalidade entre as subportadoras nos sinais de downlink a partir dos eNBs 110 e 112 não seria mantida. Neste caso, o macro eNB 110 pode causar uma alta interferência no femto UE 122 no downlink apesar dos eNBs 110 e 112 transmitirem em recursos diferentes para os UEs 120 e 122, respectivamente.

[0040] Neste aspecto a temporização de transmissão do femto eNB 112 pode ser retardada em relação

à temporização de transmissão do macro eNB 110 a fim de satisfazer a condição 1 para o femto UE 122 e o macro UE 120. Esse ajuste de temporização está em contraste com o esquema descrito acima, no qual a temporização de transmissão de todos os eNBs está alinhada, por exemplo, para o tempo de GPS ou para alguma outra fonte de tempo. Esse ajuste de temporização pode aperfeiçoar o desempenho de transmissão de downlink para o femto UE 122.

[0041] Em outro aspecto, a temporização de transmissão do femto UE 122 pode ser antecipada em relação à temporização de transmissão do femto eNB 112, a fim de satisfazer a condição 2 para o femto eNB 112. Esse ajuste de temporização está em contraste com o esquema descrito acima, no qual a temporização de transmissão de UEs é ajustada para alinhar os sinais de uplink nos eNBs de serviço. Esse ajuste de temporização pode aperfeiçoar o desempenho da transmissão de uplink a partir do femto UE 122.

[0042] A Figura 4 mostra um diagrama de temporização de transmissões de downlink a partir dos eNBs 110 e 112 e transmissões de uplink a partir dos UEs 120 e 122 na Figura 3. O macro eNB 110 pode enviar uma transmissão de downlink 410 no tempo 0, que pode estar alinhado a um tempo de referência, tal como o tempo de GPS. A transmissão de downlink 410 a partir do macro eNB 110 pode ser recebida pelo macro UE 120 no tempo T_{DIST} , que pode ser o retardo de propagação entre eNB 110 e o UE 120. O macro UE 120 pode ter a sua temporização de transmissão antecipada pelo T_{DIST} em relação à temporização de transmissão do macro eNB 110. Neste caso, se o macro UE 120

enviar uma transmissão de uplink 412 no tempo $-T_{\text{DIST}}$, então essa transmissão de uplink poderia ser recebida pelo macro eNB 110 no tempo 0. A temporização de transmissão do macro UE 120 pode então ser antecipada de modo que as transmissões de downlink e de uplink estejam alinhadas por tempo no macro eNB 110.

[0043] O femto eNB 112 pode alinhar a sua temporização de transmissão com a temporização de transmissão do macro eNB 110 e pode enviar uma transmissão de downlink 414 no tempo 0. Para fins de simplificação, pode se presumir que a femto célula tenha um raio muito pequeno quando comparada à célula macro, e o retardo de propagação entre o femto eNB 112 e pode se presumir que o femto UE 122 seja insignificante. Neste caso, o femto UE 122 pode receber a transmissão de downlink 414 a partir do femto eNB 112 no tempo 0 e pode também receber a transmissão de downlink 410 a partir do macro eNB 110 no tempo T_{DIST} . A ortogonalidade entre as transmissões de downlink 410 e 414 a partir dos eNBs 110 e 112, respectivamente, podem não ser mantidas com o femto eNB 112 alinhando a sua temporização de transmissão com a temporização de transmissão do macro eNB 110.

[0044] Para satisfazer a condição 1, o femto eNB 112 pode retardar a sua temporização de transmissão pelo T_{DIST} relativo à temporização de transmissão do macro eNB 110. O femto eNB 112 pode enviar uma transmissão de downlink 416 no tempo T_{DIST} . O femto UE 122 pode receber a transmissão de downlink 416 a partir do femto eNB 112 bem como a transmissão de downlink 410 a partir do macro eNB 110 no tempo T_{DIST} . A ortogonalidade entre as transmissões

de downlink 410 e 416 a partir dos eNBs 110 e 112 pode ser mantida com o femto eNB 112 avançando a sua temporização de transmissão pelo T_{DIST} em relação à temporização de transmissão do macro eNB 110.

[0045] O femto UE 122 pode ter a sua temporização de transmissão retardada pelo T_{DIST} , que pode ser duas vezes o retardo de propagação insignificante entre o femto eNB 112 e o femto UE 122. Neste caso, se o femto UE 122 enviar uma transmissão de uplink 418 no tempo T_{DIST} , então essa transmissão de uplink seria recebida pelo femto eNB 112 no tempo T_{DIST} . A transmissão de downlink a partir do femto eNB 112 e a transmissão de uplink a partir do femto UE 122 pode ser alinhada por tempo então no femto eNB 112. No entanto, o femto eNB 112 pode receber a transmissão de uplink 412 a partir do macro UE 120 no tempo $-T_{\text{DIST}}$. A ortogonalidade entre as transmissões de uplink 412 e 418 a partir dos UEs 120 e 122, respectivamente, pode não ser mantida com a temporização de transmissão do femto UE 122 sendo alinhada com a temporização de transmissão do femto eNB 112.

[0046] A fim de satisfazer a condição 2, o femto UE 122 pode ter a sua temporização de transmissão antecipada pelo $-2T_{\text{DIST}}$ em relação à temporização de transmissão do femto eNB 112. O femto UE 122 pode enviar uma transmissão de uplink 420 no tempo $-T_{\text{DIST}}$. O femto eNB 112 pode receber a transmissão de uplink 420 a partir do femto UE 122, bem como a transmissão de uplink 412 a partir do macro UE 120 no tempo $-T_{\text{DIST}}$. A ortogonalidade entre as transmissões de uplink 412 e 420 a partir das UEs 120 e 122, respectivamente, pode ser mantida com o femto UE 122

tendo a sua temporização de transmissão antecipada pelo $-2T_{\text{DIST}}$ em relação à temporização de transmissão do femto eNB 112.

[0047] A fim de satisfazer a condição 3, o intervalo de tempo a partir do $-T_{\text{DIST}}$ até T_{DIST} pode ser definido como um intervalo de guarda. Esse intervalo de guarda pode ser utilizado toda vez que exista uma troca de um subquadro de downlink para um subquadro de uplink, conforme descrito abaixo.

[0048] O femto eNB 112 pode ajustar a sua temporização de transmissão (por exemplo, retardo da sua temporização de transmissão pelo T_{DIST}) de diversas maneiras para satisfazer a condição 1. O femto eNB 112 pode ajustar também a temporização de transmissão do femto UE 122 (por exemplo, antecipar a temporização da transmissão pelo $2T_{\text{DIST}}$) de diversas maneiras a fim de satisfazer a condição 2.

[0049] Em um primeiro projeto de ajuste de temporização, o femto eNB 112 pode implícita ou explicitamente determinar T_{DIST} com base em uma transmissão de downlink a partir do macro eNB 110. O femto eNB 112 pode receber a transmissão de downlink 410 a partir do macro eNB 110, por exemplo, de uma maneira similar, como o macro UE 120. O femto eNB 112 pode determinar que a transmissão de downlink 410 seja recebida no tempo T_{DIST} e possa então definir a sua temporização de transmissão igual ao T_{DIST} determinado pelo trajeto de recepção para o macro eNB 110. Neste projeto, a temporização de transmissão do femto eNB 112 pode ser antecipada com relação à temporização de transmissão do macro eNB 110 apesar da temporização de

transmissão do macro eNB 110 não poder ser explicitamente determinada.

[0050] Para o primeiro projeto, o femto eNB 112 pode presumir que a transmissão de downlink 410 seja enviada pelo macro eNB 110 em um tempo de referência, por exemplo, tempo de GPS. O femto eNB 112 pode então computar T_{DIST} com base no tempo medido recebido e o tempo de transmissão presumido da transmissão de downlink 410. O femto eNB 112 pode então retardar a sua temporização de transmissão pelo T_{DIST} a partir do tempo de referência. O femto eNB 112 pode também antecipar a temporização de transmissão do femto UE 122 pelo T_{DIST} a partir do tempo de referência, que poderia ser equivalente a uma antecipação de $2T_{DIST}$ a partir da temporização de transmissão do femto eNB 112.

[0051] Em um segundo projeto, o femto eNB 112 pode determinar T_{DIST} com base em uma transmissão de uplink a partir do macro UE 120. O femto eNB 112 pode medir uma transmissão de uplink 412 a partir do macro UE 120 e determinar o tempo de recepção da transmissão de uplink 412, que pode ser aproximadamente igual ao tempo de transmissão da transmissão de uplink 412 por causa da grande proximidade entre o macro UE 120 e o femto eNB 112. O femto eNB 112 pode presumir que a temporização de transmissão do macro UE 120 tenha sido antecipada pelo T_{DIST} em relação ao tempo de referência. O femto eNB 112 pode computar T_{DIST} com base na diferença entre o tempo recebido de transmissão de uplink 412 e o tempo de referência. O femto eNB 112 pode então retardar a sua temporização de transmissão pelo T_{DIST} em relação ao tempo de referência e

pode também antecipar a temporização de transmissão do femto UE 122 pelo T_{DIST} a partir do tempo de referência.

[0052] Em um terceiro projeto, o femto eNB 112 pode determinar T_{DIST} com base na informação da localização. O femto eNB 112 pode obter a sua localização, por exemplo, desempenhando o posicionamento por GPS. O femto eNB 112 pode obter também a localização do macro eNB 110, por exemplo, a partir da transmissão da informação do sistema pelo eNB 110 ou enviada via o canal de transporte de retorno. O femto eNB 112 pode computar a distância entre os eNBs 110 e 112 com base nas suas localizações conhecidas e pode converter a distância computada para um retardo de propagação do T_{DIST} . O femto eNB 112 pode presumir que o macro eNB 110 alinhou a sua temporização de transmissão ao tempo de referência. O femto eNB 112 pode então retardar a sua temporização de transmissão pelo T_{DIST} em relação ao tempo de referência. O femto eNB 112 pode também antecipar a temporização de transmissão do femto UE 122 pelo T_{DIST} a partir do tempo de referência.

[0053] Em um quarto projeto, o femto eNB 112 pode determinar T_{DIST} com base em uma variação de via única com macro eNB 110. O femto eNB 112 pode enviar uma transmissão em um tempo conhecido (por exemplo, alinhado para o tempo do GPS) para o macro eNB 110. O macro eNB 110 pode receber a transmissão a partir do femto eNB 112 e pode medir o retardo da propagação do T_{DIST} com base no tempo de recepção medido e no tempo de transmissão conhecido da transmissão a partir do femto eNB 112. O macro eNB 110 pode então enviar uma mensagem com o retardo de propagação medido para o femto eNB 112. O femto eNB 112 pode ajustar a

sua temporização de transmissão bem como a temporização de transmissão do femto UE 122 com base no retardo da propagação medido a partir do macro eNB 110.

[0054] Em um quinto projeto, o femto eNB 112 pode determinar T_{DIST} com base em variação de duas vias com o macro eNB 110. O femto eNB 112 pode enviar uma transmissão para o macro eNB 110, que pode devolver a transmissão de volta para o femto eNB 112. O femto eNB 112 pode medir um retardo de ida e volta (RTD) com base no tempo de recepção da transmissão devolvida a partir do macro eNB 110 e o tempo de transmissão da transmissão original a partir do femto eNB 112. O femto eNB 112 pode computar T_{DIST} para ser uma metade do RTD. O femto eNB 112 pode ajustar então a sua temporização de transmissão bem como a temporização de transmissão do femto UE 122 com base no T_{DIST} computado.

[0055] Em um sexto projeto, o femto eNB 112 pode determinar T_{DIST} com base na variação pelo UE 120 ou 122 com o macro eNB 110. O UE 120 ou 122 pode desempenhar a variação de via única com o macro eNB 110 (por exemplo, conforme descrito acima para o quarto projeto) e pode obter T_{DIST} a partir da variação de via única. O UE 120 ou 122 pode desempenhar também a variação de via dupla com o macro eNB 110 (por exemplo, conforme descrito acima para o quinto projeto) e pode obter RTD a partir da variação de via dupla. O UE 120 ou 122 pode enviar então o T_{DIST} medido ou o RTD (direta ou indiretamente) para o femto eNB 112. Por exemplo, o femto UE 122 pode enviar o T_{DIST} medido ou o RTD diretamente para o femto eNB 112. O macro UE 120 pode enviar o T_{DIST} medido ou o RTD para o macro eNB 110, que

pode então direcionar o T_{DIST} medido ou o RTD para o femto eNB 112 via o canal de transporte de retorno ou através do ar. De qualquer forma, o femto eNB 112 pode retardar a sua temporização de transmissão e pode antecipar a temporização de transmissão do femto UE 122 com base no T_{DIST} medido ou no RTD.

[0056] Variando pelo UE 120 ou 122 com macro eNB 110 pode ser iniciado e desempenhado de diversas maneiras. Em um projeto, o femto eNB 112 pode solicitar ao UE 120 ou 122 que desempenhe a variação com o macro eNB 110 e envie o T_{DIST} ou o RTD para o femto eNB 112. Em outro projeto, o femto eNB 112 pode se comunicar com o macro eNB 110, por exemplo, via um canal de transporte de retorno ou através do ar. O macro eNB 110 pode então solicitar que o UE 120 ou 122 desempenhe a variação com macro eNB 110.

[0057] Em um sétimo projeto, o femto eNB 112 pode determinar o T_{DIST} com base na variação pelo macro eNB 110 com o UE 120 ou 122. O macro eNB 110 pode desempenhar uma variação de via única com o macro UE 120 (por exemplo, conforme descrito acima para o quarto projeto) e pode obter o T_{DIST} a partir da variação de via única. O macro eNB 110 pode também desempenhar uma variação de duas vias com o macro UE 120 (por exemplo, conforme descrito acima para o quinto projeto) e pode obter o RTD a partir da variação de duas vias. O macro eNB 110 pode enviar então o T_{DIST} medido ou o RTD (direta ou indiretamente) para o femto eNB 112. O femto eNB 112 pode então retardar a sua temporização de transmissão e pode avançar a temporização de transmissão do femto UE 122 com base no T_{DIST} medido ou no RTD.

[0058] A variação pelo macro eNB 110 pode ser iniciada e desempenhada de diversas maneiras. Em um projeto, o femto eNB 112 pode solicitar que o macro eNB 110 desempenhe a variação com o UE 120 ou 122. Em outro projeto, o femto eNB 112 pode solicitar que o UE 120 ou 122 peça ao macro eNB 110 para desempenhar a variação com o UE 120 ou 122.

[0059] Em um oitavo projeto, o femto eNB 112 pode determinar o T_{DIST} com base em uma aproximação grosseira. Por exemplo, o femto eNB 112 pode obter uma estimativa grosseira do T_{DIST} com base em uma energia recebida de sinal de referência (RSRP) no downlink para o macro eNB 110. Como o macro eNB 110 transmite a informação sobre a sua potência de transmissão para o sinal de referência, o femto eNB 112 pode estimar a perda de trajeto de propagação de sinal como uma relação da potência de transmissão do macro eNB 110 para o RSRP medido pelo femto eNB 112. A perda de trajeto estimada por ser utilizada para estimar a distância entre o macro eNB 110 e o femto eNB 112.

[0060] O femto eNB 112 pode determinar também o T_{DIST} de outras maneiras. Em um projeto, o T_{DIST} pode ser determinado quando o femto eNB 112 é ligado e pode ser utilizado para ajustar a temporização de transmissão do femto eNB 112. O T_{DIST} pode ser relativamente constante para o femto eNB 112, e a temporização de transmissão do femto eNB 112 pode não mudar muito uma vez que seja definido adequadamente. O T_{DIST} pode ser determinado novamente se necessário, por exemplo, se o femto eNB 112 é movido para

uma nova localização, que pode ser suficientemente distante da localização anterior.

[0061] A Figura 5 mostra um diagrama de temporização para o femto eNB 112 e o femto UE 122 com ajuste de temporização para satisfazer as condições 1 e 2 para TDD. O femto eNB 112 pode ter a sua temporização de transmissão retardada pelo T_{DIST} em relação ao tempo de referência, que pode ser o tempo de GPS, ou a temporização de transmissão do macro eNB 110, ou algum outro tempo. Pela perspectiva do femto eNB 112, o subquadro 1 pode iniciar no tempo T_{1D} , subquadro 2 pode iniciar no tempo T_{2D} , etc. O femto UE 122 pode ter a sua temporização de transmissão antecipada pelo T_{DIST} em relação ao tempo de referência. A partir da perspectiva do femto UE 122, o subquadro 1 pode iniciar no tempo T_{1U} , o subquadro 2 pode iniciar no tempo T_{2U} , etc. O tempo T_{1U} pode ser mais cedo do que o tempo T_{1D} pelo $2T_{DIST}$.

[0062] O femto eNB 112 pode enviar uma transmissão de downlink para o femto UE 122 no subquadro 1. Uma troca de downlink para uplink pode ocorrer após o subquadro 1. O femto UE 122 pode então enviar uma transmissão de uplink para o femto eNB 112 no subquadro 2. O subquadro 2 no uplink pode sobrepor o subquadro 1 no downlink a partir do tempo T_{2U} para o tempo T_{2D} . Um intervalo de guarda pode ser definido a partir do tempo T_{2U} para o tempo T_{2D} e pode ter uma duração de $2T_{DIST}$. O femto UE 122 pode evitar transmitir durante o intervalo de guarda a fim de evitar interferir com a transmissão de downlink a partir do femto eNB 112. Em geral, o primeiro subquadro de uplink

após um subquadro de downlink pode ser reduzido pelo $2T_{\text{DIST}}$ devido ao intervalo de guarda.

[0063] Em um projeto, um intervalo de guarda pode ser utilizado a partir do $-T_{\text{DIST,MAX}}$ até o $T_{\text{DIST,MAX}}$ centralizado no tempo de referência, em que $-T_{\text{DIST,MAX}}$ pode ser determinado com base no tamanho da célula do macro eNB 110. Esse projeto pode garantir que as condições 3 e 4 possam ser satisfeitas independentemente de onde o femto eNB 112 estiver localizado em relação ao macro eNB 110.

[0064] Em um projeto, o intervalo de guarda a partir do $-T_{\text{DIST,MAX}}$ até o $T_{\text{DIST,MAX}}$ ou a partir do $-T_{\text{DIST}}$ até o T_{DIST} pode ser habilitado quando o femto eNB 112 estiver dentro da cobertura do macro eNB 110. O intervalo de guarda pode ser reduzido para um valor inferior (por exemplo, zero) quando o femto eNB 112 não estiver dentro da cobertura do macro eNB 110. Esse projeto pode evitar uma redução no tamanho de um subquadro de uplink após um subquadro de downlink quando a redução não for necessária.

[0065] A temporização de transmissão do femto UE 122 pode ser antecipada de diversas maneiras. Em um projeto, o femto UE 122 pode ter a sua temporização de transmissão antecipada pelo femto eNB 112. O femto UE 122 pode enviar uma sondagem de acesso aleatório quando estiver dentro da cobertura do femto eNB 112. O femto eNB 112 pode receber a sondagem de acesso aleatório a partir do femto UE 122 e pode determinar a temporização de transmissão atual do femto UE 122 com base no tempo de recepção da sondagem de acesso aleatório. O femto eNB 112 pode determinar a temporização de transmissão desejada do femto UE 122 para ser $2T_{\text{DIST}}$ mais cedo do que a temporização a temporização de

transmissão do femto eNB 112. O femto eNB 112 pode então determinar um ajuste de temporização para o femto UE 122 com base na diferença entre a temporização de transmissão atual e a temporização de transmissão desejada do femto UE 122. O femto eNB 112 pode enviar uma resposta de acesso aleatório com o ajuste de temporização para o femto UE 122. O femto eNB 112 pode determinar periodicamente também a temporização de transmissão do femto UE 122 (por exemplo, a cada X segundos) e pode enviar comandos relativos à mudança (por exemplo, para antecipar ou retardar) a temporização de transmissão do femto UE 122 conforme necessário.

[0066] A temporização de transmissão do femto UE 122 pode ser ajustado também de outras maneiras. Por exemplo, o femto UE 122 pode determinar o retardo de propagação T_{DIST} utilizando qualquer um dos projetos descritos acima e pode definir a sua temporização de transmissão com base no retardo de propagação. O femto UE 122 pode medir também uma transmissão de uplink a partir do macro UE 120 pode definir a sua temporização de transmissão com base no tempo recebido da transmissão de uplink a partir do macro UE 120.

[0067] O femto eNB 112 pode ter uma necessidade de sincronização de T_{REQ} , que pode ser dado como $T_{REQ} = T_{DIST} + T_{MARGIN}$ pode ser uma margem de implementação. A necessidade de sincronização do femto eNB 112 pode ser satisfeita retardando a temporização de transmissão do femto eNB 112 pelo T_{DIST} , conforme mostrado na Figura 5.

[0068] A Figura 6 mostra um projeto de um processo 600 para ajustar a temporização de transmissão de uma estação base/eNB em uma rede sem fio. O processo 600

pode ser desempenhado por uma estação base ou por alguma outra entidade. A presença de uma primeira estação base pode ser detectada por uma segunda estação base (bloco 612). A temporização de transmissão da segunda estação base pode ser retardada em relação à temporização de transmissão da primeira estação base (bloco 614).

[0069] Em um projeto, um UE localizado dentro da cobertura das primeiras e segundas estações base pode ser identificado. A temporização de transmissão da segunda estação base pode ser retardada em relação à temporização de transmissão da primeira estação base para alinhar o tempo dos sinais de downlink a partir das primeiras e segundas estações base no UE. Em outro projeto, a temporização de transmissão da segunda estação base pode ser retardada por uma quantidade pré-determinado, que pode ser igual ao retardo de propagação (por exemplo, $T_{DIST,MAX}$) corresponde ao tamanho da célula da primeira estação base ou de alguma outra quantidade.

[0070] Em um projeto, a primeira estação base pode ser uma macro estação base e a segunda estação base pode ser uma femto estação base. O UE pode ser um femto UE se comunicando com a femto estação base ou um macro UE se comunicando com a macro estação base. O UE pode estar localizado mais próximo da femto estação base do que a macro estação base. Em outros projetos, as primeiras e segundas estações base podem ser outros tipos de estações base. Por exemplo, a segunda estação base pode ser uma estação base pico, uma estação de retransmissão, etc.

[0071] A Figura 7 mostra um projeto de bloco 614 na Figura 6. O retardo de propagação entre a primeira

estação base e a segunda estação base pode ser determinado (bloco 712). A quantidade de retardo para a temporização de transmissão da segunda estação base pode ser determinado com base no retardo de propagação (bloco 714). Um tempo de referência (por exemplo, tempo de GPS) utilizado para a temporização de transmissão da primeira estação base pode ser determinada (bloco 716). A temporização de transmissão da segunda estação base pode ser retardada então pela quantidade de retardo determinada a partir do tempo de referência (bloco 718).

[0072] Em um projeto do bloco 712, o retardo de propagação entre as primeiras e as segundas estações base pode ser determinado com base na localização da primeira estação base e da localização da segunda estação base. Em outro projeto do bloco 712, o retardo de propagação entre as primeiras e as segundas estações base pode ser determinado com base na variação entre as primeiras e as segundas estações base. Ainda em outro projeto do bloco 712, o retardo de propagação entre a primeira estação base e um UE dentro da cobertura da segunda estação base pode ser determinado com base na variação entre a primeira estação base e o UE. O retardo de propagação pode ser também determinado de outras maneiras.

[0073] Com referência novamente à Figura 6, em outro projeto do bloco 614, a segunda estação base pode receber uma transmissão de downlink a partir da primeira estação base. A segunda estação base pode então determinar a sua temporização de transmissão com base em (por exemplo, pode alinhar a sua temporização de transmissão para) o

tempo de recepção da transmissão de downlink a partir da primeira estação base.

[0074] Ainda em outro projeto do bloco 614, a segunda estação base pode receber uma transmissão de uplink a partir de um UE se comunicando com a primeira estação base. O UE pode ter a sua temporização de transmissão antecipada em relação à temporização de transmissão da primeira estação base. A segunda estação base pode determinar a sua temporização de transmissão com base no tempo de recepção da transmissão de uplink a partir do UE e do tempo de referência.

[0075] A Figura 8 mostra um projeto de um aparelho 800 para ajustar a temporização de transmissão de uma estação base em uma rede sem fio. O aparelho 800 inclui um módulo 812 para detectar a presença de uma primeira estação base por uma segunda estação base, e um módulo 814 retarda a temporização de transmissão da segunda estação base em relação à temporização de transmissão da primeira estação base.

[0076] A Figura 9 mostra um projeto de um processo 900 para ajustar a temporização da transmissão de um UE em uma rede sem fio. O processo 900 pode ser desempenhado por uma primeira estação base (conforme descrito abaixo) ou por alguma outra entidade. A primeira estação base pode identificar um primeiro UE localizado dentro da cobertura da primeira estação base (bloco 912). A primeira estação base pode antecipar a temporização de transmissão do primeiro UE em relação à temporização de transmissão da primeira estação base por uma quantidade

maior do que duas vezes o retardo da propagação entre o primeiro UE e a primeira estação base (bloco 914).

[0077] Em um projeto, a primeira estação base pode antecipar a temporização de transmissão do primeiro UE para alinhar o tempo dos sinais de uplink a partir do primeiro UE e um segundo UE na primeira estação base. O primeiro UE pode se comunicar com a primeira estação base, e o segundo UE pode se comunicar com uma segunda estação base. A primeira estação base pode ser uma femto estação base e a segunda estação base pode ser uma macro estação base. Os primeiros e segundos UEs podem estar localizados mais próximos da femto estação base do que da macro estação base. Em outros projetos, as primeiras e as segundas estações base e os primeiros e os segundos UEs podem ser outros tipos de estações base e de UEs.

[0078] A Figura 10 mostra um projeto de bloco 914 na Figura 9. A primeira estação base pode determinar o segundo retardo de propagação entre a segunda estação base e o primeiro UE, ou o segundo UE, ou a primeira estação base, por exemplo, com base em qualquer um dos projetos descritos acima (bloco 1012). A primeira estação base pode determinar a quantidade de antecipação para a temporização de transmissão do primeiro UE com base no segundo retardo de propagação (bloco 1014). A primeira estação base pode determinar um tempo de referência (por exemplo, tempo de GPS) utilizado para a temporização de transmissão da segunda estação base (bloco 1016). A primeira estação base pode então antecipar a temporização de transmissão do primeiro UE pela quantidade de antecipação determinada a partir do tempo de referência (bloco 1018).

[0079] Com referência novamente à Figura 9, em outro projeto do bloco 914, a primeira estação base pode receber uma transmissão de uplink a partir do segundo UE. A primeira estação base pode determinar então a temporização de transmissão do primeiro UE com base no (por exemplo, pode alinhar a temporização de transmissão do primeiro UE para) o tempo de recepção da transmissão de uplink a partir do segundo UE.

[0080] Em um projeto, a primeira estação base pode receber uma sondagem de acesso aleatório a partir da primeira UE e pode identificar o primeiro UE com base na sondagem de acesso aleatório. A primeira estação base pode determinar um ajuste de temporização para o primeiro UE para alinhar o tempo dos sinais de uplink a partir dos primeiros e dos segundos UEs na primeira estação base. A primeira estação base pode então enviar o ajuste de temporização para o primeiro UE, por exemplo, em resposta à sondagem de acesso aleatório.

[0081] Em um projeto, a primeira estação base pode retardar a sua temporização de transmissão em relação à temporização de transmissão da segunda estação base, por exemplo, para alinhar o tempo dos sinais de downlink a partir das primeiras e das segundas estações base nos primeiros e nos segundos UEs (bloco 916). A temporização de transmissão da primeira estação base pode ser retardada por uma quantidade particular e a temporização de transmissão do primeiro UE pode ser antecipada pela mesma quantidade em relação à temporização de transmissão da segunda estação base, por exemplo, conforme mostrado na Figura 5.

[0082] Em um projeto, a primeira estação base pode determinar um intervalo de guarda de pelo menos a diferença entre a sua temporização de transmissão e a temporização de transmissão do primeiro UE (bloco 918). Em um projeto, o intervalo de guarda pode ser definido para um valor pré-determinado (por exemplo, $T_{\text{DIST,MAX}}$), que pode ser determinado com base no tamanho da célula da segunda estação base. O intervalo de guarda pode ser utilizado para uma transmissão de uplink a partir do segundo UE após uma transmissão de downlink a partir da primeira estação base, por exemplo, conforme mostrado na Figura 5 (bloco 920).

[0083] A Figura 11 mostra um projeto de um aparelho 1100 para ajustar a temporização de transmissão de um UE em uma rede sem fio. O aparelho 1100 inclui um módulo 1112 para identificar um UE localizado dentro da cobertura de uma primeira estação base, um módulo 1114 para antecipar a temporização de transmissão do UE em relação à temporização de transmissão da primeira estação base por uma quantidade maior do que duas vezes um retardo de propagação entre o UE e a primeira estação base, um módulo 1116 para retardar a temporização de transmissão da primeira estação base em relação à temporização de transmissão de uma segunda estação base, um módulo 1118 para determinar um intervalo de guarda de pelo menos a diferença entre a temporização de transmissão da primeira estação base e a temporização de transmissão do UE, e um módulo 1120 para utilizar o intervalo de guarda para uma transmissão de uplink a partir do UE após uma transmissão de downlink a partir da primeira estação base.

[0084] A Figura 12 mostra um projeto de um processo 1200 para comunicação em uma rede sem fio. O processo 1200 pode ser desempenhado por um primeiro UE (conforme descrito abaixo) ou por alguma outra entidade. A primeira UE pode receber um ajuste de temporização para antecipar a sua temporização de transmissão em relação à temporização de transmissão de uma primeira estação base por uma quantidade maior do que duas vezes o retardo de propagação entre o primeiro UE e a primeira estação base (bloco 1212). O primeiro UE pode enviar uma transmissão de uplink para a primeira estação base com base na temporização de transmissão para o primeiro UE (bloco 1214).

[0085] Em um projeto, a temporização de transmissão do primeiro UE pode ser antecipada para alinhar o tempo dos sinais de uplink a partir do primeiro UE e um segundo UE na primeira estação base. O primeiro UE pode estar localizado dentro da cobertura da primeira estação base e uma segunda estação base. Em um projeto, a primeira estação base pode ser uma femto estação base e a segunda estação base pode ser uma macro estação base. O primeiro UE pode se comunicar com a femto estação base, e o segundo UE pode se comunicar com a macro estação base. Os primeiros e os segundos UEs podem estar localizados mais próximos da femto estação base do que a macro estação base. Em outros projetos, as primeiras e as segundas estações base e os primeiros e os segundos UEs podem ser outros tipos de estações base e de UEs.

[0086] Em um projeto, o primeiro UE pode enviar uma sondagem de acesso aleatório e pode receber o

ajuste de temporização a partir da primeira estação base em resposta à sondagem de acesso aleatório. O ajuste de temporização pode ser enviado também para o primeiro UE em resposta a alguma outra ação.

[0087] Em um projeto, a primeira estação base pode determinar o ajuste da temporização sem qualquer interação com o primeiro UE. Em outro projeto, o primeiro UE pode desempenhar a variação com a segunda estação base para determinar um segundo retardo de propagação entre a segunda estação base e o primeiro UE. A temporização de transmissão do primeiro UE pode ser antecipada então por uma quantidade determinado com base no segundo retardo de propagação.

[0088] A Figura 13 mostra um projeto de um aparelho 1300 para comunicação em uma rede sem fio. O aparelho 1300 inclui um módulo 1312 para receber um ajuste de temporização para antecipar a temporização de transmissão de um UE em relação à temporização de transmissão de uma estação base por uma quantidade maior do que duas vezes o retardo de propagação entre o UE e a estação base, e um módulo 1314 para enviar uma transmissão de uplink a partir do UE para a estação base com base na temporização de transmissão do UE.

[0089] Os módulos nas Figuras 8, 11 e 13 podem compreender processadores, dispositivos eletrônicos, dispositivos de hardware, componentes eletrônicos, circuitos lógicos, memórias, códigos de software, códigos de firmware, etc., ou qualquer combinação desses.

[0090] A Figura 14 mostra um diagrama de blocos de um projeto de estação base/eNB 112 e UE 122 nas

Figuras 1 e 3. A estação base 112 pode ser equipada com antenas T 1434a até 1434t, e UE 122 pode ser equipado com antenas R 1452a até 1452r, em que em geral $T \geq 1$ e $R \geq 1$.

[0091] Na estação base 112, um processador de transmissão 1420 pode receber dados para um ou mais UEs a partir de uma fonte de dados 1412, processar (por exemplo, codificar e modular) os dados para cada UE com base em um ou mais esquemas de modulação e de codificação, e prover símbolos de dados para todos os UEs. O processador de transmissão 1420 pode receber também informações de controle (por exemplo, ajuste de tempo para UE 122) a partir de um controlador/processador 1440, processar a informação de controle, e prover símbolos de controle. O processador de transmissão 1420 pode gerar também símbolos de referência para um sinal ou piloto de referência. Um processador de saída múltipla entrada múltipla de transmissão (MIMO) (TX) 1430 pode desempenhar processamento espacial (por exemplo, pre-codificação) nos símbolos de dados, os símbolos de controle, e/ou os símbolos de referência, se aplicável, e pode prover fluxos de símbolos de saída T para moduladores T (MOD) 1432a até 1432t. Cada modulador 1432 pode processar um fluxo de símbolo de saída respectivo (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter um fluxo de amostra de saída. Cada modulador 1432 pode ainda processar (por exemplo, converter para analógico, amplificar, filtro e converter para cima) o fluxo de amostra de saída para obter um sinal de downlink. Os sinais de downlink a partir dos moduladores 1432a até 1432t pode ser transmitido via antenas T 1434a até 1434t, respectivamente.

[0092] No UE 122, antenas R 1452a até 1452r pode receber os sinais de downlink a partir da estação base 112 e possivelmente outras estações base e pode prover sinais recebidos para demoduladores (DEMOD) 1454a até 1454r, respectivamente. Cada demodulador 1454 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter para baixo e digitalizar) o seu sinal recebido para obter amostras recebidas e pode ainda processar as amostras recebidas (por exemplo, para OFDM, etc.) para obter os símbolos recebidos. Um detector MIMO 1460 pode desempenhar a detecção MIMO (se aplicável) nos símbolos recebidos a partir de todos os demoduladores R 1454a até 1454r e prover símbolos detectados. Um processador de recepção 1470 pode processar (por exemplo, demodular e decodificar) os símbolos detectados, prover dados descodificados para o UE 122 para um depósito de dados 1472, e prover informações de controle decodificadas para um controlador/processador 1490.

[0093] No uplink, no UE 122, dados a partir de uma fonte de dados 1478 e informações de controle (por exemplo, sondagem de acesso aleatório) a partir do controlador/processador 1490 pode ser processado por um processador de transmissão 1480, pré-codificado por um processador MIMO TX 1482 (se aplicável), condicionado por moduladores 1454a até 1454r, e transmitido via antenas 1452a até 1452r. Na estação base 112, os sinais de uplink a partir do UE 122 e outros UEs podem ser recebidos por antenas 1434, condicionados pelos demoduladores 1432, detectados por um detector MIMO 1436, e processados por um processador de recepção 1438 para obter os dados e

informações de controle transmitidas pelo UE 122 e por outros UEs. O processador 1438 pode prover os dados recuperados para um depósito de dados 1439 e as informações de controle recuperadas para o controlador/processador 1440.

[0094] Os controladores/processadores 1440 e 1490 podem direcionar a operação na estação base 112 e no UE 122, respectivamente. Um processador de canal 1494 pode receber as transmissões de downlink a partir das estações base e determinar o tempo de recepção das transmissões de downlink. Um processador de canal 1446 pode receber transmissões a partir dos UEs e possivelmente de outras estações base e determinar o tempo de recepção das transmissões. O processador 1440 e/ou outros processadores e módulos na estação base 112 podem desempenhar ou processo direto 600 na Figura 6, processo 614 na Figura 7, processo 900 na Figura 9, processo 914 na Figura 10, e/ou outros processos para as técnicas descritas aqui. O processador 1490 e/ou outros processador e módulos na UE 122 podem desempenhar ou o processo direto 1200 na Figura 12 e/ou outros processos para as técnicas descritas aqui. As memórias 1442 e 1492 podem armazenar dados e códigos de programas para a estação base 112 e UE 122, respectivamente. Um programador 1444 pode programar os UEs para transmissão no downlink e/ou uplink e pode atribuir recursos para os UEs programados.

[0095] Aqueles com habilidade na técnica iriam entender que as informações e sinais podem ser representados utilizando qualquer uma de uma variedade de tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, dados,

instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos e chips que podem ser referenciados ao longo da descrição acima podem ser representados por voltagens, correntes, ondas eletromagnéticas, campos ou partículas magnéticas, campos ou partículas ópticos, ou qualquer combinação desses.

[0096] Aqueles com habilidade na técnica poderiam ainda apreciar que os diversos blocos lógicos ilustrativos, módulos, circuitos, e etapas de algoritmos descritos em conexão com a revelação aqui podem ser implementados como hardware eletrônico, software de computador, ou combinações de ambos. A fim de ilustrar com clareza essa permutabilidade de hardware e software, diversos componentes ilustrativos, blocos, módulos, circuitos e etapas foram descritas acima geralmente em termos de suas funcionalidades. Se a dita funcionalidade for implementada como hardware ou software depende da aplicação particular e de restrições de projetos impostos ao sistema como um todo. Os artesãos com habilidade podem implementar a funcionalidade descrita de diversas maneiras para cada aplicação particular, mas ditas decisões de implementações não devem ser interpretadas como causando o afastamento do escopo da presente revelação.

[0097] Os diversos blocos lógicos ilustrativos, módulos e circuitos descritos em conexão com a revelação aqui podem ser implementados ou desempenhados com um processador de uso geral, um processador de sinal digital (DSP), um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), uma matriz de portal de campo programado (FPGA) ou outro dispositivo lógico programável, portão

discreto ou lógico de transistor, componentes de hardware discreto, ou qualquer combinação desses projetados para desempenhar as funções descritas aqui. Um processador de uso geral pode ser um microprocessador, mas como alternativa, o processador pode ser qualquer processador convencional, controlador, micro-controlador, ou máquina de estado. Um processador pode ser implementado também 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 de DSP, ou qualquer outra dita configuração.

[0098] As etapas de um método ou algoritmo descritas em conexão com a revelação aqui podem ser incorporadas diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador, ou em uma combinação dos dois. Um módulo de software pode residir em memória RAM, memória flash, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, registros, disco rígido, um disco removível, um CD-ROM, ou qualquer outra forma de mídia de armazenamento conhecida na técnica. Uma mídia de armazenamento exemplificativa é acoplada ao processador de modo que o processador possa ler as informações a partir dele, e escrever informações para a mídia de armazenamento. Na alternativa, a mídia de armazenamento pode ser integral ao processador. O processador e a mídia de armazenamento podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Na alternativa, o processador e a mídia de armazenamento podem residir como componentes discretos em um terminal de usuário.

[0099] Em um ou mais projetos exemplificativos, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware, ou qualquer combinação desses. Se implementadas em software, as funções podem ser armazenadas em ou transmitidas como um ou mais instruções ou códigos em uma mídia legível por computador. A mídia legível por computador inclui tanto a mídia de armazenamento em computador como a mídia de comunicação incluindo qualquer mídia que facilita a transferência de um programa de computador de um lugar para outro. Uma mídia de armazenamento pode ser qualquer mídia disponível que pode ser acessada por um computador de uso geral ou de uso especial. Por meio de exemplo, e não de limitação, dita mídia legível por computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outros dispositivos de armazenamento em disco óptico, de armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outra mídia que pode ser utilizada para executar ou armazenar meios de códigos de programas desejados na forma de instruções ou de estruturas de dados e que podem ser acessadas por um computador de uso geral ou de uso especial, ou um processador de uso geral ou de uso especial. Também, qualquer conexão é adequadamente tratada como uma mídia legível por computador. Por exemplo, se o software é transmitido a partir de um website, servidor, ou outra fonte remota utilizando um cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, linha de assinante digital (DSL), ou tecnologias sem fio, tais como infravermelho, rádio, e microondas, então o cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, DSL ou tecnologias sem fio, tais como

infravermelho, rádio, e microondas estão incluídos na definição de mídia. Disk e disco, conforme utilizados aqui, incluem disco compacto (DC), disco a laser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disquete e disco de Blu-ray em que os disks usualmente reproduzem dados magneticamente, enquanto os discos reproduzem dados opticamente com lasers. As combinações dos acima devem ser incluídas também dentro do escopo da mídia legível por computador.

[00100] A descrição prévia da revelação é provida para permitir que qualquer pessoa com habilidade na técnica faça ou utilize a revelação. Diversas modificações na revelação ficarão prontamente aparentes para aqueles com habilidade na técnica, e os princípios genéricos definidos aqui podem ser empregados em outras variações sem se afastar do espírito ou do escopo da revelação. Então, a revelação não é pretendida para estar limitada aos exemplos e aos projetos descritos aqui, mas deve ser conferido o mais amplo escopo consistente com os princípios e aspectos de novidades revelados aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende:

identificar um primeiro equipamento de usuário (UE) (122) localizado dentro da cobertura de uma primeira estação base (112) e comunicar com a primeira estação base (112), em que a primeira estação base é uma femto estação base;

retardar temporização de transmissão (416) da primeira estação base (112) em relação a uma temporização de transmissão (410) de uma segunda estação base (110) em comunicação com um segundo UE (120) por uma quantidade de um retardo de propagação macro, em que o segundo UE (120) está dentro da cobertura da primeira estação base (112) e em que a segunda estação base (110) é uma macro estação base; e

antecipar temporização de transmissão (420) do primeiro UE (122) em relação a temporização de transmissão (416) da primeira estação base (112) por uma quantidade de duas vezes o retardo de propagação macro, o retardo de propagação macro sendo o retardo entre a segunda estação base e o segundo UE, ou o retardo entre a segunda estação base e o primeiro UE, ou o retardo entre a segunda estação base e a primeira estação base.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que antecipar a temporização de transmissão do primeiro UE compreende:

receber uma transmissão de uplink a partir do segundo UE na primeira estação base; e

determinar a temporização de transmissão do primeiro UE com base em tempo de recepção da transmissão de uplink a partir do segundo UE na primeira estação base.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que antecipar a temporização de transmissão do primeiro UE compreende:

determinar um ajuste de temporização para o primeiro UE para alinhar em tempo sinais de uplink a partir dos primeiro e segundo UEs na primeira estação base; e

enviar o ajuste de temporização para o primeiro UE.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que identificar o primeiro UE compreende receber uma sondagem de acesso aleatório a partir do primeiro UE na primeira estação base, e em que o ajuste de temporização é determinado e enviado para o primeiro UE em resposta à sondagem de acesso aleatório.

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

determinar um intervalo de guarda de pelo menos uma diferença entre a temporização de transmissão da primeira estação base e a temporização de transmissão do primeiro UE; e

utilizar o intervalo de guarda para uma transmissão de uplink a partir do primeiro UE após uma transmissão de downlink a partir da primeira estação base.

6. Aparelho, para comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende:

meios para identificar (1112) um primeiro equipamento de usuário (UE) (122) localizado dentro da

cobertura de uma primeira estação base (112) e comunicar com a primeira estação base (112), em que a primeira estação base é uma femto estação base;

meios para retardar (1116) temporização de transmissão (416) da primeira estação base (112) em relação a uma temporização de transmissão (410) de uma segunda estação base (110) em comunicação com um segundo UE (120) por uma quantidade de um retardo de propagação macro, em que o segundo UE (120) está dentro da cobertura da primeira estação base (112) e em que a segunda estação base (110) é uma macro estação base;

meios para antecipar (1114) temporização de transmissão do primeiro UE (122) em relação a temporização de transmissão (416) da primeira estação base (112) por uma quantidade de duas vezes o retardo de propagação macro, o retardo de propagação macro sendo o retardo entre a segunda estação base e o segundo UE, ou o retardo entre a segunda estação base e o primeiro UE, ou o retardo entre a segunda estação base e a primeira estação base.

7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que os meios para antecipar a temporização de transmissão do primeiro UE compreendem:

meios para receber uma transmissão de uplink a partir do segundo UE na primeira estação base; e

meios para determinar a temporização de transmissão do primeiro UE com base em tempo de recepção da transmissão de uplink a partir do segundo UE na primeira estação base.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que os meios para antecipar a temporização da transmissão do primeiro UE compreendem:

meios para determinar um ajuste de temporização para o primeiro UE para alinhar em tempo sinais de uplink provenientes dos primeiro e segundo UEs na primeira estação base; e

meios para enviar o ajuste de temporização para o primeiro UE.

9. Memória legível por computador caracterizada pelo fato de que contém gravado na mesma o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5.

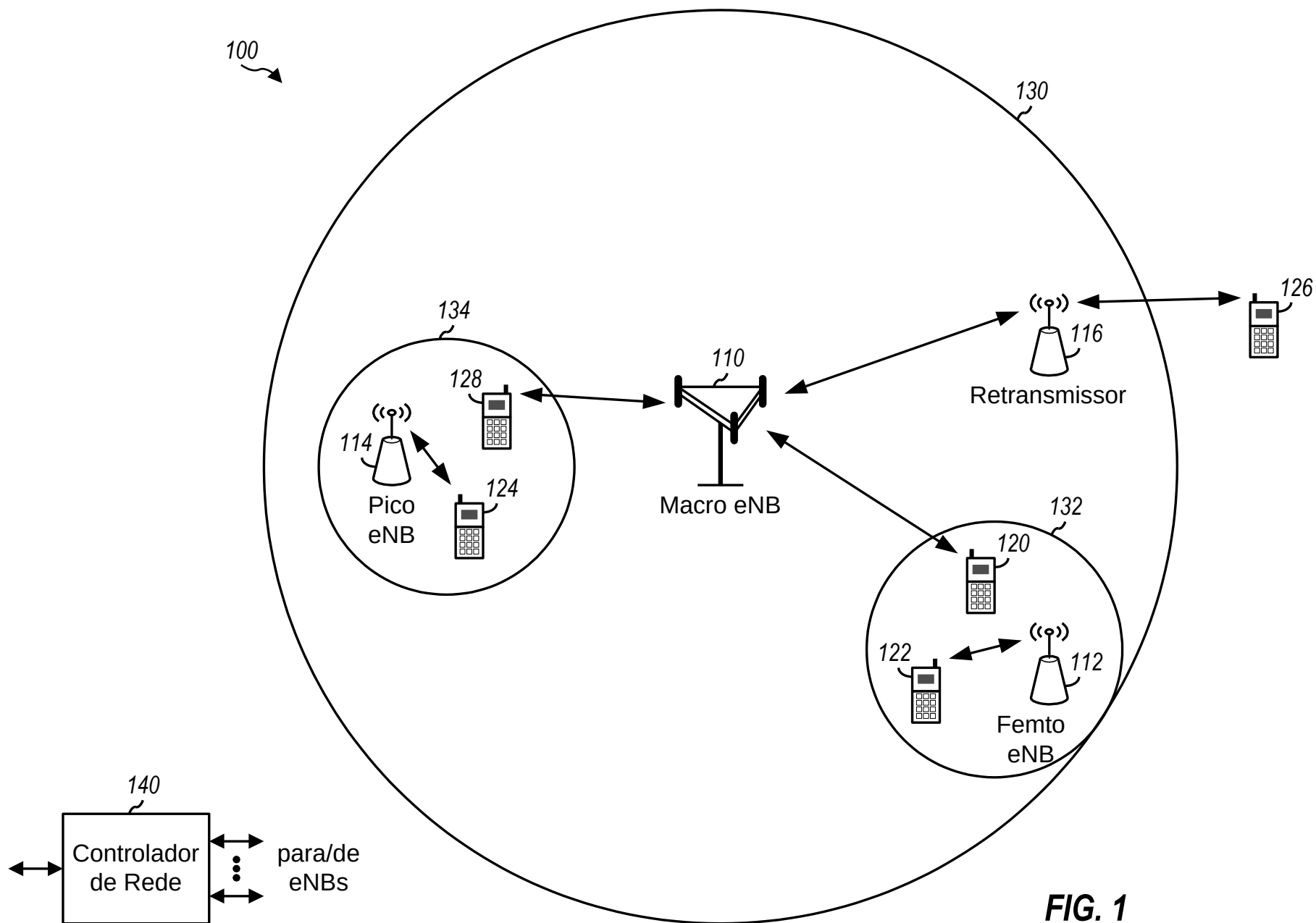


FIG. 1

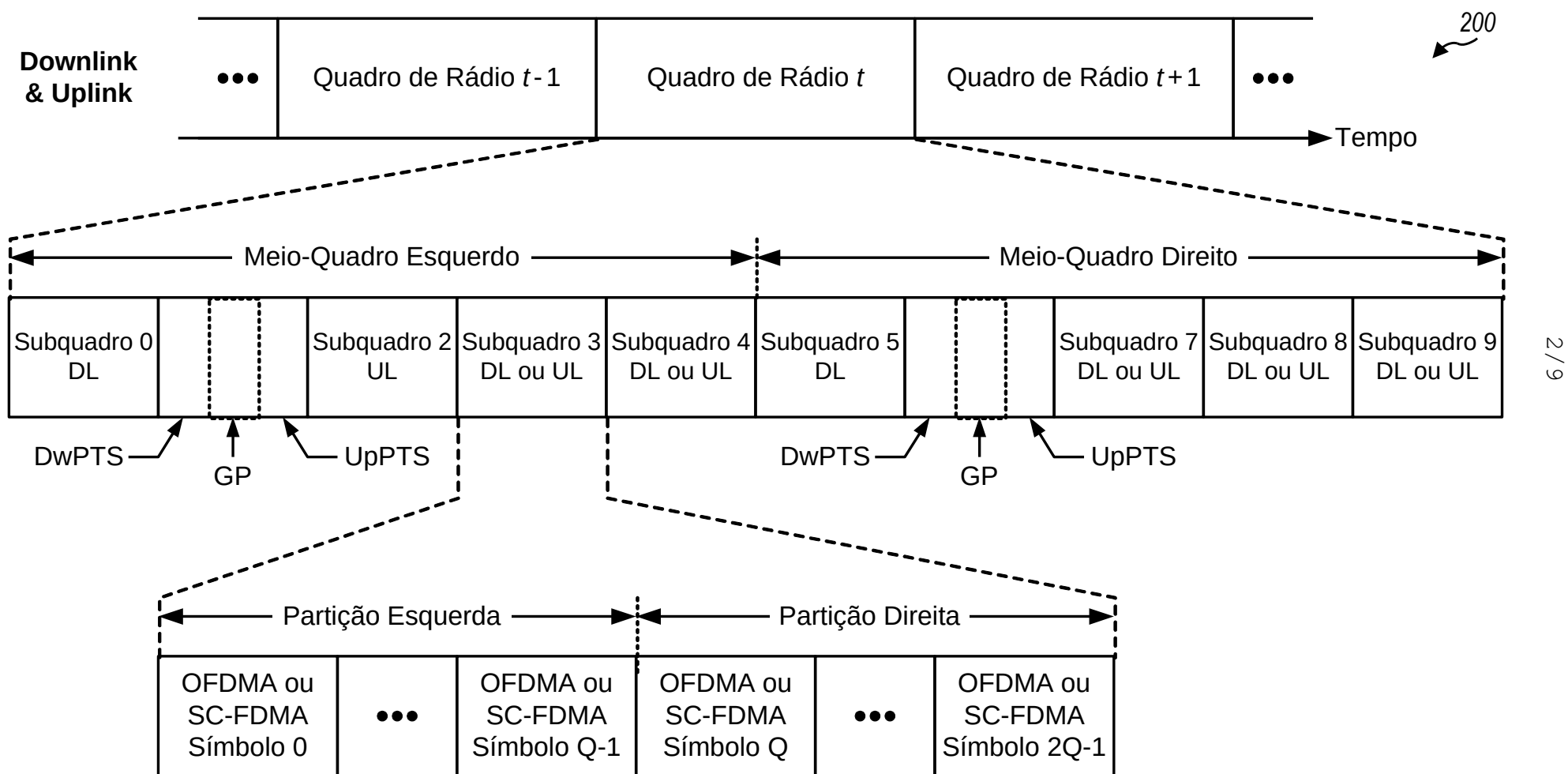


FIG. 2

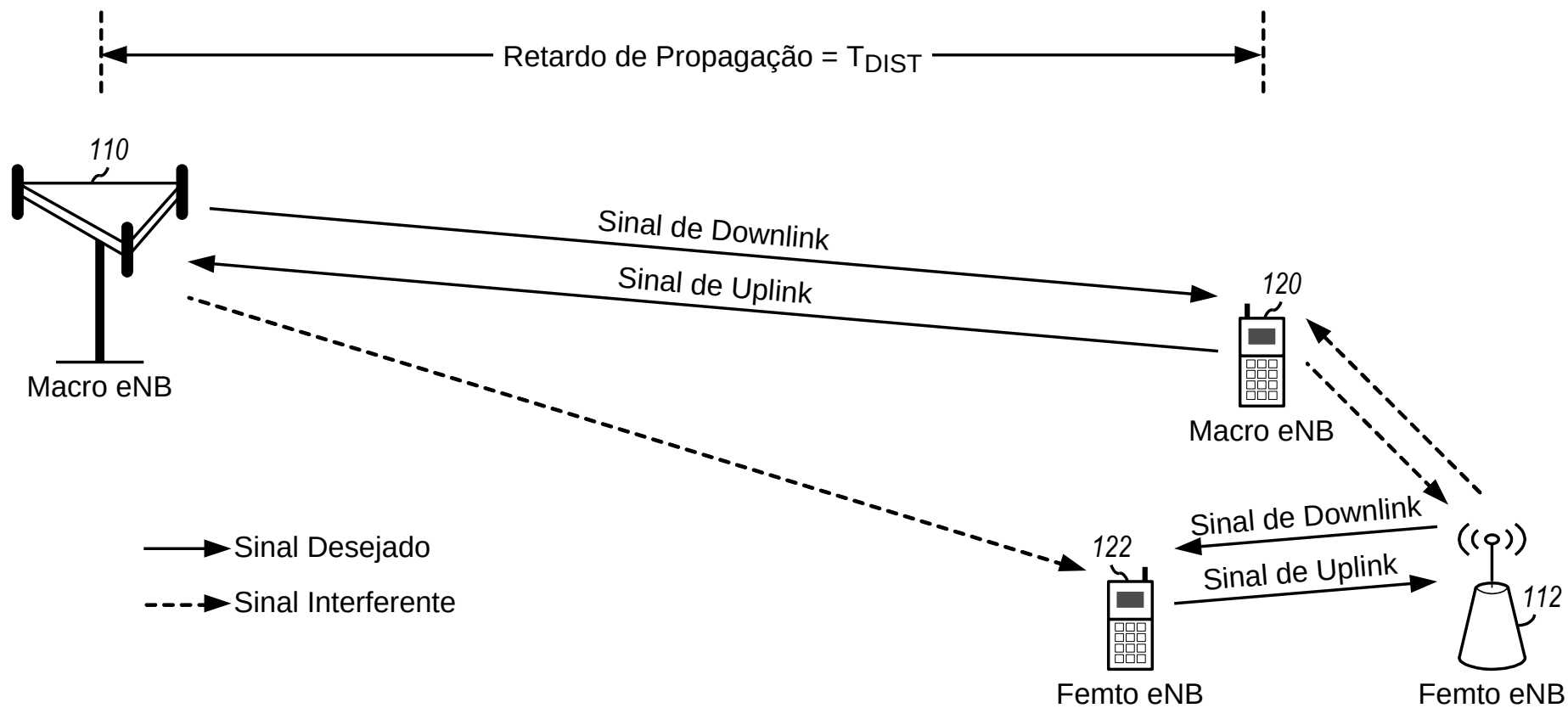


FIG. 3

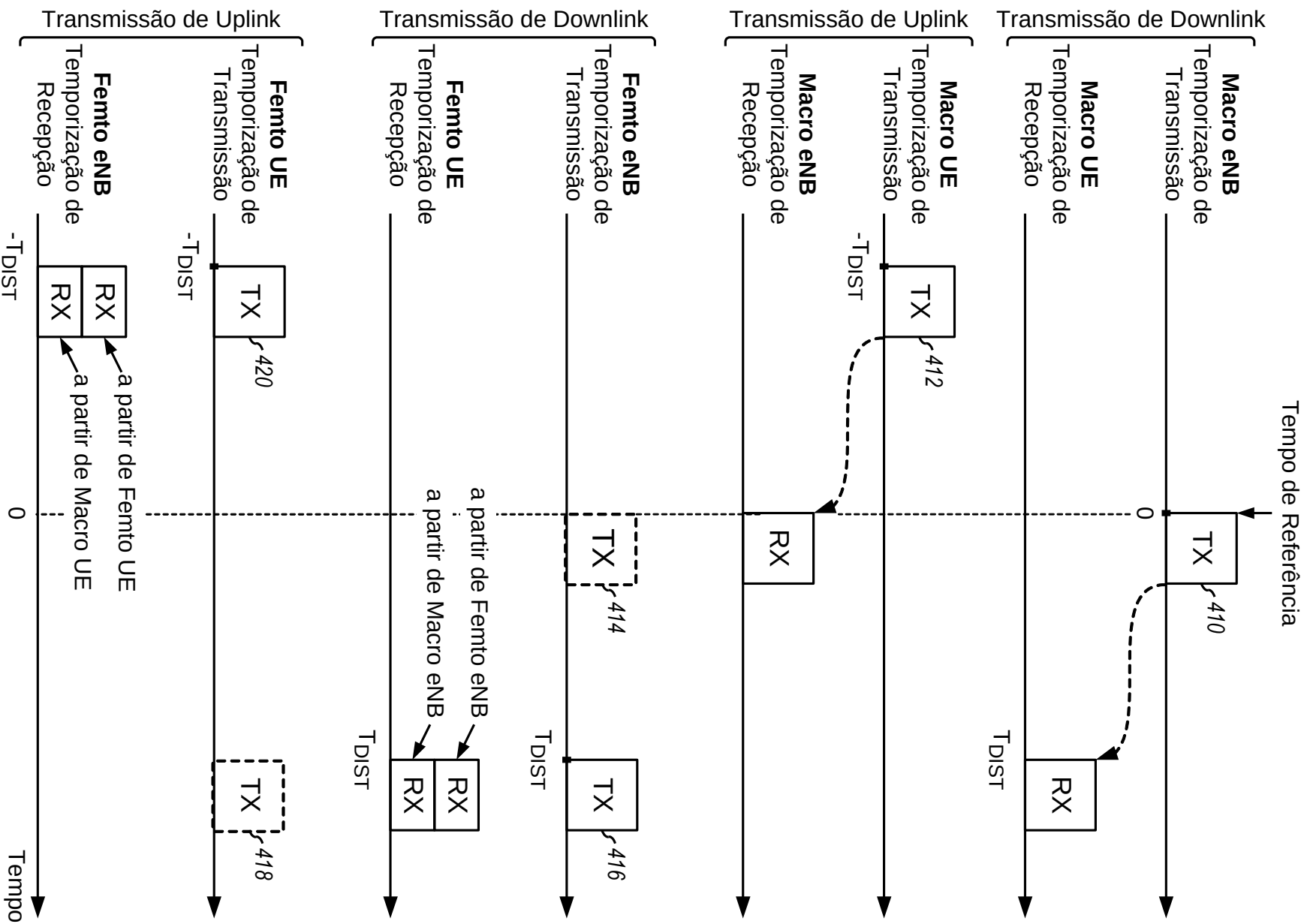
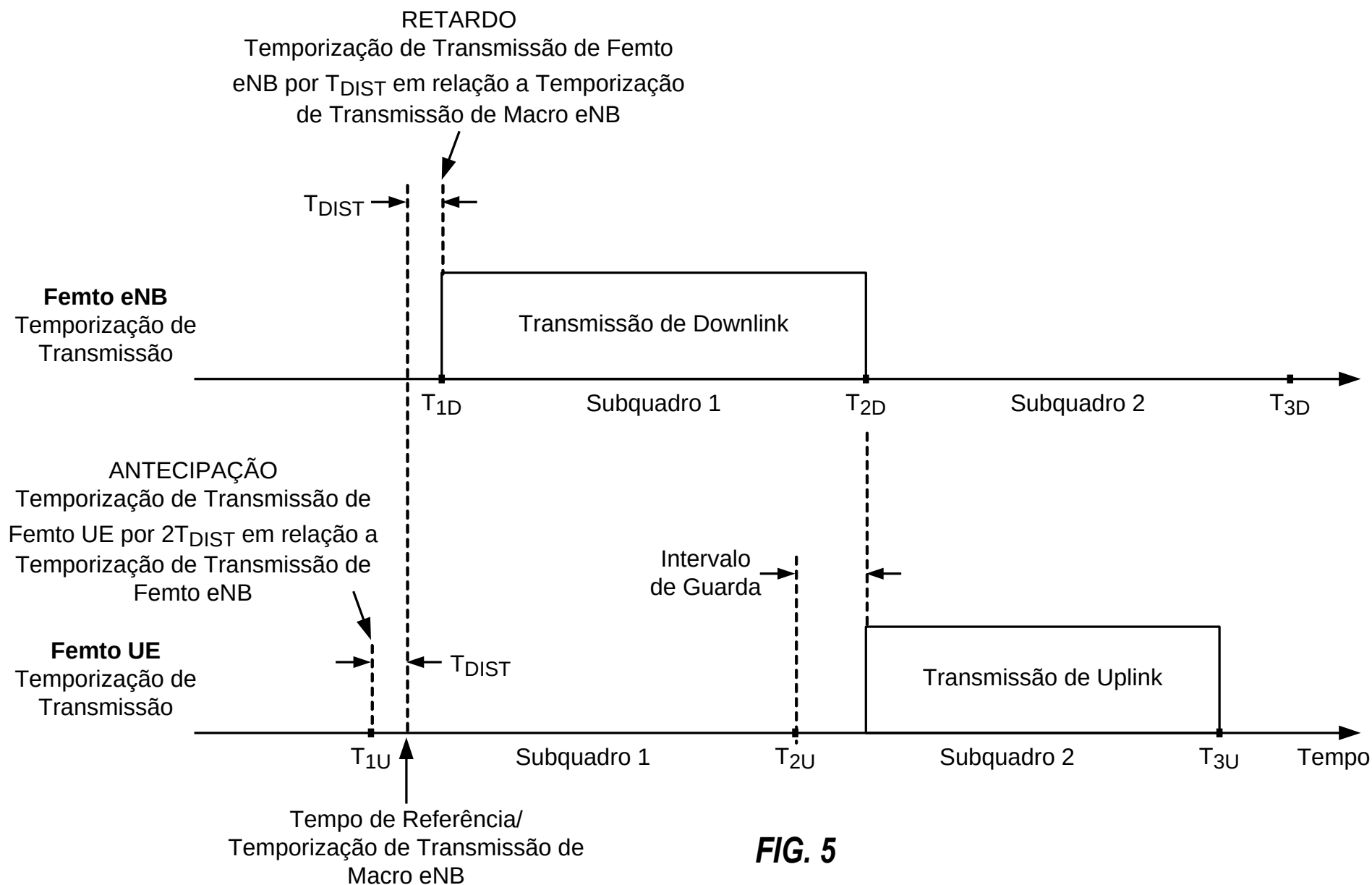
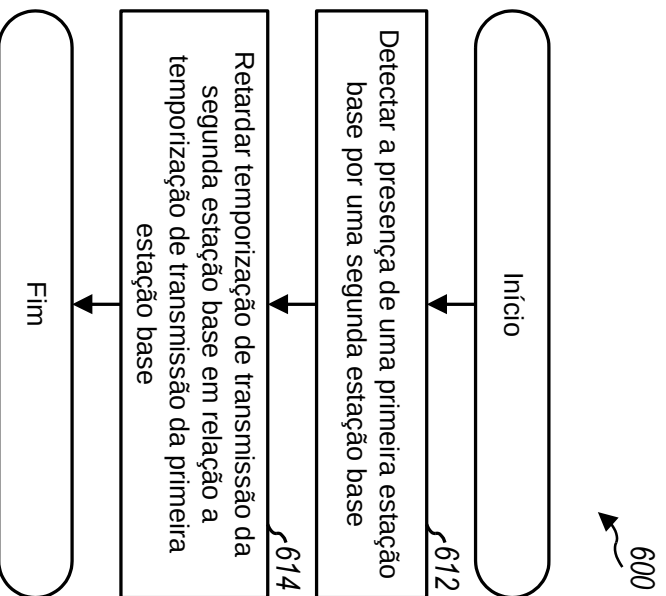
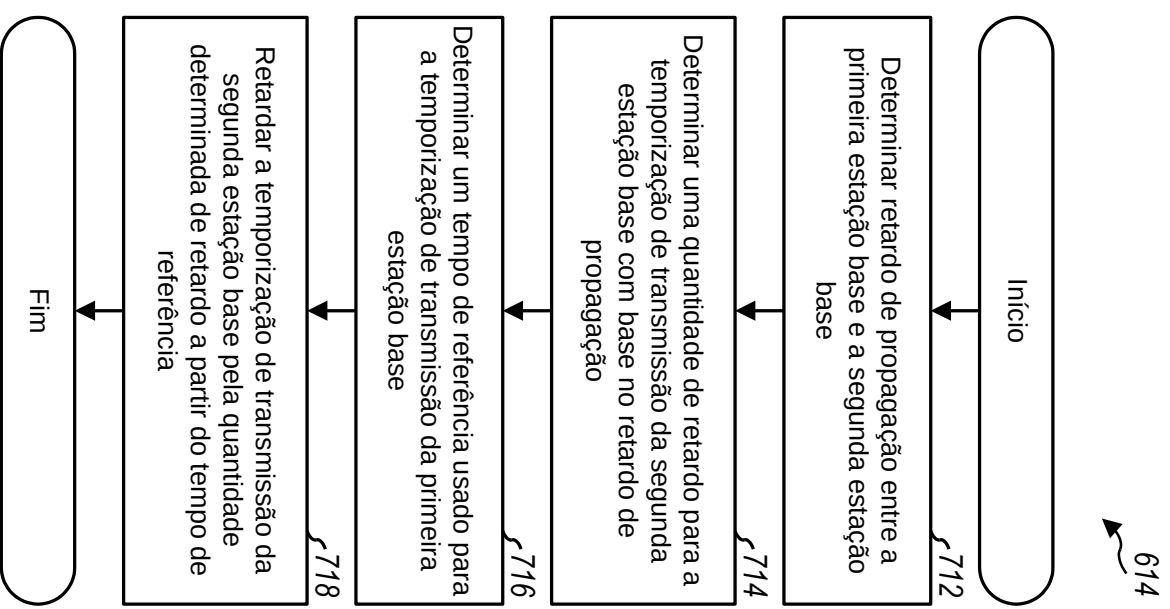
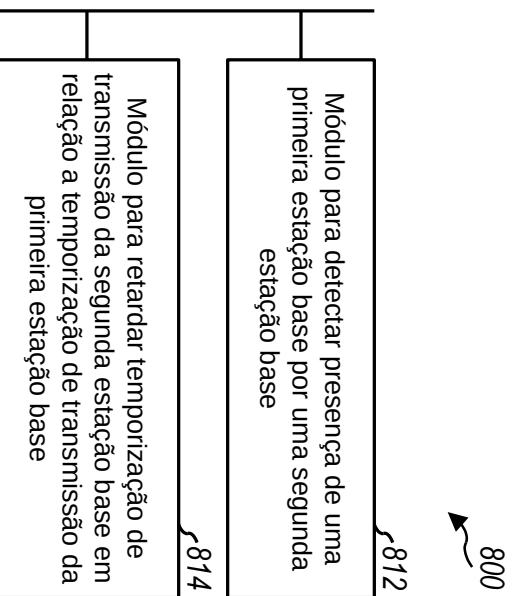
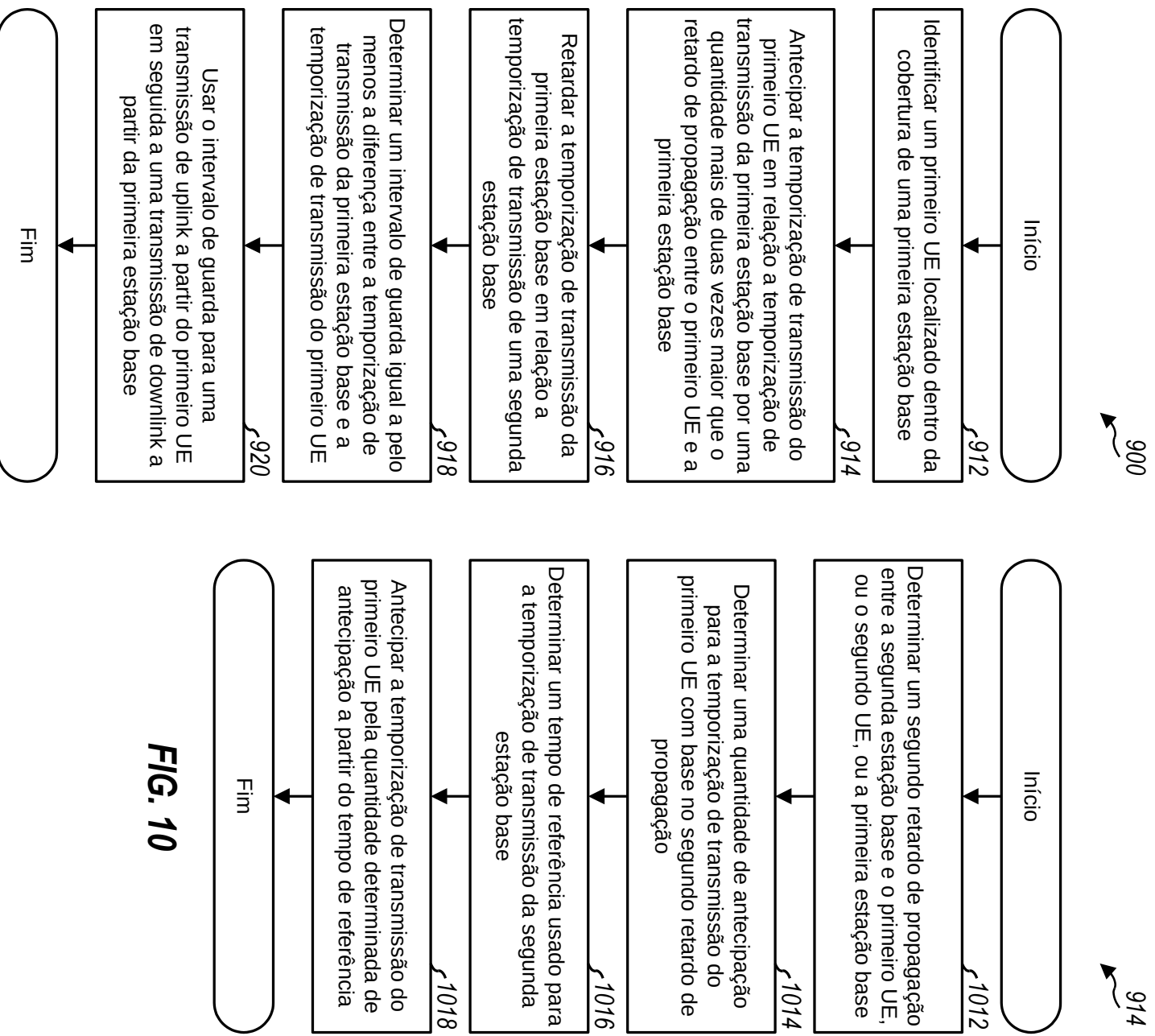


FIG. 4



**FIG. 6****FIG. 7****FIG. 8**

**FIG. 9****FIG. 10**

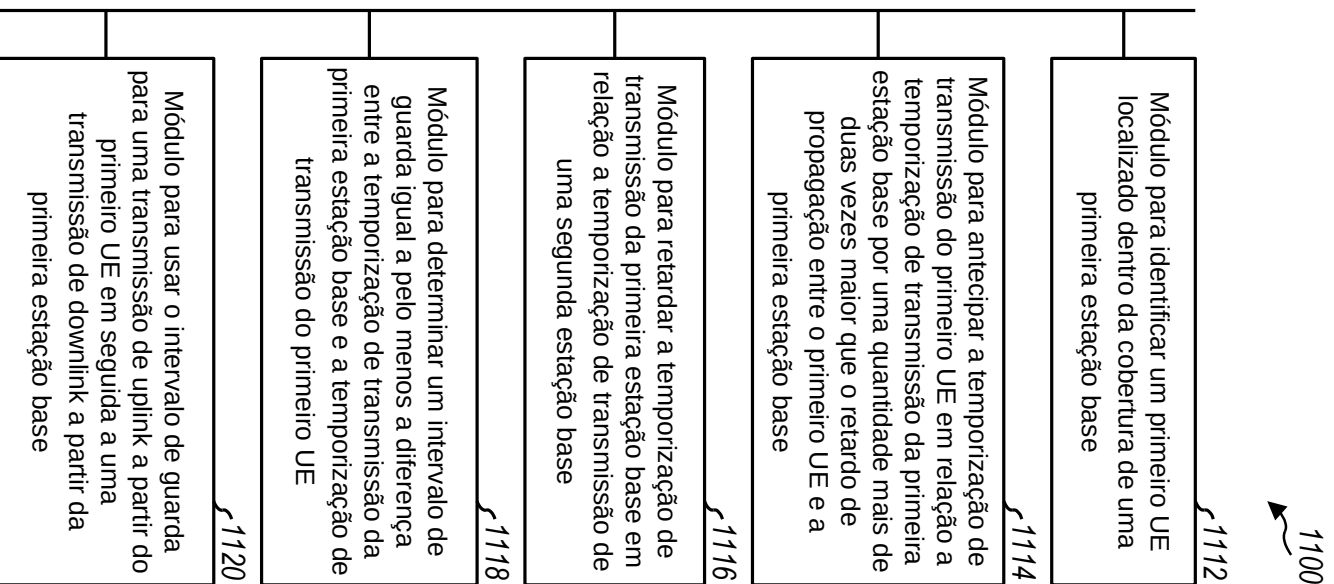


FIG. 11

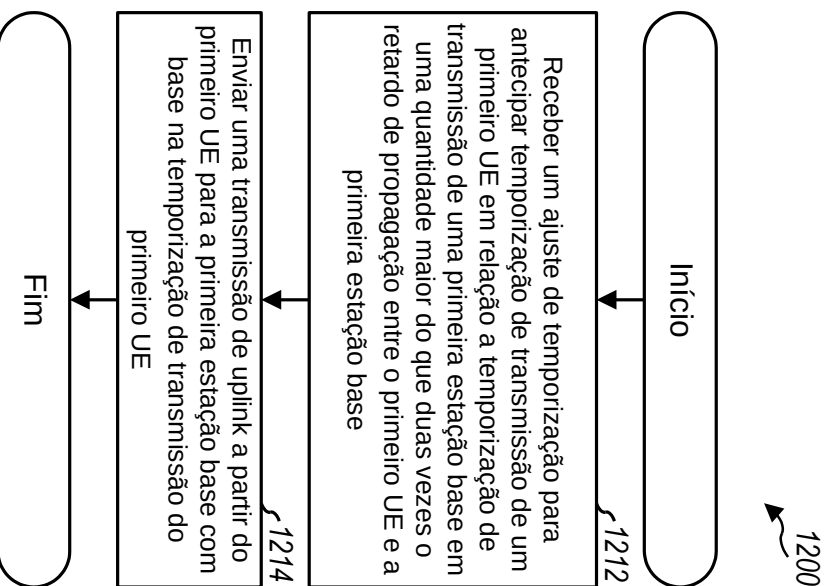


FIG. 12

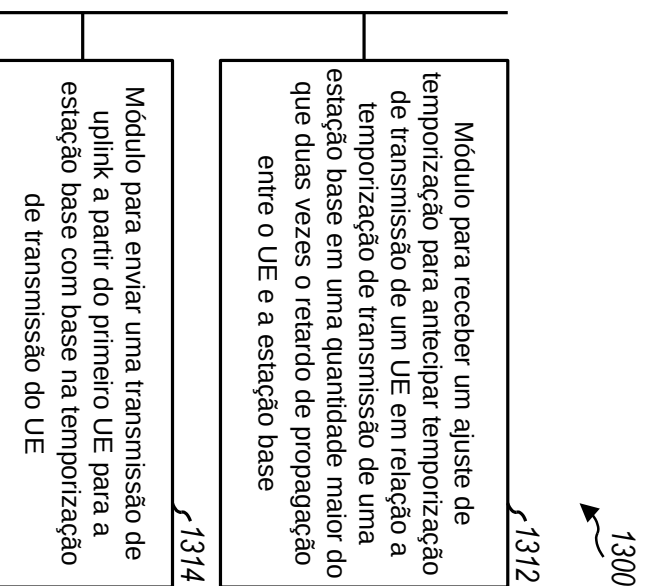


FIG. 13

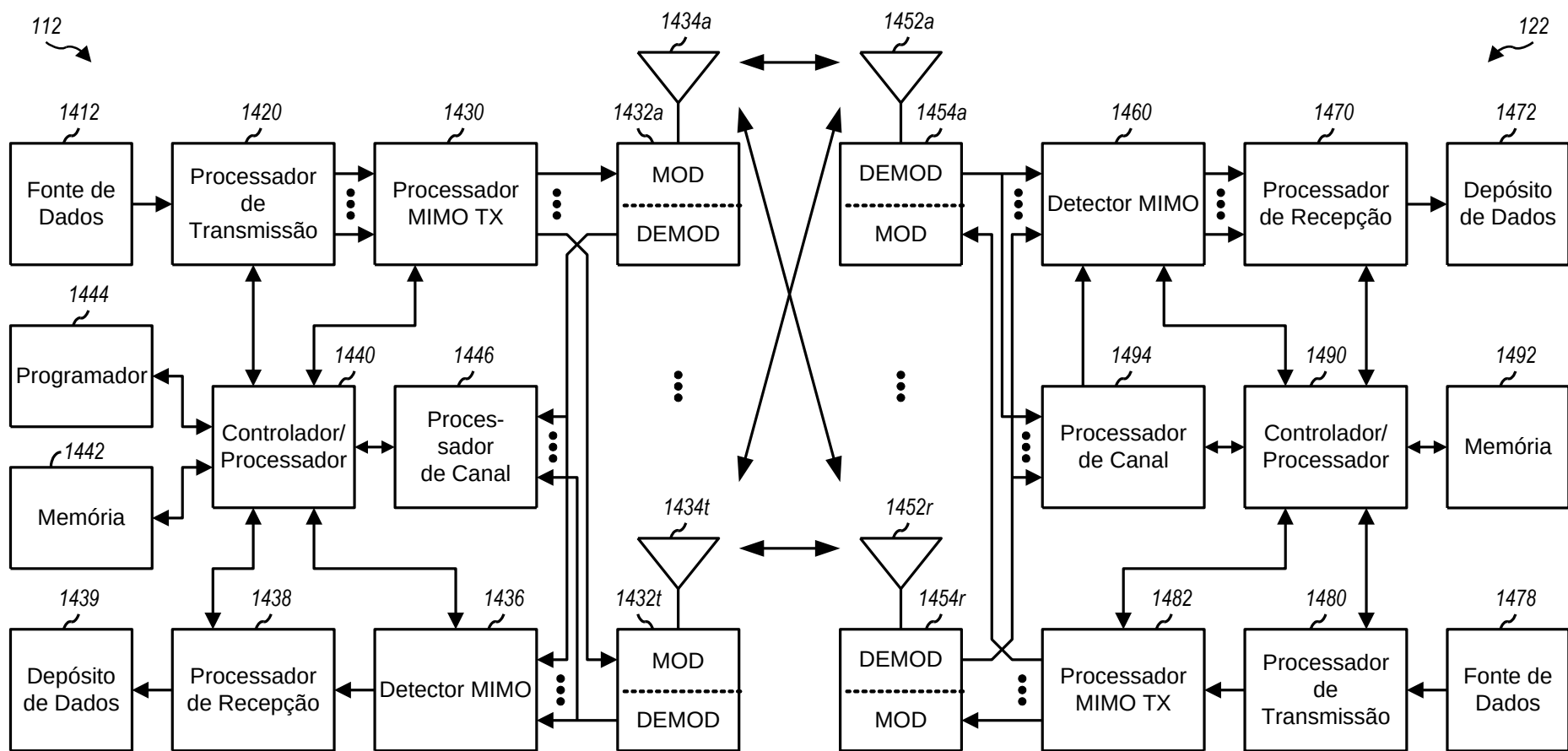


FIG. 14