



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

(11) PI 0808722-9 B1



(22) Data do Depósito: 14/03/2008

(45) Data de Concessão: 28/01/2020

(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA AGENDAR INFORMAÇÕES DE SISTEMA EM UNIDADES DE AGENDAMENTO, SU, EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO, DISPOSITIVO DE COMUNICAÇÃO SEM FIO, MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR E APARELHO PARA OPERAR EM UM SISTEMA SEM FIO

(51) Int.Cl.: H04W 72/00; H04W 48/12.

(52) CPC: H04W 72/005; H04W 48/12.

(30) Prioridade Unionista: 13/03/2008 US 12/047,624; 14/03/2007 US 60/894,893.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): NATHAN EDWARD TENNY.

(86) Pedido PCT: PCT US2008057142 de 14/03/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/113048 de 18/09/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/09/2009

(57) Resumo: MÉTODO E APARELHO PARA AGENDAR INFORMAÇÕES DE SISTEMA EM UNIDADE DE AGENDAMENTO, SU, EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO, DISPOSITIVO DE COMUNICAÇÃO SEM FIO, MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR E APARELHO PARA OPERAR EM UM SISTEMA SEM FIO. Sistemas e métodos que facilitam o agendamento de informações do sistema são providos. O agendamento de informações de sistema explora um canal de controle associado a um canal de difusão (BCH), e utiliza informações de referência (por exemplo, uma referência de tempo ou uma referência de agendamento) além de informações de sistema tipicamente portadas por unidade de agendamento (SUs). O agendamento ocorre principalmente de acordo com três tipos de planejamento: (i) uma SU porta uma indicação de um tempo em que uma SU diferente deve ser agendada no canal de controle associado ao BCH. O tempo indicado é um intervalo de tempo específico no canal de controle ou um limite inferior para um instante de agendamento real; (ii) uma primeira SU indica um ciclo de tempo, ou período de tempo, para agendar diferentes unidade de agendamento no canal de controle associado ao BCH; (iii) uma primeira SU porta uma indicação de tempo para uma segunda SU em um mesmo canal de controle.(...).

"MÉTODO E APARELHO PARA AGENDAR INFORMAÇÕES DE SISTEMA EM UNIDADES DE AGENDAMENTO, SU, EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO, DISPOSITIVO DE COMUNICAÇÃO SEM FIO, MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR E APARELHO PARA OPERAR EM UM SISTEMA SEM FIO"

Campo da Invenção

[001] A presente invenção está de um modo geral relacionada à comunicação sem fio e, mais particularmente, à agendamento de informações de sistema associadas à tecnologia utilizada para comunicação.

Descrição da Técnica Anterior

[002] Os sistemas de comunicação sem fio são amplamente desenvolvidos para prover vários tipos de conteúdo de comunicação, tais como voz, vídeo, dados e assim por diante. Tais sistemas podem ser sistemas de acesso múltiplo capazes de dar suporte à comunicação simultânea de múltiplos terminais com uma ou mais estações base. A comunicação de acesso múltiplo se baseia no compartilhamento dos recursos de sistema disponíveis (por exemplo, largura de banda e potência de transmissão). Exemplos de sistemas de acesso múltiplo incluem sistemas de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA) e acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal (OFDMA).

[003] A comunicação entre um terminal em um sistema sem fio (por exemplo, um sistema de acesso múltiplo) e uma estação base é efetuada por meio de transmissões através de um enlace sem fio constituído por um enlace direto e um enlace reverso. Tal enlace de

comunicação pode ser estabelecido através de um sistema de única-entrada e única-saída (SISO), um sistema de múltiplas-entradas e única-saída (MISO), ou um sistema de múltiplas-entradas e múltiplas-saídas (MIMO). Um sistema MIMO consiste de transmissores e receptores equipados, respectivamente, com múltiplas (N_T) antenas de transmissão e múltiplas (N_R) antenas de recepção para transmissão de dados. Os sistemas SISO e MISO são casos específicos de um sistema MIMO. Um canal MIMO formado por N_T antenas de transmissão e N_R antenas de recepção pode ser decomposto em N_V canais independentes, os quais são também designados como canais espaciais, em que $N_V \leq \min\{N_T, N_R\}$. Cada um dos N_V canais independentes corresponde a uma dimensão. O sistema MIMO pode prover melhor desempenho (por exemplo, taxa de transferência mais elevada, maior capacidade, ou melhor confiabilidade) se as dimensionalidades criadas pelas múltiplas antenas de transmissão e recepção são utilizadas.

[004] Independentemente das peculiaridades dos múltiplos sistemas de comunicação sem fio disponíveis, em cada um de tais sistemas, a operação de um dispositivo sem fio se baseia na recepção bem sucedida de informações do sistema. Tipicamente, tais informações de sistema são recebidas no dispositivo de acordo com os mecanismos de agendamento adotados por um agendador que opera em uma estação base de serviço. De um modo geral, a eficiência da operação do dispositivo sem fio depende, em grau significativo, dos mecanismos de agendamento das informações do sistema. Como exemplo, a utilização de baterias pode ser substancialmente deteriorada quando um

mecanismo de agendamento envolve a utilização desnecessária de um transceptor e componentes associados. Tal cenário surge tipicamente quando um transceptor em uma estação móvel "escuta" ativamente um canal sem receber informações que auxiliem a operação do equipamento, tais como informações de sistema atualizadas ou novas. Assim sendo, existe uma demanda na técnica por mecanismos de agendamento eficientes que reduzam a utilização desnecessária do transceptor e de componentes associados de um dispositivo sem fio que opera em um ambiente sem fio.

Sumário da Invenção

[005] O que se segue apresenta um sumário simplificado para proporcionar uma compreensão básica de alguns aspectos das modalidades descritas. O presente sumário não constitui uma visão geral extensiva e não é destinado para identificar elementos chave ou críticos nem a delinear o escopo de tais modalidades. Seu único propósito é apresentar alguns conceitos das modalidades descritas, de uma forma simplificada, como um prelúdio para a descrição mais detalhada que será apresentada mais adiante.

[006] A presente invenção descreve sistemas e métodos que facilitam o agendamento de informações de sistema. O agendamento de informações de sistema explora um canal de controle associado a um canal de difusão (BCH) e utiliza informações de referência (por exemplo, uma referência de tempo ou uma referência de agendamento) além de informações de sistema tipicamente portadas por unidades de agendamento (SUs). O agendamento se dá principalmente de acordo com três tipos de planejamento de agendamento. (i)

Plano de agendamento explícita. Uma SU porta uma indicação de um tempo em que uma SU diferente deve ser agendada no canal de controle associado ao BCH. O tempo indicado é uma partição de tempo específica no canal de controle, ou um limite inferior para um instante de agendamento real. (ii) *Plano de agendamento periódico.* Uma primeira SU indica um ciclo de tempo, ou período de tempo, para agendar diferentes unidades de agendamento no canal de controle associado ao BCH. (iii) *Plano de agendamento transitivo/explicito.* Uma primeira SU porta uma indicação de tempo para uma segunda SU em um mesmo canal de controle, a segunda SU indica o tempo em que uma terceira SU deve ser agendada.

[007] Em particular, em um aspecto da presente inovação, um método para agendar informações de sistema em um sistema de comunicação sem fio é descrito, o método compreendendo: agendar uma primeira unidade de agendamento, em que a primeira unidade de agendamento inclui uma indicação de um tempo em que uma segunda unidade de agendamento deve ser agendada; agendar a segunda unidade de agendamento em um canal de controle associado a um canal de difusão; e transportar a primeira unidade de agendamento e transportar a segunda unidade de agendamento.

[008] De acordo com outro aspecto, a presente especificação descreve um método empregado em um sistema de comunicação sem fio, o método compreendendo: agendar uma primeira unidade de agendamento que indica uma segunda unidade de agendamento, em que o segundo agendamento inclui uma indicação de um tempo em que uma terceira unidade de agendamento deve ser agendada; agendar a terceira unidade

de agendamento em um canal de controle associado a um canal de difusão; e transportar a primeira, segunda e terceira unidades de agendamento.

[009] De acordo com outro aspecto, um dispositivo de comunicação sem fio é descrito, o dispositivo compreendendo: um processador configurado para associar um canal de controle a um canal de difusão, para agendar uma primeira unidade de agendamento (SU) que porta pelo menos uma indicação de um tempo em que uma segunda SU deve ser agendada, para agendar a segunda SU no canal de controle associado ao canal de difusão, para agendar uma terceira SU que indica uma quarta SU, em que a quarta SU compreende uma indicação de um tempo em que uma quinta SU deve ser agendada, e para agendar a quinta unidade de agendamento no canal de controle associado ao canal de difusão; e uma memória acoplada ao processador.

[0010] Em ainda outro aspecto, a inovação descreve um produto de programa de computador, compreendendo um meio legível por computador incluindo: códigos para fazer com que pelo menos um computador opere para agendar uma primeira unidade de agendamento que transporta pelo menos uma indicação de um caso em que uma segunda unidade de agendamento deve ser agendada; códigos para fazer com que pelo menos um computador opere para agendar a segunda unidade de agendamento no canal de controle associado a um canal de difusão; códigos para fazer com que pelo menos um computador opere para agendar uma terceira unidade de agendamento que indica uma quarta unidade de agendamento, em que a quarto agendamento inclui uma indicação de um tempo em que uma quinta unidade de

agendamento deve ser agendada; códigos para fazer com que pelo menos um computador opere para agendar a quinta unidade de agendamento em um canal de controle associado a um canal de difusão; e códigos para fazer com que pelo menos um computador opere para transportar a primeira, segunda, terceira, quarta e quinta unidades de agendamento.

[0011] Em ainda outro aspecto, um aparelho que opera em um sistema de comunicação sem fio é descrito, o aparelho compreendendo: mecanismos para agendar uma primeira unidade de agendamento, em que a primeira unidade de agendamento inclui uma indicação de um conjunto de tempos em que uma segunda unidade de agendamento deve ser agendada; mecanismos para agendar a segunda unidade de agendamento em um canal de controle associado a um canal de difusão; mecanismos para transportar a primeira unidade de agendamento e transportar a segunda unidade de agendamento.

[0012] Em outro aspecto, a inovação presente refere-se a um aparelho que opera em um sistema sem fio, o aparelho compreendendo: mecanismos para agendar uma primeira unidade de agendamento que indica uma segunda unidade de agendamento, em que a segunda unidade de agendamento inclui uma indicação de um tempo em que uma terceira unidade de agendamento deve ser agendada; mecanismos para agendar a terceira unidade de agendamento em um canal de controle associado a um canal de difusão; e mecanismos para transportar a terceira, quarta e quinta unidades de agendamento.

[0013] Para atingir as metas e acima e outras correlacionadas, uma ou mais modalidades compreendem as características que são a seguir completamente descritas e

particularmente apontadas nas reivindicações. A descrição a seguir e os desenhos apensos apresentam em detalhes certos aspectos ilustrativos e são indicativos de apenas algumas das várias formas nas quais os princípios das modalidades podem ser empregados. Outras vantagens e novas características se tornarão aparentes da descrição detalhada a seguir quando consideradas em conjunto com os desenhos e as modalidades descritas que são pretendidas para incluir todos estes aspectos e seus equivalentes.

Breve Descrição das Figuras

[0014] Figura 1 - ilustra um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo em que um ponto de acesso com múltiplas antenas pode comunicar simultaneamente com vários terminais de acesso que operam em SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO. O ponto de acesso pode explorar o relatório CQI flexível como descrito aqui.

[0015] Figura 2 - ilustra um sistema exemplar que facilita o agendamento de informações de sistema de acordo com as modalidades descritas aqui na presente descrição.

[0016] Figuras 3a e 3b - são diagramas que ilustram o agendamento de informações de sistema utilizando referências de tempo para um canal de controle associado a um canal de difusão: (A) um caso de tempo específico, e (B) um ciclo de tempo.

[0017] Figura 4 - ilustra o agendamento de informações de sistema que explora referências de tempo e referência a unidades de agendamento similares de acordo com as modalidades aqui descritas.

[0018] Figura 5 - ilustra outro sistema exemplar que facilita o agendamento de informações do sistema de acordo com as modalidades descritas na presente especificação.

[0019] Figura 6 - é um diagrama em blocos de uma modalidade exemplar de um sistema transmissor e um sistema receptor em operação MIMO que pode explorar as modalidades aqui descritas na presente especificação.

[0020] Figura 7 - é um diagrama em blocos que ilustra um sistema MU-MIMO exemplar.

[0021] Figuras 8A e 8B - apresentam fluxogramas de métodos exemplares para agendamento de informações de sistema utilizando referências de tempo para unidades de agendamento diferentes de acordo com as modalidades aqui descritas.

[0022] Figura 9 - é um fluxograma de um método exemplar que facilita o agendamento de informações de sistema ao referenciar diferentes unidades de agendamento de acordo com as modalidades aqui descritas na presente especificação.

[0023] Figura 10 - é um fluxograma de um método exemplar que facilita a geração de referências de tempo de acordo com uma política de agendamento de acordo com as modalidades aqui descritas na presente especificação.

[0024] Figura 11 - ilustra um diagrama em blocos de um sistema exemplar que facilita o agendamento de unidades de acordo com as modalidades aqui descritas na presente especificação.

[0025] Figura 12 - ilustra um diagrama em blocos de um sistema exemplar que facilita o agendamento de

unidades de acordo com as modalidades aqui descritas na presente especificação.

Descrição Detalhada da Invenção

[0026] Serão agora descritas várias modalidades com referência aos desenhos, por todos os quais referências numéricas semelhantes são usadas para se referir a elementos similares. Na descrição que se segue, com o propósito de explanação, vários detalhes específicos são apresentados de modo a propiciar uma completa compreensão de uma ou mais modalidades. No entanto, ficará claro que tais modalidades podem ser praticadas sem tais detalhes específicos. Em outros casos, estruturas e dispositivos bem conhecidos são apresentados na forma de diagramas de blocos de modo a facilitar a descrição de uma ou mais modalidades.

[0027] Tal como usados no presente pedido, os termos "componente", "sistema" e similares se destinam a referenciar uma entidade relacionada a computadores, seja hardware, uma combinação de hardware e software, software, ou software em execução. Como exemplo, um componente pode ser, porém não fica limitado a ser, um processo rodando em um processador, um processador, um objeto, um executável, uma cadeia de execução, um programa e/ou um computador. Como exemplo, tanto um aplicativo "rodando" em um dispositivo de computação como o dispositivo de computação podem ser um componente. Um ou mais componentes podem residir dentro de um processo e/ou cadeia de execução, e um componente pode estar localizado em um computador e/ou distribuído entre dois ou mais computadores. Além disso, tais componentes podem ser executados a partir de vários meios para leitura por computador, possuindo várias

estruturas de dados neles armazenadas. Os componentes podem se comunicar por meio de processos locais e/ou remotos, por exemplo de acordo com um sinal possuindo um ou mais pacotes de dados (por exemplo, dados provenientes de um componente interagindo com outro componente em um sistema local, um sistema distribuído, e/ou através de uma rede, tal como a Internet, com outros sistemas, por meio do sinal).

[0028] Além disso, o termo "ou" tenciona exprimir um "ou" inclusivo e não um "ou" excludente. Isto é, a menos de especificação em contrário, ou caso claro pelo contexto, "X emprega A ou B" tenciona exprimir quaisquer das permutações naturais inclusivas; isto é, caso X empregue A, X emprega B, ou X emprega tanto A como B, então "X emprega A ou B" é atendido sob quaisquer dos casos acima. Além disso, os artigos "um" e "uma", tal como usados no presente documento e nas reivindicações anexas devem ser de um modo geral considerados como significando "um ou mais", a menos de especificação em contrário, ou caso fique claro pelo contexto como estando dirigidos a uma forma singular.

[0029] Várias modalidades são aqui descritas em conexão com um terminal sem fio. Um terminal sem fio pode se referir a um dispositivo que provê conectividade de voz e/ou dados para um usuário. Um terminal sem fio pode estar conectado a um dispositivo de computação, tal como um computador laptop ou computador desktop, ou pode ser um dispositivo autossuficiente tal como um assistente de dados pessoal (PDA). Um terminal sem fio pode também ser denominado como um sistema, uma unidade de assinante, uma estação de assinante, uma estação móvel, terminal móvel,

estação remota, ponto de acesso, terminal remoto, terminal de acesso, terminal de usuário, agente de usuário, dispositivo de usuário, equipamento de premissas do cliente, equipamento de usuário, etc. Um terminal sem fio pode ser uma estação de assinante, um dispositivo sem fio, um telefone PCS, um telefone sem fio convencional, um telefone de protocolo de inicialização de sessão (SIP), uma estação de sistema sem fio de circuito local (WLL), um assistente de dados pessoal (PDA), um dispositivo portátil possuindo capacidade de conexão sem fio, ou outro dispositivo de processamento conectado a um modem sem fio.

[0030] Uma estação base pode se referir a um dispositivo em uma rede de acesso que se comunica através da interface aérea, através de um ou mais setores, com terminais sem fio. A estação base pode atuar como um roteador entre o terminal sem fio e o resto da rede de acesso, a qual pode incluir uma rede IP, por conversão de quadros recebidos da interface aérea para pacotes IP. A estação base também coordena o gerenciamento de atributos para a interface aérea. Além disso, são aqui descritas várias modalidades em conexão com uma estação base. Uma estação base pode ser utilizada para comunicação com dispositivos móveis e pode também ser designada como um ponto de acesso, Nó B, Nó B ampliado (eNó B), ou alguma outra terminologia.

[0031] São providos sistemas e métodos que facilitam o agendamento de informações de sistema. O agendamento de informações de sistema explora um canal de controle associado a um canal de difusão (BCH) e utiliza informações de referência (por exemplo, uma referência de

tempo ou uma referência de agendamento) além de informações de sistema tipicamente portadas por unidades de agendamento (SUs). O agendamento ocorre principalmente de acordo com três tipos de planejamento: (i) uma SU porta uma indicação de um tempo em que uma SU diferente deve ser agendada no canal de controle associado ao BCH; o tempo indicado é um partição de tempo específica no canal de controle, ou um limite inferior para um instante de agendamento real; (ii) uma primeira SU porta uma indicação de tempo para uma segunda SU em um mesmo canal de controle, a segunda SU indicando um tempo em que uma terceira SU deve ser agendada; (iii) uma primeira SU indica um ciclo de tempo, ou período de tempo, para agendamento de unidades de agendamento diferentes no canal de controle associado ao BCH.

[0032] Fazendo referência aos desenhos, a Figura 1 ilustra um sistema de comunicação sem fio de múltiplo acesso 100 em que um ponto de acesso 110 com múltiplas antenas 113 a 128 simultaneamente agenda e se comunica com vários terminais móveis em modos de operação SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO de acordo com modalidades aqui descritas. O modo de operação é dinâmico: o ponto de acesso 110 pode reagendar o modo de operação de cada um dos terminais 130 a 160 e 170₁ a 170₆. Adicionalmente, o ponto de acesso 110 pode ajustar dinamicamente ajustes de relatórios/reportes com base nas condições mutáveis de operação que resultam de variações na operação agendada. Em vista da natureza dinâmica da operação, que inclui o reporte de CQI, a Figura 1 ilustra um "instantâneo" dos enlaces de comunicação entre os terminais e antenas. Como ilustrado, tais terminais

podem ser estacionários ou móveis e estar dispersados por toda uma célula 180. Tal como é aqui utilizado e utilizado pelos técnicos na área de um modo geral, o termo "célula" pode se referir à estação base 110 e/ou à sua área de cobertura geográfica 180, dependendo do contexto em que o termo é utilizado. Além disso, um terminal (por exemplo, 130 a 160 e 170₁ a 170₆) pode se comunicar com qualquer número de estações base (por exemplo, o ponto de acesso 110 mostrado) ou com nenhuma estação base em qualquer dado momento. Deve ser notado que o terminal 130 possui uma única antena e, portanto, opera no modo SIMO substancialmente em todos os momentos.

[0033] De um modo geral, o ponto de acesso 110 possui $N_T \geq 1$ antenas de transmissão. As antenas no ponto de acesso 110 (AP) estão ilustradas em grupos de múltiplas antenas, um deles incluindo as 113 e 128, outro incluindo as 116 e 119 e mais um incluindo as 122 e 125. Na Figura 1, são mostradas duas antenas para cada grupo, apesar de mais ou menos antenas poderem ser utilizadas para cada grupo de antenas. No instantâneo ilustrado na Figura 1, o terminal de acesso 130 (AT) opera em comunicação SIMO com as antenas 125 e 122, em que as antenas 125 e 122 transmitem informações para o terminal de acesso 130 através do enlace direto 135_{fl} e recebem informações provenientes do terminal de acesso 130 através do enlace reverso 135_{RL}. Os terminais móveis 140 e 150 se comunicam, cada um, no modo SU-MIMO com as antenas 119 e 116, enquanto o terminal 160 opera em SISO. Canais MIMO são formados entre cada um dos terminais 140, 150 e 160, e as antenas 119 e 116, levando a diferentes enlaces direto 145_{FL}, 155_{FL}, 165_{FL} e diferentes

enlaces reversos 145_{RL}, 155_{RL}, 165_{RL}. Adicionalmente, no instantâneo da Figura 1, um grupo 185 de terminais 1701 a 1706 é agendado em MU-MIMO, possuindo múltiplos canais MIMO formados entre o terminal no grupo 185 e as antenas 128 e 113 no ponto de acesso 110. O enlace direto 175_{fl} e o enlace reverso 175_{rl} indicam os múltiplos enlaces direto e enlaces reversos existentes entre os terminais 1701 a 1706 e a estação base 110. Além disso, o ponto de acesso 110 pode explorar a OFDMA de modo a acomodar as comunicações de/para os diferentes grupos de estações móveis. Deve ser notado que diferentes dispositivos na célula 180 podem executar aplicativos diferentes. Assim sendo, o reporte de CQI pode ocorrer com base nas políticas/diretivas de reportes estabelecidas por um operador do ponto de acesso 110.

[0034] Em uma modalidade, um sistema avançado tal como LTE pode explorar a operação MIMO dentro de comunicações de duplexação por divisão de frequência (FDD) e duplexação por divisão de tempo (TDD). Na comunicação FDD, os enlaces 135_{rl} a 175_{rl} empregam bandas de frequências diferentes dos respectivos enlaces 135_{fl} a 175_{fl}. Na comunicação TDD, os enlaces 135_{rl} a 175_{rl} empregam os mesmos recursos de frequência. No entanto, tais recursos são compartilhados ao longo do tempo entre as comunicações de enlaces direto e reverso.

[0035] Em outra modalidade, o sistema 100 pode utilizar um ou mais esquemas de múltiplo acesso além do OFDMA, tais como CDMA, TDMA, FDMA, múltiplo acesso por divisão de frequência de portadora única (SC-FDMA), múltiplo acesso por divisão de espaço (SDMA), ou outros

esquemas adequados de múltiplo acesso. O TDMA utiliza a multiplexação por divisão de tempo (TDM, na qual as transmissões para diferentes terminais 130 a 160 e 1701 a 1706 são ortogonalizadas por transmissão em diferentes intervalos de tempo. O FDMA utiliza a multiplexação por divisão de frequência (FDM), na qual as transmissões para diferentes terminais 130 a 160 e 1701 a 1706 são ortogonalizadas por transmissão em diferentes sub-portadoras de frequência. Como exemplo, os sistemas TDMA e FDMA podem também usar multiplexação por divisão de código, na qual as transmissões para diferentes terminais 130 a 160 e 1701 a 1706 são ortogonalizadas por uso de diferentes códigos ortogonais (por exemplo, códigos Walsh - Hadamard) apesar de tais transmissões serem enviadas no mesmo intervalo de tempo ou através da mesma sub-portadora de frequência. A OFDMA utiliza a multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) e a SC-FDMA utiliza FDM de portadora única. A OFDM e a SC-FDM podem particionar ou dividir a amplitude de banda do sistema em múltiplas sub-portadoras ortogonais (por exemplo, tons, nichos e assim por diante), cada uma das quais pode ser modulada com dados. Tipicamente, os símbolos de modulação são enviados no domínio das frequências com OFDM e no domínio do tempo com SC-FDM. Adicional ou alternativamente, a amplitude de banda do sistema pode ser dividida em uma ou mais portadoras de frequência, cada uma das quais pode conter uma ou mais sub-portadoras. Portadoras, ou sub-bandas, diferentes (por exemplo, um conjunto de tons), podem ser designadas ou agendadas para diferentes terminais, ou para diferentes aplicações. Para simplificar o esquema/projeto

do sistema, um modelo de tráfego homogêneo pode ser preferido para um conjunto específico de sub-bandas, o que pode levar a um tráfego heterogêneo substancialmente desprezível em cada sub-banda no conjunto de sub-bandas. Como exemplo, uma ou mais sub-bandas podem ser especificadas apenas para tráfego VOIP (voz sobre protocolo Internet), enquanto as sub-bandas restantes podem ser destinadas principalmente para aplicações de alta taxa de dados (por exemplo, FTP -protocolo de transferência de arquivos). Como foi acima mencionado, designações específicas de sub-bandas podem mudar dinamicamente em resposta às demandas de tráfego mutantes. Uma fonte adicional de mudanças dinâmicas de designação de sub-bandas, e do reporte de CQI associado, pode ter origem em ganho ou perda de desempenho (por exemplo, capacidade de transmissão de setor ou célula, taxa de dados pico/máxima) quando da mistura de vários tráfegos em uma sub-banda. Apesar de as diretivas, ou mecanismos, de reporte de CQI aqui descritos serem descritos de um modo geral para um sistema OFDMA, deve ser notado que as diretivas de reporte de CQI aqui descritas podem ser aplicadas de forma similar a substancialmente qualquer sistema de comunicação sem fio operando em múltiplo acesso.

[0036] Em outra modalidade, as estações base 110 e os terminais 120 no sistema 100 podem comunicar dados usando um ou mais canais de dados e sinalização usando um ou mais canais de controle. Os canais de dados utilizados pelo sistema 100 podem ser designados para terminais 120 ativos de tal forma que cada canal de dados seja usado apenas por um terminal em qualquer dado momento.

Alternativamente, canais de dados podem ser designados para múltiplos terminais 120, os quais podem ser superpostos ou agendados ortogonalmente em um canal de dados. Para economizar recursos do sistema, os canais de controle utilizados pelo sistema 100 (por exemplo, para reportar CQI) podem também ser compartilhados entre múltiplos terminais 120 usando-se, por exemplo, multiplexação por divisão de código. Como exemplo, os canais de dados ortogonalmente multiplexados apenas em frequência e tempo (por exemplo, canais de dados não multiplexados pelo uso de CDM) podem ser menos suscetíveis à perda de ortogonalidade devido às condições de canal e imperfeições no receptor do que os canais de controle correspondentes.

[0037] Cada grupo de antenas, ou a área em que elas estão projetadas para se comunicar (por exemplo, para transmitir ou receber tráfego ou reportes de CQI e outros dados de controle) são amiúde designadas como um setor do ponto de acesso. O setor pode ser toda uma célula 180, tal como ilustrado na Figura 1, ou uma região menor (não é mostrado). Tipicamente, quando setorizada, uma célula (por exemplo, a célula 180) inclui alguns setores (não são mostrados) cobertos por um único ponto de acesso, como 110. Deve ser notado que as diversas modalidades aqui descritas, e relacionadas ao reporte flexível de CQI, podem ser usadas em um sistema possuindo células setorizadas e/ou não setorizadas. Ademais, deve ser notado que todas as redes de comunicação sem fio adequadas possuindo qualquer número de células setorizadas e/ou não setorizadas se inserem no escopo das reivindicações anexas. Para maior simplicidade, o termo "estação base", tal como é aqui utilizado, pode se

referir tanto a uma estação que serve a um setor como a uma estação que serve a uma célula. Apesar de a descrição que se segue está relacionada de um modo geral a um sistema em que cada terminal se comunica com um ponto de acesso servidor (por exemplo, o 110) para maior simplicidade, deve também ser notado que os terminais podem se comunicar com substancialmente qualquer número de pontos de acesso servidores.

[0038] Na comunicação através dos enlaces direto 135_{FL} a 175_{FL}, as antenas de transmissão do ponto de acesso 110 podem utilizar conformação de feixes (por exemplo, para efetuar a comunicação SDMA) de modo a melhorar a razão de sinal para ruído dos enlaces direto para os diferentes terminais de acesso 130 a 160 e 170₁ a 170₆. Além disso, um ponto de acesso usando conformação de feixes para transmitir para os terminais de acesso espalhados de forma aleatória por toda a sua área de cobertura causa menos interferência para terminais de acesso em células vizinhas do que um ponto de acesso que transmite através de uma única antena para todos os seus terminais de acesso. Tal modo de operação pode ser incorporado às informações de agendamento de sistema por um ponto de acesso (por exemplo, o ponto de acesso 110) operando em um sistema sem fio (por exemplo, o sistema 100) para reduzir conflitos/colisões de unidades de agendamento e pacotes perdidos.

[0039] A Figura 2 ilustra um sistema 200 exemplar que facilita o agendamento de informações de sistema por referência às unidades de agendamento (SUs) a serem agendadas. Uma estação base 210 inclui um agendador que pode agendar unidades de agendamento portando

informações do sistema (por exemplo, a amplitude de banda do sistema, configuração de antenas, identidade de célula, temporização do prefixo cíclico (CP), frequências de sub-portadoras e assim por diante). Uma unidade de agendamento consiste de um bloco de recursos de tempo-frequência em que são transportadas ou transmitidas informações de sistema por uma estação base (por exemplo, a estação base 210). Em uma modalidade, nos sistemas LTE, as unidades de agendamento podem ser divididas em pelo menos duas categorias: SU-1, que corresponde às SUs repetidas mais frequentemente, e que portam informações de agendamento relacionadas à agendamento de unidades de agendamento diferentes além das informações de temporização necessárias para sincronização de tempo e frequência; e unidades de agendamento SU-2, que são agendadas para 9i) transmitir mudanças nas informações de sistema (por exemplo, mudanças em amplitude de banda, temporização de CP, etc.) bem como informações adicionais do sistema, ou (ii) atualizar informações de sistema previamente captadas, tal como as frequências de sub-portadoras captadas. Para agendar as SUs, o componente de planejamento 218 utiliza um canal de controle associado a um canal de difusão. Deve ser notado que a associação com um canal de difusão assegura que as informações de agendamento são transportadas por toda uma área de cobertura de uma estação base, podendo ser "lidas" a partir de substancialmente qualquer terminal móvel, incluindo aqueles que não estão completamente sincronizados com uma célula servidora. Tal canal de controle pode ser estabelecido pela estação base 210 através do processador 225, de modo a agendar as unidades de agendamento de

categoria SU-2. Em uma modalidade, tal canal pode ser identificado como um canal de controle dedicado auto-suficiente (SDCCH). Para agendar as informações de sistema eficientemente e desse modo reduzir a utilização desnecessária de recursos de transceptor, com o correspondente desgaste da bateria, o componente de planejamento 218 pode implementar pelo menos três planos de agendamento, descritos mais adiante. Cada um dos três planos é desenvolvido para reduzir a utilização desnecessária de recursos de transceptor em um terminal de acesso e para reduzir possíveis colisões entre as SUs agendadas. Os planos estendem as informações de agendamento associadas às SU-1 através da incorporação de uma indicação de tempo - por exemplo uma palavra de N bits, com N sendo um número positivo - que pode ser utilizada para identificar um tempo ou instante explícito, ou específico, em que um bloco de recursos portando informações do sistema será agendado, ou para indicar um bloco de recursos de agendamento portando tal indicação. As características de cada plano são ilustradas pelas Figuras 3a e 3b e pela Figura 4, conforme apropriado.

[0040] (i) *Plano de agendamento explícito.* Uma primeira SU portando informações de sistema pode ser agendada, por exemplo, no P-BCH no LTE. A primeira SU agendada (por exemplo, a SU-1 320) porta uma *indicação de um instante τ* 323 em que uma SU diferente (por exemplo, a SU-2 325) deve ser agendada no canal de controle associado ao BCH, por exemplo no SDCCH 312. A seta 323 apresenta tal indicação, a qual pode ser uma palavra de N bits transportada no bloco de recursos associado à SU 320. deve

ser notado que tal indicação de tempo está ausente em sistemas LTE convencionais. De um modo geral, na presente descrição, uma seta conectando um bloco SU (por exemplo, o 330) com um bloco SDCCH (por exemplo, o 314b) representa uma indicação de tempo para o bloco de "aterriagem" correspondente. Um tempo ou instante "indicado", em uma modalidade, pode ser medido com referência a um limite de bloco de recursos, tal como representado no diagrama 200. de qualquer forma, outras origens de tempo podem ser selecionadas, tal como uma partição de tempo central em uma SU. Deve ser notado que no diagrama 300, são mostrados os blocos de recursos 306, para o P-BCH, e 314 para o SDCCH. Ademais, os blocos de recursos em que são agendadas informações de sistema são indicados como blocos hachurados, por exemplo 306a, 306b, 306c e 306d, e 314a e 314b. Além disso, as setas 307a a 307d e 315a e 315b, representam figurativamente o fato de que um bloco de controle possui uma SU agendada para ser transportada/transmitida em DL-SCH em LTE. Deve ser notado que as SUs podem abranger um número diferente de tempo-frequência com relação àqueles recursos empregados para comunicar um bloco de canal de controle 306 ou 314. portanto, os diferentes tamanhos associados aos blocos de SU e blocos P-BCH e SDCCH no diagrama 300. Em uma modalidade, o tempo indicado τ 323 é uma partição de tempo específica no canal de controle SDCCH 312. Deve ser notado que tal plano de agendamento pode apresentar complexidades práticas. Como exemplo, o canal de controle, SDCCH 312, deve ter a capacidade de indicar qual SU (por exemplo, 325 ou 345) está sendo agendada; isto pode ser conseguido

através de informações adicionais no próprio canal de agendamento (em que é presumido que há espaço disponível para alimentar informações adicionais), ou pelo uso de múltiplos RNTIs de BCCH (canal de controle de difusão). Deve também ser notado que o agendador 215 deve garantir antecipadamente que a temporização dos eventos de agendamento (por exemplo, τ 323, τ' 333, ou τ 343) para diferentes SUs (por exemplo, a SU-2 325 e SU-2-345) não colida. Para reduzir as colisões, em uma modalidade, a indicação de tempo portada pela primeira SU agendada (por exemplo, a SU-1 320) pode portar a temporização na forma de um limite inferior (transportando a noção semântica de que "SU-2 será agendada 23873 intervalos a partir de agora, ou logo a seguir") em lugar de um deslocamento de tempo ou instante específico - por exemplo "SU-2 deve ser agendada em $\tau_{\text{OFF}} = 23873$ intervalos".

[0041] (ii) *Plano de agendamento periódico.* Alternativamente, a indicação de tempo transportada por uma primeira unidade de agendamento (por exemplo, a SU-1 320) pode indicar um ciclo de tempo, ou período de tempo τ 365, para agendamento de diferentes unidades de agendamento SU-2 352 no canal de controle associado ao P-BCH 304, por exemplo o SDCCH 312. Como exemplo, após agendar uma primeira unidade de agendamento, por exemplo a SU-1 320, o componente de planejamento 218 pode determinar, e assim indicar, o agendamento de uma segunda unidade de agendamento SU-2 352 a cada τ 365, em que $\tau = 24000$ intervalos, começando τ_{OFF} 355, com $\tau_{\text{OFF}} = 23873$ a partir do instante em que a SU-1 é agendada. Deve ser notado que um

componente de planejamento 218 pode usar sequências de tempo que não um ciclo fixo de período τ . De um modo geral, o componente de planejamento 218 pode determinar o agendamento de SU-2 352 de acordo com substancialmente qualquer sequência de tempo - sequências de tempo podendo ser geradas pelo gerador de sequências de tempo 221. Deve ser notado que apesar de no sistema 200 o gerador de sequências de tempo 221 residir fora do componente de planejamento 218, o agendador 215 pode se basear em um componente de planejamento 218 consolidado que contém o gerador de sequências de tempo 221.

[0042] (iii) *Plano de agendamento transitivo-explicito*. As características do plano (i) podem ser complementadas com a seguinte modalidade, proporcionando um terceiro plano de agendamento: uma SU agendada (por exemplo, as SU-1 410 ou 420) pode portar uma indicação de tempo (por exemplo, 415 ou 425) para uma segunda SU (por exemplo, a SU-1' 430) em um mesmo canal de controle (por exemplo, o P-BCH em LTE). A segunda SU (por exemplo, a SU-1' 430) transporta uma indicação de tempo 433 em que uma terceira SU (por exemplo, a SU-2) deve ser agendada no canal associado ao canal de difusão, por exemplo o SDCCH 312.

[0043] Deve ser notado que o agendamento das SUs, em qualquer das categorias SU-1 308 ou SU-2 316, ocorre de acordo com algoritmos de agendamento padrão, tais como Round Robin, enfileiramento justo (Fair Queuing), taxa de transferência máxima (Maximum Throughput), equidade proporcional (Proportional Fairness) e assim por diante. Adicionalmente, deve ser notado que apesar de a SU-1 308 e

a SU-2 316 terem sido usadas como unidades exemplares de informações do sistema, outras categorias de unidades agendadas menos frequentemente podem ser implementadas substancialmente da mesma forma que os planos (i) a (iii).

[0044] Deve ser notado que o processador 225 está configurado para efetuar uma parte, ou substancialmente a totalidade, das ações funcionais dos componentes na estação base 210. Como ilustrado no diagrama de blocos 200, a memória 235 está acoplada ao processador 225 e pode ser utilizada para armazenar vários dados, instruções, diretivas e similares que facilitam a operação do processador 225.

[0045] As informações de sistema, ou unidades de agendamento 245, são tipicamente transportadas através de um enlace direto (FL) para um terminal de acesso 250 que decodifica as informações de sistema por meio de um componente de detecção 225. O componente de detecção 225 inclui de um modo geral um conjunto de correlacionadores (não são mostrados) para detecção de sinais de piloto, dados e informações de agendamento, por exemplo a ID de célula, informações de temporização (por exemplo, limites de símbolos), sincronização de frequência, informações e similares, que podem ser detectadas através de correlação das SUs recebidas. Adicionalmente, em particular em estações móveis que operam em MIMO e SIMO, o componente de detecção 225 pode incluir componentes série para paralelo e paralelo para série (não são mostrados), bem como componentes de transformada de Fourier, componentes de transformada de Hadamard e componentes que geram o inverso de tais transformações. Deve ser notado que o processador

265 está configurado para efetuar uma parte ou substancialmente a totalidade das ações funcionais (por exemplo, as computações) dos componentes no componente de detecção 225. como ilustrado no diagrama de blocos 200, a memória 275 está acoplada ao processador 265 e pode ser utilizada para armazenar várias estruturas de dados, instruções, diretivas e similares que facilitam a operação do processador 265.

[0046] A Figura 5 ilustra um sistema 500 exemplar que facilita o agendamento de informações do sistema de acordo com modalidades da presente invenção. A estação base 510 compreende um agendador 515 que provê a funcionalidade de agendamento para agendar as unidades de agendamento 245. Deve ser notado que o processador 265 está configurado para efetuar uma parte, ou a substancial totalidade, das ações funcionais dos componentes no agendador 515. Tal como ilustrado no diagrama de blocos 500, a memória 235 está acoplada ao processador 225 e pode ser utilizada para armazenar vários dados, instruções, sequência de tempo de referência, planos de agendamento e similares que facilitam a operação do processador 225. O agendador 515 inclui um componente de planejamento 218 e um gerador de sequências de tempo 221, ambos os componentes operando substancialmente da mesma maneira como foi acima descrito com referência à Figura 2. Adicionalmente, o agendador 515 inclui um armazenamento de políticas 518 que compreende planos (ou políticas) de agendamento. Tais planos de agendamento dão suporte à agendamento conduzido através do componente de planejamento 218. Como exemplo, um plano de agendamento no armazenamento de políticas pode

modificar uma sequência de tempo utilizada para referenciar e agendar unidades de agendamento de modo a impedir colisões em um canal associado a um canal de difusão. Além disso, os planos de agendamento no armazenamento de políticas podem estar baseados em condições de comunicação de uma célula, ou setor, de serviço servidos pela estação base 510, por exemplo a configuração de antena, carga de célula/setor e interferência de outros setores e assim por diante. Deve ser notado que o armazenamento de políticas 518 pode também incluir planos de agendamento para situações em que um terminal móvel em "roaming" entra em uma célula ou setor de serviço.

[0047] Além de facilitar a operação do agendador 515, por exemplo, determinando sequência de tempo de referência para agendamento de informações de sistema, um componente inteligente pode operar no agendador. Em uma modalidade, o componente inteligente 521 pode coletar dados correntes e históricos sobre a comunicação e condições de comunicação de célula/setor e inferir planos de agendamento otimizados e geração de sequências de tempo que asseguram, por exemplo, uma taxa reduzida de colisões entre unidades de agendamento de informações de sistema agendadas. Além disso, a inferência pode ser explorada para ajustar a taxa em que as unidades de agendamento são agendadas e referenciadas, para minimizar substancialmente a "espera ocupada". Além disso, através de um componente inteligente 521, o agendador 515 pode inferir planos de agendamento ideais com base, pelo menos em parte, em um tamanho de buffer corrente de unidades de agendamento, enfileiradas para serem transportadas, modo de operação, por exemplo

modos SISO, SIMO e MIMO, de estações móveis (Figura 1) servidas pela estação base 210, e similares. Mais ainda, com base em técnicas de aprendizado por máquina, o componente inteligente 321 pode modificar as políticas e planos de agendamento e armazenar tais planos no armazenamento de políticas 318. Um plano otimizado pode aumentar a QOS percebida pelos usuários através de melhorias no desempenho de operação do terminal de acesso - por exemplo energia da bateria, utilização do buffer, overhead de processamento e comunicação, potência de transmissão e assim por diante.

[0048] Tal como foi empregado acima e em outras partes do presente relatório descritivo, o termo "inteligência" se refere à capacidade de raciocinar ou tirar conclusões, por exemplo inferir, sobre o estado corrente ou futuro de um sistema com base em informações existentes sobre o sistema. Inteligência artificial (AI) pode ser empregada para identificar um contexto ou ação específicos, ou para gerar uma distribuição de probabilidades de estados específicos de um sistema sem a intervenção humana. A inteligência artificial se baseia na aplicação de algoritmos matemáticos avançados - por exemplo árvores de decisão, redes neurais, análise regressiva, análise de clusters, algoritmos genéricos e aprendizado reforçado - a um conjunto de dados (informações) disponíveis sobre o sistema.

[0049] Em particular, para efetuar as várias modalidades automatizadas acima descritas com referência a políticas para geração de indicador de carga e outras modalidades automatizadas relevantes para a presente

invenção aqui descritas, um componente de AI (por exemplo, o componente 320) pode empregar um dos vários métodos para aprendizado a partir de dados e a seguir efetuar inferências a partir dos modelos assim montados, por exemplo modelos Markov ocultos (HMM) e protótipos de modelos de dependência correlacionados, modelos probabilísticos mais gerais, tais como redes Bayesianas, criadas por exemplo por pesquisa de estrutura pelo uso de um escore ou aproximação de modelo Bayesiano, classificadores lineares, tais como máquinas de vetor de suporte (SVM), classificadores não lineares, tais métodos sendo designados como metodologias de "redes neurais", metodologias de lógica difusa, e outros métodos que efetuam fusão de dados, etc.

[0050] A Figura 6 é um diagrama de blocos 600 de uma modalidade de um sistema transmissor 610 (tal como a estação base 210) e um sistema receptor 650 (por exemplo, o terminal de acesso 250) em um sistema múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO) que pode prover comunicação para células (ou setores) em um ambiente sem fio de acordo com uma ou mais modalidades aqui descritas. No sistema transmissor 610, podem ser providos dados de tráfego para vários fluxos de dados a partir de uma fonte de dados 612 para o processador de dados de transmissão (TX) 614. Em uma modalidade, cada fluxo de dados é transmitido através de uma respectiva antena de transmissão. O processador de dados TX 614 formata, codifica e intercala os dados de tráfego para cada fluxo de dados com base em um esquema de codificação específico selecionado para tal fluxo de dados para prover dados codificados. Os dados codificados para

cada fluxo de dados podem ser multiplexados com dados de piloto usando-se técnicas de OFDM. Os dados de piloto são tipicamente um padrão de dados conhecido que é processado de maneira conhecida e que pode ser usado no sistema receptor para estimar a resposta de canal. Os dados codificados e de piloto multiplexados para cada fluxo de dados são a seguir modulados (por exemplo, mapeados para símbolos) com base em um esquema de modulação específico (por exemplo, BPSK - modulação por deslocamento de fase binário, QPSK - modulação por deslocamento de fase em quadratura, M-PSK - modulação por deslocamento de múltiplas fases, ou M-QAM - modulação de amplitude em quadratura M-ária) selecionado para tal fluxo de dados para prover símbolos de modulação. A taxa de dados, a codificação e a modulação para cada fluxo de dados podem ser determinadas por meio de instruções executadas pelo processador 630, as instruções, bem como os dados, podendo ficar armazenados na memória 632.

[0051] Os símbolos de modulação para todos os fluxos de dados são a seguir providos para um processador MIMO TX 620, que pode processar adicionalmente os símbolos de modulação (por exemplo, de OFDM). O processador MIMO TX 620 a seguir provê N_T fluxos de símbolos de modulação para N_T transceptores (TMTR/RCVR) 622a a 622t. Em certas modalidades, o processador MIMO TX 620 aplica pesos conformadores de feixes (ou pré-codificação) aos símbolos dos fluxos de dados e à antena a partir da qual o símbolo está sendo transmitido. Cada transceptor 622 recebe e processa um respectivo fluxo de símbolos para prover um ou mais sinais analógicos e condiciona adicionalmente (por

exemplo, amplifica, filtra e converte para transmissão) os sinais analógicos para prover um sinal modulado adequado para transmissão através do canal MIMO. N_T sinais modulados provenientes dos transceptores 622a a 622t são a seguir transmitidos a partir de N_T antenas 6241 a 624t, respectivamente. No sistema receptor 650, os sinais modulados transmitidos são recebidos por N_R antenas 6521 a 652r e o sinal recebido proveniente de cada antena 652 é provido a um respectivo transceptor (RCVR/TMTR) 654a a 654r. Cada transceptor 6541 a 654r condiciona (por exemplo, filtra, amplifica e converte para receptor) um respectivo sinal recebido, digitaliza o sinal condicionado para prover amostras e processa adicionalmente as amostras para prover um correspondente fluxo de símbolos "recebido".

[0052] Um processador de dados RX 660 a seguir recebe e processa os N_R fluxos de símbolos recebidos provenientes de N_R transceptores 6541 a 654r com base em uma técnica de processamento de receptor específica para prover N_T fluxos de símbolos "detectados". O processador de dados RX 660 a seguir demodula, deintercala e decodifica cada fluxo de símbolos detectado para recuperar os dados de tráfego para o fluxo de dados. O processamento pelo processador de dados RX 660 é complementar àquele efetuado pelo processador MIMO TX 620 e pelo processador de dados TX 614 no sistema transmissor 610. Um processador 670 determina periodicamente qual matriz de pré-codificação utilizar, tal matriz podendo ficar armazenada na memória 672. O processador 670 formula uma mensagem de enlace reverso compreendendo uma parte de índice de matriz e uma parte de valor de classificação. A memória 672 pode

armazenar instruções que, quando executadas pelo processador 670, resultam na formulação da mensagem de enlace reverso. A mensagem de enlace reverso pode compreender vários tipos de informações com referência ao enlace de comunicação ou ao fluxo de dados recebido, ou uma combinação de tais. Em particular, tais informações podem incluir relatórios indicadores de qualidade de canal (tais como o CQI 279), um deslocamento para ajustar um recurso agendado, ou sinais de referência de pesquisa para estimativa de enlace (ou canal). A mensagem de enlace reverso é a seguir processada por um processador de dados TX 638, o qual também recebe dados de tráfego para vários fluxos de dados provenientes de uma origem ou fonte de dados 636, modulados por um modulador 680, condicionados pelo transceptor 654a a 954r e transmitidos de volta ao sistema transmissor 610.

[0053] No sistema transmissor 610, os sinais modulados do sistema receptor são recebidos por antenas 624_I-624_T , condicionado pelos transceptores 622_A-622_T , demodulados por um demodulador 640, e processados por um processador de dados RX 642 para extrair a mensagem de enlace reserva transmitida pelo sistema receptor 650. O processador 630 então, determina qual matriz pré-codificação usar para determinar o peso da conformação de feixe e processar a mensagem extraída. Adicionalmente, o processador 630 opera, e fornece funcionalidade ao, componente agendador 644, ou simplesmente agendador 644, no qual opera de acordo com os aspectos descritos no assunto de especificação em conexão com os componentes 215 e 515.

[0054] Como discutido acima, em conexão com a Figura 1, um receptor 650 pode, agendada dinamicamente, operar em SIMO, SU-MIMO, e UM-MIMO, dependendo de pelo menos em parte dos indicadores de qualidade de canal relatados pelo receptor. A seguir, a comunicação nesses modos de operação é descrita. Pode-se notar que no modo SIMO uma antena única no receptor ($N_R=1$) é empregada para comunicação, então, operações MIMO podem ser interpretadas como caso especial do SU-MIMO. Modo de operação usuário único MIMO corresponde ao caso de que o sistema receptor único 650 se comunica com o sistema transmissor 610, como ilustrado anteriormente na Figura 6 e de acordo com a operação descrita na conexão com ele. Em tais sistemas, os transmissores N_T 624₁-624_T (também conhecidos como antenas TX) e receptores N_R 652₁-652_R (também conhecidos como antenas RX) formam um canal de matriz MIMO (por exemplo, canal Rayleigh, ou canal Gaussian, com desvanecimento lento ou rápido) para comunicação sem fio. Como mencionado acima, o canal SU-MIMO é descrito por uma matriz $N_R \times N_T$ de números complexos aleatórios. A classificação do canal é igual à classificação algébrica da matriz $N_R \times N_T$, no qual os termos de tempo-espço, ou codificação de espaço-frequência, a classificação igual ao número $N_V \leq \min\{N_T, N_R\}$ de fluxos de dado (ou camadas) independentes que podem ser enviadas através do canal SU-MIMO sem infligir interferência entre fluxo.

[0055] Em um aspecto, no modo SU-MIMO, símbolos transmitido/recebido com OFDM, no tom w , pode ser modelado por:

$$\mathbf{y}(\omega) = \mathbf{H}(\omega)\mathbf{c}(\omega) + \mathbf{n}(\omega) \quad (2)$$

Aqui, $\mathbf{y}(\omega)$ é o fluxo de dados recebido e é um vetor $N_R \times 1$, $\mathbf{H}(\omega)$ é a matriz de resposta de canal $N_R \times N_T$ no tom ω (por exemplo, a transformada de Fourier da matriz de resposta de canal tempo dependente h), $\mathbf{c}(\omega)$ é um vetor símbolo de saída $N_T \times 1$, e $\mathbf{n}(\omega)$ é um vetor de ruído $N_R \times 1$ (por exemplo, ruído branco Gaussiano aditivo). A pré-codificação pode converter um vetor de camada $N_V \times 1$ para um vetor de saída de pré-codificação $N_T \times 1$. N_V é o número real de fluxos de dados (camadas) transmitidos pelo transmissor 610 e N_V pode ser agendado a critério do transmissor (por exemplo, o transmissor 610, o Nodo B 210, ou o ponto de acesso 110) com base, pelo menos em parte, nas condições de canal e na classificação reportados em uma requisição de agendamento por um terminal (por exemplo, o receptor 650). De forma similar, as informações de sistema podem ser transportadas em uma configuração MIMO por exploração de N_V camadas. Deve ser notado que $\mathbf{c}(\omega)$ é o resultado de pelo menos um esquema de multiplexação e pelo menos um esquema de pré-codificação (ou conformação de feixes) aplicado pelo transmissor. Adicionalmente, $\mathbf{c}(\omega)$ pode ser convolucionado com uma matriz de ganho de potência, o que determina a quantidade de potência que o transmissor 610 aloca para transmitir cada fluxo de dados N_V . Deve ser notado que tal matriz de ganho de potência pode ser um recurso que é designado para um terminal (por exemplo, o terminal de acesso 250, o receptor 650, ou o equipamento de usuário 160) através de um agendador no nodo servidor em resposta, pelo menos em parte, ao CQI reportado.

[0056] Como foi acima mencionado, de acordo com uma modalidade, a operação MU-MIMO de um conjunto de terminais (por exemplo, as unidades móveis 1701 a 1706) se insere no escopo da presente invenção. Além disso, os terminais MU-MIMO agendados operam em conjunto com terminais SU-MIMO e terminais SIMO. A Figura 7 ilustra um sistema 700 de múltiplos usuários MIMO exemplar em que três terminais de acesso 650p, 650u e 650s, incorporados em receptores substancialmente similares ao receptor 650, se comunicam com o transmissor 610, que incorpora um Nodo B. Deve ser notado que a operação do sistema 700 é representativa da operação de substancialmente qualquer grupo (por exemplo, o 185) de dispositivos sem fio, tais como os terminais 1701 a 1706, agendados em operação MU-MIMO dentro de uma célula de serviço por um agendador centralizado residente em um ponto de acesso servidor (por exemplo, o 110 ou o 250). Como foi acima mencionado, o transmissor 610 possui N_T antenas TX 6241 a 624t e cada um dos terminais de acesso possui múltiplas antenas RX, quais sejam: o terminal de acesso p possui N_P antenas 6521 a 652p, o ponto de acesso u possui N_u antenas 6521 a 652u e o ponto de acesso s possui N_s antenas 6521 a 652s. A comunicação entre os terminais e o ponto de acesso é efetuada através dos enlaces ascendentes 715p, 715u e 715s. De forma similar, os enlaces descendentes 710p, 710u e 710s facilitam a comunicação entre o Nodo B 610 e os terminais ATp, ATu e ATs, respectivamente. Adicionalmente, a comunicação entre cada terminal e estação base é implementado substancialmente da mesma forma,

substancialmente através dos mesmos componentes, tal como ilustrado na Figura 6 e descrito com referência à mesma.

[0057] Os terminais podem estar localizados substancialmente em posições diferentes dentro da célula servida pelo ponto de acesso 610 (por exemplo, a célula 180), portanto cada equipamento de usuário 650p, 650u e 650s possui seu próprio canal de matriz MIMO $\underline{h}_\alpha$ e matriz de resposta H_α ($\alpha = P, U$ e S), com sua própria classificação (ou, equivalentemente, decomposição de valor singular) e seu próprio indicador de qualidade de canal. Devido à pluralidade de usuários presentes na célula servida pela estação base 610, pode estar presente interferência intra célula podendo afetar valores de CQI reportados por cada um dos terminais 650p, 650u e 650s. A interferência pode afetar particularmente o agendamento de SUs (por exemplo, as unidades de agendamento 245) de informações de sistema, dado que os pacotes agendados podem deixar de ser detectados por um terminal de acesso (por exemplo, 650p, 650u e 650s). Em uma modalidade, um plano de agendamento para um ou mais dos terminais pode ser dinâmica e autonomamente modificado através do componente inteligente 521 quando a interferência alcançar um limite específico.

[0058] Apesar de estar ilustrado com três terminais na Figura 7, deve ser notado que um sistema MU-MIMO pode compreender substancialmente qualquer número de terminais (por exemplo, o grupo 185 contém seis terminais 1701 a 1706), cada um de tais terminais sendo indicado a seguir por um índice k . De acordo com várias modalidades, cada um dos terminais de acesso 650p, 650u e 650s pode receber informações de sistema provenientes do Nodo B 610,

de acordo com pelo menos um dos planos (i), (ii) e (iii) descritos com referência à Figura 2. Além disso, o Nó B 610 pode reagendar dinamicamente cada um dos terminais 650p, 650u e 650s em um modo de operação diferente, tal como SU-MIMO ou SISO, e estabelecer um plano diferente para agendamento de informações de sistema para cada um dos terminais.

[0059] Em uma modalidade, símbolos transmitidos/recebidos com OFDM no tom ω e para o usuário k , podem ser modelados por:

$$\mathbf{y}_k(\omega) = \mathbf{H}(\omega)\mathbf{c}_k(\omega) + \mathbf{H}_k(\omega)\sum' \mathbf{c}_m(\omega) + \mathbf{n}_k(\omega) \quad (3)$$

Aqui, os símbolos possuem o mesmo significado que na equação 1. Deve ser notado que devido à diversidade de múltiplos usuários, a interferência de outros usuários no sinal recebido pelo usuário k é modelada com o segundo termo no lado esquerdo da equação 2. O símbolo primo (') indica que o vetor de símbolo transmitido $\mathbf{c}_k$ é excluído da soma. Os termos na série representam a recepção pelo usuário k (através de sua resposta de canal $\mathbf{H}_k$) de símbolos transmitidos por um transmissor (por exemplo, o ponto de acesso 250) para os outros usuários na célula.

[0060] Tendo em vista os exemplos de sistemas e aspectos associados acima descritos e apresentados, os métodos para reporte de indicador de qualidade de canal flexível que podem ser implementados de acordo com a presente invenção podem ser melhor compreendidos por referência aos fluxogramas das Figuras 8, 9 e 10. Apesar de os métodos, com o propósito de simplicidade de explanação,

serem apresentados e descritos na forma de uma série de blocos, deve ficar claro que a matéria objeto não fica limitada ao número e ordem dos blocos, dado que alguns blocos podem ocorrer em ordens diferentes e/ou concomitantemente com outros blocos, em relação àquelas aqui descritas e apresentadas. Além disso, nem todos os blocos ilustrados podem ser necessários para implementar os métodos descritos a seguir. Deve ser notado que a funcionalidade associada aos blocos pode ser implementada por meio de software, hardware, uma combinação de tais, ou quaisquer outros meios adequados (por exemplo, um dispositivo, sistema, processo, componente e assim por diante). Deve também ser notado que os métodos descritos a seguir e por todo o presente relatório descritivo podem ser armazenados em um artigo de manufatura para facilitar o transporte e transferência de tais métodos para vários dispositivos. Os técnicos na área notarão que um método poderia ser alternativamente representado na forma de uma série de estados ou eventos inter-relacionados, tal como em um diagrama de estado.

[0061] As Figuras 8a e 8b apresentam fluxogramas de métodos 800 e 850 exemplares, respectivamente, para agendamento de informações de sistema utilizando referências de tempo para unidades de agendamento diferentes. Fazendo referência à Figura 8a, uma primeira unidade de agendamento é agendada, a unidade de agendamento incluindo uma indicação de um tempo em que uma segunda unidade de agendamento deve ser agendada. Na ação 820, a segunda unidade de agendamento é agendada em um canal de controle associado a um canal de difusão, tal como foi

acima descrito com referência às Figuras 4a e 3b e à Figura 5. Na ação 830, a primeira e segunda unidades de agendamento são transportadas.

[0062] Fazendo referência à Figura 8b, na ação 860 é agendada uma primeira unidade de agendamento. A unidade de agendamento compreende pelo menos uma indicação de uma sequência de tempo de acordo com a qual um conjunto de unidades de agendamento diferentes deve ser agendado. Na ação 870 o conjunto de unidades de agendamento diferentes é agendado. Na ação 880, o conjunto de unidades de agendamento é transportado.

[0063] A Figura 9 é um fluxograma de um método 900 exemplar que facilita o agendamento de informações de sistema por referência a unidades de agendamento diferentes. Na ação 910 uma primeira unidade de agendamento é agendada para indicar uma segunda unidade de agendamento. A segunda unidade de agendamento referenciada inclui uma indicação de um tempo em que uma terceira unidade de agendamento deve ser agendada. Na ação 920 a terceira sequência de agendamento é agendada em um canal de controle associado a um canal de difusão. Deve ser notado que a primeira e segunda unidades de agendamento são tipicamente agendadas no mesmo canal, por exemplo o DL-SCH em um sistema LTE. O canal de controle associado é utilizado para agendar as SUs referenciadas. Na ação 930 a primeira, segunda e terceira unidades de agendamento são transportadas.

[0064] A Figura 10 é um fluxograma de um método 1000 exemplar que facilita a geração de referências de tempo de acordo com uma política ou diretriz de

agendamento. Como foi acima descrito, uma política de agendamento pode residir em um armazenamento de políticas (por exemplo, o armazenamento de políticas 318) em uma estação base. Tipicamente tal política de agendamento é determinada por um provedor de serviço que serve a um terminal móvel em uma área de cobertura da estação base. Em uma modalidade, um armazenamento de políticas associado a diferentes provedores de serviço pode estar armazenado na estação base para facilitar o roaming de dispositivos sem fio. Na ação 1010 é recebida uma política de agendamento. Na ação 1020 é gerado um conjunto de tempos/instantes de acordo com a política de agendamento recebida. O conjunto de tempos é utilizado como referência de tempo para indicar uma referência de agendamento para uma unidade de agendamento.

[0065] A Figura 11 ilustra um diagrama de blocos de um sistema 1100 que facilita o agendamento de unidades de acordo com modalidades aqui descritas. O sistema 1100 pode incluir um módulo 1110 para agendamento de uma primeira unidade de agendamento, em que a primeira unidade de agendamento inclui uma indicação de um conjunto de tempos em que uma segunda unidade de agendamento deve ser agendada; um módulo 1120 para agendar a segunda unidade de agendamento em um canal de controle associado a um canal de difusão; um módulo 1130 para transportar a primeira unidade de agendamento e transportar a segunda unidade de agendamento; um módulo 1140 para agendar uma unidade de agendamento em que a unidade de agendamento compreende pelo menos uma indicação de um ciclo de tempo de acordo com a qual um conjunto de unidades de agendamento diferentes deve

ser agendado; e um módulo 1150 para agendar o conjunto de unidades de agendamento diferentes. Os módulos 1110, 1120, 1130, 1140 e 1150 podem ser um processador ou qualquer dispositivo eletrônico e podem estar acoplados ao módulo de memória 1160.

[0066] A Figura 12 ilustra um diagrama de blocos de um sistema 1200 exemplar que facilita o agendamento de unidades de acordo com modalidades aqui descritas. O sistema 1200 pode incluir um módulo 1210 para agendar uma primeira unidade de agendamento que indica uma segunda unidade de agendamento, em que o segundo agendamento inclui uma indicação de um tempo em que uma terceira unidade de agendamento deve ser agendada; um módulo 1220 para agendar a terceira unidade de agendamento em um canal de controle associado a um canal de difusão; um módulo 1230 para transportar as terceira, quarta e quinta unidades de agendamento; um módulo 1240 para agendar uma unidade de agendamento, em que a unidade de agendamento compreende pelo menos uma indicação de um ciclo de tempo de acordo com a qual um conjunto de unidades de agendamento diferentes deve ser agendado; e um módulo 1250 para agendar o conjunto de unidades de agendamento diferentes. Os módulos 1210, 1220, 1230, 1240 e 1250 podem ser um processador ou qualquer dispositivo eletrônico e podem estar acoplados ao módulo de memória 1260.

[0067] Para uma implementação em software, as técnicas aqui descritas podem ser implementadas por meio de módulos (por exemplo, procedimentos, funções e assim por diante) que efetuam as funções aqui descritas. Os códigos de software podem ser armazenados em unidades de memória e

executadas por processadores. A unidade de memória pode ser implementada no interior do processador ou externamente ao processador, caso este em que ela pode estar acoplada em comunicação com o processador através de vários dispositivos como é do conhecimento dos técnicos na área.

[0068] Os vários aspectos, características ou recursos aqui descritos podem ser implementados na forma de um método, equipamento, ou artigo de fabricação, usando técnicas padrão de agendamento e/ou projeto. O termo "artigo de manufatura", tal como é aqui utilizado, se destina a englobar um programa de computador acessível a partir de qualquer dispositivo, portador ou meio para leitura por computador. Como exemplo, os meios para leitura por computador podem incluir, porém não ficam limitados a, dispositivos de armazenamento magnéticos (por exemplo, um disco rígido, disquete, fitas magnéticas, etc.), discos ópticos (por exemplo, um disco compacto (CD), um disco versátil digital (DVD), etc.), placas inteligentes, dispositivos de memória flash (por exemplo, placa, pente, pen drive, etc.). Adicionalmente, vários meios de armazenamento aqui descritos podem representar um ou mais dispositivos ou outros meios para leitura por máquina para o armazenamento de informações. O termo "meio legível por máquina" pode incluir, sem ficar limitado a, canais sem fio e vários outros meios capazes de armazenar, conter, ou portar instruções ou dados.

[0069] Tal como é aqui utilizado, o termo "processador" pode se referir a uma estrutura clássica ou a um computador quantum. A estrutura clássica compreende, porém não fica limitada a, processadores de núcleo único,

processadores únicos com capacidade de execução de múltiplas cadeias de software, processadores multi-núcleo, processadores multi-núcleo com capacidade de execução de múltiplas cadeias de software, processadores multi-núcleo com tecnologia de múltiplas cadeias de hardware, plataformas paralelas e plataformas paralelas com memória compartilhada distribuída. Adicionalmente, um processador pode ser um circuito integrado, um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), um processador de sinal digital (DSP), um arranjo de porta programáveis no campo (FPGA), um controlador lógico programável (PLC), um dispositivo lógico complexo programável (CPLD), uma porta individual ou lógica de transistor, componentes de hardware individuais, ou qualquer combinação de tais projetada para efetuar as funções aqui descritas. A estrutura de computador quantum pode estar baseada em qubits incorporados em pontos quânticos com porta ou automontados, plataformas de ressonância magnética nuclear, junções Josephson supercondutoras, etc. Os processadores podem explorar estruturas de nano escala tais como, porém não limitadas a, transistores moleculares e baseados em pontos quânticos, comutadores e portas, de modo a otimizar o uso de espaço ou melhorar o desempenho do equipamento de usuário. Um processador pode também ser implementado na forma de 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 configuração similar.

[0070] Além disso, no presente relatório descritivo, o termo "memória" se refere a armazenamento de dados, armazenamento de algoritmos e armazenamento de outras informações tais como, porém não limitados a, armazenamento de imagens, armazenamento de música e vídeo digital, gráficos e bases de dados. Deve ser notado que os componentes de memória aqui descritos podem ser de memória volátil ou memória não volátil, ou podem incluir tanto memória volátil como não volátil. Como exemplo, mas não limitação, a memória não volátil pode incluir memória de leitura (ROM), memória apenas para leitura programável (PROM), ROM eletricamente programável (EPROM), memória de leitura programável eletricamente apagável (EEPROM), ou memória flash. A memória volátil pode incluir memória de acesso aleatório (RAM), que atua como memória de cache externa. Como exemplo, mas não limitação, a RAM está disponível em várias formas, tais como memória de acesso aleatório estática (SRAM), memória de acesso aleatório dinâmico (DRAM), memória de acesso aleatório dinâmica síncrona (SDRAM), SDRAM de taxa de dados dupla (DDR SDRAM), SDRAM ampliada (ESDRAM), DRAM Synchlink (SLDRAM) e RAM Rambus direta (DRRAM). Adicionalmente, os componentes de memória descritos dos sistemas em métodos aqui apresentados compreendem, sem limitação, estes e quaisquer outros tipos adequados de memória.

[0071] O que foi acima descrito inclui modalidades exemplares. Naturalmente não é possível descrever cada combinação concebível de componentes ou metodologias com o propósito de descrever as modalidades, porém os técnicos na área notarão que várias outras

combinações e permutações são possíveis. Assim sendo, tais modalidades tencionam englobar todas estas alterações, modificações e variações que se inserem no espírito e escopo das reivindicações anexas. Além disso, no grau em que o termo "inclui" é utilizado, seja na descrição detalhada ou nas reivindicações, tal termo tenciona ser inclusivo, de forma similar ao termo "compreende", tal como "compreende" é interpretado quando empregado como uma palavra de transição em uma reivindicação.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para agendar informações de sistema em unidades de agendamento, SU, em um sistema de comunicação sem fio, o método caracterizado pelo fato de que compreende:

agendar (810) uma primeira unidade de agendamento (320) em um canal de difusão (304), em que a primeira unidade de agendamento inclui uma indicação (323) de um tempo em que uma segunda unidade de agendamento (325) deve ser agendada, no qual a indicação do tempo em que a segunda unidade de agendamento deve ser agendada transporta um limite inferior para um instante real no qual a segunda unidade de agendamento é agendada;

agendar (820) a segunda unidade de agendamento em um canal de controle (312) associado ao canal de difusão; e

transportar (830) a primeira unidade de agendamento e transportar a segunda unidade de agendamento através de um enlace direto para um terminal de acesso.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a indicação do tempo compreende N bits em um canal de camada física, em que N é um inteiro positivo.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o agendamento da primeira unidade de agendamento ou da segunda unidade de agendamento procede de acordo com pelo menos um dentre um algoritmo Round Robin, um algoritmo de Enfileiramento Justo, um algoritmo de Taxa de Transferência Máxima ou um algoritmo de Equidade Proporcional.

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

agendar uma unidade de agendamento, em que a unidade de agendamento compreende pelo menos uma indicação de uma sequência de tempo de acordo com a qual um conjunto de unidades de agendamento diferentes deve ser agendado;

agendar o conjunto de unidades de agendamento diferentes; e

transportar o conjunto de unidades de agendamento.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a sequência de tempo é uma sequência periódica.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a indicação de uma sequência de tempo compreende um deslocamento que transporta uma partição de tempo em que a sequência periódica se inicia.

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

receber uma política de agendamento; e

gerar um conjunto de tempos de acordo com a política de agendamento recebida,

em que o conjunto de tempos é utilizado para referenciar uma unidade de agendamento.

8. Método para agendar informação de sistema em unidades de agendamento, SU, em um sistema de comunicação sem fio, o método caracterizado pelo fato de que compreende:

agendar (910) uma primeira unidade de agendamento (410, 420) em um canal de difusão (304) incluindo uma

indicação de tempo para uma segunda unidade de agendamento (430) a ser agendada, em que a segunda unidade de agendamento inclui uma indicação (433) de um tempo em que uma terceira unidade de agendamento (440) deve ser agendada, no qual a indicação do tempo em que a terceira unidade de agendamento deve ser agendada é um limite inferior para um instante real no qual a terceira unidade de agendamento é agendada e em que a primeira unidade de agendamento e a segunda unidade de agendamento são agendadas no mesmo canal;

agendar (920) a terceira unidade de agendamento em um canal de controle (312) associado ao canal de difusão; e

transportar (930) a primeira, segunda e terceira unidades de agendamento através de um enlace direto para um terminal de acesso.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a indicação do tempo no qual a terceira unidade de agendamento deve ser agendada compreende N bits em um canal de camada física, em que N é um inteiro positivo.

10. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que agendar a primeira unidade de agendamento, a segunda unidade de agendamento ou a terceira unidade de agendamento compreende pelo menos um dentre um algoritmo Round Robin, um algoritmo de Enfileiramento Justo, um algoritmo de Taxa de Transferência Máxima ou um algoritmo de Equidade Proporcional.

11. Dispositivo de comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende:

um processador configurado para associar um canal de controle a um canal de difusão e compreender meios para executar as etapas de método conforme definido em qualquer umas das reivindicações 1 a 10.

12. Memória legível por computador caracterizada pelo fato de que contém gravado na mesma o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10.

13. Aparelho para agendar informações de sistema em unidades de agendamento, SU, em um sistema de comunicação sem fio, o aparelho caracterizado pelo fato de que compreende:

mecanismos (1110) para agendar uma primeira unidade de agendamento (320) em um canal de difusão (304), em que a primeira unidade de agendamento inclui uma indicação (323) de um conjunto de tempos em que uma segunda unidade de agendamento (325) deve ser agendada, no qual a indicação do tempo em que a segunda unidade de agendamento deve ser agendada transporta um limite inferior para um instante real no qual a segunda unidade de agendamento é agendada;

mecanismos (1120) para agendar a segunda unidade de agendamento em um canal de controle (312) associado ao canal de difusão; e

mecanismos (1120) para transportar a primeira unidade de agendamento e transportar a segunda unidade de agendamento através de um enlace direto para um terminal de acesso.

14. Aparelho para operar em um sistema sem fio, o aparelho caracterizado pelo fato de compreender:

mecanismos (1210) para agendar uma primeira unidade de agendamento (410, 420) em um canal de difusão (304) que indica uma segunda unidade de agendamento (430),
em que a segunda unidade de agendamento inclui uma indicação (433) de um tempo no qual uma terceira unidade de agendamento (440) deve ser agendada,

em que a indicação do tempo no qual a terceira unidade de agendamento deve ser agendada é um limite inferior para um instante real em que a terceira unidade de agendamento é agendada e no qual a primeira unidade de agendamento e a segunda unidade de agendamento são agendadas no mesmo canal;

mecanismos (1220) para agendar a terceira unidade de agendamento em um canal de controle (312) associado ao canal de difusão; e

mecanismos (1230) para transportar a primeira, segunda e terceira unidades de agendamento através de um enlace direto para um terminal de acesso.

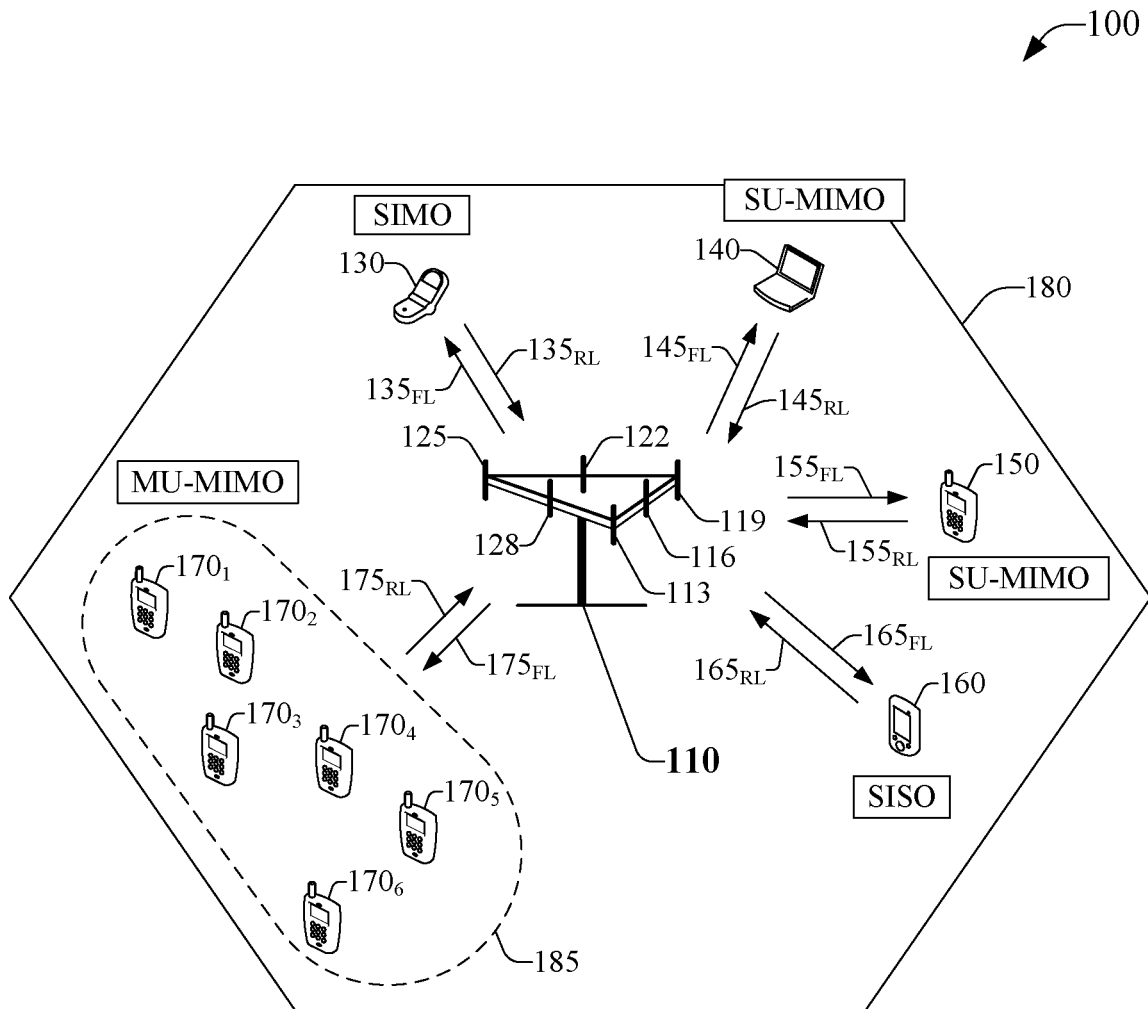


FIG. 1

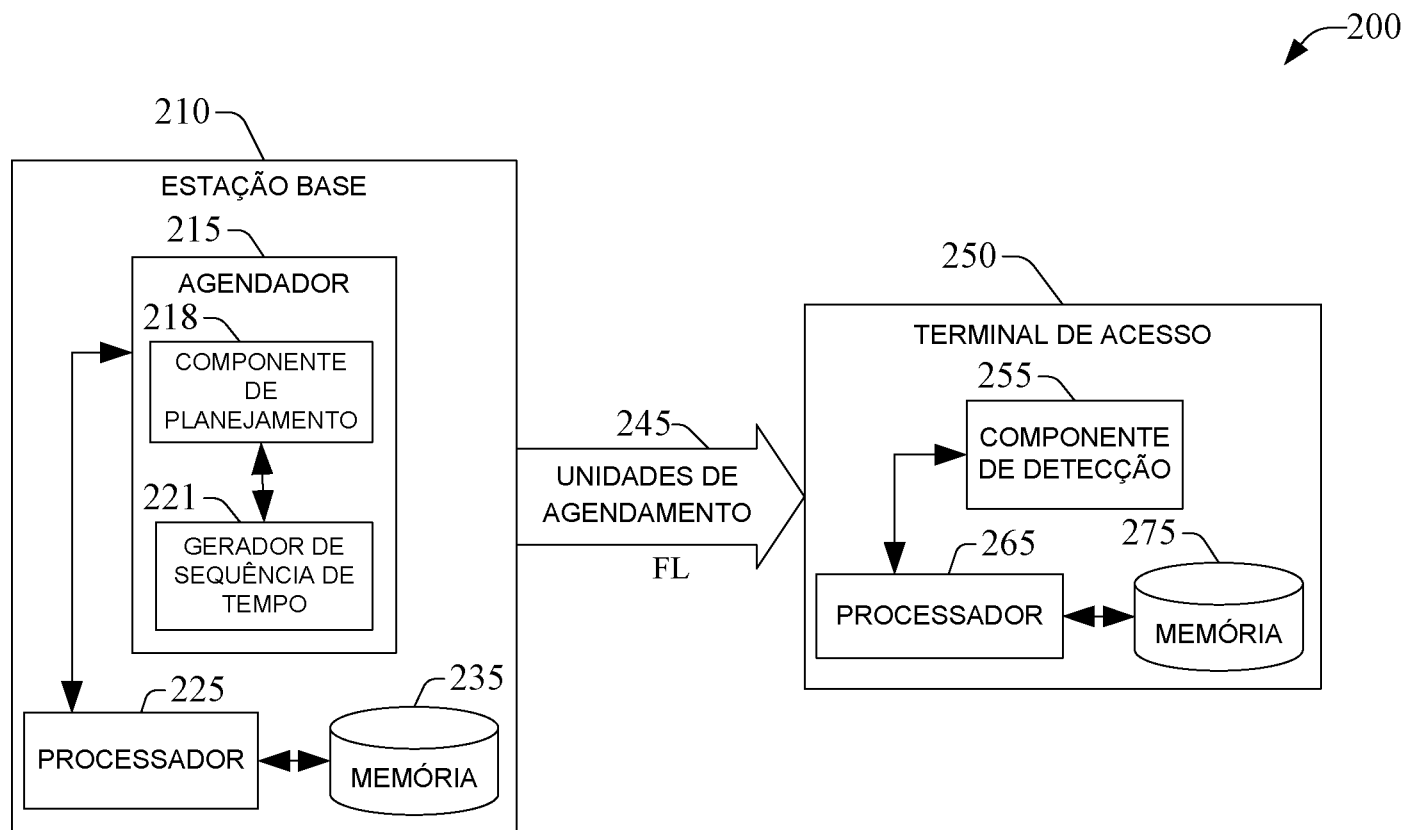


FIG. 2

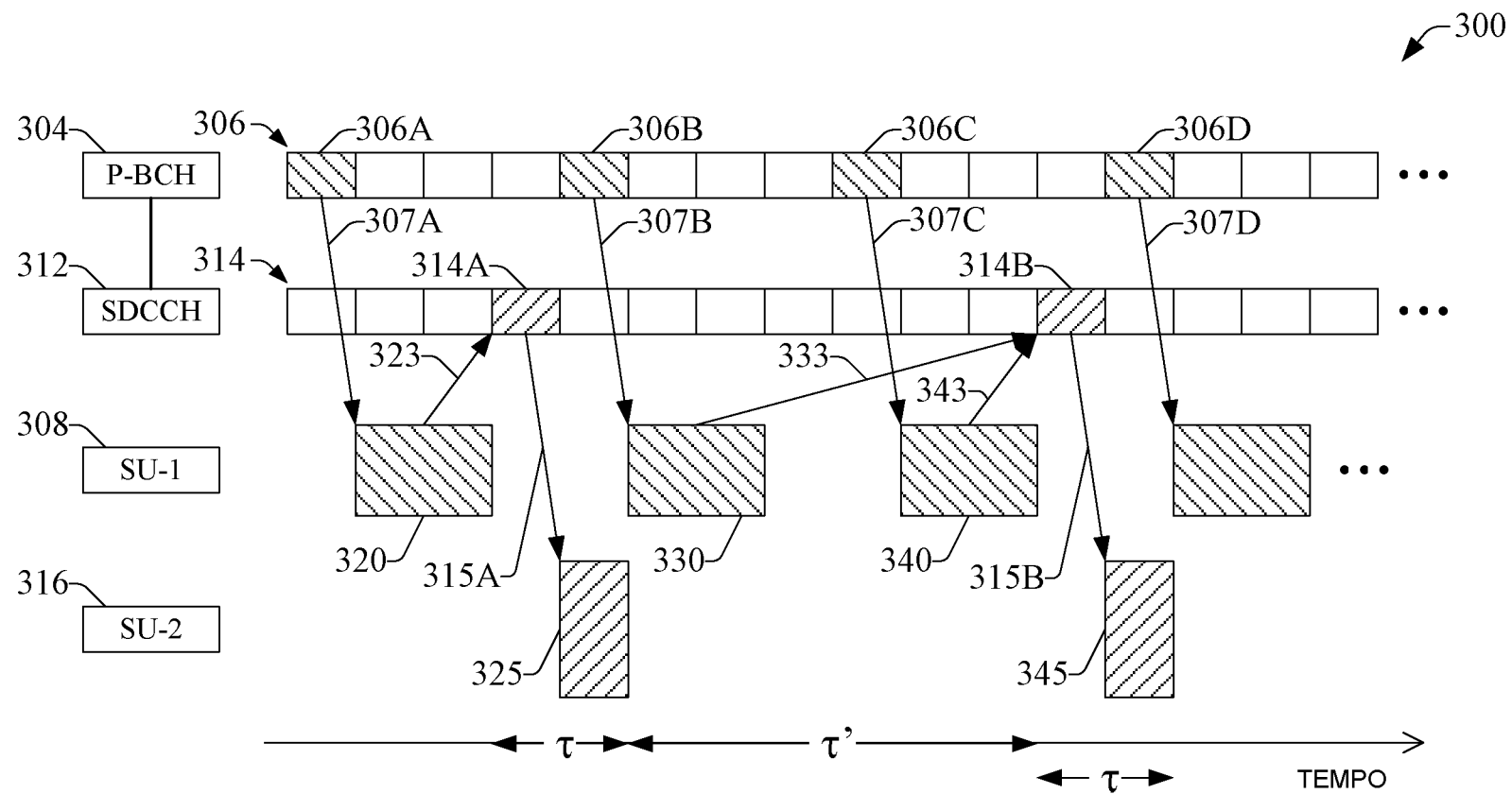


FIG. 3A

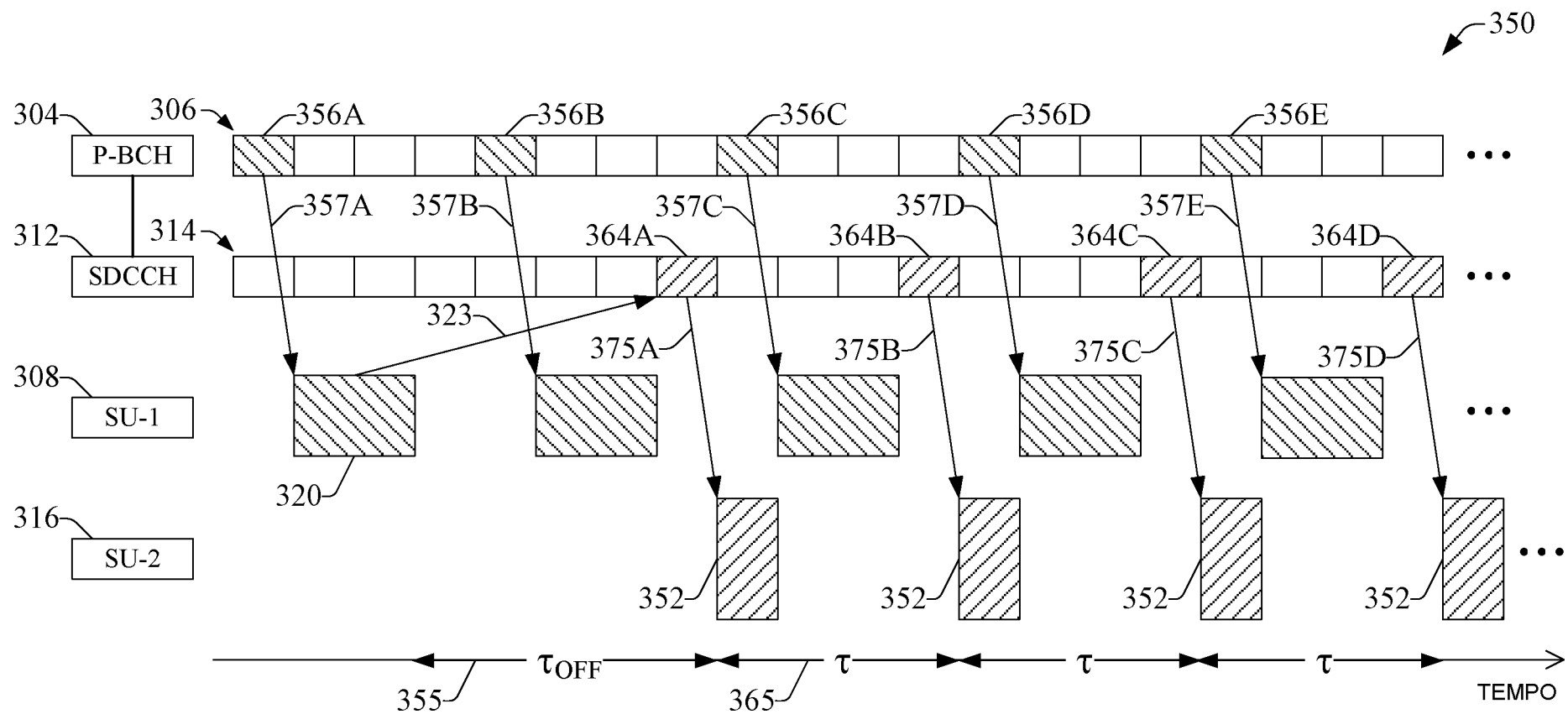


FIG. 3B

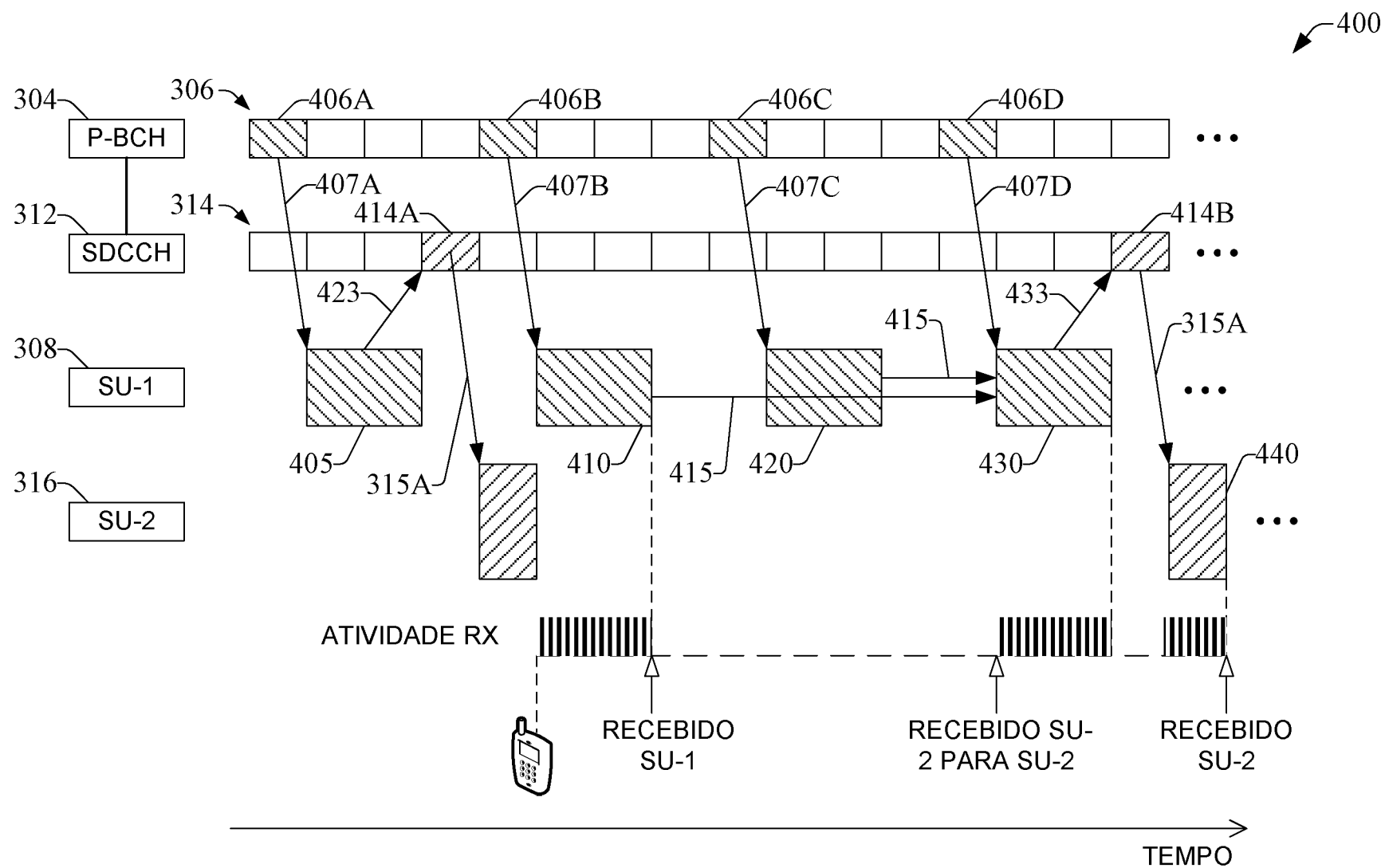
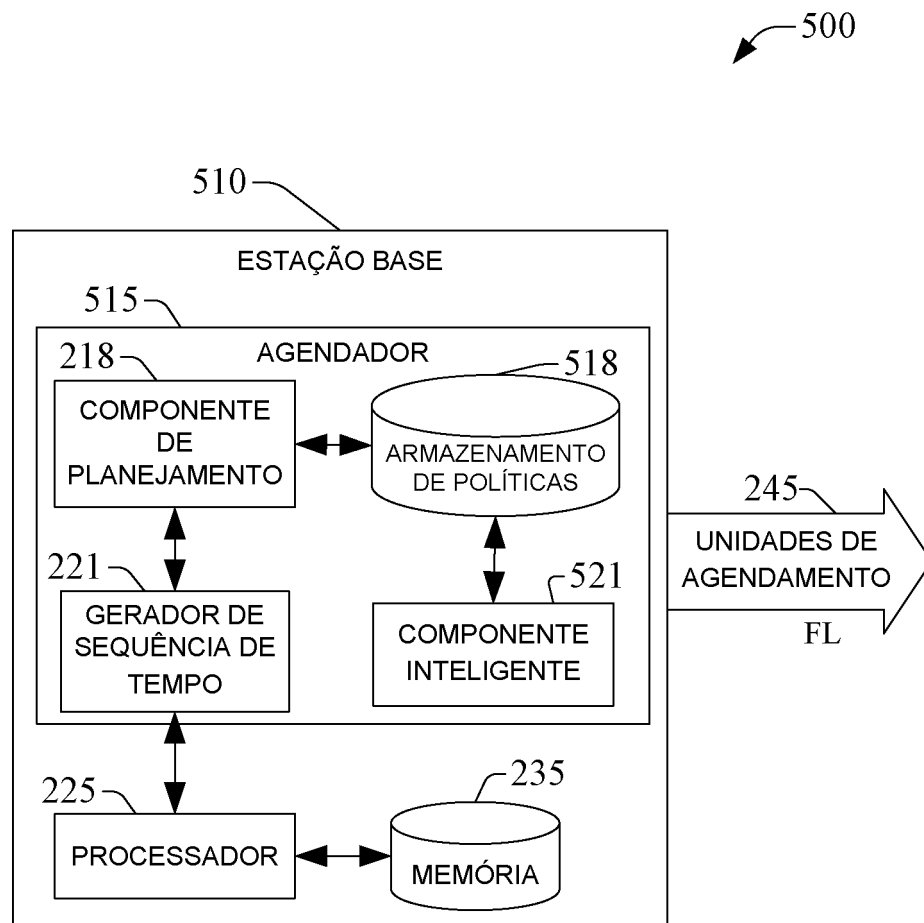


FIG. 4

**FIG. 5**

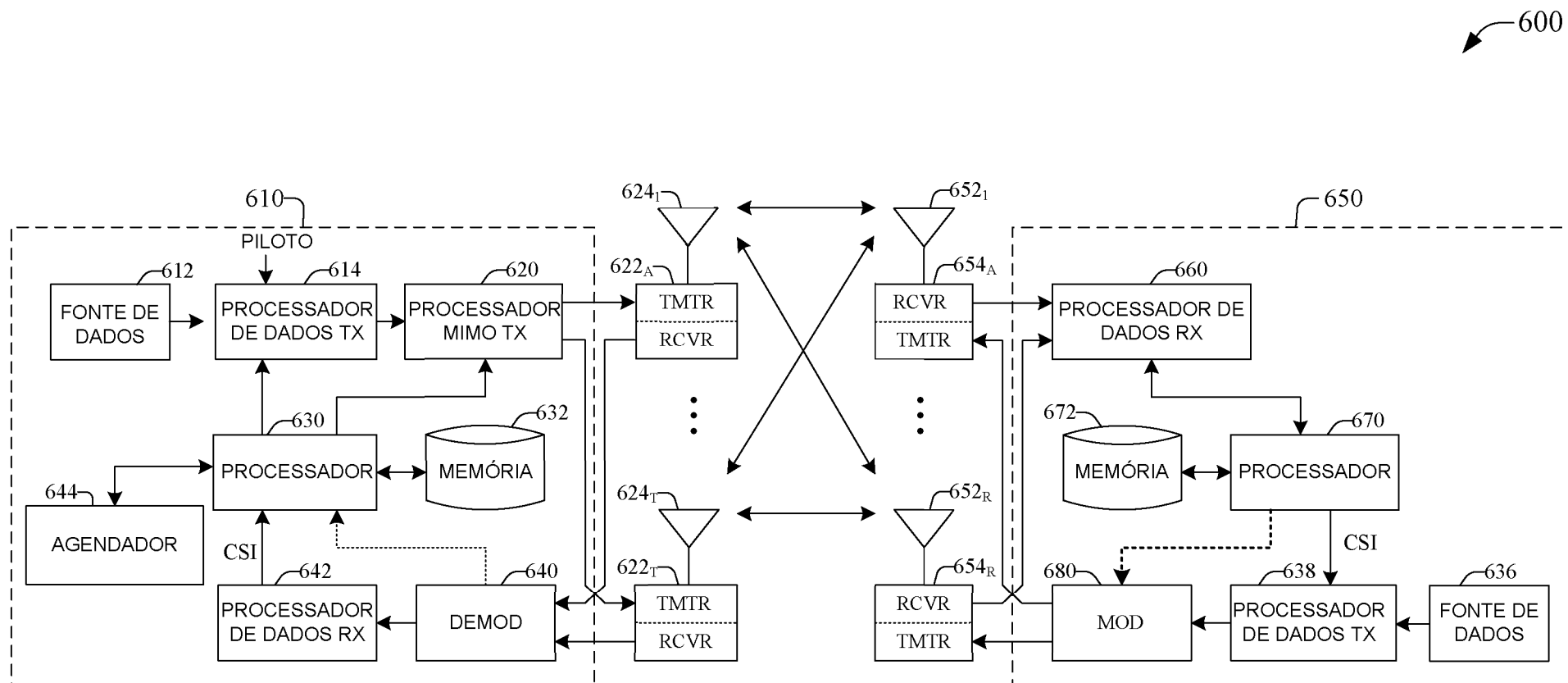


FIG. 6

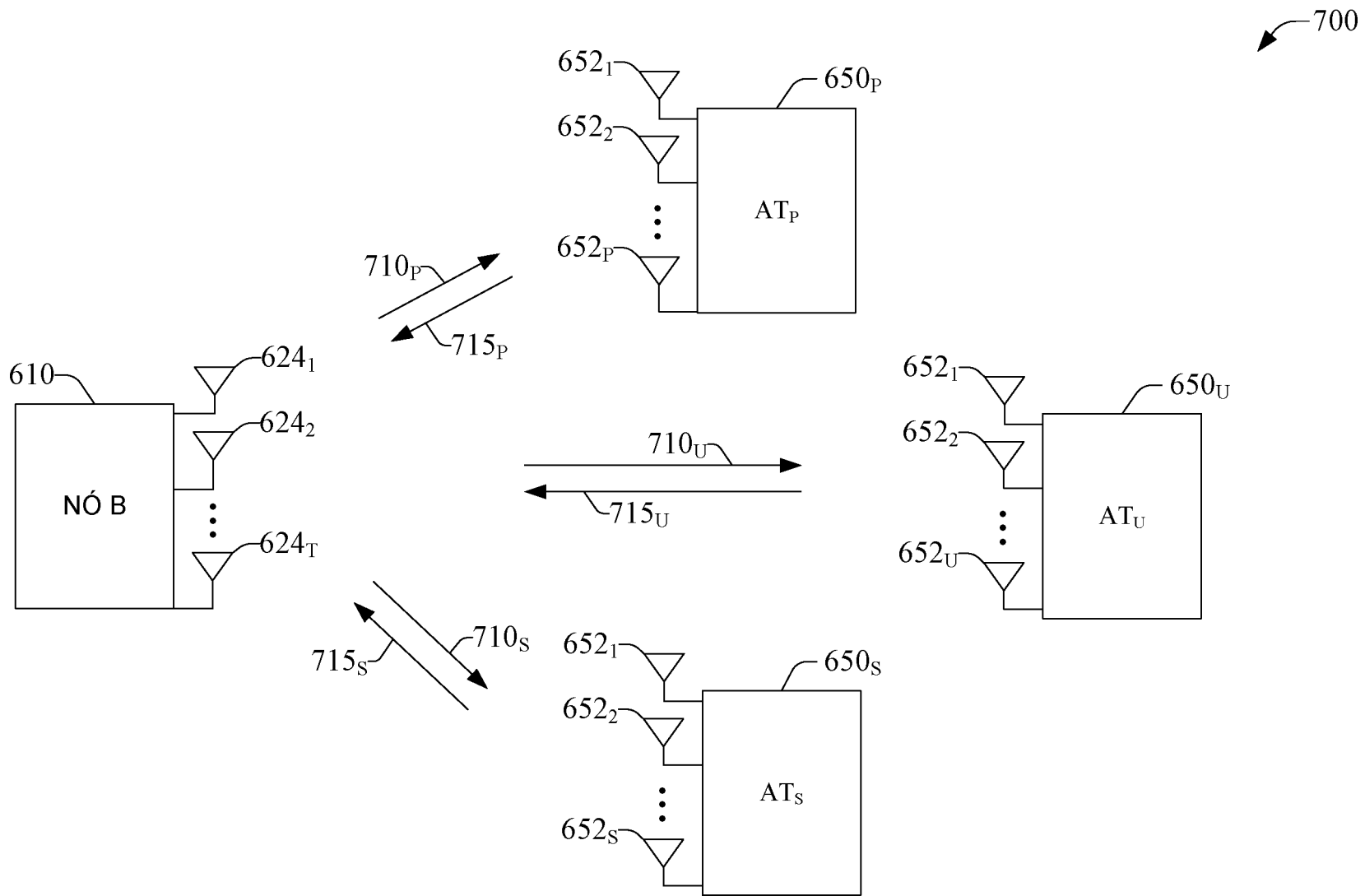
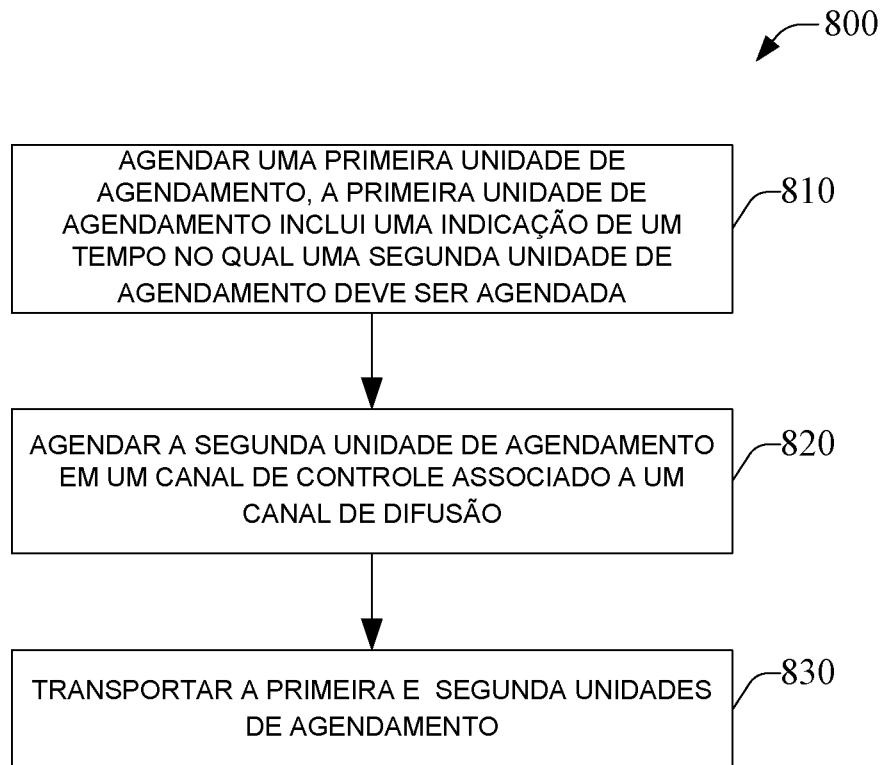
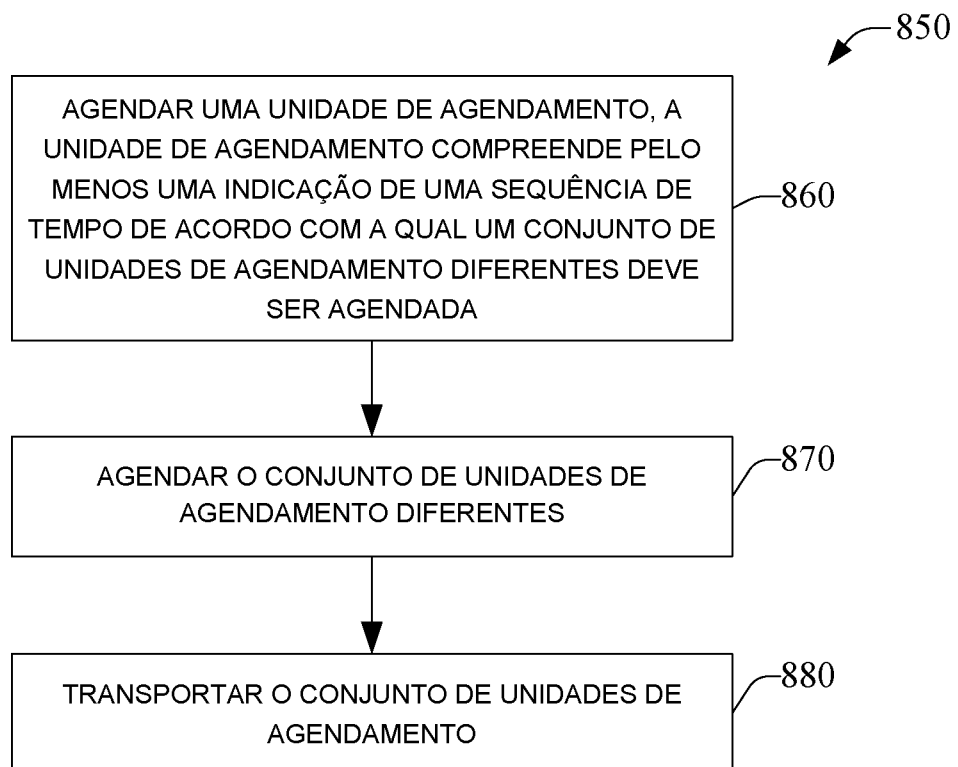
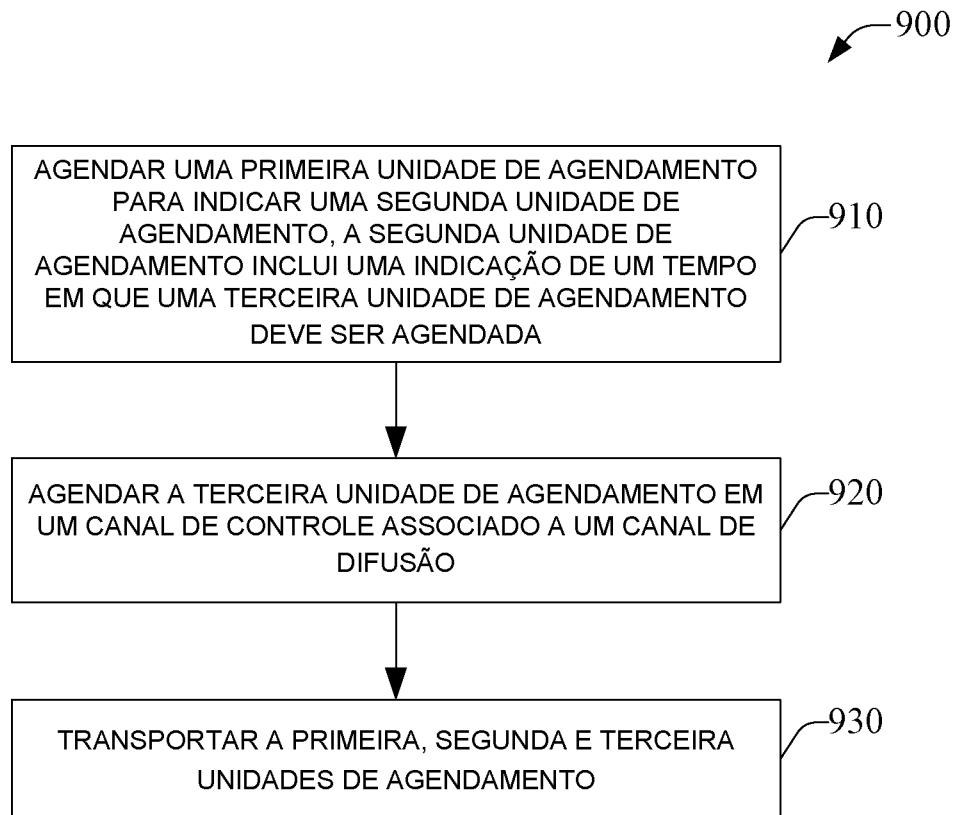
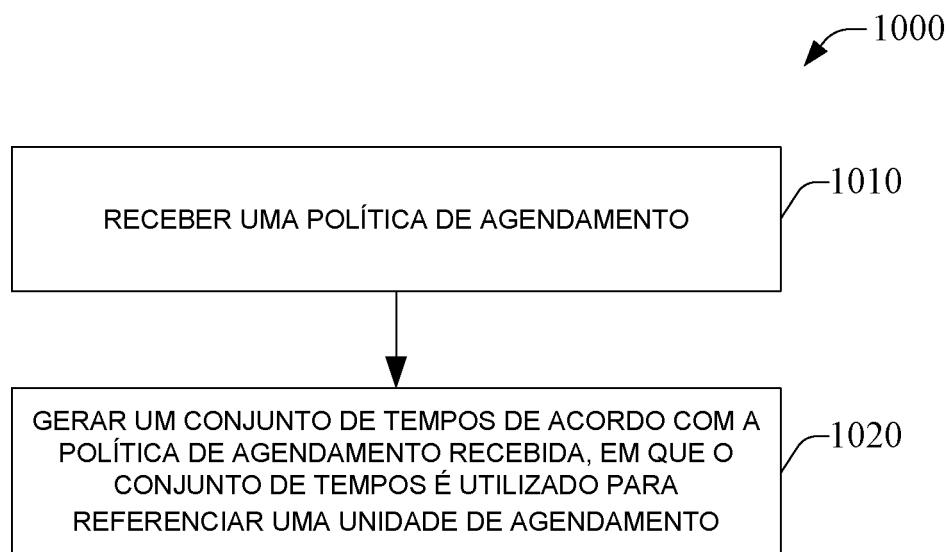


FIG. 7

**FIG. 8A****FIG. 8B**

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

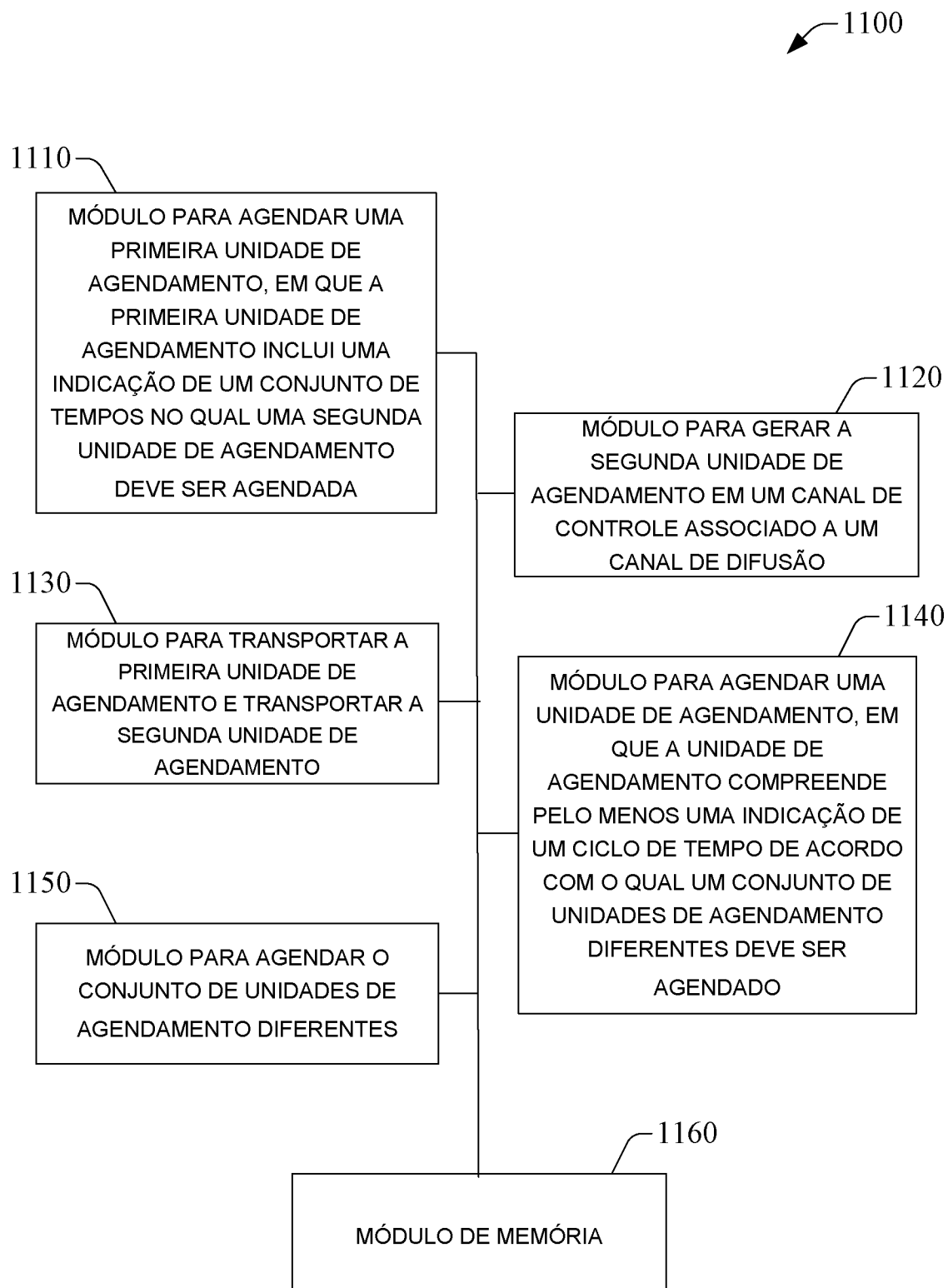
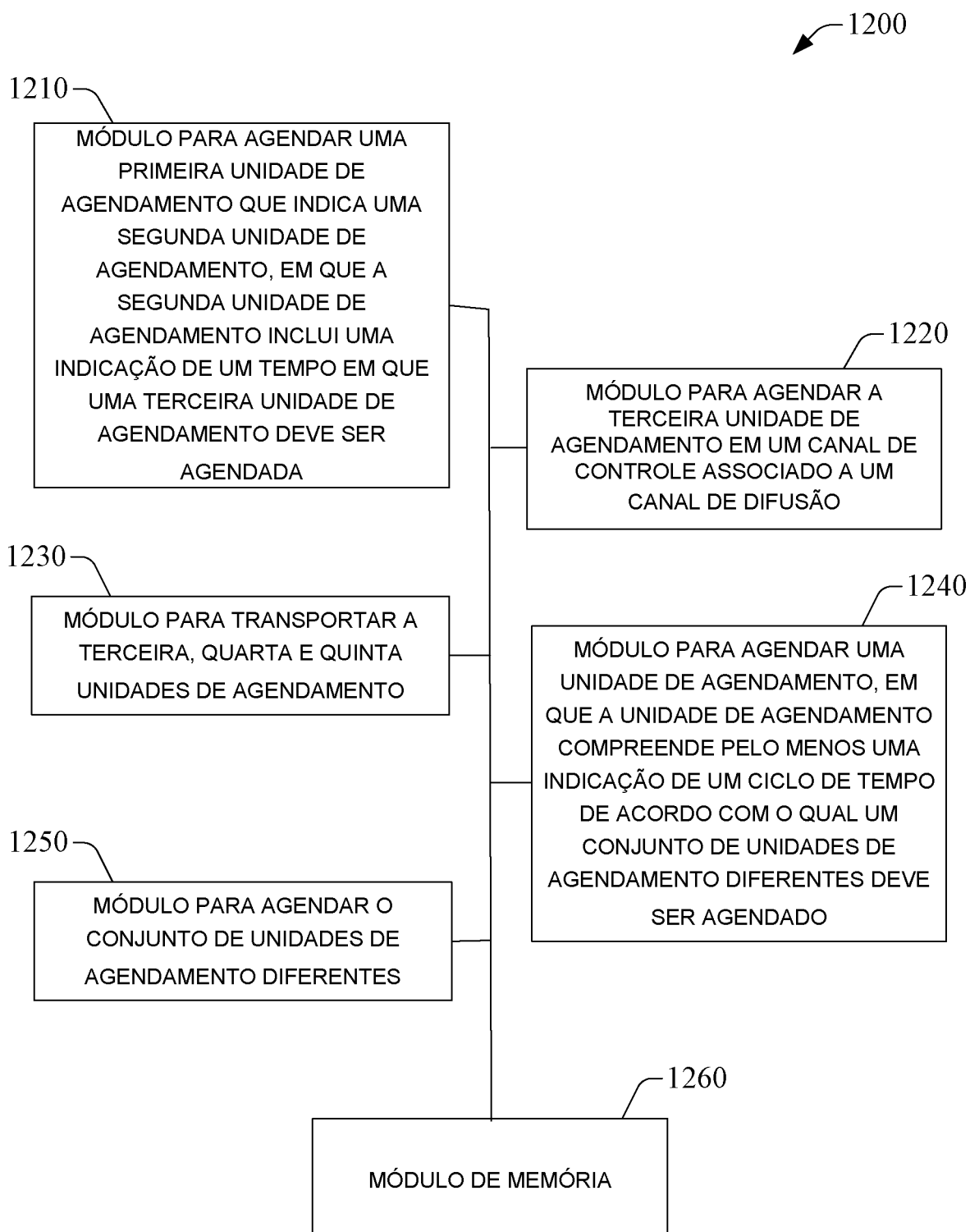


FIG. 11

**FIG. 12**