



INPI
INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0718363-1

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0718363-1

(22) Data do Depósito: 30/10/2007

(43) Data da Publicação Nacional: 04/02/2014

(51) Classificação Internacional: H04B 7/06; H04W 52/16; H04W 52/32; H04B 7/0413.

(52) Classificação CPC: H04B 7/0613; H04B 7/0684; H04W 52/16; H04W 52/325; H04B 7/0413.

(30) Prioridade Unionista: US 60/863,793 de 31/10/2006.

(54) Título: PROJETO UNIFICADO E PROGRAMAÇÃO CENTRALIZADA PARA OPERAÇÃO SIMO, SUMIMO E MU-MIMO DINÂMICA PARA TRANSMISSÕES RL

(73) Titular: QUALCOMM INCORPORATED, Sociedade Norte Americana. Endereço: 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-1714, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US)

(72) Inventor: HAO XU; DURGA PRASAD MALLADI.

(87) Publicação PCT: WO 2008/055179 de 08/05/2008

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 12/11/2019, observadas as condições legais

Expedida em: 12/11/2019

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

**"PROJETO UNIFICADO E PROGRAMAÇÃO CENTRALIZADA PARA OPERAÇÃO
SIMO, SU-MIMO E MU-MIMO DINÂMICA PARA TRANSMISSÕES RL"**

Campo da Invenção

A descrição a seguir refere-se geralmente às
5 comunicações sem fio, e mais particularmente a um desenho
piloto e programação centralizada para um modo de operação
SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO para transmissões em link reverso.

Descrição da Técnica Anterior

Os sistemas de comunicação sem fio são amplamente
10 desenvolvidos para fornecer vários tipos de conteúdo de
comunicação tal como voz, dados e assim por diante. Esses
sistemas podem ser sistemas de acesso múltiplo capazes de
suportar a comunicação com múltiplos usuários pelo
compartilhamento de recursos disponíveis do sistema (por
15 exemplo, largura de banda e potência de transmissão).
Exemplos de tais sistemas de acesso múltiplo incluem
sistemas de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA),
sistemas de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA),
sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência
20 (FDMA) e sistemas de acesso múltiplo por divisão de
frequência ortogonal (OFDMA); sistemas de Banda Larga Ultra
Móvel do Projeto de Parceria de 3a. Geração 2 (UMB); e de
Evolução de Longo Termo do Projeto de Parceria de 3a.
Geração (LTE). Geralmente, cada terminal se comunica com
25 uma ou mais das estações base através de transmissões em
links de avanço e reverso. O link de avanço (ou downlink)
se refere ao link de comunicação de uma estação base para
um terminal, e o link reverso (ou uplink) se refere à
comunicação de um terminal para uma estação base. Essas
30 comunicações podem ser estabelecidas através de uma única
e/ou múltiplas antenas receptoras/transmissoras nas
estações base ou nos terminais.

Adicionalmente, nas comunicações sem fio uma maior parte da largura de banda do espectro, além de uma potência de transmissão da estação base, é regulada. O desenho em torno de tais restrições tem levado a sistemas de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO) como um percurso no sentido de realizar uma taxa de dados de pico aumentada, eficiência espectral e qualidade de serviço. Um sistema MIMO consiste de transmissores e receptores equipados, respectivamente, com múltiplas antenas transmissoras (N_T) e múltiplas antenas receptoras (N_R) para a transmissão de dados. Uma variação de um sistema MIMO que ainda apresenta ganhos em comparação com os sistemas de entrada única e saída única (SISO) é um sistema de entrada única e múltiplas saídas (SIMO). Um canal MIMO formado pelas N_T antenas transmissoras e N_R antenas receptoras pode se decomposto em N_V canais independentes, que também são referidos como eigenchannels espaciais, onde $1 \leq N_V \leq \min\{N_T, N_R\}$.

Os sistemas MIMO podem fornecer um desempenho aperfeiçoado (por exemplo, maior rendimento, maior capacidade ou confiabilidade aperfeiçoada, ou qualquer combinação dos mesmos) se as dimensões adicionais criadas pelas múltiplas antenas transmissoras e receptoras forem utilizadas. Deve-se apreciar que apesar de os sistemas SIMO permitirem um aperfeiçoamento um tanto quanto menor em termos de desempenho, tais sistemas evitam complexidade no receptor, empregando apenas uma única antena no equipamento de usuário e se baseando em múltiplas antenas nas estações base. Os sistemas MIMO podem ser divididos em duas classes operacionais: (i) MIMO de usuário único, e (ii) MIMO de múltiplos usuários. Um objetivo principal da operação do MIMO de usuário único (SU-MIMO) pode ser aumentar a taxa de dados de pico por terminal, ao passo que um objetivo

principal no MIMO de múltiplos usuários (MU-MIMO) pode ser aumentar a capacidade do setor (ou célula de serviço). A operação em cada uma dessas classes apresenta vantagens. SU-MIMO explora a multiplexação espacial para fornecer um
5 rendimento aumentado e confiabilidade, MU-MIMO explora a multiplexação de múltiplos usuários (ou diversidade de múltiplos usuários) para obter mais ganhos na capacidade. Adicionalmente, MU-MIMO se beneficia da multiplexação espacial mesmo quando o equipamento de usuário possui uma
10 única antena receptora.

Para se beneficiar do desempenho aperfeiçoado derivado do paradigma MIMO da comunicação sem fio, enquanto servido simultaneamente os usuários SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO sem detrimento a qualquer um de tais modos de operação,
15 existe uma necessidade de se criar um sistema e método que forneçam uma programação unificada e centralizada, além de dinâmica, das transmissões SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO.

Sumário da Invenção

A seguir é apresentado um sumario simplificado a
20 fim de fornecer uma compreensão básica de alguns aspectos das modalidades descritas. Esse sumário não é uma vista geral extensa e nem pretende identificar os elementos chave ou críticos nem delinear o escopo de tais modalidades. Sua finalidade é apresentar alguns conceitos das modalidades
25 descritas de uma forma simplificada como uma introdução para a descrição mais detalhada que será apresentada posteriormente.

Em um aspecto, o método empregado no sistema de comunicação sem fio é descrito aqui, o método
30 compreendendo: a transmissão de pelo menos um sinal de referência de controle de potência de uma antena selecionada a partir de um grupo de M antenas, com M sendo um inteiro positivo; o transporte de um desvio de densidade

espectral de potência (PSD) da antena empregada para
relatar o pelo menos um sinal de referência de controle de
potência, onde o desvio PSD é baseado pelo menos em parte
em um nível PSD de referência para transmitir o pelo menos
5 um sinal de referência de controle de potência; e
transmitindo um sinal piloto de cada antena no conjunto de
M antenas para estimar um canal MIMO quando $M > 1$, e um
canal SIMO quando $M = 1$.

Em outro aspecto, é descrito um dispositivo de
10 comunicação sem fio, compreendendo: um processador
configurado para transmitir um sinal de referência de
controle de potência a partir de uma antena selecionada a
partir de um conjunto de antenas virtuais ou antenas
físicas; para portar um valor PSD a partir da antena
15 selecionada, o valor PSD sendo determinado pelo menos em
parte por um PSD de referência empregado para relatar o
sinal de referência de controle de potência; para
transmitir periodicamente um sinal de referência sonoro a
partir de cada uma das antenas no conjunto de antenas
20 virtuais ou antenas físicas; e uma memória acoplada ao
processador.

Em outro aspecto, a presente descrição descreve
um equipamento que opera em um ambiente de comunicação sem
fio, o equipamento compreendendo: mecanismos para
25 transmitir pelo menos um sinal de referência de controle de
potência a partir de uma antena selecionada a partir de um
grupo que inclui M antenas virtuais ou G antenas físicas,
com M e G sendo inteiros positivos; mecanismos para portar
um desvio PSD da antena empregada para relatar do pelo
30 menos um sinal de referência de controle de potência; e
mecanismos para transmitir um sinal piloto a partir de cada
uma das antenas no grupo de M antenas virtuais, ou o grupo
de G antenas físicas.

Em outro aspecto adicional, é descrito um produto de programa de computador, compreendendo um meio legível por computador incluindo: um código para fazer com que pelo menos um computador transmita pelo menos um sinal de referência de controle de potência a partir de uma antena selecionada a partir de um grupo de M antenas, com M sendo um inteiro positivo, um código para fazer com que o pelo menos um computador porte um desvio PSD a partir da antena empregada para relatar o pelo menos um sinal de referência de controle de potência, onde o desvio PSD é baseado pelo menos em um nível PSD de referência para a transmissão de pelo menos um sinal de referência de controle de potência; e código para fazer com que o pelo menos um computador transmita um sinal piloto a partir de cada antena no conjunto de M antenas.

A presente inovação, em um aspecto, descreve outro método empregado no sistema de comunicação sem fio, o método compreendendo: a estimativa de um canal SIMO ou MIMO com base pelo menos em parte no recebimento de um conjunto de sinais piloto transmitidos por M antenas; a determinação de uma densidade espectral de potência para transmissão de dados em um link reverso (RL) de acordo com um conjunto de sequências de dados programadas; a determinação de uma taxa de dados para portar os dados em um RL de acordo com o conjunto de sequências de dados programadas; e programação de um terminal de acesso em uma operação SIMO, uma operação MIMO de usuário único, ou operação MIMO de múltiplos usuários.

Em outro aspecto, é descrito um equipamento que opera em um sistema de comunicação sem fio, o equipamento compreendendo: mecanismos para estimar um canal sem fio, mecanismos para determinar uma densidade espectral de potência para a transmissão de dados em um RL de acordo com

um conjunto de sequências de dados programadas, mecanismos para determinar uma taxa de dados para portar os dados em um RL de acordo com o conjunto de sequências de dados programadas; e mecanismos para programar um terminal em uma
5 operação SIMO, uma operação MIMO de usuário único ou operação MIMO de múltiplos usuários.

Em outro aspecto adicional, a presente inovação descreve um dispositivo de comunicação sem fio compreendendo: um processador configurado para estimar um
10 canal SIMO ou MIMO; para determinar uma densidade espectral de potência para transmitir dados em um RL de acordo com um conjunto de sequências de dados programadas; para determinar uma taxa de dados para o transporte de dados em um RL de acordo com o conjunto de sequências de dados
15 programadas; e para programar um terminal de acesso em uma operação SIMO, operação MIMO de usuário único ou MIMO de múltiplos usuários; e uma memória acoplada ao processador.

Em um aspecto adicional, a presente descrição descreve um produto de programa de computador compreendendo
20 um meio legível por computador incluindo: um código para fazer com que pelo menos um computador estime um canal SIMO ou MIMO; um código para fazer com que pelo menos um computador determine uma densidade espectral de potência para a transmissão de dados em um RL de acordo com um
25 conjunto de sequências de dados programadas; um código para fazer com que pelo menos um computador determine uma taxa de dados para portar os dados em um RL de acordo com o conjunto de sequências de dados programadas; e um código para fazer com que pelo menos um computador programe um
30 terminal em uma dentre uma operação SIMO, uma operação MIMO de usuário único ou uma operação MIMO de múltiplos usuários.

Para realizar as finalidades acima bem como outras finalidades, uma ou mais modalidades compreendem as características doravante totalmente descritas e particularmente destacadas nas reivindicações. A descrição a seguir e os desenhos em anexo apresentam em detalhes determinados aspectos ilustrativos e são indicativos de apenas poucas dentre as várias formas nas quais os princípios das modalidades podem ser empregados. Outras vantagens e características de novidade se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada a seguir quando considerada em conjunto com os desenhos e as modalidades descritas devem incluir todos os ditos aspectos e suas equivalências.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 ilustra um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo onde um ponto de acesso com múltiplas antenas se comunica simultaneamente com vários terminais de acesso que operam no modo SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO de acordo com os aspectos descritos aqui;

A figura 2 é um diagrama em bloco de alto nível de um sistema 200 que facilita a programação centralizada e dinâmica que opera no modo SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO de acordo com os aspectos descritos aqui;

As figuras 3a e 3b são diagramas esquemáticos que ilustram, respectivamente, a magnitude relativa de uma potência de sinal de referência recebida por um terminal para determinar CQI e os dados PSD empregados para transmitir dados em um L, e sinais de referência sonoros (piloto);

A figura 4 é um diagrama que ilustra atribuir piloto de recursos de frequência a múltiplos usuários;

A figura 5 é um diagrama de estruturas de canal de atribuição UL para a operação de programação conjunta de usuários SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO;

5 A figura 6 é um diagrama em bloco de uma modalidade ilustrativa de um sistema transmissor e um sistema receptor na operação MIMO;

A figura 7 ilustra um sistema MU-MIMO ilustrativo;

10 A figura 8 apresenta um fluxograma de um método para controlar a sinalização de potência e piloto de acordo com o aspecto descrito aqui;

A figura 9 apresenta um fluxograma de um método de programação de um modo de operação SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO;

15 A figura 10 apresenta um fluxograma de um método para receber uma atribuição de recurso para operação no modo SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO;

20 A figura 11 ilustra um diagrama em bloco de um sistema ilustrativo que permite o controle de potência e sinal piloto, além do recebimento de uma atribuição dos recursos de comunicação de acordo com os aspectos descritos na presente especificação;

25 A figura 12 é um diagrama em bloco de um sistema que permite a programação de um modo de operação SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO, além do transporte de uma atribuição dos recursos de comunicação de acordo com o aspecto apresentado aqui.

Descrição Detalhada da Invenção

30 Várias modalidades são agora descritas com referência aos desenhos, nos quais referências numéricas similares são utilizadas para fazer referência a elementos similares. Na descrição a seguir, para fins de explicação, inúmeros detalhes específicos são apresentados a fim de

fornecer uma compreensão completa de uma ou mais modalidades. Pode ser evidente, no entanto, que tais modalidades podem ser praticadas sem esses detalhes específicos. Em outros casos, estruturas e dispositivos bem conhecidos são ilustrados na forma de diagrama em bloco a fim de facilitar a descrição de uma ou mais modalidades.

Como utilizado nesse pedido, os termos "componente", "módulo", "sistema", e similares devem se referir a uma entidade relacionada com computador, sendo hardware, firmware, uma combinação de hardware e software, software, ou software em execução. Por exemplo, um componente pode ser, mas não está limitado a ser, um processo rodando em um processador, um processador, um objeto, um elemento executável, uma sequência de execução, um programa e/ou um computador. Por meio de ilustração, ambos um aplicativo rodando em um dispositivo de computação e o dispositivo de computação podem ser um componente. Um ou mais componentes podem residir dentro de um processo e/ou sequência de execução e um componente pode ser localizado em um computador e/ou distribuído entre dois ou mais computadores. Adicionalmente, esses componentes podem ser executados a partir de várias mídias legíveis por computador possuindo várias estruturas de dados armazenadas nos mesmos. Os componentes podem se comunicar por meio de processos locais e/ou remotos tal como de acordo com um sinal possuindo um ou mais pacotes de dados (por exemplo, dados de um componente interagindo com outro componente em um sistema local, sistema distribuído e/ou através de uma rede tal como a Internet com outros sistemas por meio de sinal).

Ademais, o termo "ou" deve significar um "ou" inclusivo ao invés de um "ou" exclusivo. Isso é, a menos que seja especificado o contrário, ou que fique claro a

partir do contexto, "X emprega A ou B" significa qualquer permuta inclusiva natural. Isso é, se X emprega A; X emprega B; ou X emprega ambos A e B, então "X emprega A ou B" é satisfeito sob qualquer um dos casos acima.

5 Adicionalmente, os artigos "um" e "uma" como utilizados nesse pedido e nas reivindicações em anexo devem geralmente ser considerados como significando "um ou mais" a menos que seja especificado o contrário ou que fique claro a partir do contexto que se trata da forma no singular.

10 Várias modalidades são descritas aqui com relação a um terminal sem fio. Um terminal sem fio pode se referir a um dispositivo fornecendo conectividade de voz e/ou dados para um usuário. Um terminal sem fio pode ser conectado a um dispositivo de computação tal como um computador laptop
15 ou computador desktop, ou pode ser um dispositivo independente tal como um assistente digital pessoal (PDA). Um terminal sem fio também pode ser chamado de sistema, unidade de assinante, estação de assinante, estação móvel, terminal móvel, estação remota, ponto de acesso, terminal
20 remoto, terminal de acesso, terminal de usuário, agente de usuário, dispositivo de usuário, equipamento de instalações de cliente, ou equipamento de usuário. Um terminal sem fio pode ser uma estação de assinante, dispositivo sem fio, telefone celular, telefone PCS, telefone sem fio, telefone
25 de protocolo de iniciação de sessão (SIP), estação de circuito local sem fio (WLL), PDA, dispositivo portátil possuindo capacidade de conexão sem fio, ou outro dispositivo de processamento conectado ao modem sem fio.

30 Uma estação base pode se referir a um dispositivo em uma rede de acesso que se comunica através de uma interface aérea, através de um ou mais setores, com terminais sem fio. A estação base pode agir como um roteador entre o terminal sem fio e o resto da rede de

acesso, que pode incluir uma rede IP, pela conversão dos quadros de interface aérea recebidos em pacotes IP. A estação base também coordena o gerenciamento de atributos para a interface aérea. Ademais, várias modalidades são descritas aqui com relação à estação base. Uma estação base pode ser utilizada para comunicação com os dispositivos móveis e também pode ser referida como um ponto de acesso, Nó B, Nó B evoluído (eNodeB), ou alguma outra terminologia.

Com referência aos desenhos, a figura 1 ilustra um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo onde um ponto de acesso 110 com múltiplas antenas programa simultaneamente, e se comunica com vários terminais móveis nos modos de operação SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO de acordo com os aspectos descritos aqui. O modo de operação é dinâmico: o ponto de acesso 110 pode reprogramar o modo de operação de cada um dos terminais e 170_1-170_6 . Em vista do último, a figura 1 ilustra uma imagem dos links de comunicação entre os terminais e as antenas. Como ilustrado, tais terminais podem ser estacionários ou móveis e, distribuídos por toda uma célula. Como utilizado aqui e geralmente na técnica, o termo "célula" pode se referir a uma estação base 110 e/ou sua área geográfica de cobertura dependendo do contexto no qual o termo é utilizado. Adicionalmente, um terminal (por exemplo, $130-160$ e 170_1-170_6) pode se comunicar com qualquer número de estações base (por exemplo, ponto de acesso ilustrado 110) ou nenhuma estação base em qualquer momento determinado. É notado que o terminal 130 possui uma única antena e, portanto, opera no modo SIMO substancialmente durante todo o tempo.

Geralmente, o ponto de acesso 110 possui $N_T \geq 1$ antenas transmissoras. As antenas no ponto de acesso 110 (AP) são ilustradas nos múltiplos grupos de antena, um

incluindo 113 e 128, outro incluindo 116 e 119, e um adicional incluindo 122 e 125. Na figura 1, duas antenas são ilustradas para cada grupo de antenas, apesar de mais ou menos antenas poderem ser utilizadas para cada grupo de
5 antenna. Na imagem ilustrada na figura 1, o terminal de acesso 130 (AT) opera na comunicação SIMO com antenas 125 e 122, onde as antenas 125 e 122 transmitem informação para o terminal de acesso 130 através do link de avanço 135_{FL} e recebem informação do terminal de acesso 130 através do
10 link reverso 135_{RL} . Os terminais móveis 140, 150 e 160 se comunicam, cada um, no modo SU-MIMO com as antenas 119 e 116. Os canais MIMO são formados entre cada um dos terminais 140, 150, e 160, e as antenas 119 e 116, levando a FLs diferentes 145_{FL} , 155_{FL} , 165_{FL} e RLs diferentes 145_{RL} ,
15 155_{RL} e 165_{RL} . Adicionalmente, na imagem da figura 1, um grupo 185 de terminais 1701-1706 é programado em MU-MIMO, tendo formado múltiplos canais MIMO entre o terminal no grupo 185 e as antenas 128 e 113 no ponto de acesso 110. O link de avanço 175_{FL} e o link reverso RL 175_{RL} indicam os
20 múltiplos FLs e RLs existentes entre os terminais 170_1-170_6 e a estação base 110.

Em um aspecto, os sistema avançado tal como LTE pode explorar a operação MIMO dentro de ambas a comunicação de duplexação por divisão de frequência (FDD) e a
25 comunicação de duplexação por divisão de tempo (TDD). Na comunicação FDD, os links $135_{FL}-175_{RL}$ empregam diferentes bandas de frequência a partir dos respectivos links $135_{FL}-175_{FL}$. Na comunicação TDD, os links $135_{RL}-175_{FL}$ e $135_{FL}-175_{FL}$ utilizam os mesmos recursos de frequência; no entanto, tais
30 recursos são compartilhados com o tempo entre a comunicação em link de avanço e link reverso.

Em outro aspecto, o sistema 100 pode utilizar um ou mais esquemas de acesso múltiplo, tal como CDMA, TDMA,

FDMA, OFDMA, FDMA de portador único (SC-FDMA), acesso múltiplo por divisão de espaço (SDMA), e/ou outros esquemas de acesso múltiplo adequados. TDMA utiliza TDM, onde as transmissões para diferentes terminais 130-160 e 170₁-170₆ são ortogonalizadas pela transmissão em diferentes intervalos de tempo. FDMA utiliza FDM, onde as transmissões para diferentes terminais 130-160 e 170₁-170₆ são ortogonalizadas pela transmissão em diferentes subportadoras de frequência. Como um exemplo, os sistemas TDMA e FDMA também podem utilizar a multiplexação por divisão de código (CDM), onde as transmissões para múltiplos terminais (por exemplo, 130-160 e 170₁-170₆) podem ser ortogonalizadas utilizando-se diferentes códigos ortogonais (por exemplo, códigos Walsh-Hadamard) apesar de tais transmissões serem enviadas no mesmo intervalo de tempo ou subportadora de frequência. OFDMA utiliza a multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM), e SC-FDMA utiliza FDM de portador único. OFDM e SC-FDM podem dividir a largura de banda do sistema em múltiplas subportadoras ortogonais (por exemplo, tons, compartimentos,...), cada um das quais podendo ser moduladas com dados. Tipicamente, os símbolos de modulação são enviados no domínio de frequência com OFDM e no domínio de tempo com SC-FDM. Adicionalmente e/ou alternativamente, a largura de banda do sistema pode ser dividida em um ou mais portadores de frequência, cada um dos quais pode conter uma ou mais subportadoras. Enquanto o desenho piloto e programação de usuário SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO descritos aqui são geralmente descritos para um sistema OFDMA, deve-se apreciar que as técnicas descritas aqui podem ser igualmente aplicadas a substancialmente qualquer sistema de comunicação sem fio operando no acesso múltiplo.

Em um aspecto adicional, as estações base 110 e os terminais 120 no sistema 100 podem comunicar dados utilizando um ou mais canais de dados e sinalizando a utilização de um ou mais canais de controle. Os canais de dados utilizados pelo sistema 100 podem ser atribuídos para os terminais ativos 120 de forma que cada canal de dados seja utilizado por apenas um terminal em um determinado momento. Alternativamente, os canais de dados podem ser atribuídos a múltiplos terminais 120, que podem ser sobrepostos ou programados de forma ortogonal em um canal de dados. Para conservar os recursos do sistema, os canais de controle utilizados pelo sistema 100 também podem ser compartilhados entre múltiplos terminais 120 utilizando-se, por exemplo, a multiplexação por divisão de código. Em um exemplo, os canais de dados multiplexados de forma ortogonal apenas em frequência e tempo (por exemplo, canais de dados não multiplexados utilizando-se CDM) podem ser menos suscetíveis a perda em ortogonalidade devido às condições do canal e às imperfeições do receptor em comparação com os canais de controle correspondentes.

Cada grupo de antenas e/ou a área na qual as mesmas devem se comunicar é frequentemente referido como um setor do ponto de acesso. Um setor pode ser toda uma célula 180, como ilustrado na figura 1, ou uma região menor. Tipicamente, quando setorizada, uma célula (por exemplo, 180) inclui poucos setores (não ilustrados) cobertos por um único ponto de acesso, tal como 110. Deve-se apreciar que os vários aspectos descritos aqui podem ser utilizados em um sistema possuindo células setorizadas e/ou não setorizadas. Adicionalmente, deve-se apreciar que todas as redes de comunicação sem fio adequadas possuindo qualquer número de células setorizadas e/ou não setorizadas devem estar contidas no escopo das reivindicações em anexo. Por

motivos de simplicidade, o termo "estação base" como utilizado aqui pode se referir a uma estação que serve um setor além de uma estação que serve uma célula. Enquanto a descrição a seguir geralmente se refere a um sistema no qual cada terminal se comunica com um ponto de acesso servidor (por exemplo, 110) por motivos de simplicidade, deve-se apreciar adicionalmente que os terminais podem se comunicar com substancialmente qualquer número de pontos de acesso servidores.

Na comunicação através dos links de avanço 135_{FL}-175_{FL}, as antenas transmissoras do ponto de acesso 110 podem utilizar a formação de feixe (por exemplo, para realizar a comunicação SDMA) a fim de aperfeiçoar a razão de sinal para ruído dos links de avanço para diferentes terminais de acesso 130-160 e 170₁-170₆. Além disso, um ponto de acesso utilizando a formação de feixe para transmitir para os terminais de acesso espalhados aleatoriamente através de sua cobertura causa menos interferência nos terminais de acesso nas células vizinhas do que um ponto de acesso transmitindo através de uma única antena para todos os seus terminais de acesso.

É notado que a estação base 110 pode se comunicar através de uma rede de canal de transporte de retorno com outras estações base (não ilustradas) que servem outras células (não ilustradas) na rede celular da qual a célula 180 faz parte. Tal comunicação é uma comunicação de ponto a ponto realizada através da estrutura da rede celular, que pode empregar links de portador T/portador E (por exemplo, linhas T1/E1), além de protocolo de internet com base em pacote (IP).

A figura 2 é um diagrama em bloco de alto nível de um sistema 200 que facilita a programação centralizada e dinâmica e a operação UL em conjunto de um terminal de

acesso no modo SIMO, SU-MIMO ou MU-MIMO. O terminal de acesso 220 porta a informação de sistema (uma CQI 239, um desvio PSD 243, e sinais piloto 247) através do link reverso 235 para o Nó B 250, que processa tal informação e comunica uma atribuição de recurso 261 para o terminal de acesso através de DL 265. É notado que o terminal de acesso 220 pode operar com até $N_R \geq 1$ antenas físicas com transceptores associados (não ilustrados), e o Nó B 250 opera com $N_T > 1$ antenas. É notado adicionalmente que enquanto o modo MU-MIMO envolve múltiplos terminais, a programação desse modo de acordo com os aspectos da presente inovação se baseia na comunicação da informação de sistema a partir de um único terminal. A seguir, vários aspectos da presente inovação que facilitam a operação SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO em conjunto são descritos.

Um canal MIMO formado por N_T antenas transmissoras e N_R antenas receptoras é um canal de matriz $N_R \times N_T$ de números complexos que pode ser decomposto (através de uma única decomposição de valor) em N_V (Eigen) canais independentes, que também são referidos como canais espaciais, ou sequências ou camadas ortogonais, onde $1 \leq N_V \leq \min \{N_T, N_R\}$ é a multiplexação espacial ou ordem de diversidade. Cada um dos N_V canais independentes corresponde a uma dimensão. Deve-se apreciar que a comunicação que explora uma sequência ortogonal não exhibe interferência intersequência. Tal decomposição permite a formação de antenas virtuais, que podem ser definidas como rotações das antenas físicas que exploram igualmente as N_T antenas físicas em um transmissor, onde as estatísticas de canal são preservadas e a potência é igualmente distribuída entre as antenas físicas. Tais rotações são caracterizadas por uma matriz unitária $N_T \times N_T$ $\underline{U} (\underline{U}^H \underline{U} = \underline{U} \underline{U}^H = \underline{1})$, onde $\underline{1}$ é a matriz

de identidade $N_T \times N_T$, e \underline{U}^H é a conjugação Hermitian de \underline{U}) é utilizada. O número de subconjuntos de antena virtual disponíveis $[n(V)]$ depende de ambos N_T e N_R :

$$n(V) = \sum_{1 \leq q \leq \min\{N_T, N_R\}} N_T! [q!(N_T - q)]^{-1} \quad (1)$$

onde $n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot (n-1) \cdot n$ é a função factorial para o número inteiro n . Para uma configuração simétrica ($N_T, N_R = N_T$) das antenas TX e RX, Eq. (3) prevê $n(V) = 2^{N_T-1}$ conjuntos não equivalentes possíveis de antenas virtuais. Cada um desses conjuntos possui N_V antenas virtuais.

CQI239.-Terminal de Acesso 220 transmite CQI 239 em UL 235 a partir de uma única antena física ou antena virtual independentemente do número de antenas físicas/virtuais permitidas disponíveis para o móvel. Tal determinação garante que os terminais com $N_R=1$ possam se programados em conjunto com os terminais com um número maior de antenas. A CQI 239 relatada é baseada na sequência de símbolos piloto conhecidos recebida que é transmitida pela estação base servidora (por exemplo, Nó B 250). Várias sequências podem ser empregadas, por exemplo: uma sequência de autocorrelação zero de amplitude constante (CAZAC), um código pseudo-randômico ou uma sequência pseudo-randômica, ou uma sequência Gold, uma sequência Walsh-Hadamard, uma sequência exponencial, uma sequência Golomb, uma sequência Rice, uma sequência M, ou uma sequência tipo Chirp generalizada (GCL) (por exemplo, sequência Zadoff-Chu). Em um aspecto, o componente de geração CQI 224 recebe o sinal piloto, portado de acordo com um modo de operação de acesso múltiplo específico (por exemplo, CDMA, FDMA ou TDMA) e determina uma CQI. Depois da determinação de um valor de CQI, o terminal de acesso 220, através do componente de geração 224, transmite um canal CQI, que relata a CQI 239,

empregando um nível de referência de potência ou densidade espectral de potência. O conteúdo do canal CQI, por exemplo, CQI 239, é modulado com uma sequência CAZAC. A indicação de qualidade de canal pode ser baseada em pelo menos uma dentre uma razão de sinal para interferência, uma razão de sinal para ruído, uma razão de sinal para interferência e ruído, etc. Em um aspecto adicional, um móvel pode determinar se emprega as antenas físicas ou as antenas virtuais para transmissão da CQI 239. Deve-se apreciar que tal flexibilidade surge do fato de que a CQI 239 é processada/determinada no terminal de acesso 220 e Nó B 250 pode descartar o conhecimento de se uma antena física ou virtual é empregada para a transmissão CQI, visto que a informação real que é necessária é o valor da indicação de qualidade de canal. É notado, no entanto, que a CQI 239 é detectada no ponto de acesso 250, através do componente de detecção 254.

Δ PSD 243. - O terminal de acesso 220 sempre dá um retorno para um Δ PSD único; um ajuste de PSD (por exemplo controle) que é determinado com base pelo menos em parte no nível de PSD de referência do canal CQI transmitido, que relata a CQI 239, e a antena física ou virtual associada que o terminal (por exemplo, 220) emprega para a transmissão da CQI (ver abaixo). O transporte de uma única Δ PSD 243 permite a consistência com a programação de um terminal com $N_R=1$ em conjunto com os terminais programados em SU-MIMO e/ou MU-MIMO. Deve-se apreciar que enquanto o canal CQI é empregado como um sinal de referência para o controle de potência, substancialmente qualquer outro sinal de referência, transmitido no nível de referência PSD e portado através de um canal correspondente, pode ser

utilizado para o controle de potência e para determinar Δ PSD 243.

Sinais piloto 247. - Os sinais de referência sonoros (piloto) podem ser transmitidos periodicamente a partir de múltiplas antenas físicas ou virtuais no terminal com capacidade MIMO (por exemplo, $N_R > 1$) para realizar a estimativa de canal MIMO no transmissor, por exemplo, Nó B 250. O equipamento de usuário SIMO porta um único piloto transmitido a partir de uma única antena. Deve-se apreciar que o canal MIMO sonoro é necessário para beneficiar da formação de feixe, ou pré-codificação, ganho na capacidade MIMO (e rendimento), além da diversidade de múltiplos usuários. Os sinais de referência sonoros (RSs) são gerados em um terminal de acesso (por exemplo, 220) pelo componente de geração de piloto 228. Em um aspecto, as sequências piloto geradas podem ser uma sequência CAZAC, um código pseudo-randômico, ou uma sequência pseudo-randômica, ou uma sequência Gold, uma sequência Walsh-Hadamard, uma sequência exponencial, uma sequência Golomb, uma sequência Rice, uma sequência M, ou uma sequência GCL. Deve-se apreciar, no entanto, que visto que os móveis portando RSs sonoros podem compartilhar múltiplos canais de acesso para multiplexação, RSs ortogonais podem reduzir a interferência interportador, aperfeiçoando a probabilidade de decodificação bem sucedida em uma estação base (por exemplo, 250) e, dessa forma, reduzindo a transmissão de overhead pela redução dos ciclos de retransmissão.

É notado que a permuta de antena não é aplicada aos RSs sonoros para permitir a flexibilidade da programação dinâmica de SU-MIMO e MU-MIMO.

Similar ao caso de CQI, um ponto de acesso 240 pode descartar o conhecimento de se um mapeamento por

antena física ou virtual foi empregado para transmitir os sinais de referência sonoros (piloto) 247.

A informação portada pelo terminal de acesso 220 é empregada pelo ponto de acesso 250 para programar, 5 através do programador 258, o modo de operação (por exemplo, SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO) do terminal móvel. Os usuários (por exemplo, os terminais de acesso 170₁-170₆) podem ser programados para maximizar uma função objetiva tal como o rendimento do setor, uma capacidade do setor, ou 10 uma pluralidade de utilização de potência dos usuários. Adicionalmente, as determinações de programação realizadas pelo programador 258 a fim de alcançar uma qualidade de serviço predeterminada tal como uma taxa de erro de bit específica, uma latência específica, ou uma eficiência 15 espectral específica. Vários algoritmos clássicos (por exemplo, round Robin, enfileiramento justo, justiça proporcional, e programação de rendimento máximo) e algoritmos quantum (por exemplo, algoritmo genético quantum) podem ser empregados para determinar um modo de 20 operação ideal. O processador 262 pode executar uma parte dos algoritmos empregados para a programação. Os algoritmos, instruções para a execução dos mesmos, e a informação de controle recebida, por exemplo, CQI 239, Δ PSD 243 e sinais piloto 247 podem ser armazenados na memória 25 266. A seguir, a programação de SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO é descrita.

Modo SIMO - O programador 258 determina uma taxa de dados com base em um nível PSD líquido que surge da 30 adição da PSD do sinal de referência portado para o terminal de acesso para determinar a CQI 239 e a Δ PSD 243 relatada de cada um dos UEs que são determinados como sendo programados no modo SIMO. Um terminal de acesso com uma

métrica de programação mais alta de acordo com um algoritmo de programação é programado com essa taxa.

Modo SU-MIMO - O programador 258 estima primeiro um canal MIMO dos sinais piloto recebidos 247. Nos casos
5 nos quais a permuta de antena deve ser empregada para transmissão em SU-MIMO, o canal MIMO estimado é permutado de acordo com um padrão de permuta específico determinado pelo ponto de acesso 250 para permitir determinações precisas de taxa. Deve-se apreciar que o padrão de permuta
10 pode ser caracterizado por uma matriz unitária \underline{P} ($\underline{P}\underline{P}^T = \underline{P}^T\underline{P} = \underline{1}$, onde $\underline{1}$ é a matriz de identidade $N_V \times N_V$) definida no subespaço das camadas ortogonais N_V , de forma que uma palavra de código em uma primeira camada seja permutada para uma segunda camada em cada tom ou subportadora
15 atribuída para comunicação. As permutas são geralmente cíclicas ou pseudo-randômicas. A matriz unitária \underline{P} deve ser conhecida no ponto de acesso 250 de um terminal de acesso 220. Deve-se apreciar que uma parte dos cálculos envolvidos na determinação de taxa podem ser realizados pelo
20 processador 262. De forma similar, o processador 262 pode realizar a permuta de antena.

O componente de detecção 254 pode incluir um equalizador mínimo erro quadrático médio (MMSE), um filtro de imposição de zero (ZF), ou um filtro de máxima
25 combinação de razão (MC). Tais componentes de detecção podem incorporar adicionalmente um componente de cancelamento sucessivo de interferência (SIC). O componente de decodificação pode ser utilizado para determinar uma PSD para cada um dos sinais piloto recebidos 247.

30 A PSD de dados (por exemplo, PSD para a transmissão de dados em RL) que é derivada de uma primeira sequência recebida, sem considerar a interferência intersequência ou interusuário, é ditada pela PSD de sinal

de referência em adição a Δ PSD 243. As PSDs de dados das sequências restantes (piloto) correspondem à PSD de dados da primeira sequência com o ajuste PAR e correção de diferenciais de percurso de acordo com o canal MIMO. Deve-se apreciar que um nível PSD resultante deve ser reduzido de acordo com o número de sequências MIMO programadas, a fim de manter a mesma potência total transmitida a partir do terminal 220. Como um exemplo, em um caso no qual duas sequências são programadas (através do programador 258), uma Δ PSD é efetivamente reduzida pela metade para cada uma das antenas envolvidas na transmissão de dados. Adicionalmente, uma Δ PSD deve ser ajustada com base em uma largura de banda atribuída para o terminal de acesso quando um bloco de recurso atribuído for menor do que o solicitado. Uma vez que a PSD de dados é determinada, um cálculo de taxa para várias sequências com um receptor MMSE e um receptor MMSE-SIC pode ser realizado. O processador 262 pode conduzir uma parte de tal cálculo.

Modo MU-MIMO - O ponto de acesso 250 estima em primeiro lugar o canal MIMO a partir dos pilotos de difusão para os terminais (por exemplo, 170_1-170_6) solicitando a transmissão de dados. Como discutido acima, cada um dos terminais porta CQI 239, Δ PSD 243, e sinais piloto 247. Deve-se apreciar que um terminal de acesso (por exemplo, 220) que solicita a transmissão de dados pode ser um terminal de acesso que foi previamente programado, nesse caso o número de antenas que o terminal de acesso emprega para portar os RSs sonoros é conhecido do ponto de acesso (por exemplo, 250); tal informação pode ser retida na memória 266. No entanto, se o terminal sem fio não tiver sido programado anteriormente, um ponto de acesso pode programar o terminal sem fio solicitante em um nível abaixo

do ideal devido à falta de conhecimento da configuração da antena. É notado que um canal estimado a partir de múltiplas sequências de dados recebidas de um usuário MU-MIMO de ser permutado com uma permuta de padrão P' que deve
5 ser utilizada na transmissão de dados do terminal de acesso.

Uma vez que o canal MIMO foi estimado, a taxa de dados é computada a partir da decodificação sucessiva de PSD dos sinais piloto 247. A decodificação pode ser
10 realizada através do componente de detecção 254, que pode incluir um receptor MMSE-SIC. Depois da decodificação bem sucedida de múltiplas sequências recebidas associadas com os sinais piloto 247, a taxa para cada sequência é calculada. O processador 262 pode conduzir uma parte dos
15 cálculos de taxa.

Para se reprogramar um terminal 220 no modo de operação SIMO, SU-MIMO ou MU-MIMO, o ponto de acesso 250 porta uma atribuição de recurso 262 para o terminal de acesso 220, com uma taxa de dados, um desvio de taxa de
20 dados, uma seleção de subconjunto de antena para transmissão, e uma seleção de padrão de antena.

A figura 3a é um diagrama esquemático 300 que ilustra a magnitude relativa de uma potência de sinal de referência, P_{REF} 310, empregada por um terminal móvel para
25 transmitir um sinal de referência de canal CQI relatando um valor de CQI, e PSD_{DATA} 315 empregada para transmitir os dados em RL. PSD_{DATA} é determinada através do retorno de ΔPSD 320 pelo terminal móvel (por exemplo, 130, 140 ou 220) que relata a CQI. Como discutido acima, a antena única
30 (física ou virtual) empregada para relatar CQI é utilizada para portar ΔPSD 320 independentemente das antenas disponíveis para o terminal. Quando uma antena física é

empregada, Δ PSD 320 pode ser calculada (pelo processador 232, por exemplo) com base em um headroom de potência de um amplificador de potência (PA) na antena empregada para relatar a CQI 239, e nos indicadores de carga recebidos das células vizinhas, além da CQI relatada 239. Adicionalmente, outros fatores tal como a vida útil de bateria projetada, tipo de aplicativo executado pelo terminal sem fio - por exemplo, um terminal sem fio que deve executar um aplicativo que precisa manter um link de comunicação ativo através de toda uma tarefa, tal como a transferência bancária on line de fundos, pode desconsiderar outros indicadores de interferência de setor e relatar Δ PSD 320 mais alto do que esperado a partir das considerações de interferência intercelular. Sés uma antena virtual for utilizada, e o PA de cada antena física disponível para o terminal for substancialmente do mesmo tipo (por exemplo, voltagens de trilho, impedância de entrada/saída, e assim por diante), Δ PSD 320 pode ser calculada com base no headroom restante de substancialmente qualquer um dos PÁS que operam substancialmente qualquer uma das antenas físicas combinadas para compor a antena virtual. Um PA é mais bem utilizado quando a CQI 243 é portada a partir de uma antena virtual. Alternativamente, ou adicionalmente, Δ PSD 320 pode ser tabulada com base em um esquema de modulação e codificação atribuído para o terminal de acesso.

A figura 3b é um diagrama esquemático de sinais de referência sonoros (piloto). Os RSs sonoros P_1-P_v 373₁-373_v, $P'_1-P'_v$ 376₁-376_v, $P''_1-P''_v$ 379₁-379_v e assim por diante, são transmitidos periodicamente com um período τ 360, que é determinado pelo desvanecimento das características temporais (por exemplo, rápido e lento) do

canal de comunicação. Como um exemplo, em um canal de desvanecimento suficientemente lento, em comparação com uma abrangência de tempo de tráfego UL para um usuário específico, $1/\tau$ é substancialmente pequeno. É notado que o período τ 360 é adaptativo, ajustado por um terminal de acesso (por exemplo, 130, 140 ou 220) à medida que as condições de canal (por exemplo, CQI relatada 243) evoluem. Deve-se apreciar que um τ é reduzido, o ganho de processamento pode ser realizado em um ponto de acesso receptor; no entanto, a comunicação do overhead aumenta. Em um aspecto um RS abrange um intervalo Δt 365, correspondente ao que foi chamado aqui de "bloco t" 370. Tal bloco t pode corresponder a uma ou mais partições portando a referência. Como um exemplo, o bloco t 370 pode corresponder a um bloco longo (LB) em um subquadro dentro da estrutura de quadro de rádio em LTE. Em outro exemplo, o bloco t pode corresponder a múltiplos LBs envolvendo vários subquadros de comunicação. Deve-se apreciar que um bloco t é determinado, Δt 365 é estabelecido. Deve-se apreciar adicionalmente que o overhead aumenta com Δt 365; no entanto, o transporte de múltiplos blocos portando RS pode ser necessário para se garantir a decodificação bem sucedida em um ponto de acesso (por exemplo, Nó B 250) particularmente em condições de canal ruins. O componente de geração de piloto 228, em conjunto com o processador 232, pode determinar o período τ 360 e o bloco t abrange Δt 365.

Como ilustrado na figura 3b, os RSs são portados em recursos de frequência contíguos, por exemplo, 373_1 - 373_v . Cada um desses recursos de frequência corresponde a um número específico de sub-bandas que porta uma sequência, por exemplo, P_1 - P_v , ou uma parte das mesmas, para uma

antena física ou virtual J ($J=1, \dots, V$). A alocação intercalada de frequência dos recursos de frequência, além da comunicação de RSs sonoros, também é possível.

5 Deve-se apreciar que o desenho do sinal de referência, tanto para comunicar CQI (por exemplo, 239) e soar o canal, quanto o desenho de controle de potência (Δ PSD) são substancialmente iguais para SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO.

10 A figura 4 é um diagrama esquemático 400 que ilustra a atribuição piloto dos recursos de frequência para múltiplos usuários. Para se alcançar o desempenho conjunto do modo de operação SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO é necessário se preservar a ortogonalidade entre os RSs sonoros dos usuários divididos espacialmente. A fim de se preservar a
15 ortogonalidade piloto, a ordem máxima de multiplexação espacial permitida N para um usuário programado dentro da célula, derivada dos sinais de referência sonoros, deve ser difundida por uma estação base servidora para o usuário. Como um exemplo, e não como uma limitação, no caso de um
20 único usuário SIMO 130 ser programado pela estação base 110 na célula 180, tal usuário pode transmitir RSs sonoros substancialmente em todos os recursos de tempo e frequência disponíveis 410. No entanto, quando o usuário SIMO 130 for programado simultaneamente com outro usuário SIMO 140, cada
25 um dos ditos usuários pode utilizar uma parte dos recursos de tempo e frequência disponíveis para portar pilotos mutuamente ortogonais - por exemplo, subportadoras 430 podem ser empregadas pelo usuário 420, ao passo que o usuário 430 pode empregar as subportadoras 440. É notado
30 que as subportadoras de proteção 435 separam os recursos de frequência disponíveis para garantir adicionalmente a ortogonalidade. Os pilotos são portados em um bloco t 370 que abrange um intervalo de tempo Δt 365. Deve-se apreciar

que o exemplo anterior pode ser fundido para o usuário SU-MIMO, o usuário MU-MIMO, ou uma combinação dos mesmos, ao invés dos usuários SIMO 130 e 420.

A figura 5 é um diagrama esquemático 500
5 atribuição UL ilustrativa de estruturas de canal para a operação de programação em conjunto de usuários SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO. As estruturas 510 e 550 correspondem, respectivamente, a uma ordem de multiplexação espacial máxima $N_v=2d$ e $N_v=4$. Em um aspecto, uma atribuição para um
10 equipamento de usuário programado inclui uma taxa de base, uma taxa de base de desvio (ou delta) para as sequências adicionais no caso de tais sequências adicionais serem atribuídas, um índice de seleção de subconjunto de antena, e uma seleção de padrão de antena. Tipicamente, as
15 atribuições de programação são portadas por uma estação base servidora (por exemplo, 110) através de um canal de controle físico de downlink. Como um exemplo, em LTE, as atribuições de programação são portadas no canal de controle físico de downlink (PDCCH). Em geral, o PDCCH pode
20 ser portado em um subquadro (por exemplo, um subquadro LTE abrange 0,5 ms, portando 6 ou 7 símbolos OFDM dependendo do comprimento do prefixo cíclico). Estrutura 510 - A taxa de dados 515 é portada com 5 bits e taxa de dados delta 525 é portada com 3 bits; a seleção de subconjunto de antena 535
25 é atribuída com 1 bit; e a seleção de padrão de antena 545 é comunicada com 1 bit. É notado que a seleção de subconjunto de antena (índice) 535 pode ser incluída na taxa de dados delta 525. Ademais, a seleção de padrão de antena de 1 bit pode ser removida se substancialmente
30 durante todo o tempo o ponto de acesso (por exemplo, 110) emparelhar os usuários com diferentes índices de antena virtual. Pelo emparelhamento de usuários com diferentes índices de antena virtual, os perfis de radiação associados

com as rotações levando às ditas antenas virtuais são quase ortogonais e a interferência intersequência é muito mitigada. Portanto, a Estrutura 510 - A presente estrutura transmite a taxa de dados 555 com 5 bits e a taxa de dados delta 525 com 3 bits. Em contraste com a estrutura 510, a seleção de subconjunto de antena 575 é comunicada com 4 bits; e a seleção de padrão de antena é portada com 3 bits. Se só forem atribuídos usuários com diferentes índices de antena virtual, os 2 bits da seleção de padrão de antena podem ser removidos. O padrão piloto seria determinado então diretamente a partir do índice de antena.

Para ambas as estruturas 510 e 520, quando da programação dos usuários SIMO, a carga útil (ou overhead) pode ser reduzida visto que a estação base servidora (por exemplo, Nó B 250) e um terminal de usuário (por exemplo, terminal de acesso 220) estão cientes de que não mais do que uma única sequência pode ser atribuída. Em tais casos, as taxas de dados delta 525 e 565, e a seleção de padrão de antena 545 e 585 não precisam ser atribuídas. Deve-se apreciar que as estruturas 510 e 550 podem ser empregadas em ambos FDD e TDD. Deve-se apreciar adicionalmente que o número específico de bits para portar uma atribuição UL descrita acima pode ser modificado de forma adaptativa, dependendo em pelo menos o seguinte: condições de canal, número de usuários em uma célula servidora, vida útil de bateria restante no terminal sendo programado, tipo de aplicativo executado ou a ser executado pelo terminal sendo programado, e assim por diante.

A figura 6 é um diagrama em bloco 600 de uma modalidade de um sistema transmissor 610 (tal como o Nó B 250) e um sistema receptor 650 (por exemplo, terminal de acesso 220) em um sistema MIMO que pode fornecer para a célula (ou setor) a comunicação em um ambiente sem fio de

acordo com um ou mais aspectos apresentados aqui. No sistema transmissor 610, os dados de tráfego para um número de seqüências de dados podem ser fornecidos a partir de uma fonte de dados 612 para o processador de dados TX 614. Em
5 uma modalidade, cada seqüência de dados é transmitida através de uma antena transmissora respectiva. O processador de dados TX 614 formata, codifica e intercala os dados de tráfego para cada seqüência de dados com base em um esquema de codificação particular selecionado para
10 essa seqüência de dados para fornecer dados codificados. Os dados codificados para cada seqüência de dados podem ser multiplexados com os dados piloto utilizando técnicas OFDM. Os dados piloto são tipicamente um padrão de dados conhecido que é processado de uma forma conhecida e podem
15 ser utilizados no sistema receptor para estimar a resposta de canal. O piloto multiplexado e os dados codificados para cada seqüência de dados são então modulados (por exemplo, mapeados por símbolo) com base em um esquema de modulação particular (por exemplo, chaveamento de mudança de fase
20 binária (BPSK), chaveamento de mudança de fase por quadratura (QPSK), chaveamento de mudança de fase múltipla (M-PSK), ou modulação de amplitude por quadratura de ordem m (M-QAM)) selecionados para essa seqüência de dados para fornecer símbolos de modulação. A taxa de dados,
25 codificação e modulação para cada seqüência de dados podem ser determinadas pelas instruções executadas pelo processador 630, as instruções além dos dados podem ser armazenadas na memória 632.

Os símbolos de modulação para todas as seqüências
30 de dados são então fornecidos para um processador MIMO TX 620, que pode processar adicionalmente os símbolos de modulação (por exemplo, OFDM). O processador MIMO TX 620 então fornece N_T seqüências de símbolo de modulação para N_T

transceptores (TMTR/RCVR) 622_A a 622_T. Em determinadas modalidades, o processador MIMO TX 620 aplica as ponderações de formação de feixe (ou pré-codificação) aos símbolos das sequências de dados e à antena a partir da qual o símbolo está sendo transmitido. Cada transceptor 622
5 recebe e processa uma sequência de símbolos respectiva para fornecer um ou mais sinais analógicos, e condiciona adicionalmente (por exemplo, amplifica, filtra e converte ascendentemente) os sinais analógicos para fornecer um
10 sinal modulado adequado para a transmissão através do canal MIMO. N_T sinais modulados dos transceptores 622_A a 622_T são então transmitidos a partir das N_T antenas 624₁ a 624_T, respectivamente. No sistema receptor 650, os sinais modulados transmitidos são recebidos por N_R antenas 652₁ a
15 652_R e o sinal recebido de cada antena 652 é fornecido para um transceptor respectivo (RCVR/TMTR) 654_A a 654_R. Cada transceptor 654₁-654_R condiciona (por exemplo, filtra, amplifica e converte descendentemente) um sinal recebido respectivo, digitaliza o sinal condicionado para fornecer
20 amostras, e processa adicionalmente as amostras para fornecer uma sequência de símbolo "recebida" correspondente.

Um processador de dados RX 660 então recebe e processa as N_R sequências de símbolo recebidas dos N_R
25 transceptores 654₁-654_R com base em uma técnica de processamento de receptor particular para fornecer N_T sequências de símbolo "detectadas". O processador de dados TX 660 então demodula, desintercala, e decodifica cada sequência de símbolo detectada para recuperar os dados de
30 tráfego para a sequência de dados. O processamento pelo processador de dados RX 660 é complementar ao realizado pelo processador MIMO TX 620 e o processador de dados TX 614 no sistema transmissor 610. Um processador 670

determina periodicamente qual matriz de pré-codificação utilizar, tal matriz podendo ser armazenada na memória 672. O processador 670 formula uma mensagem de link reverso compreendendo uma parte de índice de matriz e uma parte de
5 valor de classificação. A memória 672 pode armazenar instruções que quando executadas pelo processador 670 resultam na formulação da mensagem de link reverso. A mensagem de link reverso pode compreender vários tipos de informação referente ao link de comunicação ou a sequência
10 de dados recebida, ou uma combinação dos mesmos. Como um exemplo, tal informação pode compreender indicações de qualidade de canal (tal como CQI 239), um desvio para ajuste do recurso programado (tal como Δ PSD 243), e/ou sinais de referência sonoros para estimativa de link (ou
15 canal). A mensagem de link reverso é então processada por um processador de dados TX 638, que também recebe dados de tráfego para um número de sequências de dados a partir de uma fonte de dados 636, modulados por um modulador 680, condicionados por um transceptor 654_A a 954_R, e
20 transmitidos de volta para o sistema transmissor 610.

No sistema transmissor 610, os sinais modulados do sistema receptor 650 são recebidos pelas antenas 624₁-624_T, condicionados pelos transceptores 622_A-622_T, demodulados por um demodulador 640, e processados por um
25 processador de dados RX 642 para extrair a mensagem de link reverso transmitida pelo sistema receptor 650. O processador 630 então determina qual matriz de pré-codificação utilizar para determinar as ponderações de formação de feixe e processa a mensagem extraída.

30 Como discutido acima, com relação à figura 2, o receptor 650 pode ser programado dinamicamente para operar em SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO. A seguir, a comunicação nesses modos de operação é descrita. É notado que no modo SIMO uma

única antena no receptor ($N_R=1$) é empregada para comunicação; portanto, a operação SIMO pode ser interpretada como um caso especial de SU-MIMO. O modo de operação MIMO de usuário único corresponde ao caso no qual

5 um sistema receptor único 650 se comunica com o sistema transmissor 610, como ilustrado previamente na figura 6 e de acordo com a operação descrita com relação ao mesmo. Em tal sistema, os N_T transmissores 624₁-624_T (também conhecidos como antenas TX) e N_R receptores 652₁-652_R

10 (também conhecidos como antenas RX) formam um canal de matriz MIMO (por exemplo, canal Rayleigh, ou canal Gaussian, com desvanecimento rápido ou lento) para comunicação sem fio. Como mencionado acima, o canal SU-MIMO é descrito por uma matriz $N_R \times N_T$ de números complexos

15 aleatórios. A classificação do canal é igual à classificação algébrica da matriz $N_R \times N_T$, que em termos de codificação de espaço e tempo, ou espaço e frequência, a classificação é igual ao número $N_V \leq \min \{N_T, N_R\}$ de sequências de dados independentes (ou camadas) que pode ser

20 enviado através do canal SU-MIMO sem infringir interferência intersequência.

Em um aspecto, no modo SU-MIMO, os símbolos transmitidos/recebidos com OFDM, no tom ω , podem ser modelados por:

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

25 Aqui, $y(\omega)$ é a sequência de dados recebida e é um vetor $N_R \times 1$, $\underline{H}(\omega)$ é a matriz $N_R \times N_T$ de resposta de canal no tom ω (por exemplo, a transformação Fourier da matriz de resposta de canal dependente de tempo \underline{h}), $c(\omega)$ é um vetor de símbolo de saída $N_T \times 1$, e $n(\omega)$ é um vetor de ruído $N_R \times 1$ (por

30 exemplo, ruído Gaussian branco). A pré-codificação pode

converter um vetor de camada $N_v \times 1$ em um vetor de saída de pré-codificação $N_T \times 1$. N_v é do número real de sequências de dados (camadas) transmitidas pelo transmissor 610, e N_v pode ser programado de acordo com o transmissor (por exemplo, transmissor 610, Nó B 250 ou ponto de acesso 110) com base pelo menos em parte nas condições de canal (por exemplo, CQI relatada) e na classificação relatada em uma solicitação de programação por um terminal (por exemplo, receptor 650). Deve-se apreciar que $c(\omega)$ é o resultado de pelo menos um esquema de multiplexação, e pelo menos um esquema de pré-codificação (ou formação de feixe) aplicada pelo transmissor. Adicionalmente, $c(\omega)$ é convoluto com uma matriz de ganho de potência, que determina a quantidade que o transmissor de potência 610 aloca para transmitir cada sequência de dados N_v . Deve-se apreciar que tal matriz de ganho de potência pode ser um recurso que é atribuído para um terminal (por exemplo, terminal de acesso 220, receptor 650 ou UE 140), e pode ser controlada através de desvios de ajuste de potência, tal como Δ PSD 243 como descrito acima.

Como mencionado acima, de acordo com um aspecto, a operação MU-MIMO de um conjunto de terminais (por exemplo, móveis 170_1-170_6) está dentro do escopo da presente inovação. Ademais, os terminais MU-MIMO programados operam em conjunto com os terminais SU-MIMO e os terminais SIMO. A figura 7 ilustra um sistema MIMO de múltiplos usuários ilustrativo 700 no qual três ATs 650_p , 650_u e 650_s , consubstanciados em receptores substancialmente iguais ao receptor 650, se comunicam com o transmissor 610, que consubstancia um Nó B. Deve-se apreciar que a operação do sistema 700 é representativa da operação de substancialmente qualquer grupo (por exemplo, 185) dos dispositivos sem fio, tal como os terminais 170_1-

170₆, programados na operação MU-MIMO dentro de uma célula de serviço por um programador centralizado residente em um ponto de acesso servidor (por exemplo, 110 ou 250). Como mencionado acima, o transmissor 610 possui N_T antenas TX 5 624₁-624_T, e cada um dos ATs possui múltiplas antenas RX; isso é, AT_P possui N_P antenas 652₁-652_P, APU_U possui N_U antenas 652₁-652_U, e AP_S possui N_S antenas 652₁-652_S. A comunicação entre os terminais e o ponto de acesso é realizada através de uplinks 715_P-715_U e 715_S. De forma 10 similar, downlinks 710_P, 710_U e 710_S facilitam a comunicação entre o Nó B 610 e os terminais AT_P, AT_U e AT_S, respectivamente. Adicionalmente, a comunicação entre cada terminal e a estação base é implementada substancialmente da mesma forma, através de substancialmente os mesmos 15 componentes, como ilustrado na figura 6 e sua descrição correspondente.

Os terminais podem ser localizados em locais substancialmente diferentes dentro da célula servida pelo ponto de acesso 610 (por exemplo, célula 180), portanto 20 cada equipamento de usuário 650_P, 650_U e 650_S possui seu próprio canal de matriz MIMO $h_{\alpha d}$ e a matriz de resposta H_{α} ($\alpha=P, U, e S$), com sua própria classificação (ou, de forma equivalente, decomposição de valor singular). A interferência intracelular pode estar presente devido à 25 pluralidade de usuários presentes na célula servida pela estação base 610. Tal interferência pode afetar os valores CQI relatados por cada um dos terminais 650_P, 650_U e 650_S. De forma similar, a interferência também pode afetar os valores de retorno dos desvios de potência (por exemplo, 30 ΔPSD 243) empregados para o controle de potência no Nó B 610.

Apesar de ilustrado com três terminais na figura 7, deve-se apreciar que um sistema MU-MIMO pode compreender qualquer número de terminais, cada um dos terminais indicados abaixo com um índice k . De acordo com vários aspectos, cada um dos terminais de acesso 650_p, 650_u e 650_s pode relatar CQI a partir de uma única antena e pode recuperar um retorno de desvio PSD, associado com tal antena única, para o Nó B 610. Adicionalmente, cada um dos ditos terminais pode transmitir para o Nó B 610 sinais de referência sonoros a partir de cada antena no conjunto de antenas empregado para comunicação. O Nó B 610 pode reprogramar dinamicamente cada um dos terminais 650_p, 650_u e 650_s em um modo de operação diferente tal como SU-MIMO ou SIMO.

Em um aspecto, os símbolos transmitidos/recebidos com OFDM, no tom ω e para o usuário k , podem ser modelados por:

$$y_k(\omega) = \underline{H}_k(\omega)c_k(\omega) + \underline{H}_k(\omega)\sum' c_m(\omega) + n_k(\omega) \quad (3)$$

Aqui, os símbolos possuem o mesmo significado que na equação (1). Deve-se apreciar 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 c_k é excluído da soma. Os termos em série representam a repetição pelo usuário k (através de sua resposta de canal \underline{H}_k) dos símbolos transmitidos por um transmissor (por exemplo, ponto de acesso 250) para outros usuários na célula.

Em vista dos sistemas ilustrativos ilustrados e descritos acima, as metodologias que podem ser implementadas de acordo com a presente matéria descrita,

serão mais bem apreciados com referência aos fluxogramas das figuras 8, 9 e 10. Enquanto, para fins de simplicidade de explicação, as metodologias são ilustradas e descritas como uma série de blocos, deve-se compreender e apreciar

5 que a presente matéria reivindicada não está limitada pelo número ou ordem dos blocos, visto que alguns blocos podem ocorrer em ordens diferentes e/ou simultaneamente com outros blocos a partir do que foi apresentado e descrito aqui. Ademais, nem todos os blocos ilustrados podem ser

10 necessários para se implementar as metodologias descritas posteriormente. Deve-se apreciar que a funcionalidade associada com os blocos pode ser implementada por software, hardware, uma combinação dos mesmos ou qualquer outro meio adequado (por exemplo, dispositivo, sistema, processo,

15 componente,...). Adicionalmente, deve-se apreciar que as metodologias descritas posteriormente e por toda essa especificação são capazes de serem armazenadas em um artigo de fabricação para facilitar o transporte e transferência de tais metodologias para vários dispositivos. Os versados

20 na técnica compreenderão e apreciarão que uma metodologia pode alternativamente ser representada como uma série de estados ou eventos inter-relacionados, tal como em um diagrama de estado.

A figura 8 apresenta um fluxograma de um método

25 800 para o controle de potência e sinalização piloto para operação conjunta em SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO. Em 810, um canal de CQI ou um sinal de referência é transmitido a partir de uma única antena em um conjunto de M antenas. Deve-se apreciar que enquanto o canal de controle de CQI

30 pode ser empregado para o controle de potencia, como descrito com relação à figura 2, substancialmente qualquer canal de referência (sinal) pode ser empregado para essa finalidade. As M antenas permitem que um terminal de acesso

(por exemplo, 220) se comunique/opere em uma célula de serviço (por exemplo, 180) onde múltiplos terminais de acesso se comunicam com uma estação base em SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO (figura 1). Em um aspecto, CQI é determinada a partir de um sinal de referência transmitido por uma 5 estação base servidora e pode ser empregado para estimar o canal de downlink em um momento de comunicação, em adição à utilização de CQI portada como um parâmetro em um algoritmo de programação (no setor servidor) que atribui recursos. Em 10 820, um desvio PSD (Δ PSD 243) é portado a partir da antena empregada para transmitir CQI. Tal desvio pode ser estimado com base no valor de CQI determinado, além de indicadores de carga associados com a interferência intercelular. O desvio PSD portado pode ser tabulado (em dB) de acordo com 15 um esquema de modulação e codificação atribuído para um terminal de acesso de relate (por exemplo, o terminal de acesso 220). O desvio PSD determina a potência que o terminal de relate transmite dados em um link reverso, como discutido com relação à figura 2. Em 830, o número de 20 antenas no conjunto de M antenas é pesquisado. Um número M > 1 leva ao ato 840, onde o sinal piloto é transmitido a partir de cada uma das M antenas. Em um aspecto, os sinais piloto podem ser empregados para determinar um canal de comunicação (por exemplo, som de canal) entre um terminal 25 realizando a sinalização piloto e uma estação base recebendo os sinais de referência.

Como discutido com relação à figura 3b, os sinais de referência sonoros (piloto) podem ser transmitidos periodicamente, multiplexados com dados em uma comunicação 30 ou sem a transmissão simultânea de dados. O último caso é relevante para a utilização de recurso em um terminal, visto que uma vida útil de bateria pode ser reduzida se o soar do canal for perseguido durante um período de

transmissão DESLIGADA no terminal. No entanto, o acesso à
estimativa de canal pode resultar em oportunidades de
atribuição em uma estação base servidora que resultam em
recursos aperfeiçoados disponíveis para o terminal ou em um
5 modo de operação recém programado com o desempenho
aumentado (por exemplo, maior taxa de dados de pico,
rendimento, interferência reduzida e assim por diante). Um
resultado de $M = 1$ para a pesquisa 830 resulta em nenhuma
ação adicional.

10 A figura 9 apresenta um fluxograma de um método
900 para programação de um modo de operação SIMO, SU-MIMO
ou MU-MIMO. No ato 910, um canal SIMO/MIMO é estimado. Para
usuários com uma única antena transmissora (por exemplo, o
terminal 130), um canal SIMO é estimado, ao passo que um
15 canal MIMO é estimado para usuários com múltiplas antenas
transmissoras (por exemplo, pontos de acesso 650_U, 650_P,
650_S, ou terminais 170₁-170₆). A estimativa pode ser
realizada através do soar do canal - transporte de sinais
piloto, ou soar de sinais de referência, gerados em um
20 terminal de acesso (por exemplo, no componente de geração
de piloto 228) e detectados e processados em uma estação
base. Como um exemplo, um Nó B (por exemplo, 250) estima
SIMO/MIMO a partir de um conjunto de sinais piloto
recebidos a partir de um conjunto de M antenas em um
25 terminal de acesso (por exemplo, 220). A estimativa do
canal fornece a determinação de uma ordem de multiplexação
máxima N_V , ou o número de camadas ortogonais linearmente
independentes ou sequências de dados suportadas pelo canal.
No ato 920, a presença da permuta de antena é verificada.
30 Uma verificação positiva indica que múltiplos usuários são
programados no modo MU-MIMO, que exige tipicamente a
permuta de antena, e dessa forma, em 930, um padrão de
permuta é determinado. Um padrão de permuta pode ser

caracterizado por uma matriz unitária $\underline{P}(\underline{P}\underline{P}^+=\underline{P}^+\underline{P}=1_{N_V \times N_V})$ definida no subespaço das camadas N_V (por exemplo, $N_C \times N_V$), de forma que uma palavra código em uma primeira camada seja permutada para uma segunda camada em cada tom ou subportadora atribuída para comunicação. Em geral, as permutas são cíclicas ou pseudo-randômicas. No ato 940, as camadas são permutadas de acordo com o padrão de permuta P , e P é portado (por exemplo, difundido para usuários em uma célula de serviço por uma estação base servidora). Em 960, uma PSD é determinada de acordo com o número $1 \leq N_s \leq N_V$ das sequências programadas. No caso de um modo SIMO ser programados para um terminal $N_s = 1$ (verificação de permuta de antena (por exemplo, ato 920) resulta em uma verificação inválida) e a PSD ser determinada pela adição de uma potência de sinal de referência empregada para determinar uma CQI (ver método 800) e um retorno de potência de retorno com a indicação de canal. No caso $N_s > 1$, cada sequência recebe uma PSD com base em um procedimento diferencial onde um valor base é adicionado a uma PSD determinada para cada sequência (permutada ou sujeita a outra operação). No ato 970, a taxa de dados é determinada com base nas sequências programadas e sua PSD correspondente. Alternativamente, a partir de múltiplos RSs sonoros e reciprocidade FL/RL, a detecção com o cancelamento sucessivo de interferência pode resultar em uma estimativa de CQI para cada um dos múltiplos pilotos e a partir de cada um desses valores uma PSD desviada pode ser determinada e adicionada a uma PSD de referência; isso determinando a PSD para cada sequência no caso $N_s > 1$. No ato 980, um terminal é programado em SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO e os recursos associados são portados para o terminal. Os algoritmos clássicos (por exemplo, round Robin, enfileiramento justo, justiça proporcional, e programação

de rendimento máximo) e algoritmos quantum (por exemplo, algoritmo genético quantum) podem ser empregados para programação. É notado que enquanto a metodologia 900 descrita acima é baseada em permuta de antena para
5 programação MIMO, outros tipos de adaptação/transformações de canal tal como pré-codificação podem ser utilizados para a realização da programação conjunto no modo SIMO/MIMO.

A figura 10 apresenta um fluxograma de um método
1000 para receber uma atribuição de recurso para operação
10 no modo SIMO, SU-MIMO ou MU-MIMO. No ato 1010 uma taxa de dados para uma sequência de dados de base δ_{BASE} é recebida. A taxa de dados é portada por um número fixo de bits R determinado por uma estação base servidora (por exemplo, 110) e portado em um canal de controle (por exemplo, PDCCH
15 em LTE). Em um aspecto, R é consistente com as opções MCS possíveis disponíveis para a comunicação em uplink, tal disponibilidade sendo tipicamente determinada em uma especificação padrão. Tal taxa de dados é determinada pelo esquema de modulação e codificação que pode ser alocado a
20 um terminal recebendo a atribuição. O tamanho da constelação e a taxa de código dependem das condições de canal; por exemplo, diferentes MSCs tal como BPSK, QPSK, 4-QAM e 16-QAM apresentam uma probabilidade crescente de erro de bit como uma função da SNR enquanto aperfeiçoam o
25 aumento da taxa de dados. Em um aspecto, o recebimento de uma taxa de dados para uma sequência de base garante que os terminais limitados à operação SIMO, por exemplo, com uma única antena transceptora possa operar em conjunto com os terminais com antenas adicionais.

30 No ato 1020, o número N_s de sequências de dados programadas é verificado. Uma verificação positiva revela uma pluralidade de sequências de dados programadas, que indica um modo de operação MIMO. No ato 1040, para se

operar com múltiplas sequências de dados em vários terminais em diferentes modos de operação MIMO, uma taxa de dados delta $\Delta\delta$ é recebida; $Q < R$ bits são recebidos na atribuição. O último desvio permite a determinação

5 diferencial da taxa de dados das sequências pelo emprego de uma escada de taxas de dados: $\delta_{J+1} = \delta_{BASE} + JX\Delta\delta$, com $J = 1, \dots, N_s$. No ato 1050, uma seleção de subconjunto de antena é recebida, a atribuição é portada com P bits e indica as antenas a serem empregadas na comunicação UL

10 através de múltiplas sequências de dados. O subconjunto de antenas pode ser físico ou virtual. No ato 1060, uma seleção de padrão de antena é recebida, indicada através de S bits. Tal padrão dita o acoplamento eletromagnético entre as antenas físicas e virtuais empregadas para comunicação.

15 A seguir, sistemas ilustrativos que podem permitir os aspectos da presente matéria descrita são descritos com relação às figuras 11 e 12. Tais sistemas podem incluir blocos funcionais, que podem ser blocos funcionais que representam as funções implementadas por um

20 processador ou uma máquina eletrônica, software, ou combinação dos mesmos (por exemplo, firmware).

A figura 11 ilustra um diagrama em bloco de um sistema ilustrativo que permite o controle de potência e sinal piloto, além de receber uma atribuição dos recursos

25 de comunicação de acordo com os aspectos descritos na presente especificação. O sistema 1100 pode residir, pelo menos parcialmente, dentro de um terminal de acesso (por exemplo, equipamento de usuário 170₁-170₆, ou terminal de acesso 220). O sistema 1100 inclui um agrupamento lógico

30 1110 de componentes eletrônicos que podem agir em conjunto. Em um aspecto, o agrupamento lógico 1110 inclui um componente eletrônico 1115 para a transmissão de pelo menos um sinal de referência de controle de potência de uma

antena selecionada a partir de um grupo incluindo M antenas virtuais ou G antenas físicas, com M e G sendo inteiros positivos; um componente eletrônico 1152 para portar um desvio PSD da antena empregada para relatar o pelo menos um
5 sinal de referência de controle de potência; um componente eletrônico 1135 para transmitir um sinal piloto de cada uma das antenas no grupo de M antenas virtuais, ou o grupo de G antenas físicas. Adicionalmente, o sistema 1100 pode incluir um componente eletrônico 1145 para receber uma
10 atribuição de taxa de dados; um componente eletrônico 11550 para receber uma atribuição de taxa de dados desviada quando duas ou mais sequências de dados são programadas para a transmissão de dados; um componente eletrônico 1165 para receber uma seleção de subconjunto de antena do grupo
15 de M antenas virtuais ou o grupo de G antenas físicas; e um componente eletrônico 1175 para receber uma seleção de padrão de antena.

O sistema 1100 também pode incluir uma memória 1180 que retém instruções para a execução das funções
20 associadas com os componentes elétricos 1115, 1125, 1135, 1145, 1155, 1165 e 1175, além dos dados medidos e/ou computados que podem ser gerados durante a execução de tais funções. Enquanto ilustrado como sendo externo á memória 1180, é compreendido que um ou mais dos componentes
25 eletrônicos 1115, 1125, 1135, 1145, 1155, 1165, e 1175 podem existir dentro da memória 1180.

A figura 12 é um diagrama em bloco de um sistema que permite a programação de um modo de operação SIMO, SU-MIMO e MU-MIMO, além do transporte de uma atribuição dos
30 recursos de comunicação de acordo com o aspecto apresentado aqui. O sistema 1200 pode residir, pelo menos parcialmente, dentro de uma estação base (por exemplo, ponto de acesso 110 ou Nó B 250). O sistema 1200 inclui um agrupamento

lógico 1210 de componentes eletrônicos que podem agir em conjunto. Em um aspecto, o agrupamento lógico 1210 inclui um componente eletrônico 1215 para estimar um canal sem fio SIMO ou MIMO; um componente eletrônico 1225 para determinar
5 uma densidade espectral de potência para a transmissão de dados em um RL de acordo com um conjunto de sequências de dados programadas; um componente eletrônico 1235 para determinar uma taxa de dados para o transporte de dados em um RL de acordo com o conjunto de sequências de dados
10 programadas; e um componente eletrônico 1245 para programar um terminal em uma das operações SIMO, MIMO de usuário único, ou MIMO de múltiplos usuários.

Adicionalmente, o sistema 1200 pode incluir um componente eletrônico 1255 para portar uma atribuição de
15 taxa de dados; um componente eletrônico 1265 para transmitir um desvio de atribuição de taxa de dados; um componente eletrônico 1275 para comunicar uma seleção de subconjunto de antena do conjunto de M antenas físicas ou um conjunto de G antenas virtuais, e um componente
20 eletrônico 1285 para portar uma seleção de padrão de antena.

O sistema 1200 também pode incluir uma memória 1290 que retém instruções para execução de funções associadas com os componentes elétricos 1215, 1225, 1235,
25 1245, 1255, 1265, 1275 e 1285, além de dados computados e/ou medidos que podem ser gerados durante a execução de tais funções. Enquanto ilustrados como sendo externos à memória 1290, deve-se compreender que um ou mais dos componentes eletrônicos 1215, 1225, 1235, 1245, 1255, 1265,
30 1275 e 1285 podem existir dentro da memória 1290.

Para uma implementação em software, as técnicas descritas aqui podem ser implementadas com módulos (por exemplo, procedimentos, funções e assim por diante) que

realizam as funções descritas aqui. Os códigos de software podem ser armazenados em unidades de memória e executados por processadores. A unidade de memória pode ser implementada dentro do processador ou fora do processador, caso no qual pode ser acoplada de forma comunicativa ao processador através de vários mecanismos como é sabido na técnica.

Vários aspectos e características descritos aqui podem ser implementados como um método, equipamento ou artigo de fabricação utilizando-se programação padrão e/ou técnicas de engenharia. O termo "artigo de fabricação" como utilizado aqui deve englobar um programa de computador acessível a partir de qualquer dispositivo legível por computador, portador, ou mídia. Por exemplo, a mídia legível por computador pode incluir, mas não está limitada a dispositivos de armazenamento magnético (por exemplo, disco rígido, disco flexível, tiras magnéticas, etc.), discos óticos (por exemplo, disco compacto (CD), disco versátil digital (DVD), etc.), cartões inteligentes, e dispositivos de memória flash (por exemplo, EPROM, cartão, stick, key drive, etc.). Adicionalmente, várias mídias de armazenamento descritas aqui podem representar um ou mais dispositivos e/ou outras mídias legíveis por máquina para o armazenamento de informação. O termo "meio legível por máquina" pode incluir, sem estar limitado a, canais sem fio e várias outras mídias capazes de armazenar, conter e/ou portar instruções e/ou dados.

Como empregado aqui, o termo "processador" pode se referir a uma arquitetura clássica ou um computador quantum. A arquitetura clássica compreende, mas não está limitada a compreender, processadores de núcleo único, processadores únicos com capacidade de execução de múltiplas sequências de software, processadores de múltiplos núcleos; processadores

de múltiplos núcleos com capacidade de execução de múltiplas
sequências de software, processadores de múltiplos núcleos
com tecnologia de múltiplas sequências de hardware,
plataformas paralelas, e plataformas paralelas com memória
5 compartilhada distribuída. Adicionalmente, um processador
pode ser referir a um circuito integrado, um circuito
integrado específico de aplicativo (ASIC), um processador de
sinal digital (DSP), um conjunto de porta programável em
campo (FPGA), um controlador lógico programável (PLC), um
10 dispositivo lógico programável complexo (CPLD), uma porta
discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware
discretos, ou qualquer combinação dos mesmos projetada para
realizar as funções descritas aqui. A arquitetura de
computador quantum pode ser baseada em qubits
15 consubstanciados em pontos quantum chaveados ou
automontados, plataformas de ressonância magnética nuclear,
junções Josephson supercondutoras, etc. Os processadores
podem explorar arquiteturas de nano escala tal como, mas não
limitado a, transistores com base em ponto quantum e
20 molecular, comutadores e portas, a fim de otimizar a
utilização de espaço ou melhorar o desempenho do equipamento
de usuário. Um processador também pode ser implementado como
uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo,
uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma
25 pluralidade de microprocessadores, um ou mais
microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP, ou
qualquer outra configuração similar.

Adicionalmente, na presente especificação, o termo
"memória" se refere a armazenadores de dados, armazenadores
30 de algoritmo, e outros armazenadores de informação tal como,
mas não limitado a, armazenador de imagem, armazenador de
musica e vídeo digitais, gráficos e bases de dados. Será
apreciado que os componentes de memória descritos aqui podem

ser memória volátil ou memória não volátil, ou podem incluir ambas a memória volátil e a memória não volátil. Por meio de ilustração e não de limitação a memória não volátil pode incluir memória de leitura apenas (ROM), ROM programável (PROM), ROM eletricamente programável (EPROM), ROM eletricamente eliminável (EEPROM), ou memória flash. A memória volátil pode incluir memória de acesso randômico (RAM), que age como memória de armazenamento temporário externa. Por meio de ilustração e não de limitação, a RAM está disponível em muitas formas tal como RAM sincronizada (SRAM), RAM dinâmica (DRAM), DRAM sincronizada (SDRAM), SDRAM de taxa de dados dupla (DDR SDRAM), SDRAM melhorada (ESDRAM), DRAM Synchlink (SLDRAM), e RAM Rambus direta (DRRAM). Adicionalmente, os componentes de memória descritos dos sistemas e/ou métodos devem compreender, sem serem limitados a, esses e quaisquer outros tipos adequados de memória.

O que foi descrito acima inclui exemplos de uma ou mais modalidades. É, obviamente, impossível se descrever cada possível combinação de componentes ou metodologias para fins de descrição das modalidades mencionadas acima, mas os versados na técnica reconhecerão que muitas combinações e permutas adicionais de várias modalidade são possíveis. De acordo, as modalidades descritas devem englobar todas as ditas alterações, modificações e variações que se encontrem dentro do espírito e escopo das reivindicações em anexo. Adicionalmente, até onde o termo "inclui" é utilizado na descrição detalhada dou. nas reivindicações, tal termo deve ser inclusivo de uma forma similar ao termo "compreendendo" como "compreendendo" é interpretado quando empregado como uma palavra de transição em uma reivindicação.

REIVINDICAÇÕES

1. Método (800) empregado em um sistema de comunicação sem fio, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

5 transmitir (810) pelo menos um sinal de referência de controle de potência a partir de uma antena selecionada a partir de um grupo de M antenas, com M sendo um inteiro positivo;

 transportar (820) um desvio de Densidade Espectral de Potência, PSD, a partir da antena empregada para relatar o pelo menos um sinal de referência de controle de potência, em que o desvio PSD é baseado pelo menos em parte em um nível PSD de referência para transmitir o pelo menos um sinal de referência de controle
10 de potência; e
15

 transmitir (840) um sinal piloto a partir de cada antena no conjunto de M antenas para estimar um canal de múltiplas entradas e múltiplas saídas quando (830) $M > 1$, e um canal SIMO quando $M = 1$.

20 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o pelo menos um sinal de referência de controle de potencia inclui um canal CQI.

 3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o sinal de referência
25 transmitido é pelo menos um de uma sequência de Auto-correlação de Amplitude Zero Constante, CAZAC.

 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o desvio PSD é estimado com base pelo menos em um indicador de carga associado a
30 interferência intercelular.

 5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o desvio PSD é tabulado de

acordo com um esquema de modulação e codificação atribuído a um terminal móvel.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o desvio PSD ajusta a potência que uma estação base atribui a um terminal móvel para transmissão de dados em um link reverso.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente determinar se relata o pelo menos um sinal de referência de controle de potência a partir de uma antena física ou uma antena virtual.

8. Equipamento (1100, 1110) que opera em um ambiente de comunicação sem fio, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

15 mecanismos (1115) para transmitir pelo menos um sinal de referência de controle de potência a partir de uma antena selecionada a partir de um grupo incluindo M antenas virtuais ou G antenas físicas, sendo M e G inteiros positivos;

20 mecanismos (1125) para transportar um desvio de densidade espectral de potência, PSD, a partir da antena empregada para relatar o pelo menos um sinal de referência de controle de potência; e

25 mecanismos para (1135) transmitir um sinal piloto a partir de cada uma das antenas no grupo de M antenas virtuais, ou no grupo de G antenas físicas.

9. Memória **caracterizada** pelo fato de que compreende instruções armazenadas na mesma, as instruções sendo executadas por um computador para realizar o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7.

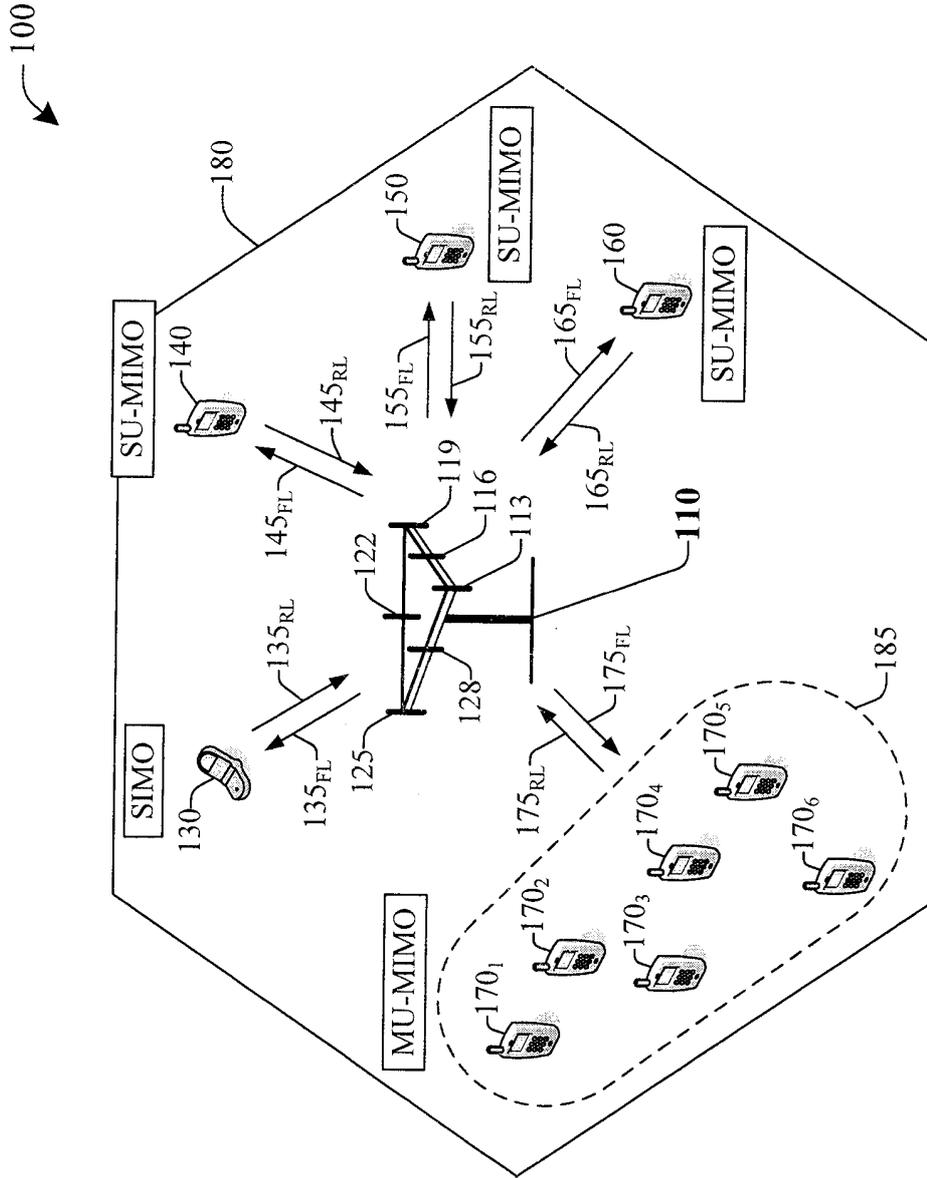


FIG. 1

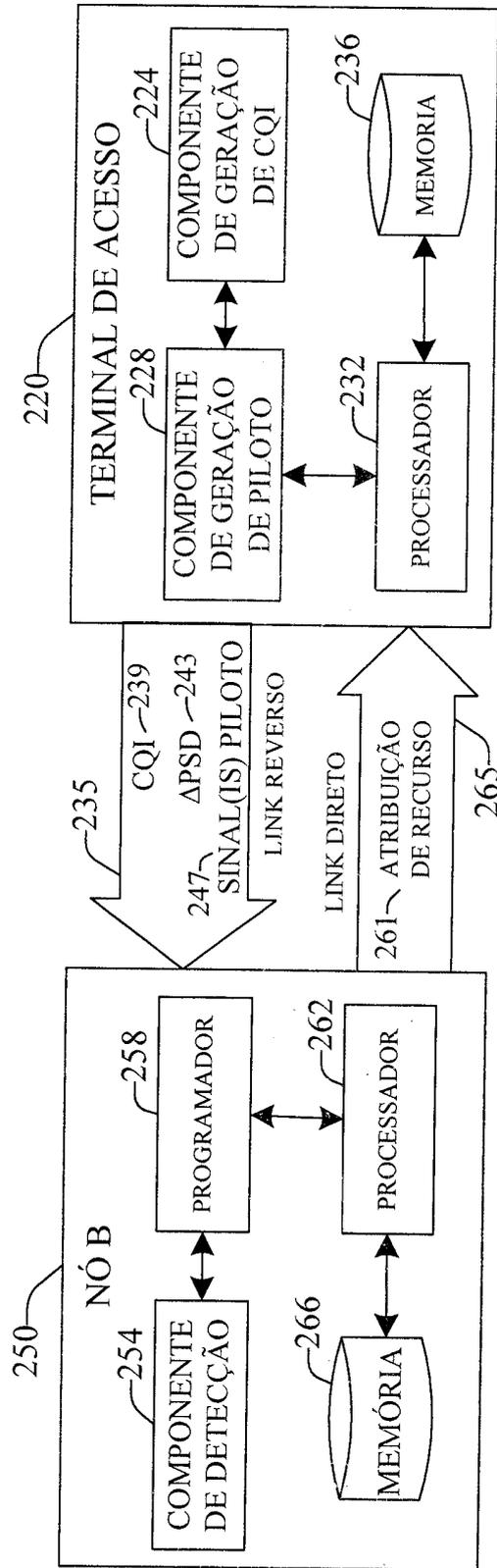


FIG. 2

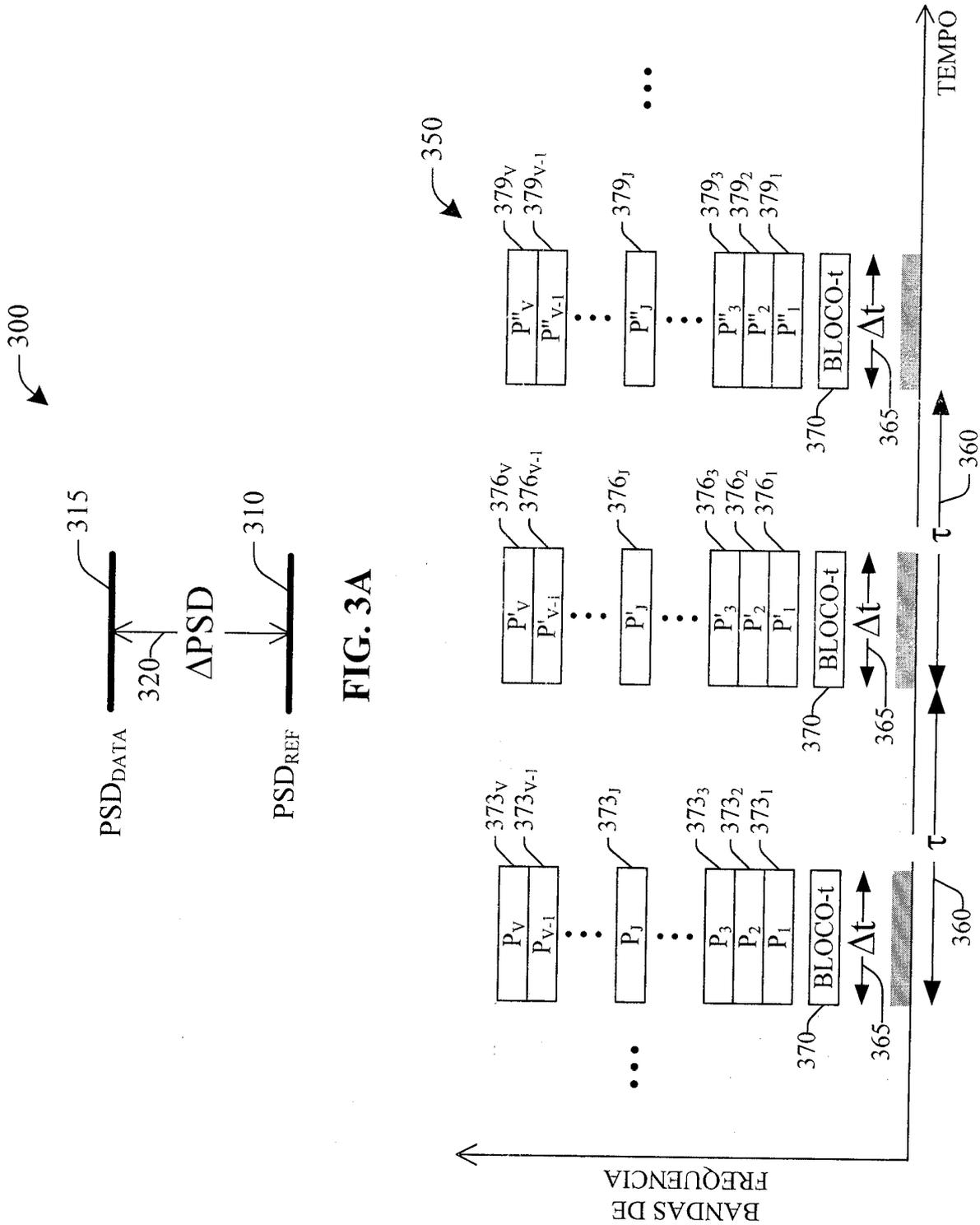


FIG. 3A

FIG. 3B

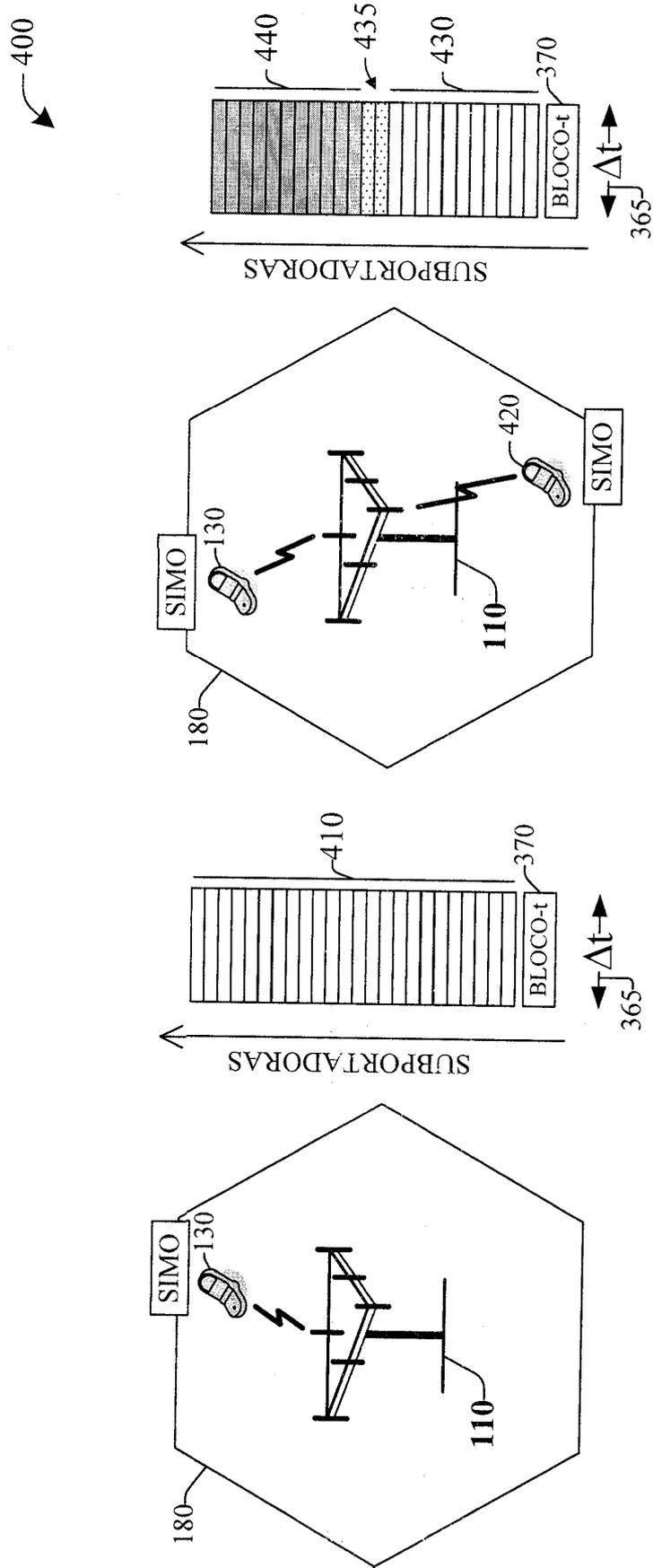
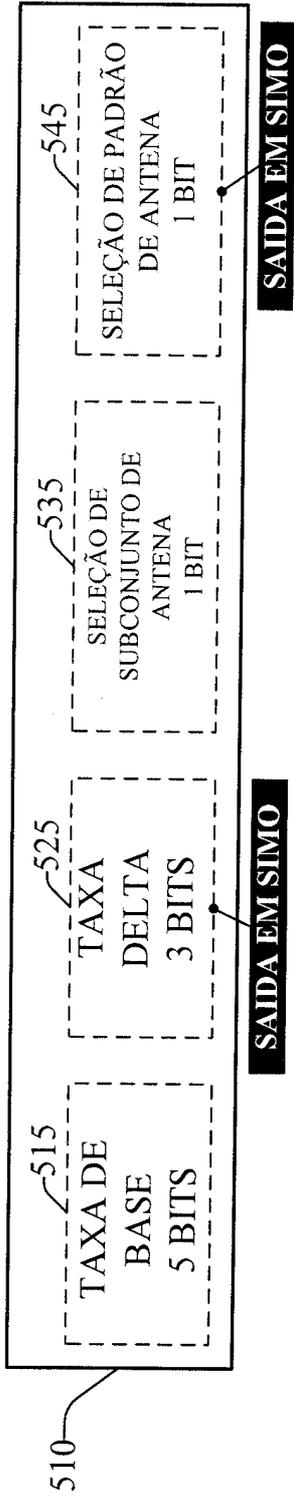


FIG. 4

500

ORDEM DE MULTIPLEXAÇÃO = 2



ORDEM DE MULTIPLEXAÇÃO = 4

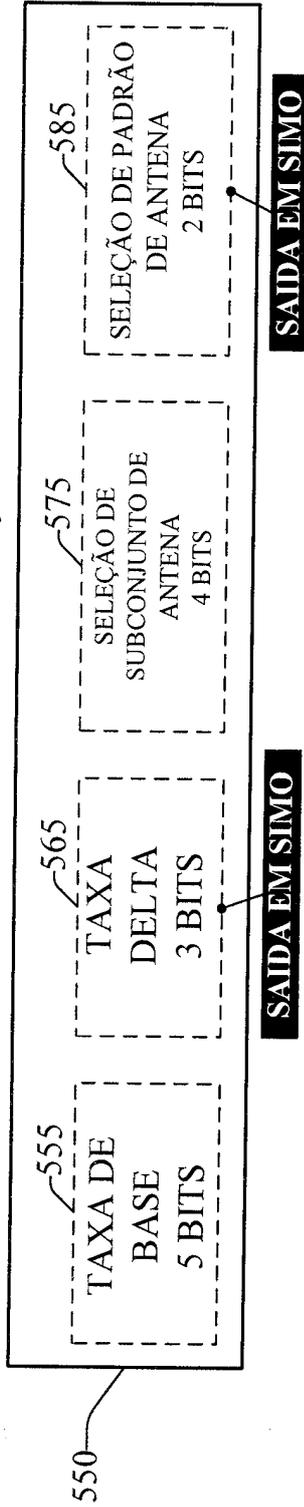


FIG. 5

600

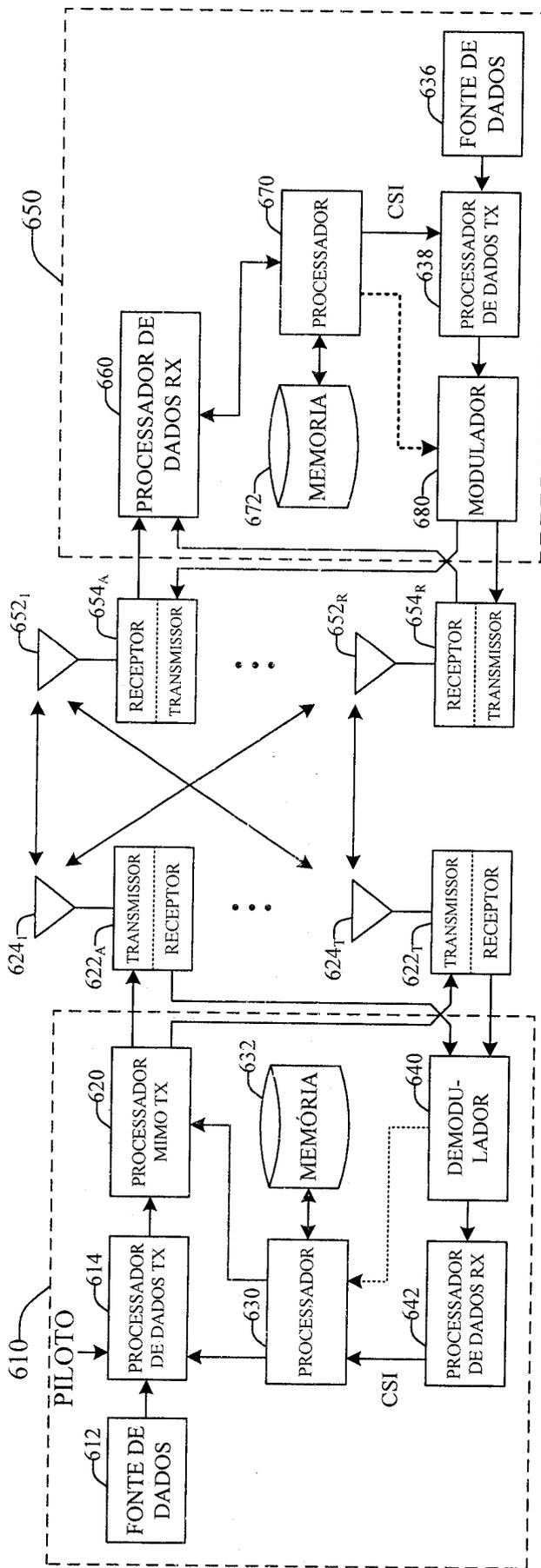


FIG. 6

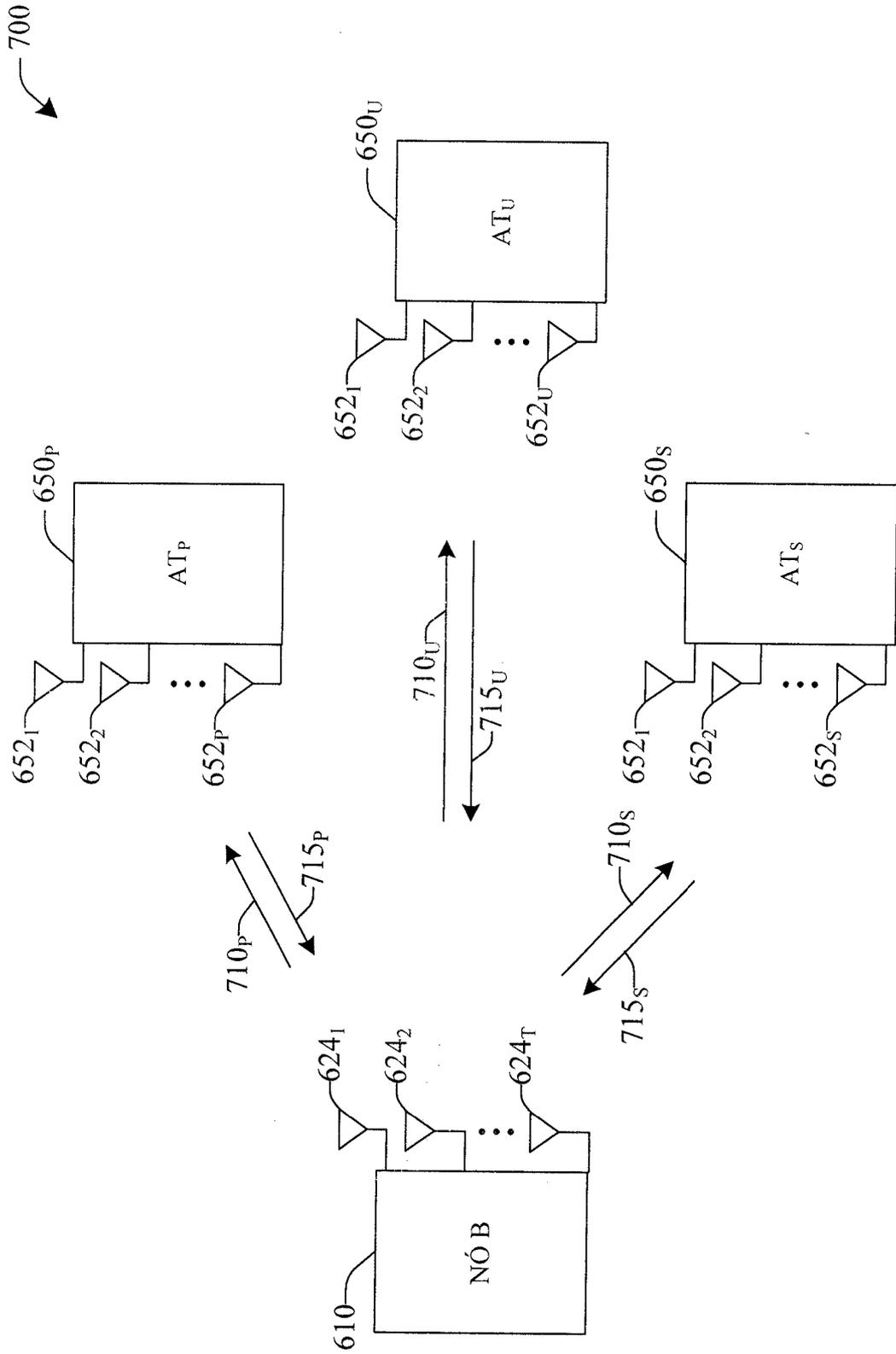


FIG. 7

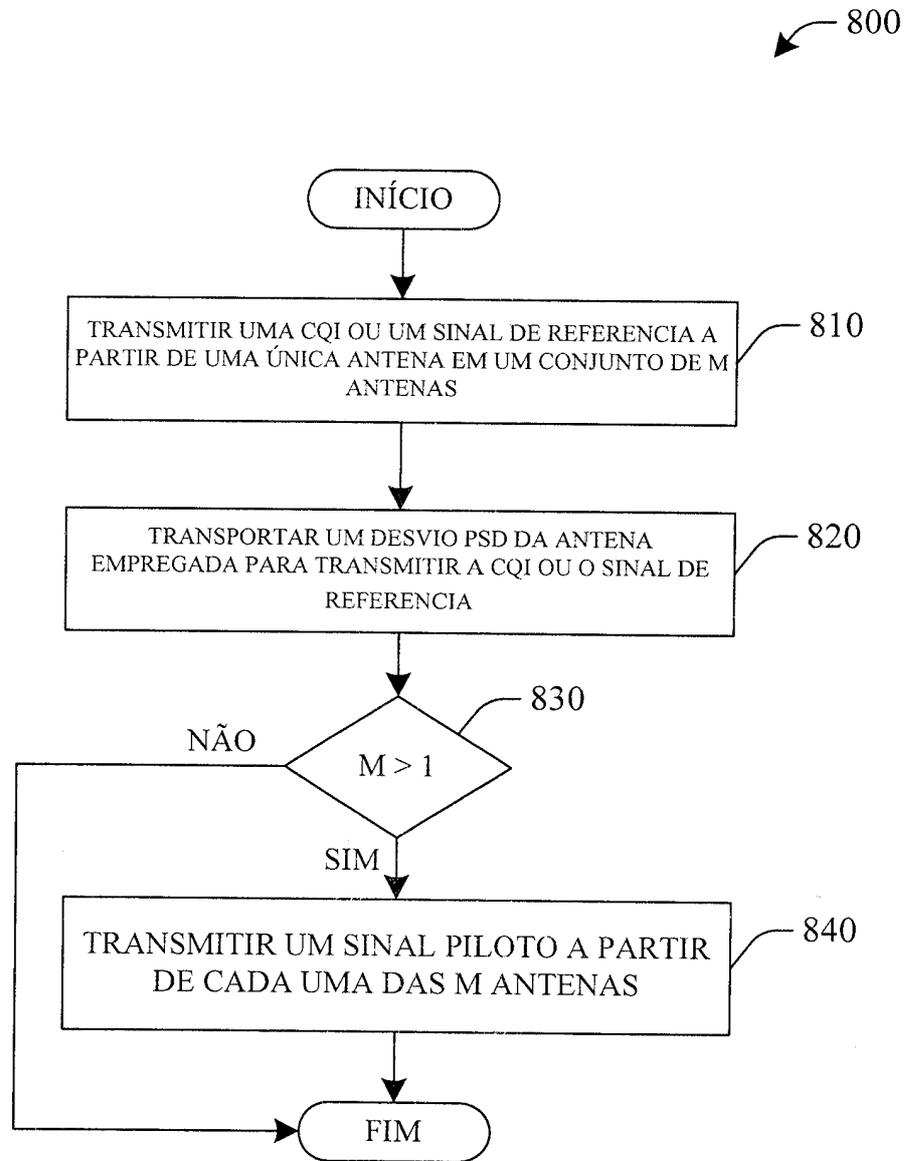


FIG. 8

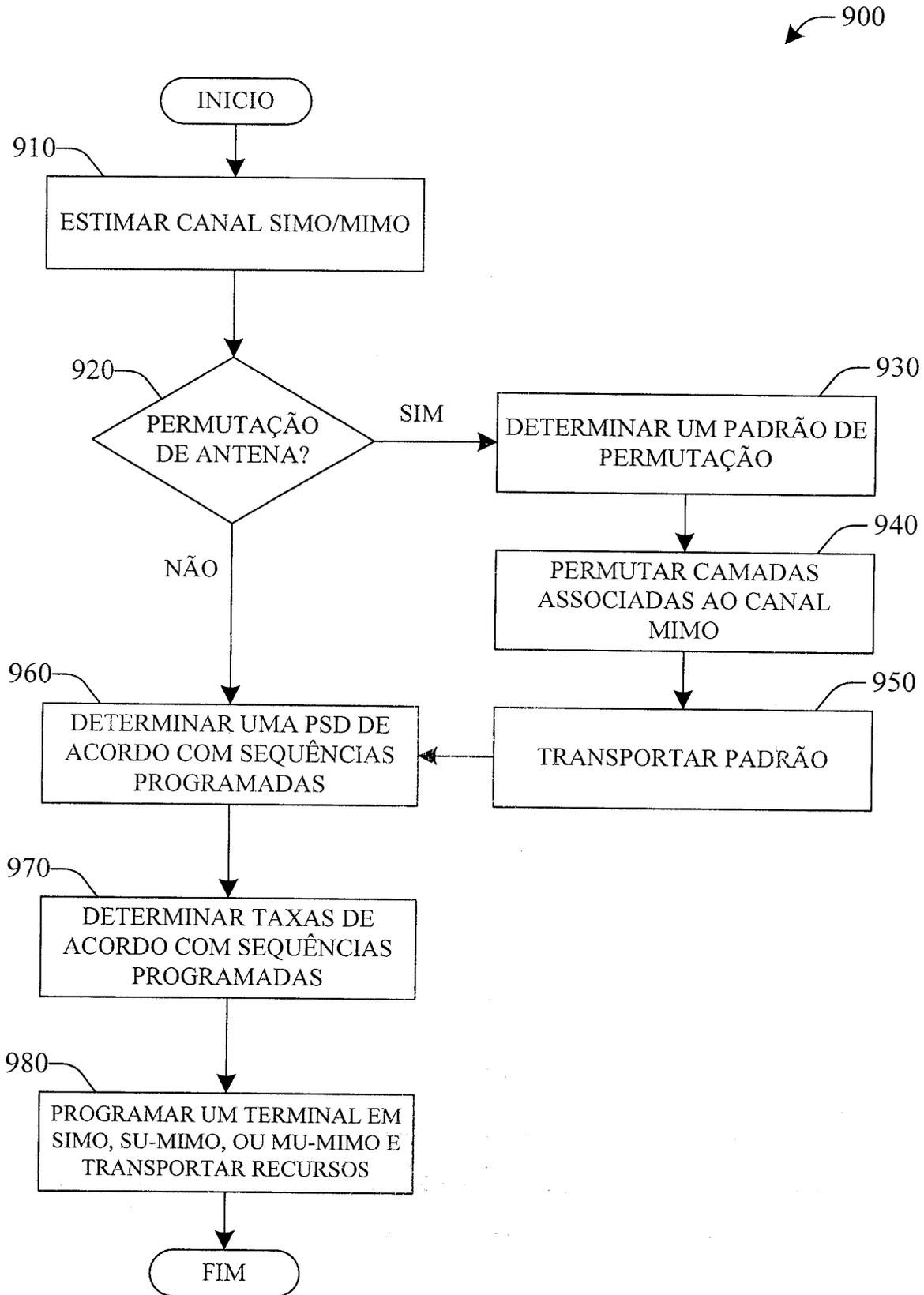


FIG. 9

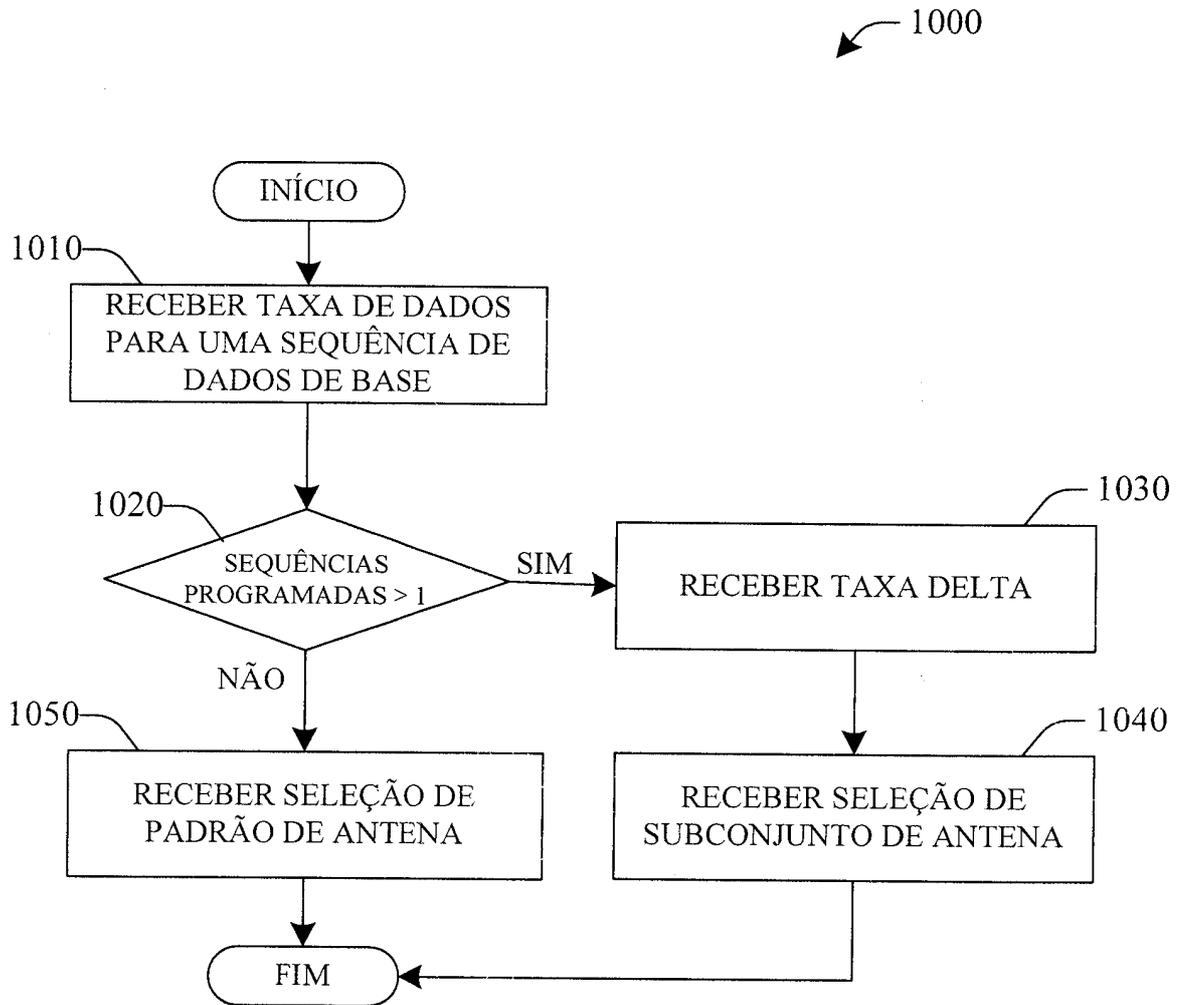


FIG. 10

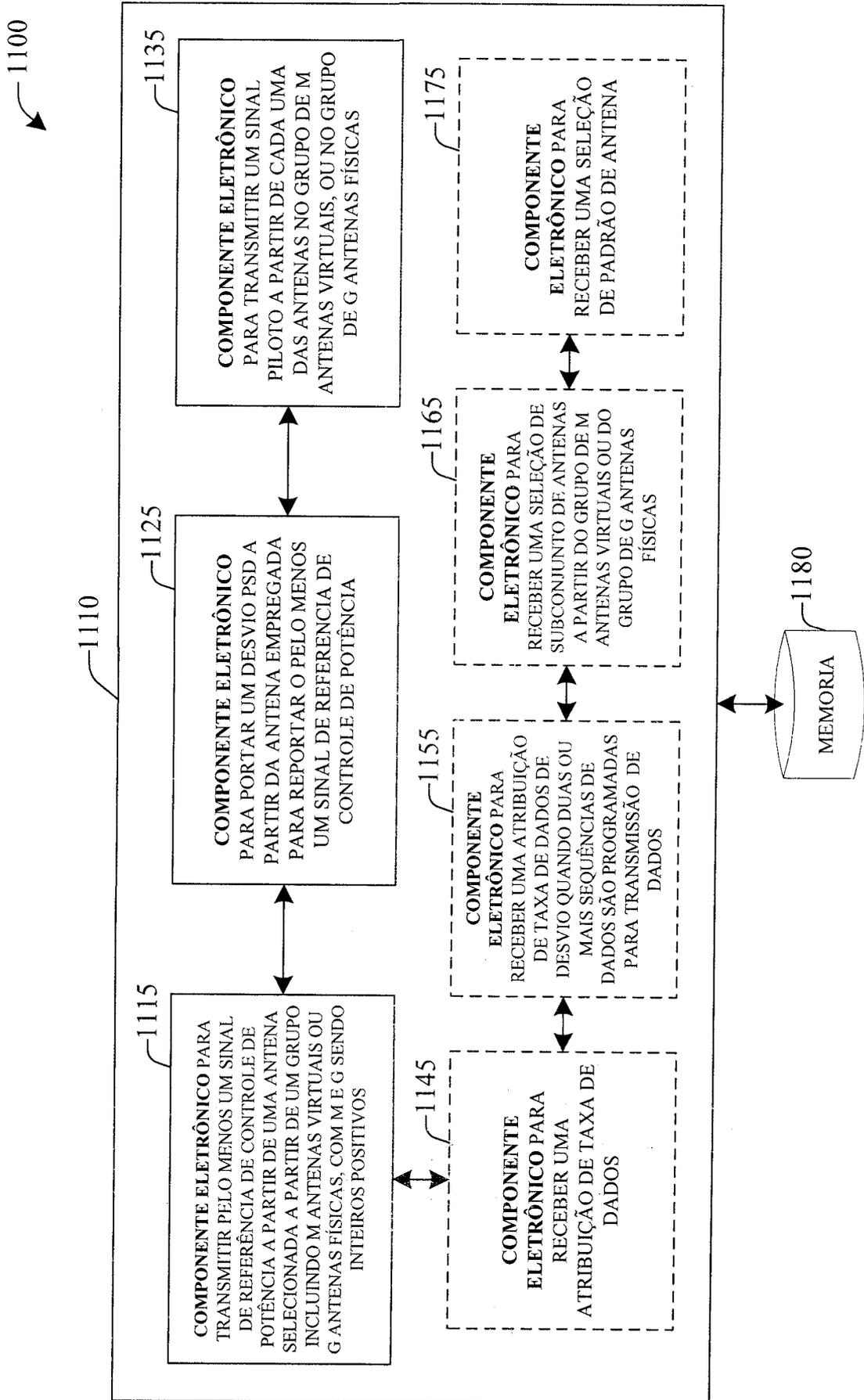


FIG. 11

1200

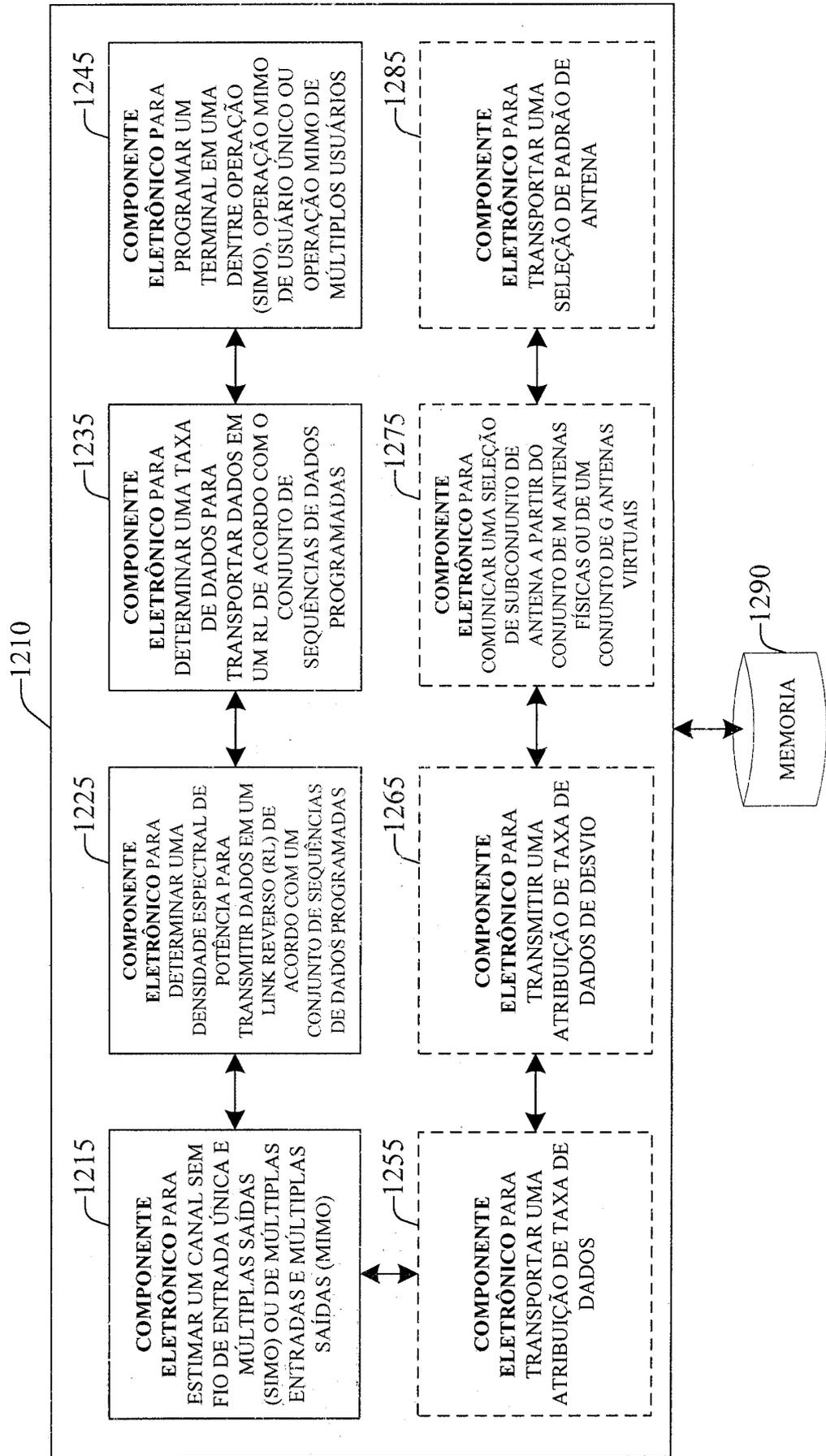


FIG. 12