



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

(11) PI 0912432-2 B1

(22) Data do Depósito: 08/05/2009

(45) Data de Concessão: 13/04/2021



(54) Título: MÉTODO PARA SELECIONAR E SISTEMA DE TRANSMISSÃO QUE SELECIONA UM MELHOR FEIXE DE TRANSMISSÃO A PARTIR DE UM NÓ DE ACESSO PARA UM RECEPTOR EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO E SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

(51) Int.Cl.: H04B 7/06; H04B 1/00; H04W 52/32.

(52) CPC: H04B 7/0408; H04B 7/0617; H04B 7/0632; H04B 7/0639; H04B 7/0695; (...).

(30) Prioridade Unionista: 09/05/2008 US 61/052,011.

(73) Titular(es): APPLE INC..

(72) Inventor(es): YI SONG; LAI KING TEE; JUN LI.

(86) Pedido PCT: PCT US2009002866 de 08/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/137092 de 12/11/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 08/11/2010

(57) Resumo: MÉTODO PARA SELECIONAR E SISTEMA DE TRANSMISSÃO QUE SELECIONA UM MELHOR FEIXE DE TRANSMISSÃO A PARTIR DE UM NÓ DE ACESSO PARA UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO. A presente invenção é um método e sistema para suportar um sistema de antena de formação de feixe em uma rede de comunicação de banda larga móvel com um padrão de feixe aperfeiçoado, padrão de varredura de feixe, desenho de canal piloto com regras de retorno e relatório, e desenho de sinalização de controle. Especificamente, o padrão de feixe aperfeiçoado inclui um método de suporte de comunicações sem fio em uma rede sem fio formando pelo menos dois feixes espaciais dentro de um segmento de célula onde os pelo menos dois feixes espaciais são associados com níveis diferentes de potência, e separadamente, onde pelo menos dois feixes espaciais podem ser movidos através do segmento de célula de acordo com um único padrão de varredura. O desenho de canal piloto aperfeiçoa o desempenho de largura de banda de rede e aperfeiçoa o rastreamento de mobilidade de usuário. As regras de retorno e relatório podem ser estabelecidas utilizando-se um designador de campo particular, CQI, na modalidade preferida.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "MÉTODO PARA SELECIONAR E SISTEMA DE TRANSMISSÃO QUE SELECIONA UM MELHOR FEIXE DE TRANSMISSÃO A PARTIR DE UM NÓ DE ACESSO PARA UM RECEPTOR EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO E SISTEMA DE COMUNICAÇÃO".

Dados do Pedido Relacionado

[001] Esse pedido está relacionado com o pedido de patente provisório No. 61/052.011, depositado em 9 de maio de 2008, e a prioridade é reivindicada para esse depósito anterior sob 35. U.S.C. § 119(e), e esse pedido está relacionado com o pedido PCT No. PCT/US2008/078913 depositado em 6 de outubro de 2008, e a prioridade é reivindicada para esse depósito anterior sob 35 U.S.C. § 120. O pedido de patente provisório e o pedido PCT anterior são incorporados por referência nesse pedido de patente de utilidade.

Campo Técnico da Invenção

[002] A presente invenção refere-se a suporte de formação de feixes espaciais dentro de um segmento de célula.

Antecedentes da Invenção

[003] Existe uma demanda crescente por operadoras sem fio móveis para fornecimento de serviços de voz e dados em alta velocidade, e, ao mesmo tempo, essas operadoras desejam suportar mais usuários por estação base para reduzir os custos gerais de rede e tornar os serviços acessíveis aos assinantes. Como resultado disso, os sistemas sem fio que permitem taxas de dados mais altas e maiores capacidades são necessários. O espectro disponível para serviços sem fio é limitado, no entanto, e as tentativas anteriores de se aumentar o tráfego dentro de uma largura de banda fixa aumentaram a interferência no sistema e degradaram a qualidade de sinal.

[004] As redes de comunicações sem fio são tipicamente divididas em células, com cada uma das células sendo dividida adicionalmente

em setores de célula. Uma estação base é fornecida em cada célula para permitir as comunicações sem fio com faz estações móveis localizadas dentro da célula. Um problema existe quando as antenas onidirecionais da técnica anterior são utilizadas na estação base visto que a transmissão/recepção de cada sinal de usuário se torna uma fonte de interferência para outros usuários localizados no mesmo local de célula na rede, tornando a interferência total do sistema limitada. Tal antena onidirecional é ilustrada na figura 1(a).

[005] Nesses sistemas de rede celular de antena onidirecional tradicionais, a estação base não tem informação sobre a posição das unidades móveis dentro da célula e irradia o sinal em todas as direções dentro da célula a fim de fornecer cobertura de rádio. Isso resulta em desperdício de energia em transmissões quando não existem unidades móveis a serem alcançadas, em adição a causar interferência para as células adjacentes utilizando a mesma frequência, as chamadas células de mesmo canal. Da mesma forma, na recepção, a antena recebe sinais provenientes de todas as direções incluindo ruído e interferência.

[006] Uma forma eficiente de se aumentar a eficiência de utilização da largura de banda e redução desse tipo de interferência é a utilização da tecnologia de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO) que suporta as múltiplas antenas no transmissor e receptor. Para um canal de difusão de múltiplas antenas, tal como downlink em uma rede celular, estratégias de transmissão/recepção têm sido desenvolvidas para maximizar o rendimento em downlink pela divisão da célula em múltiplos setores e utilização de antenas setorizadas para comunicar simultaneamente com múltiplos usuários. Tal tecnologia de antena setorizada oferece uma solução significativamente aperfeiçoada para reduzir os níveis de interferência e aperfeiçoar a capacidade do sistema.

[007] O sistema de antena setorizada é caracterizado por um transmissor centralizado (sítio/torre de célula) que comunica

simultaneamente com múltiplos receptores (equipamento de usuário, telefone celular, etc.) que são envolvidos na sessão de comunicação. Com essa tecnologia, cada sinal de usuário é transmitido e recebido pela estação base apenas na direção desse usuário em particular. Isso permite que o sistema reduza de forma significativa a interferência geral no sistema. Um sistema de antena setorizada, como ilustrado na figura 1(b), consiste de um conjunto de antenas que direcionam feixes de transmissão/recepção diferentes na direção de usuários localizados na área de cobertura do setor da célula.

[008] Para se aperfeiçoar o desempenho de um setor de célula setorizado, esquemas têm sido implementados utilizando sistemas de acesso múltiplo por domínio de frequência ortogonal (OFDMA), que também são chamados de sistemas de acesso múltiplo por divisão de espaço (SDMA). Nesses sistemas, as estações móveis podem se comunicar com a estação base utilizando um ou mais desses feixes espaciais. Esse método de direcionamento ortogonal das transmissões e recepção de sinais, chamado de formação de feixe, é possibilitado através do processamento de sinal avançado na estação base.

[009] Um esquema de formação de feixe é definido pela formação de múltiplos feixes espaciais dentro de um setor de célula para dividir o setor de célula nas diferentes áreas de cobertura. O padrão de radiação da estação base, tanto na transmissão quanto na recepção, é adaptado para cada usuário para obtenção do maior ganho na direção desse usuário. Pela utilização de tecnologia de antena setorizada e pela alavancagem de localização especial e características de canal das unidades móveis dentro da célula, as técnicas de comunicação chamadas de SDMA foram desenvolvidas para aperfeiçoar o desempenho. As técnicas SDMA criam essencialmente múltiplos tubos espaciais não correlacionados transmitindo simultaneamente através da formação de feixe e/ou pré-codificação, pelo qual é capaz de oferecer

um desempenho superior em múltiplos sistemas de comunicação de rádio de acesso.

[0010] Um tipo de esquema de formação de feixe é um esquema de formação de feixe adaptativo que direciona dinamicamente feixes na direção de um local de uma estação móvel. Tal esquema de formação de feixe adaptativo exige o rastreamento de mobilidade no qual os locais e as características espaciais das estações móveis são rastreados para fins de produção dos feixes adaptativos. Dependendo da localização e das características espaciais, o sinal de cada usuário é multiplicado por ponderações complexas que ajustam a magnitude e fase do sinal para e de cada antena. Isso causa a saída do conjunto de antenas setorializadas para formar um feixe de transmissão/recepção na direção desejada e minimiza a saída em outras direções, que pode ser observado graficamente na figura 2.

[0011] No entanto, o rastreamento de mobilidade e canal espacial da localização de usuário na célula de rede exigida por esses sistemas de antena de formação de feixe aumenta o overhead do sistema. Ademais, o rastreamento de mobilidade e canal espacial pode não ser possível ou prático com estações móveis movendo em velocidades relativamente altas. Existe uma necessidade de se suportar os sistemas de antena de formação de feixe setorializados em redes de comunicação de banda larga móvel, incluindo a solução de alguns dos problemas identificados acima.

[0012] Os vários componentes no sistema podem ser chamados por nomes diferentes dependendo da nomenclatura utilizada em qualquer configuração de rede particular ou sistema de comunicação. Por exemplo, "equipamento de usuário" engloba PCs em uma rede de cabo, além de outros tipos de equipamento acoplados pela conectividade sem fio diretamente para a rede celular como pode ser experimentado por várias marcas e modelos de terminais moveis ("telefones móveis")

possuindo várias características e funcionalidades, tal como acesso a Internet, correio eletrônico, serviços de envio de mensagens, e similares.

[0013] Adicionalmente, os termos "receptor" e "transmissor" podem ser referidos como "ponto de acesso" (AP), "estação base", e "usuário" dependendo de em qual direção a comunicação está sendo transmitida e recebida. Por exemplo, um ponto de acesso AP ou uma estação base (eNodeB ou eNB) é o transmissor e um usuário é o receptor para ambientes de downlink, ao passo que um ponto de acesso AP ou uma estação base (eNodeB ou eNB) é o receptor e um usuário é o transmissor para ambiente de uplink. Esses termos (tal como transmissor ou receptor) não devem ser definidos de forma restritiva, mas podem incluir várias unidades de comunicação móvel ou dispositivos de transmissão localizados na rede.

Sumário da Invenção

[0014] A presente invenção é um método e sistema para suportar um sistema de antena de formação de feixe em uma rede de comunicação de banda larga móvel com um padrão de feixe aperfeiçoado, padrão de varredura de feixe, desenho de canal piloto com retorno e reportando regras, e desenho de sinalização de controle. Especificamente, o padrão de feixe aperfeiçoado inclui um método de suporte de telecomunicações sem fio em uma rede sem fio formando pelo menos dois feixes espaciais dentro de um segmento de célula onde os pelo menos dois feixes espaciais são associados com diferentes níveis de energia, e separadamente, onde pelo menos dois feixes espaciais podem ser movidos através do segmento de célula de acordo com um padrão de varredura singular.

[0015] O desenho de sinalização de canal piloto aperfeiçoa o desempenho de largura de banda de rede e aperfeiçoa o rastreamento das características de canal de usuário, mobilidade e localização. As

regras de retorno e reporte podem ser estabelecidas utilizando um designador de campo particular, CQI, na modalidade preferida. Adicionalmente, um desenho de sinalização de controle é proposto na presente invenção para aperfeiçoar o desempenho de largura de banda de rede e aperfeiçoar o rastreamento das características de canal de usuário, mobilidade, e localização, que utiliza o sinal de controle de link de avanço (downlink), FL, na modalidade preferida. Os desenhos de canal piloto e sinalização de controle auxiliam o sistema na análise de qual feixe de transmissão direcional é mais bem adequado para a transmissão para o equipamento de usuário ou quando o feixe de transmissão direcional deve ser ativado. A presente invenção soluciona os problemas associados com o rastreamento das características de canal espacial de equipamento de usuário, mobilidade ou localização, aperfeiçoa a largura de banda e o desempenho de cobertura da rede e reduz as transmissões de overhead da rede.

Breve Descrição dos Desenhos

[0016] Os objetivos e características da invenção se tornarão mais prontamente compreendidos a partir da descrição detalhada a seguir e das concretizações em anexo quando lidos em conjunto com os desenhos em anexo nos quais referências numéricas similares representam elementos similares e nos quais:

[0017] A figura 1 é uma ilustração gráfica de uma antena onidirecional e uma antena setorizada (b);

[0018] A figura 2 é uma ilustração gráfica de um feixe de transmissão setorizada ponderada direcionado para o usuário desejado;

[0019] A figura 3 ilustra uma célula ilustrativa que é associada com uma estação base que é capaz de formar feixes espaciais possuindo diferentes níveis de potência que são movidos de acordo com um padrão de varredura, de acordo com uma modalidade preferida;

[0020] A figura 4 ilustra feixes espaciais associados com diferentes

posições de feixe que são formados dentro de um setor de célula, de acordo com uma modalidade preferida;

[0021] As figuras 5a a 5f ilustram padrões de varredura dos feixes espaciais, de acordo com uma modalidade;

[0022] As figuras 6 e 7 ilustram diferentes configurações de feixe, de acordo com algumas modalidades preferidas;

[0023] A figura 8 ilustra feixes espaciais formados em diferentes setores de célula, de acordo com uma modalidade preferida;

[0024] A figura 9 é uma vista dianteira de uma estrutura de antena de uma estação base que possui dois painéis de antena, onde cada painel de antena possui elementos de antena capazes de formar feixes espaciais de acordo com algumas modalidades preferidas;

[0025] A figura 10 é uma vista lateral da estrutura de antena da figura 9;

[0026] A figura 11 ilustra uma primeira configuração de feixes espaciais gerados em duas células diferentes, de acordo com uma modalidade;

[0027] A figura 12 ilustra uma segunda configuração de feixes espaciais gerados em duas células, de acordo com outra modalidade;

[0028] A figura 13 e a figura 14 ilustram técnicas diferentes de comunicação de controle e sinalização de dados, de acordo com algumas modalidades preferidas;

[0029] As figuras 15 e 16 ilustram estruturas para comunicação de dados, de acordo com algumas modalidades preferidas;

[0030] A figura 17 é um diagrama em bloco de componentes ilustrativos de uma estação base e estação móvel; e

[0031] A figura 18 é um diagrama ilustrando os quadros PHY e o sinal de canal indicador de piloto.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas

[0032] Na figura 1(a), a arquitetura de transmissão geral 100 de

uma antena onidirecional 105 que transmite radialmente para fora igualmente em várias direções ilustradas pelas setas 125, 115, 135 e 140. O perímetro de área de cobertura é ilustrado pela área 120 para a arquitetura de transmissão 100. Eficiências aperfeiçoadas foram alcançadas pela utilização da arquitetura de antena setorizada 141 ilustrada na figura 1(b).

[0033] Múltiplas antenas 145, 147 e 148 são ilustradas na arquitetura 140, onde cada antena é direcionada para uma região diferente da rede celular ilustrada pela transmissão direcional 175 para área de cobertura 150, transmissão 190 para a área de cobertura 157, e transmissão direcional 180 para a área de cobertura 155. Nesse contexto, é possível que a capacidade do sistema seja aperfeiçoada pela arquitetura setorizada.

[0034] Pela variação da intensidade de vários sinais de transmissão, eficiências adicionais e interferências reduzidas podem ser alcançadas como ilustrado na figura 2 para a arquitetura setorizada 200. Múltiplas antenas 215, 220, 227 e 230 direcionam transmissões (ou receber transmissões) na arquitetura de antena setorizada 200. Um feixe de antena direcional 235 é formado pelo aumento da intensidade desse sinal a partir do elemento de antena 230. O usuário desejado 205 é ilustrado recebendo uma transmissão desejada 245 em uma área de cobertura de alta intensidade de sinal 235, que é um feixe mais energizado que deve ser direcionado para esse usuário 205. Um usuário de interferência 210 é ilustrado com sinal de transmissão de menor intensidade 240, que reduz a interferência encontrada no sistema relacionado com esse usuário 210.

[0035] De acordo com algumas modalidades preferidas, uma técnica de acesso múltiplo por tempo e espaço "oportunistica" (OSTMA) é fornecida para uso em redes de comunicações sem fio. A técnica OSTMA permite a formação de múltiplos feixes espaciais em um

segmento de célula (célula ou setor de celular), onde pelo menos alguns dos múltiplos feixes espaciais do segmento de célula são associados com diferentes níveis de potência para fornecer áreas de cobertura diferentes dentro do segmento de célula. Um feixe espacial (ou mais simplesmente "feixe") se refere a uma região de cobertura geograficamente distinta dentro de um segmento de célula na qual a comunicação sem fio entre uma estação base e estações móveis pode ser realizada.

[0036] Adicionalmente, a técnica OSTMA define um padrão de varredura para os feixes dentro de um segmento de célula, onde o padrão de varredura pode ser um padrão de varredura fixo ou um padrão de varredura dinâmico. Um "padrão de varredura" se refere a uma forma na qual os feixes dentro de um segmento de célula são movidos, com o tempo, entre posições de feixe no segmento de célula. Um padrão de varredura fixo significa que os feixes são movidos entre as posições de feixe de acordo com uma sequência predeterminada. Um padrão de varredura dinâmico significa que os feixes podem ser movidos entre as posições de feixe em sequências possivelmente diferentes, dependendo de um ou mais critérios. De acordo com as modalidades preferidas, as posições de feixe através das quais os feixes são móveis são posições de feixe fixas — dessa forma, apesar de os feixes espaciais serem móveis dentro do segmento de célula, as posições às quais tais feixes são movidos permanecem fixas por uma determinada duração de tempo. É possível também se reconfigurar as posições de feixe dentro do sistema (por exemplo, mudar 2 feixes para 4 feixes, ou 8 feixes, etc.).

[0037] Para algumas modalidades preferidas, o esquema OSTMA é fornecido para o link sem fio de avanço a partir da estação base para estações móveis. Em modalidades alternativas, o esquema OSTMA também pode ser utilizado para o link sem fio reverso a partir da estação

móvel para a estação base. A conexão de comunicação na qual o fluxo de dados da estação base para a estação móvel é chamada de link de avanço (FL). Da mesma forma, a conexão de comunicação na qual o fluxo de dados da estação móvel para a estação base é chamado de link reverso (RL). As condições de comunicação nem sempre são iguais para ambos FL e RL. Por exemplo, uma estação móvel pode estar se comunicando com uma estação base servidora que possui um tráfego RL altamente congestionado, mas um fluxo de FL relativamente aberto. A estação móvel pode precisar ajustar suas conexões RL visto que para se permanecer com a mesma estação base para ambos FL e RL (se uma conexão RL mais aberta estiver disponível a partir de outra estação base) pode não ser o melhor uso de recursos de comunicação.

[0038] Em um exemplo, como apresentado na figura 3, uma célula 300 possui três setores 300a, 300b, e 300c. Dentro do setor 300a, uma estação base 302 possui uma estrutura de antena que forma múltiplos feixes espaciais, incluindo um feixe de alta potência 304 e um feixe de baixa potência 306. Um "feixe de alta potência" se refere a um feixe no qual as comunicações sem fio são realizadas em uma potência de transmissão elevada, ao passo que um "feixe de baixa potência" se refere a um feixe no qual as comunicações sem fio são realizadas em uma potência de transmissão menor do que a potência de transmissão elevada.

[0039] Na figura 3, a área de cobertura dentro da borda interna 308 é referida como uma "região de célula interna", e a área em formato de anel entre a região de célula interna e a borda externa da célula 300 é referida como uma "região de célula externa". Note-se que o feixe de alta potência 304 é capaz de fornecer uma área de cobertura da estrutura de antena 302 para uma borda da célula 300. Por outro lado, os feixes de baixa potência 306 podem fornecer cobertura até uma borda interna 308, onde a borda interna tem um raio que é menor do

que um raio associado com a borda externa da célula 300.

[0040] O feixe de potência alta 304 fornece cobertura para as estações móveis localizadas em ambas as regiões de célula interna e externa, ao passo que os feixes de potência baixa 306 são utilizados para fornecer cobertura para estações móveis localizadas dentro da região de célula interna (mas, não a região de célula externa). Os feixes de potência baixa podem operar em níveis de potência substancialmente similares, ou níveis de potência diferentes, em cada caso, uma potência de transmissão que é inferior ao nível de potência alta. Apesar de apenas um feixe de potência alta 304 ser apresentado, é notado que múltiplos feixes de potência alta 304 podem ser utilizados nas modalidades preferidas alternativas.

[0041] Na presente invenção, o padrão de feixe de feixes de alta potência e baixa potência transmitidos a partir da estação base (nó de acesso) se aplica ao link de avanço, mas pode ser adaptado para se aplicar ao link reverso também. O feixe de alta potência serve os usuários na borda do sítio da célula, ao passo que os feixes de baixa potência servem os usuários no centro do sítio da célula. Um preâmbulo de "superquadro" pode ser utilizado em conjunto com a presente invenção e transmitido de forma onidirecional no setor.

[0042] O emprego de feixes de baixa potência 306 permite menos interferência das transmissões em cada um dos setores de célula 300a, 300b e 300c. Isso em contraste com as técnicas convencionais nas quais os múltiplos feixes formados dentro de um setor de célula possuem um nível de potência fixo, onde o nível de potência fixo é alto o suficiente de modo que o feixe possa cobrir todo o caminho até a borda do setor de célula. Como resultado disso, pelo emprego de múltiplos feixes todos com um nível de potência relativamente alto, a interferência criada em células adjacentes é aumentada. Em contraste, a utilização da técnica OSTMA de acordo com as modalidades preferidas nas quais

alguns dos feixes de um setor de célula são de potência mais baixa do que outros feixes no setor de célula, a interferência reduzida é alcançada.

[0043] Apesar de referência ser feita ao fornecimento de feixes espaciais em um setor de célula nessa descrição, deve-se notar que técnicas similares podem ser fornecidas para todas as células. De acordo com algumas modalidades preferidas, visto que nem todos os feixes espaciais dentro do setor de célula podem fornecer cobertura para as estações móveis dentro da região de célula externa, o feixe de potência alta 304 pode ser movido para diferentes posições de feixe para fornecer cobertura para diferentes estações móveis localizadas em diferentes locais na região de célula externa.

[0044] Os feixes dentro de um setor de célula ou célula podem ser feixes não sobrepostos (tal como apresentado na figura 6). Ou feixes sobrepostos (tal como apresentados na figura 7). Em algumas implementações, os feixes são considerados não sobrepostos se o seguinte for verdadeiro: se a largura de feixe de 3 dB (decibéis) for x_0 , então os feixes são separados por cerca de cada x_0 , como apresentado na figura 6. Os feixes são considerados sobrepostos se a condição a seguir for verdadeira: se a largura de banda 3dB• for x , os feixes são separados por menos que alguma fração pré-definida (por exemplo, $\frac{1}{2}$) de x . A figura 7 ilustra um exemplo no qual feixes adjacentes são separados pela separação $x/2$.

[0045] A figura 4 ilustra um exemplo no qual seis possíveis posições de feixe são fornecidas. No exemplo da figura 4, o feixe de alta potência 404 é fornecida na posição de feixe 1, ao passo que os feixes de baixa potência 406 são fornecidos nas posições de feixe 2-6. As posições de feixe 1-6 são as posições de feixe fixas através das quais os feixes de potência baixa e alta 404, 406 podem ser varridos.

[0046] A varredura dos feixes entre as seis posições de feixe

ilustrativas da figura 4 é apresentada nas figuras 5a a 5f. As figuras 5a a 5f ilustram duas estações móveis rotuladas AT1 e AT2. A estação móvel AT1 é localizada na região de célula externa e, dessa forma, dentro do alcance do feixe de alta potência 404, mas não os feixes de baixa potência 406. Por outro lado, a estação móvel AT2 está localizada dentro da região de célula interna e, dessa forma, está dentro da área de cobertura dos feixes de baixa potência 406. No intervalo de tempo 1 (figura 5a), o feixe de alta potência no exemplo apresentado nas figuras 5a a 5f é localizado na posição de feixe 1. Os feixes de baixa potência 406 são localizados nas posições de feixe 2-6.

[0047] No intervalo de tempo 2 (figura 5b), o feixe de alta potência 404 moveu para a posição de feixe 2, e um feixe de potência baixa 406 está agora na posição de feixe 1. Note-se que na figura 5b, a estação móvel AT1 está fora da região de cobertura do feixe de baixa potência 406 na posição de feixe 1. No intervalo de tempo 3 na figura 5c, o feixe de alta potência 404 moveu para a posição de feixe 3, com um feixe de baixa potência substituindo o feixe de alta potência na posição de feixe 2. O movimento do feixe de alta potência 404 e os feixes de baixa potência 406 continua em cada um dos intervalos de tempo sucessivos 4, 5 e 6 (figuras 5d, 5e e 5f, respectivamente).

[0048] Os seis intervalos de tempo juntos criam um período de varredura. Dentro de um período de varredura, o feixe de alta potência 404 é móvel para cobrir todas as posições de feixe possíveis. Mais geralmente, dentro de cada período de varredura, qualquer feixe determinado é móvel para cobrir todas as possíveis posições de feixe. O padrão de varredura então se repete para o próximo período de feixe, com o feixe de alta potência 404 retornando para a posição de feixe 1 no intervalo de tempo 7 e continuando no intervalo de tempo 1 como o próximo intervalo para a posição de feixe 1. O padrão de varredura apresentado nas figuras 5a a 5f é um exemplo de um padrão fixo (ou

determinístico) no qual cada feixe gira por uma posição de feixe com cada intervalo de tempo. Em uma modalidade diferente, outros padrões podem ser utilizados, incluindo outros tipos de padrões determinísticos ou até mesmo padrões aleatórios. O feixe de alta potência também pode ser escalonado com base na densidade de usuário de borda de célula em cada padrão de feixe.

[0049] Em uma modalidade alternativa, quatro feixes podem ser utilizados ao invés de seis feixes, com um feixe sendo um feixe de alta potência 404 e os três feixes restantes sendo os feixes de baixa potência 406. Uma estrutura HARQ de 8 interfaces seria utilizada nessa modalidade. O padrão de varredura de feixe nessa modalidade começaria com o feixe de alta potência 404 na posição 1, e os feixes de baixa potência nas posições 2, 3 e 4 no intervalo de tempo 1. No intervalo de tempo 2, o feixe de alta potência 406 mudaria para a posição 2, com os feixes de baixa potência estando na posição 1, 3 e 4. No intervalo de tempo 3, o feixe de alta potência 406 mudaria para a posição 3, com os feixes de baixa potência estando na posição 1, 2 e 4. No intervalo de tempo 4, o feixe de alta potência 406 mudaria para a posição 4, com os feixes de baixa potência estando na posição 1, 2 e 3. Depois do intervalo de tempo 5, o padrão de feixe repetiria a posição de feixe 1 para o feixe de alta potência 406, com os feixes de baixa potência nas posições 2, 3 e 4. O padrão de feixe seria repetiria então a sequência varrendo através do setor de célula nesse padrão de feixe fixo.

[0050] Em uma modalidade alternativa, três feixes podem ser utilizados ao invés de quatro ou seis feixes, com um feixe sendo um feixe de potência alta 404 e os dois feixes restantes sendo feixes de potência baixa 406. Uma estrutura HARQ de seis interfaces seria utilizada nessa modalidade. O padrão de varredura de feixe nessa modalidade começaria com o feixe de alta potência 404 na posição 1, e

os feixes de baixa potência nas posições 2 e 3 no intervalo de tempo 1. No intervalo de tempo 2, o feixe de alta potência 406 mudaria para a posição 2, com os feixes de baixa potência na posição 1 e 3. No intervalo de tempo 3, o feixe de alta potência 406 mudaria para a posição 3, com os feixes de baixa potência estando na posição 1 e 2. No intervalo de tempo 4, o padrão de feixe repetiria a posição de feixe 1 para o feixe de alta potência 406, com os feixes de baixa potência nas posições 2 e 3. O padrão de feixe repetiria então a varredura de sequência através do setor de célula nesse padrão de feixe fixo.

[0051] Nas modalidades alternativas, ao invés da utilização de um padrão de varredura fixo, um padrão de varredura dinâmico pode ser empregado. Com o padrão de varredura dinâmico, o movimento dos feixes através das posições de feixe de um setor de célula pode ser dinamicamente baseado em um ou mais dos seguintes critérios: presença de estações móveis dentro de uma região geográfica de um setor de célula, condições de canal (por exemplo, condições dos links sem fio), exigências de qualidade de serviço (QoS) dos aplicativos envolvidos nas comunicações sem fio, carregamento dos canais, e assim por diante.

[0052] Por exemplo, dependendo de um ou mais critérios, ao invés de fazer com que o feixe de alta potência 404 varra da forma determinística apresentada nas figuras 5a a 5f, um escalonador associado com uma estação base pode especificar que o feixe de alta potência permaneça em uma posição de feixe em particular por mais de um intervalo de tempo. Além disso, o escalonador pode especificar que ao invés de o feixe de alta potência 404 mover progressivamente para a próxima posição de feixe com cada intervalo de tempo, o feixe de alta potência pode, ao invés disso, ser movido para outra posição de feixe alvo várias posições de distância. Os casos nos quais pode ser desejável se mover o feixe de alta potência dessa forma incluem casos

nos quais o escalonador pode ter detectado que as estações móveis na posição de feixe alvo podem exigir serviço (por exemplo, tais estações móveis podem ter exigências de QoS maiores que indicariam que prioridade deve ser dada ao serviço de tais estações móveis através de outras estações móveis com menores exigências de QoS).

[0053] Em algumas modalidades, note-se que cada feixe pode ter seu próprio padrão de varredura e duração de feixe. A estação base pode coordenar os múltiplos padrões de varredura e durações de feixe de múltiplos feixes dentro de uma célula ou setor de célula. O padrão de varredura dos feixes fornece a variação espacial dos feixes. Em adição ao fornecimento de variação espacial, algumas modalidades preferidas também permite a variação com base em tempo, que é definida pela duração de feixe (a quantidade de tempo que um feixe permanece em uma posição de feixe em particular). Geralmente, o desenho de feixe de acordo com as modalidades preferidas é especificado por seu padrão de varredura e duração de feixe de um feixe. O padrão de feixe (fixo ou dinâmico) é especificado por uma sequência de posições de feixe à medida que o tempo evolui. A duração de feixe também pode ser fixa ou dinâmica.

[0054] Diferentes células ou setores de célula podem utilizar diferentes conjuntos de posições de feixe fixo, além de diferentes números de feixes que são ligados simultaneamente. O padrão de varredura e/ou as durações de feixe também podem diferir nas células diferentes ou setores de célula diferentes. As modalidades de padrão de varredura de feixe (seis, quatro ou três feixes, padrões de varredura fixos ou dinâmicos, etc.) se referem a setores únicos no local de sítio de célula. Outros setores podem utilizar varreduras de padrão de feixe similares ou feixes de alta ou baixa potência para comunicar com o equipamento de usuário localizado em outros setores. O sistema, no entanto, deve considerar os padrões de feixe e os sistemas

sincronizados dos setores vizinhos para evitar colisões de feixe de alta potência que podem resultar se esses padrões de feixe não forem coordenados entre os diferentes setores no local de sítio de célula. Como tal, a coordenação entre múltiplas estações base seria desejável para reduzir a interferência intercelular/intersetorial e suportar MIMO com base em rede (que se refere à capacidade de um transmissor que possui múltiplas antenas em enviar múltiplas informações simultaneamente para recebimento por múltiplas antenas de um receptor).

[0055] Em algumas modalidades, quatro possíveis configurações podem estar disponíveis: (1) configuração 1 (padrão de varredura estática e duração de feixe estático); (2) configuração 2 (padrão de varredura dinâmica e duração de feixe dinâmico); (3) configuração 3 (padrão de varredura dinâmica e duração de feixe estático); e (4) configuração 4 (padrão de varredura estática e duração de feixe dinâmico).

[0056] Com a configuração 1, onde um padrão de varredura estática (fixo) com duração de feixe estática (fixa) são utilizados, um possível benefício é que menos overhead de controle e retorno seriam necessários. Por exemplo, com um padrão de varredura fixo e duração de feixe fixo, o intervalo de tempo dentro de um período de varredura pode ser implicitamente utilizado como um identificador de feixe e a estação móvel não precisa fornecer qualquer retorno referente ao identificador de feixe. A estação móvel também pode rodar algoritmos de previsão, tal como ouvir o link de avanço apenas quando a estação móvel espera que o feixe varra para sua localização, isso é, (recepção descontínua (DRX)). A transmissão descontínua (DTX) pode ser realizada se não houver estação móvel dentro de uma área de cobertura particular de um feixe. DTX se refere a gating aplicado a um transmissor para desligar uma transmissão.

[0057] A sequência de posições de feixe que descrevem o padrão de varredura pode ser sequencial, pseudorandômica, ou codificada em termos de posições de feixe. No exemplo no qual existem cinco feixes por setor de célula, um exemplo de um padrão de varredura sequencial é como se segue: {1, 2, 3, 4, 5, 1, 2, 3, 4, 5,...}. O que isso significa é que um feixe em particular passa para a posição de feixe 1 em um primeiro intervalo de tempo, posição 2 em um segundo intervalo de tempo, posição 3 em um terceiro intervalo de tempo, posição 4 em um quarto intervalo de tempo, posição 5 em um quinto intervalo de tempo, de volta para a posição 1 novamente no sexto intervalo de tempo, e assim por diante.

[0058] Um exemplo de um padrão de varredura pseudorandômico é como se segue: {2, 5, 3, 1, 4, 2, 5, 3, 1, 4,...}. Note-se que a diferença entre o padrão de varredura pseudorandômico e a sequência de varredura não progride da posição 1 para a posição 2, para a posição 3, para a posição 4, para a posição 5, mas, ao invés disso, a varredura de um feixe particular é randomizada. No exemplo acima, uma posição de feixe começa na posição 2 em um primeiro intervalo de tempo, prossegue para a posição 5 em um segundo intervalo de tempo, prossegue para a posição 3 em um terceiro intervalo de tempo, prossegue para a posição 1 em um quarto intervalo de tempo, e prossegue para a posição 4 em um quinto intervalo de tempo. Essa sequência é repetida novamente no próximo período de varredura. Dessa forma, de período de varredura para período de varredura, o padrão de varredura pseudorandômico repete a mesma ordem das posições padrão.

[0059] Um padrão de varredura codificado refere-se a um padrão de varredura que depende de em que setor de célula os feixes estão localizados. Diferentes setores de célula (associados com códigos diferentes) utilizam padrões de varredura diferentes. A figura 8 ilustra

um exemplo que possui múltiplas células 800, 802, 804, 806, com cada célula possuindo três setores de célula. No exemplo da figura 8, é considerado que existam três feixes por setor de célula. As posições de feixe são numeradas sequencialmente de 1 a 3 em uma direção anti-horária. O padrão de varredura de um setor de célula na célula 806 pode ser: {1, 2, 3, 1, 2, 3,...}; O padrão de varredura de um setor de célula de cada uma das células 800 e 804 pode ser {2, 3, 1, 2, 3, 1,...}, e o padrão de varredura em cada setor de célula da célula 802 pode ser {3, 1, 2, 3, 1, 2,...}. Os diferentes padrões de varredura utilizados nas diferentes células são projetados para reduzir a interferência intercelular (interferência entre feixes localizados em células diferentes).

[0060] Na configuração 2, onde o padrão de varredura dinâmica e a duração de tempo dinâmica são utilizados, a formação de feixe flexível sob demanda pode ser fornecida. Por exemplo, um feixe pode ser formado com base na presença da estação móvel em uma área de cobertura de um feixe, com base na condição de canal, com base na QoS, e com base no suporte de esquemas de transmissão especiais, tal como MIMO com base em rede. No entanto, apesar de a flexibilidade ser melhorada, a complexidade do escalonador de estação base e mecanismo de retorno também é aumentada para suportar tais padrões e durações de formação de feixe. Para permitir o padrão de varredura dinâmica e a duração de feixe dinâmico, mensagens pré-flash (discutidas adicionalmente abaixo) podem ser enviadas pela estação base para permitir que as estações móveis reportem as medições de volta para a estação base.

[0061] As outras configurações que podem ser empregadas incluem a configuração 3, que utiliza padrão de varredura dinâmica e duração de feixe estática, e a configuração 4, que utiliza o padrão de varredura estática e a duração de feixe dinâmico. Mais geralmente, a variação dinâmica de uma ou mais características (por exemplo, padrão

de varredura 1, 5 e/ou duração de feixe) pode ser baseada em um ou mais dentre os seguintes critérios: presença de estações móveis dentro de uma região geográfica particular, condições de canal (por exemplo, condições de links sem fio), exigências de QoS dos aplicativos envolvidos nas comunicações sem fio, carregamento de canais, e assim por diante. Outra característica dos feixes que pode ser variada (com base em um ou mais dos critérios listados acima) é o ciclo de tarefa de feixe, que especifica a quantidade de tempo pela qual um feixe é ativado, ou ligado, dentro da duração de feixe. O ciclo de tarefa de um feixe se refere à razão de tempo durante o qual um feixe é ativado (ou "ligado") X a quantidade de tempo em que um feixe é desativado (ou "desligado") para uma posição de feixe determinada e durante um intervalo de tempo determinado. Por exemplo, o ciclo de tarefa de um feixe em particular na posição de feixe 1 pode ser de 70%, o que significa que o feixe estará ativado (ou "ligado") durante 70% do intervalo de tempo e desativado (ou "desligado") durante 30% do intervalo de tempo. A capacidade de variar o ciclo de tarefa de um feixe com base no escalonamento precisa permitir níveis de interferência menores visto que os feixes que não são mais necessários podem ser desligados temporariamente ou por períodos de tempo maiores.

[0062] De acordo com alguma modalidade preferida, as estações base podem realizar o "pré-flash" para permitir o ajuste dinâmico de uma ou mais características (por exemplo, padrão de varredura, duração de feixe, ciclo de tarefa de feixe, etc.). Por exemplo, quando um padrão de varredura dinâmica é utilizado, um feixe de alta potência pode ser localizado em uma posição de feixe particular por um período de tempo relativamente estendido. Essa situação pode impedir que outras estações móveis na região de célula externa de outras posições de feixe sejam capazes de se comunicar com a estação base por um período de tempo relativamente estendido.

[0063] Para se solucionar esse problema, pré-flashing pode ser utilizado, onde pré-flashing se refere a um procedimento no qual uma estação base emite uma rajada piloto curta (ou rajada de outra mensagem) para uma direção particular. As estações móveis na área de cobertura correspondendo à direção particular podem então realizar as medições da mensagem pré-flash e fornecer relatórios de volta para a estação base referentes às medições. Em um exemplo, uma estação móvel pode reportar uma indicação de qualidade de canal sem fio, tal como na forma de uma indicação de qualidade de canal (CQI). A estação base pode realizar pré-flashes em todas as direções de um setor de célula em particular. Utilizando-se os relatórios de medição das estações móveis, a estação base pode realizar o escalonamento como discutido acima pelo ajuste dinâmico da duração de feixe, ciclo de tarefa e escalonamento de feixe.

[0064] Note-se que os pré-flashes emitidos pela estação base e as transmissões de tráfego reais podem ser multiplexadas por tempo com periodicidades diferentes (o que significa que os períodos durante os quais pré-flashes são transmitidos podem ser ajustados com relação aos períodos nos quais o tráfego é transmitido). Por exemplo, pré-flashes podem ser emitidos no meio de um download de dados longo para uma estação móvel em particular, com os pré-flashes realizados de forma multiplexada em tempo com o download de dados para a estação móvel particular.

[0065] De acordo com algumas modalidades, como apresentado na figura 9, uma estrutura de antena 900 (que é parte de uma estação base, tal como a estação base 302 na figura 3), pode ser fornecida com múltiplos conjuntos de antena, incluindo um conjunto de antena superior 902 montado em um suporte de antena 906, e um conjunto de antena inferior 904 montado no suporte de antena. Na implementação apresentada na figura 9, cada um dos conjuntos de antena 902 e 904 é

um painel de antena. O conjunto de antena 904 é posicionado abaixo (na direção vertical) do conjunto de antena superior 902.

[0066] O conjunto de antena 902 inclui múltiplos elementos de antena 908. O conjunto de antena inferior 904 inclui múltiplos elementos de antena 910. Os elementos de antena 908 e 910 podem cooperar para formar os feixes dentro de um setor de célula que é servido pela estrutura de antena 900.

[0067] Uma vista lateral da estrutura de antena 900 é apresentada na figura 10. Note-se que o painel de antena inferior 904 é angulado com relação ao eixo geométrico vertical do suporte 906, de modo que a face de avanço 912 (na qual os elementos de antena 910 são montados) esteja voltada ligeiramente para baixo (em um ângulo). No exemplo da figura 10, o painel de antena superior 902 é geralmente paralelo ao eixo geométrico vertical do suporte 906. Em outras implementações, outra disposição dos painéis de antena superior e inferior 902 e 904 pode ser fornecida. Em outra implementação, mais de dois painéis de antena podem ser utilizados.

[0068] Em uma implementação ilustrativa, os elementos de antena 908 do painel de antena superior 902 podem ser utilizados para a formação de feixes para cobrir a região de célula superior além de para comunicar com estações base adjacentes nas células vizinhas. O painel de antena inferior 904 pode ser utilizado para formar feixes de baixa potência para um determinado setor de célula, além de possivelmente um feixe de alta potência para cobrir até a borda de um setor de célula particular.

[0069] A informação que é comunicada em feixes entre as estações base em diferentes células inclui informação de canal de acesso de retorno e informação de coordenação. A informação de coordenação pode ser utilizada para coordenar a transferência de estações móveis entre diferentes células. A informação de coordenação também pode

permitir também a coordenação de padrões de varredura e durações de varredura em diferentes células para reduzir a interferência intercelular/intersetorial, e para suportar MIMO com base em rede.

[0070] Informação de "canal de acesso de retorno" se refere ao controle e dados tipicamente comunicados através de uma conexão de canal de acesso de retorno entre uma estação base e um controlador de rede sem fio (por exemplo, nó servidor de dados em pacote, circuito de acesso servidor, etc.). Um problema associado com as redes de comunicações sem fio é que os tamanhos das células podem ser relativamente pequenos, particularmente em áreas densamente populadas tal como áreas urbanas. Outras razões para os tamanhos reduzidos de célula podem ser exigências por altas taxas de dados ou altas frequências portadoras. Com tamanhos de célula menores, um maior número de células (e, dessa forma, estações base correspondentes) está presente. Cada estação base precisa tipicamente ser conectada por uma rede de canal de acesso de retorno a um controlador de rede sem fio. Um grande número de estações base significa que um grande número correspondente de conexões de canal de acesso de retorno terá que ser fornecido. As conexões de canal de acesso de retorno podem ser caras de se desenvolver, e o fornecimento de um número relativamente grande de tais conexões de canal de acesso de retorno em uma rede de comunicações sem fio podem aumentar os custos para um operador de rede sem fio.

[0071] De acordo com algumas modalidades preferidas, para se reduzir o número de conexões de canal de acesso de retorno que teriam que ser desenvolvidas, as estruturas de antena das estações base podem formar feixes (referidos como "feixes de canal de acesso de retorno") utilizados para portar informação de canal de acesso de retorno. Por exemplo, nas figuras 9 e 10, um feixe do painel de antena superior 902 pode ser empregado para fins de comunicação da

informação de canal de acesso de retorno para outra estação base que pode ser conectada por uma conexão de canal de acesso de retorno para o controlador de rede sem fio. Em geral, um subconjunto de estações base em uma rede sem fio pode ser desenvolvido com conexões de canal de acesso de retorno a um controlador de rede sem fio. As estações base restantes não são desenvolvidas com conexões de canal de acesso de retorno – ao invés disso, tais estações base comunicam informação de canal de acesso de retorno através de feixes para as estações base correspondentes desenvolvidas com uma conexão de canal de acesso de retorno.

[0072] A figura 11 ilustra duas estruturas de antena 900a e 900b localizadas em duas células correspondentes diferentes. Na configuração da figura 11, não existe qualquer sobreposição das zonas de cobertura entre os painéis de antena superior e inferior 902a, 904a (e 902b e 904b). Um feixe de canal de acesso de retorno pode ser formado entre os painéis de antena superiores 902a e 902b de duas estruturas de antena 900a e 900b, respectivamente. Cada um dos painéis de antena inferiores 904a e 904b é utilizado para formar feixes para a cobertura dentro da célula respectiva.

[0073] A figura 12 ilustra uma configuração na qual existe uma sobreposição de cobertura por um feixe de painel superior e feixe de painel inferior. Dessa forma, os dois painéis podem fornecer MIMO na região celular externa, onde as múltiplas antenas de saída incluem alguma combinação de antenas a partir dos painéis superior e inferior. As múltiplas antenas de saída do painel superior e painel inferior juntos podem, dessa forma, fornecer um ganho de diversidade aumentado, ganho de multiplexação, e/ou ganho de conjunto.

[0074] Várias outras configurações também são possíveis. Por exemplo, em momentos diferentes, os painéis de antena superior e inferior podem ser utilizados para fornecer cobertura diferente através

do setor de célula em diferentes intervalos de tempo. Por exemplo, em um período de tempo, o painel inferior pode ser utilizado para cobrir toda a célula. Em outro período de tempo, o painel superior pode ser utilizado para cobrir apenas a região de célula externa além de fornecer um feixe de canal de acesso de retorno. Em outro período de tempo, ambos os painéis inferior e superior podem ser utilizados para cobrir a região de célula externa. Em outra configuração, em um primeiro período de tempo, o painel inferior pode ser utilizado para cobrir a região de célula interna, enquanto o painel de antena superior é utilizado para fornecer o feixe de canal de acesso de retorno. Em um período de tempo diferente, ambos os painéis de antena inferior e superior são utilizados para cobrir a região de célula interna.

[0075] Dependendo da configuração desejada, os painéis de antena superior e inferior podem ser colocados perto um do outro ou não. Além disso, dois painéis de antena podem utilizar elementos de antena possuindo polarizações de antena diferentes. Os dois painéis de antena podem operar independentemente ou de forma cooperativa. Os dois painéis de antena podem transmitir de forma multiplexada por divisão de tempo ou simultaneamente. Alternativamente, os dois painéis de antena podem ser transmitidos de forma multiplexada por domínio de frequência (FDM) ou na mesma frequência.

[0076] Ademais, se houver coordenação entre os painéis de antena superior e inferior, uma transferência de uma estação móvel é possível a partir de um feixe de painel inferior para um feixe de painel superior ou vice-versa. Note-se também que com o uso dos painéis de antena superior e inferior, os níveis de potência de todos os feixes para a cobertura celular formada pelos elementos de antena dos painéis superior e inferior podem estar no mesmo nível de potência. Em tal configuração, a cobertura da região celular interna X a região celular externa (cobertura com base em anel) pode ser realizada pela

orientação dos painéis superior e inferior diferentemente (por exemplo, o painel inferior pode ser angulado descendentemente para cobrir a região celular interna, enquanto o painel superior não é angulado para cobrir a região celular externa).

[0077] A figura 13 ilustra, para uma posição de feixe em particular dentro de um setor celular, múltiplos intervalos de tempo 800a, 800b, 800c e 800d. Os feixes de potência baixa são transmitidos nos intervalos de tempo 800a, 800b, e 800d, e um feixe de alta potência é transmitido no intervalo de tempo 800c. Como apresentado na figura 13, um feixe de potência baixa, tal como o feixe de potência baixa no intervalo de tempo 800b, pode ser utilizado para transmitir os dados de usuário e sinais de controle, como representado por 822. Por outro lado, o feixe de alta potência no intervalo de tempo 800c pode ser utilizado para transmitir dados de usuário e sinais de controle, além de outras informações de controle, tal como canais de overhead de difusão e mensagens pré-flash. Os canais de overhead de difusão podem incluir um canal de aquisição de sistema contendo informação de sincronização de tempo e frequência, além de informação de célula, setor ou identificador de feixe; e um canal de overhead de difusão de sistema, que pode portar parâmetros de sistema tal como padrões de varredura de feixe, e assim por diante.

[0078] Em uma implementação alternativa, em adição aos feixes de baixa potência e um feixe de alta potência transmitidos nos intervalos de tempo 800a, 800b, 800c e 800d, outro intervalo de tempo 800e (figura 14) pode ser alocado para transmitir um canal de overhead onidirecional. Uma transmissão onidirecional significa que o canal de overhead é difundido em todas as direções de um setor celular particular (ou célula). Se a transmissão onidirecional for utilizada, pode haver coordenação de tempo, espaço ou frequência entre as transmissões dos canais de overhead onidirecionais por diferentes estações base

para melhorar a recepção de sinal na estação móvel (e para reduzir a interferência entre as células diferentes).

[0079] Em algumas implementações, OSTMA pode ser aplicado ao link de avanço, mas não ao link reverso. Em tal implementação, se o tamanho de célula for designado com base no alcance do link de avanço, então o link de avanço pode ter um alcance adicional (devido à presença do feixe de alta potência) do que uma estação móvel teria no link reverso. Para se solucionar esse problema, um acessório retransmissor (referido como "retransmissor ad hoc") pode ser fornecido nas estações móveis dentro de um setor de célula, onde uma estação móvel é capaz de ouvir a outra estação móvel e retransmitir a informação da outra estação móvel para a estação base. Por exemplo, uma primeira estação móvel pode ser localizada perto da borda de um setor celular particular, enquanto uma segunda estação móvel está localizada mais perto da estação base. Nessa situação, a informação transmitida no link reverso pela primeira estação móvel pode ser retransmitida pela segunda estação móvel para a estação base. Sem a retransmissão, a transmissão da primeira estação móvel pode não ser capaz de alcançar de forma confiável a estação base.

[0080] Para transmitir a informação de link reverso a partir da primeira estação móvel para a segunda estação móvel para retransmissão ad hoc como discutido acima, em um sistema de duplexação por divisão de tempo (TDD), uma partição de tempo de link de avanço não utilizada pode ser reutilizada para a retransmissão da informação reversa a partir da primeira estação móvel para a segunda estação móvel na direção de link reverso.

[0081] Além disso, para uma comunicação mais robusta dos canais de controle onde o tamanho de célula é projetado com base no alcance do link de avanço, a estação móvel pode transmitir dados de tráfego para apenas uma estação base, mas pode transmitir canais de controle

para múltiplas estações base utilizando retransmissão ad hoc para garantir que os canais de controle alcancem a estação base servidora pretendida.

[0082] Outro problema associado com a designação de tamanhos de célula com base no alcance do link de avanço é que o ACK de mensagem de controle de link reverso pode ser lento em seu retorno para a estação base devido à retransmissão ad hoc como discutido acima. Para se solucionar esse problema, a estação base pode simplesmente transmitir rajadas de dados de tráfego sem esperar por avisos de recebimento.

[0083] Alternativamente, o tamanho de célula pode ser projetado com base no alcance do link reverso, caso no qual os tamanhos de célula seriam menores. Em tal implementação, uma estação base pode alcançar múltiplas células no link de avanço; como resultado disso, pode ser possível que o setor celular servidor para o link de avanço seja diferente do setor celular servidor para o link reverso. Por exemplo, a estação base A na célula A pode ser a estação base servidora de link de avanço, ao passo que a estação base B na célula B é a estação base servidora de link reverso. A estação base A pode alcançar ambas a célula A e a célula B, mas uma estação móvel na célula B só pode alcançar a estação base B. Nessa situação, determinadas mensagens de controle reverso, tal como mensagens CQI ou mensagens de aviso de recebimento reverso (RACK), podem ser enviadas no link reverso a partir da estação móvel para a estação base B, que então retransmite as mensagens de controle para a estação base A (que é a estação base servidora de link de avanço).

[0084] É notado que determinados tipos de informação de controle podem precisar ser distribuídos para todas as estações móveis em todas as direções. No entanto, visto que o feixe de alta potência só cobre apenas uma posição de feixe em qualquer intervalo de tempo

determinado, o feixe de alta potência não pode ser utilizado para transmitir tal informação de controle para todas as estações móveis. Para se solucionar isso, tal informação de controle pode ser transmitida pela estação base em feixes de baixa potência com baixas taxas de código (que permite uma decodificação de maior probabilidade de tal informação de controle pelas estações móveis localizadas perto da borda de célula). Exemplos da informação de controle que podem precisar ser distribuídas para todas as estações móveis em todas as direções incluem um canal de aviso de recebimento de link de avanço (para fornecer avisos de recebimento para estações móveis) e canal de controle de potência de link de avanço (para fornecer mensagens de controle de potência para estações móveis).

[0085] Se um padrão de varredura dinâmica e/ou uma duração de feixe dinâmico forem utilizados, o que pode significar que os identificadores de feixe terão que ser fornecidos para as estações móveis, a estação base também pode utilizar feixes de baixa potência com baixas taxas de código para distribuir os identificadores de feixe para as estações móveis localizadas perto da borda de célula. O identificador de feixe permite que uma estação móvel saiba qual o próximo feixe que será ligado.

[0086] É notado que em algumas modalidades, um subsistema OSTMA pode ser integrado com um sistema não OSTMA. Um sistema não OSTMA não emprega as técnicas OSTMA discutidas acima.

[0087] Nessa situação, a intercalação dos dados OSTMA e de dados não OSTMA pode ser realizada através de um link sem fio. Por exemplo, como apresentado na figura 15, os superquadros OSTMA 950 são transmitidos durante um intervalo associado com a operação OSTMA, onde superquadros não OSTMA 952 são transmitidos fora dos períodos de tempo da operação OSTMA. Um "superquadro" se refere a uma estrutura de quadro que contém outros quadros. De forma mais

geral, é feita referência a um "quadro" que é uma coleção de dados que são enviados através de um link sem fio.

[0088] Em uma modalidade alternativa, como apresentado na figura 16, um superquadro 960 pode incluir dados não OSTMA entrelaçados com dados OSTMA. O começo do superquadro 910 pode incluir um preâmbulo de difusão onidirecional 954 para indicar as posições dos dados não OSTMA e dados OSTMA. Em implementações alternativas, outras estruturas de quadro podem ser utilizadas.

[0089] Componentes ilustrativos de uma estação base 1000 e estação móvel 1002 são apresentados na figura 17. A estação base 1000 inclui uma interface sem fio 1004 para comunicar sem fio através de um link sem fio com uma interface sem fio 1006 na estação móvel 1002. A estação base 1000 inclui software 1008 que é executável em uma ou mais unidades de processamento central (CPUs) 1010 na estação base 1000 para realizar tarefas da estação base. As CPUs 1010 são conectadas a uma memória 1012. O software 1008 pode incluir um escalonador e outros módulos de software. A estação base 1000 também inclui uma interface de estação interbase 1014 para comunicar a informação com outra estação base, tal como informação de canal de acesso de retorno e/ou informação de coordenação.

[0090] De forma similar, a estação móvel 1002 inclui software 1016 executável em uma ou mais CPUs 1018 conectadas a uma memória 1020. O software 1016 é executável para realizar as tarefas da estação móvel 1002. Instruções de tal software (1008 e 1016) podem ser carregadas para execução nas CPUs ou outros tipos de processadores. O processador pode incluir um microprocessador, micro controlador, módulo ou subsistema de processador (incluindo um ou mais microprocessadores ou micro controladores), ou outros dispositivos de controle ou computação. Um "processador" pode se referir a um componente único ou a vários componentes.

[0091] Dados e instruções (de software) são armazenados em dispositivos de armazenamento respectivos, que são implementados como um ou mais meios de armazenamento legíveis por computador ou utilizáveis por computador. Os meios de armazenamento incluem formas diferentes de memória incluindo dispositivos de memória semicondutores tal como memórias de acesso randômico dinâmicas ou estáticas (DRAMs ou SRAMs), memórias de leitura apenas elimináveis e programáveis (EPROMs), memórias de leitura apenas eletricamente programáveis e elimináveis (EEPROMs) e memórias flash; discos magnéticos tal como discos fixos, flexíveis e removíveis; outros meios magnéticos incluindo fita; e meios óticos tal como discos compactos (CDs) ou discos de vídeo digital (DVDs).

[0092] Como uma modalidade adicional da presente invenção, o indicador de qualidade de canal (CQI) é utilizado para suportar as transmissões, com o CQI sendo estimado com base em um sinal indicador de canal piloto que é periodicamente difundido no link de avanço na estrutura de sinalização de quadro PHY. Essa modalidade pode aplicar a ambos os modos de multiplexação 1 e 2 no padrão UMB para sistemas OSTMA. Especificamente, o CQI é estimado a partir da sinalização de canal indicador piloto comum F-CPICH para o modo de multiplexação 1 e zona de recursos de distribuição DRCH no modo multiplexador 2, ou alternativamente a partir da sinalização de canal indicador piloto F-CQIPICH na zona de canal de recurso de bloco BRCH do modo multiplexador 2. A sinalização de canal indicador piloto F-CPICH ou F-CQIPICH é formada em feixe, com um sinal por feixe, e a sinalização de canal indicador piloto F-CPICH ou F-CQIPICH são transmitidas com alta potência para garantir que o usuário da borda de célula veja o sinal de canal indicador piloto a partir de todos os feixes. O protocolo de transmissão SISO ou MIMO é utilizado em cada feixe para essa sinalização de canal indicador piloto, e um exemplo do quadro

PHY utilizando a sinalização de indicador piloto F-CPICH é ilustrada na figura 18. F-CPICH das posições de feixe 1, 2, 3 e 4 são indicados pelos blocos em 180 ilustrado como sendo periodicamente difundidos nos quadros de tempo indicados.

[0093] Nessa modalidade, a estação móvel 1002 receberia a sinalização de canal indicador piloto F-CPICH ou F-CQIPICH como recebida a partir de todas as transmissões de feixe formado. A estação móvel 1002 determinaria qual posição de feixe corresponde ao feixe de alta potência com base na sinalização de canal indicador piloto F-CPICH ou F-CQIPICH e a estação móvel 1002 estimaria o valor de CQI a partir da sinalização de canal indicador piloto F-CPICH ou F-CQIPICH. A estação móvel 1002 também pode ser referida como um terminal de acesso. O CQI seria estimado e um índice de feixe seria calculado para fornecer informação sobre a posição do feixe.

[0094] A estação móvel 1002 forneceria o retorno para a estação base 1000 em dois modos. No primeiro modo, a estação móvel 1002 retornaria o valor mais alto de CQI e sua posição de feixe correspondente através de um índice de feixe (por exemplo, posição de feixe 1, 2, 3, ou 4 em um setor de quatro feixes) para a estação base 1000. No segundo modo, a estação móvel 102 retornaria os dois valores mais altos de CQI e duas posições de feixe correspondentes através de um índice de feixe (por exemplo, posição de feixe 1 e 2, 2 e 3, etc., em um setor de quatro feixes) para a estação base 1000 se a estação móvel 1002 determinar que está localizada na área de serviço de dois feixes sobrepostos. A estação móvel 1002 inicia uma sinalização de Camada 3 para acionar a comutação entre os dois modos de fornecimento de retorno.

[0095] Em resposta a esse retorno, a estação base 1000 escalonará as comunicações a serem transmitidas para a estação móvel 1002 com base no índice de posição de feixe e valor de CQI. No segundo modo,

a estação base 1000 escalonará os usuários de forma que o feixe de alta potência não crie interferência forte para os usuários nas vizinhanças dos feixes de baixa potência. Se a estação móvel 1002 estiver localizada no meio de dois feixes, a estação base 1000 pode escalonar as transmissões de dados em ambos os feixes sobrepostos. Os dados nesses feixes sobrepostos ocuparão a mesma localização de recurso, e os dados serão processados através dos mesmos protocolos de criptografia para ambos os feixes. A estação móvel 1002 localizada nas áreas de feixe sobreposto receberá as transmissões e monitorará o valor de parâmetro F-SCCH na posição de feixe possuindo o CQI de valor mais alto, e um bit no parâmetro F-SCCH designará a transmissão de dados redundante em duas posições de feixe sobrepostas.

[0096] A partir da informação de valor CQI e/ou índice de feixe, a estação base 1000 ou a estação móvel 1002 determinará se a estação móvel 1002 está sendo servida por um feixe de alta potência ou baixa potência. Se a estação base 1000 realizar essa determinação, a estação móvel 1002 precisará monitorar o valor de parâmetro F-SCCH para a posição de feixe com o valor de CQI mais alto para ambos os feixes de alta e baixa potência.

[0097] Essa abordagem fornece à estação base 1000 mais flexibilidade no escalonamento de ambos os feixes de alta e baixa potência, visto que os feixes de alta potência também podem servir os usuários de centro de célula. Se a estação móvel 1002 realizar essa determinação, a estação móvel 1002 retornará um bit de sinal em uma transmissão para indicar a escolha do feixe de baixa ou alta potência ou um indicador de qualidade de canal (CQI) correspondente ao feixe de alta potência e/ou informação de índice de feixe. Nessa modalidade, economia significativa de potência pode ser alcançada fazendo-se com que a estação móvel 1002 monitore o valor de parâmetro F-SCCH da posição de feixe com o valor de CQI mais alto para os feixes de alta ou

baixa potência, especialmente para usuários de borda de célula. O CQI reportado será ajustado para transmissões futuras se a estação móvel 1002 for servida por um feixe de baixa potência.

[0098] Os indicadores de canal piloto para a medição de CQI também podem ser transmitidos em feixe alto apenas, enquanto o feixe de baixa potência transmite um tipo diferente de sinal piloto para fins de demodulação. Nessa modalidade, o CQI só é reportado quando o usuário recebe o feixe de alta potência, ou quando o CQI estimado excede um valor limite mínimo. Com base no conhecimento do padrão de varredura de feixe como comunicado pela estação base 1000, o usuário saberá sobre a temporização associada com a transmissão de alto feixe no setor. O índice de feixe pode não ser alimentado de volta para a estação base 1000 com o índice CQI, visto que a estação base 1000 pode derivar a cobertura de feixe para o usuário com base na qualidade da transmissão de feixe e a temporização associada com o retorno de CQI.

[0099] Em outra modalidade, um sinal de canal de controle de link de avanço (FL) é transmitido utilizando-se sinais e métodos diferentes, que auxiliam na localização do feixe mais adequado para transmissões com a estação móvel 1002. Em uma abordagem, o sinal de zona de recurso de distribuição DRCH no modo multiplexador 2 transmitirá os sinais de controle FL. Devido ao número limitado de usuários em cada feixe, um sinal único ou múltiplos sinais DRCH podem ser utilizados por feixe para controlar a sinalização. O sinal DRCH de controle pode ser transitado para pular aleatoriamente em torno do setor para minimizar as colisões com os feixes vizinhos. O canal de controle no feixe de baixa potência estará em baixa potência, e o canal de controle no feixe de alta potência estará em alta potência.

[00100] Em uma segunda abordagem, o sinal de canal de controle FL é transmitido utilizando o parâmetro F-SCCH, e a concessão de

acesso é enviada no feixe de alta potência. A estação móvel 1002 monitora o valor de parâmetro F-SCCH para a designação de feixe de alta potência. Em uma terceira abordagem, o parâmetro F-ACKCH é utilizado para transmitir sinal de canal de controle FL. Nessa abordagem, poucos tons do sinal ACK são transmitidos em alta potência no feixe de baixa potência de forma que os usuários de borda de célula possam ser alcançados.

[00101] Em uma quarta abordagem, os sinais F-PCCH e F-PQICH podem ser utilizados para enviar o sinal de canal de controle FL, e esses sinais podem ser enviados na posição de alto feixe correspondendo à localização da estação móvel 1002. A transmissão pode ser ajustada se a estação móvel 1002 mover de uma posição de feixe para outra posição de feixe. No protocolo de Banda Larga Ultra Móvel, o F-PCCH é tipicamente enviado a cada oito quadros e F-PQICH é enviado a cada 16 quadros.

[00102] Em uma quinta abordagem, os sinais F-FOSICH e F-IOTCH podem ser utilizados para enviar o sinal de controle FL. Esses sinais podem ser transmitidos pelo feixe de alta potência e a estação móvel 1002 recebe esses sinais F-FOSICH e F-IOTCH a cada quatro quadros. Ou, na alternativa, esses sinais podem ser transmitidos por todos os feixes e permitem que poucos tons dos sinais F-FOSICH e F-IOTCH sejam transmitidos com alta potência no feixe de baixa potência de modo que os usuários de borda de célula possam ser alcançados. No protocolo de Banda Larga Ultra Móvel, F-FOSICH é tipicamente difundido a cada quadro, e F-IOTCH pode ser difundido tão rápido quanto a cada quadro.

[00103] Na descrição acima, inúmeros detalhes são apresentados para fornecer uma compreensão da presente invenção. No entanto, deve ser compreendido pelos versados na técnica que a presente invenção pode ser praticada sem esses detalhes. Enquanto a invenção

foi descrita com relação a um número limitado de modalidades, os versados na técnica apreciarão que inúmeras modificações e variações são possíveis. Pretende-se que as concretizações em anexo cubram tais modificações e variações que se encontram dentro do verdadeiro espírito e escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para selecionar um melhor feixe para transmissão a partir de um nó de acesso para um receptor em um sistema de comunicação que possui pelo menos dois feixes espaciais fornecendo a cobertura em um setor de célula, o método **caracterizado pelo fato de que** compreende as etapas de:

transmitir sinais indicadores de canal piloto a partir de um nó de acesso usando uma pluralidade de feixes espaciais;

adquirir no nó de acesso um sinal de retorno do receptor, em que o receptor é configurado para gerar o sinal de retorno, em que:

em um primeiro modo, o sinal de retorno inclui um primeiro indicador de qualidade de canal e um primeiro índice de feixe, em que o primeiro indicador de qualidade de canal é determinado com base no sinal indicador de canal piloto de um feixe específico dentre a pluralidade de feixes espaciais, em que o primeiro índice de feixe corresponde ao sinal indicador de canal piloto do feixe específico dentre a pluralidade de feixes espaciais; e

em um segundo modo, o sinal de retorno inclui retorno correspondendo a pelo menos dois da pluralidade de feixes espaciais, em que os primeiro e segundo modos são comutados com base em sinalização de camada 3; e

escalonar transmissões a partir do nó de acesso para o receptor com base pelo menos em parte em uma análise do sinal de retorno, a análise determinando um feixe de transmissão para o receptor.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** um segundo receptor é escalonado em um ou mais da pluralidade de feixes espaciais.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o receptor é escalonado para receber transmissões

em um ou mais da pluralidade de feixes espaciais.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o sinal de retorno também inclui um segundo indicador de qualidade de canal para um segundo dos feixes espaciais.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a pluralidade de feixes espaciais é configurada dentro de um segmento do nó de acesso, em que os feixes espaciais têm níveis de energia controláveis independentemente.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** um canal de controle é transmitido em um ou mais dos feixes espaciais.

7. Sistema de transmissão que seleciona um melhor feixe para transmissão a partir de um nó de acesso para um receptor em um sistema de comunicação que possui pelo menos dois feixes espaciais fornecendo cobertura em um setor de célula, o sistema **caracterizado pelo fato de que** compreende:

um nó de acesso que transmite sinais indicadores de canal piloto a partir de um nó de acesso usando uma pluralidade de feixes espaciais,

o nó de acesso adquirindo um sinal de retorno do receptor, em que o receptor é configurado para gerar o sinal de retorno, em que:

em um primeiro modo, o sinal de retorno inclui um primeiro indicador de qualidade de canal e um primeiro índice de feixe, em que o primeiro indicador de qualidade de canal é determinado com base no sinal indicador de canal piloto de um feixe específico dentre a pluralidade de feixes espaciais, em que o primeiro índice de feixe corresponde ao sinal indicador de canal piloto do feixe específico dentre a pluralidade de feixes espaciais; e

em um segundo modo, o sinal de retorno inclui retorno correspondendo a pelo menos dois da pluralidade de feixes espaciais,

em que os primeiros e segundo modos são comutados com base em sinalização de camada 3; e

o nó de acesso escalonando transmissões para o receptor com base em uma análise de indicador de qualidade de canal e o valor de índice de feixe, a análise sendo conduzida para determinar qual dos feixes de transmissão para o receptor é mais bem adequado para a transmissão para o receptor sem criar interferência com outras transmissões nos outros feixes espaciais.

8. Sistema de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** um segundo receptor é escalonado em um ou mais da pluralidade de feixes espaciais.

9. Sistema de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o receptor é escalonado para receber transmissões em um ou mais da pluralidade de feixes espaciais.

10. Sistema de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o sinal de retorno também inclui um segundo indicador de qualidade de canal para um segundo dos feixes espaciais.

11. Sistema de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** a pluralidade de feixes espaciais é configurada dentro de um segmento do nó de acesso, em que os feixes espaciais têm níveis de energia controláveis independentemente.

12. Sistema de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** um canal de controle é transmitido em um ou mais dos feixes espaciais.

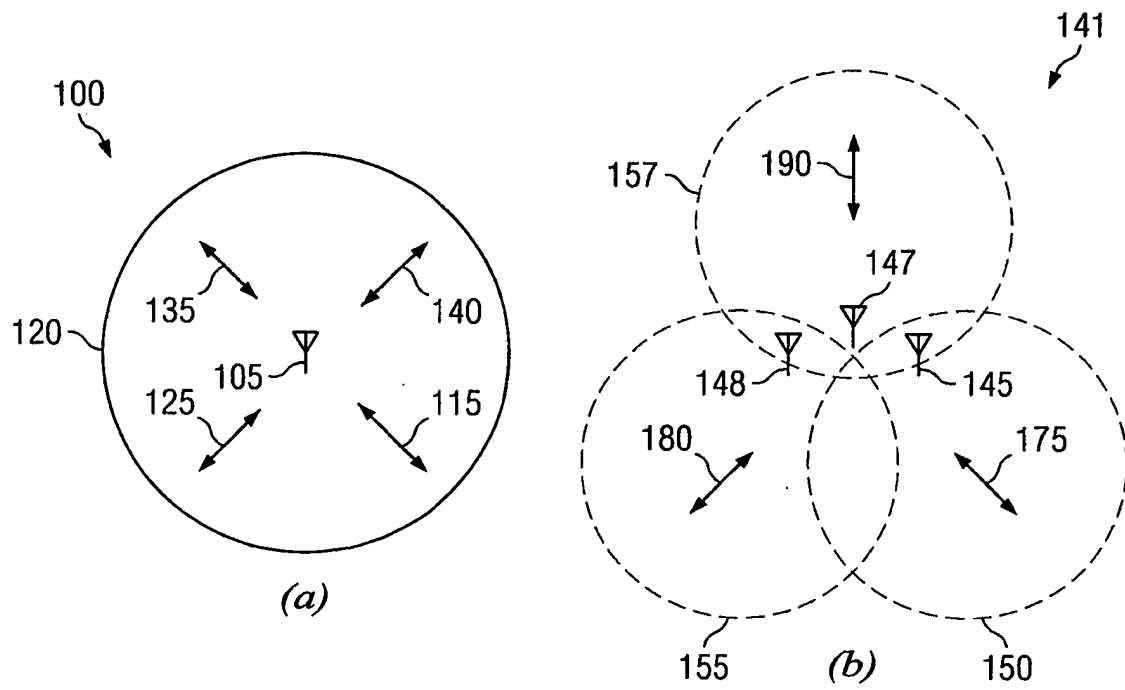


FIG. 1

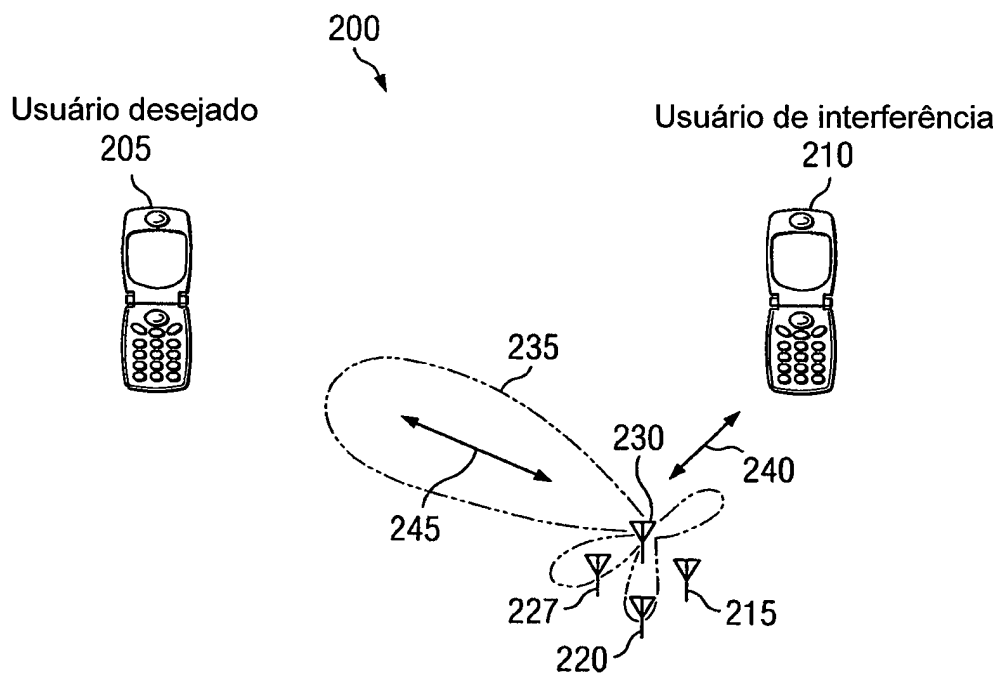


FIG. 2

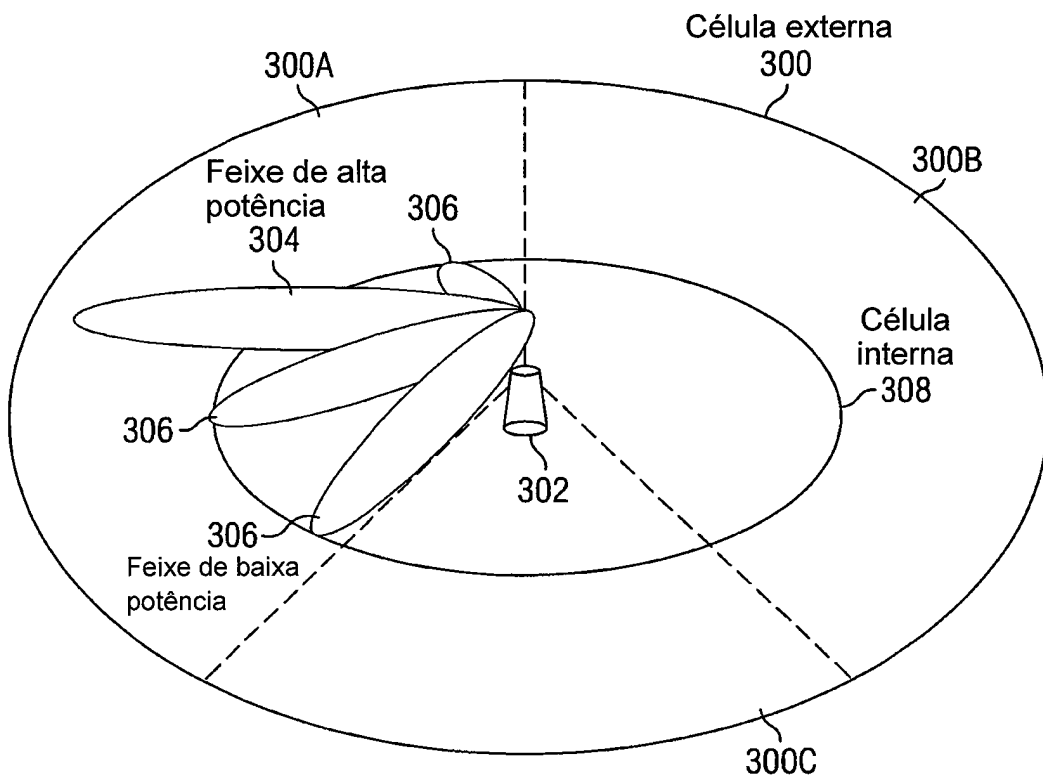


FIG. 3

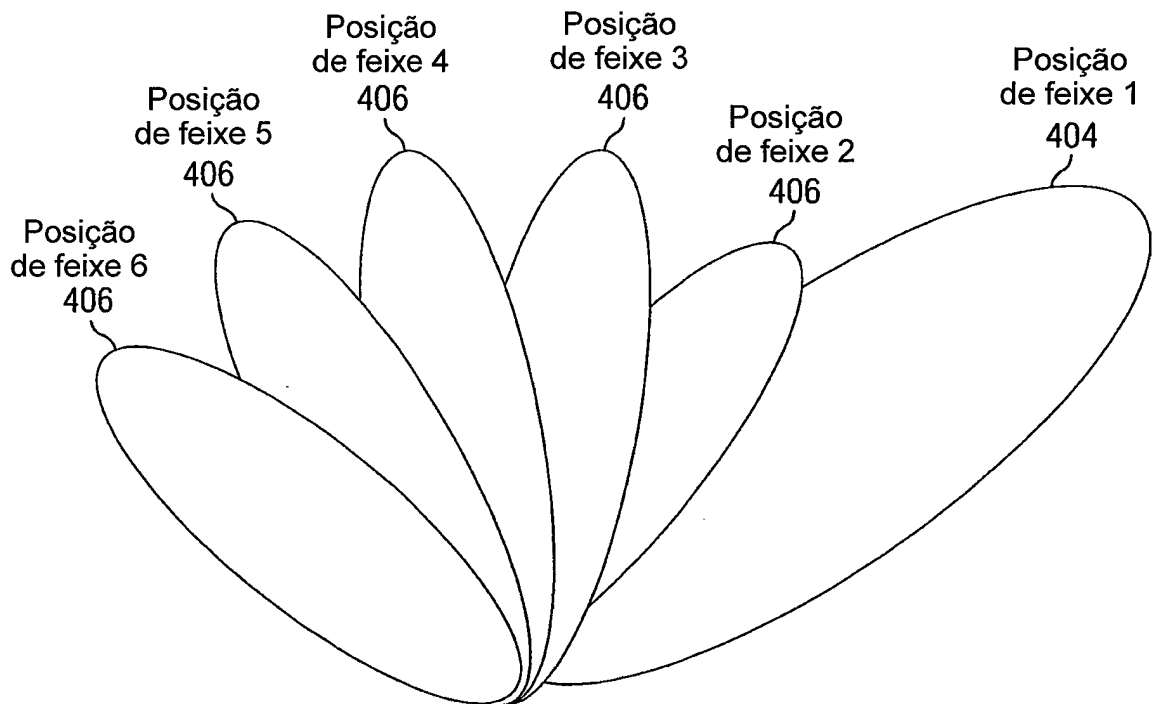


FIG. 4

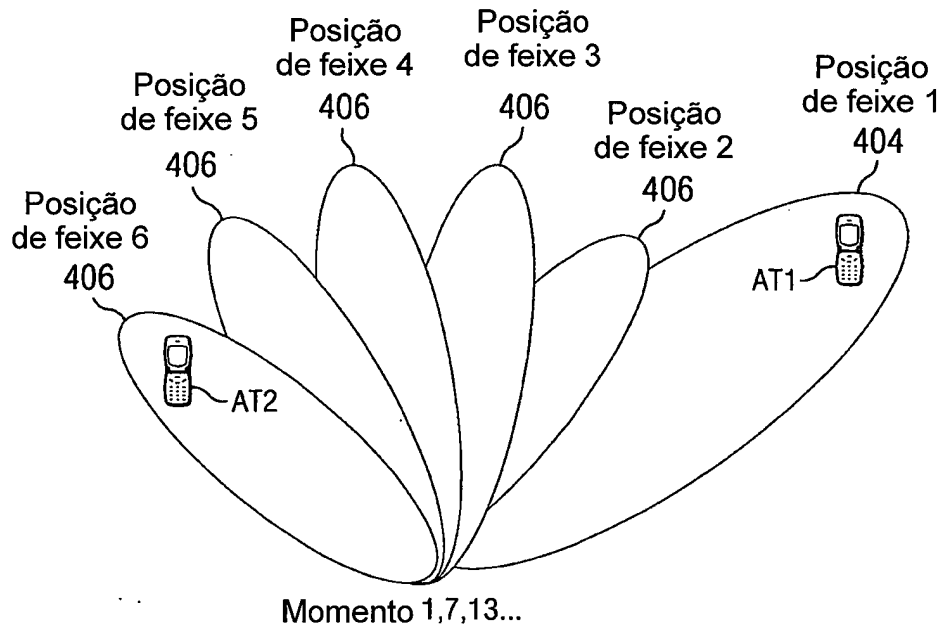


FIG. 5A

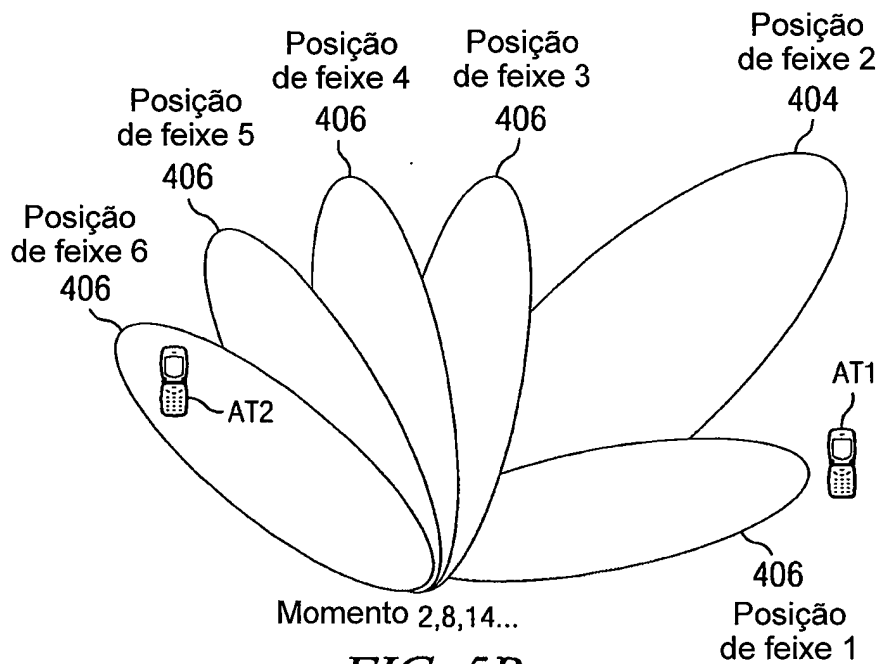


FIG. 5B

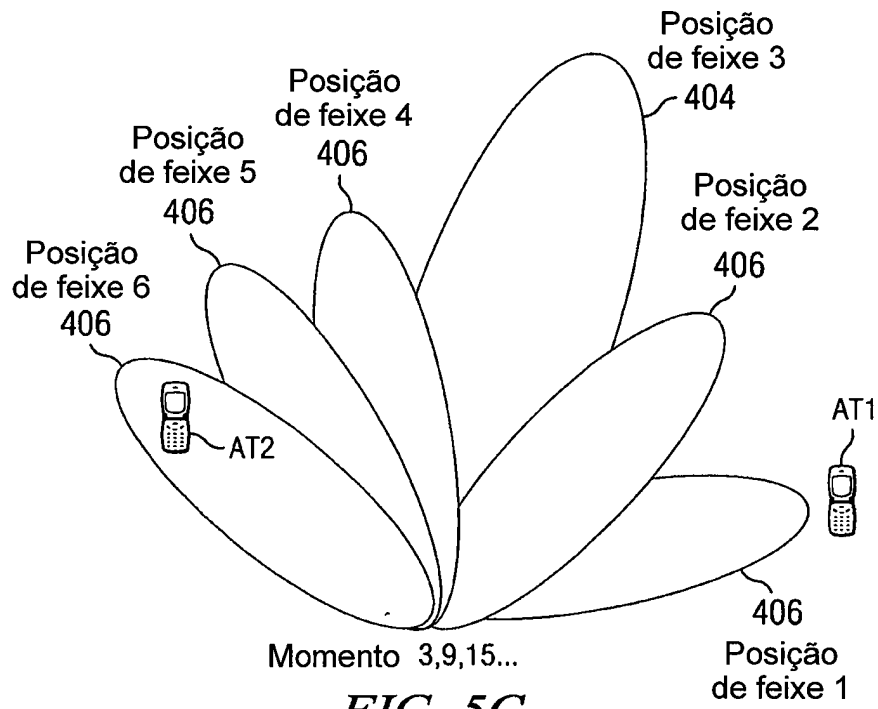


FIG. 5C

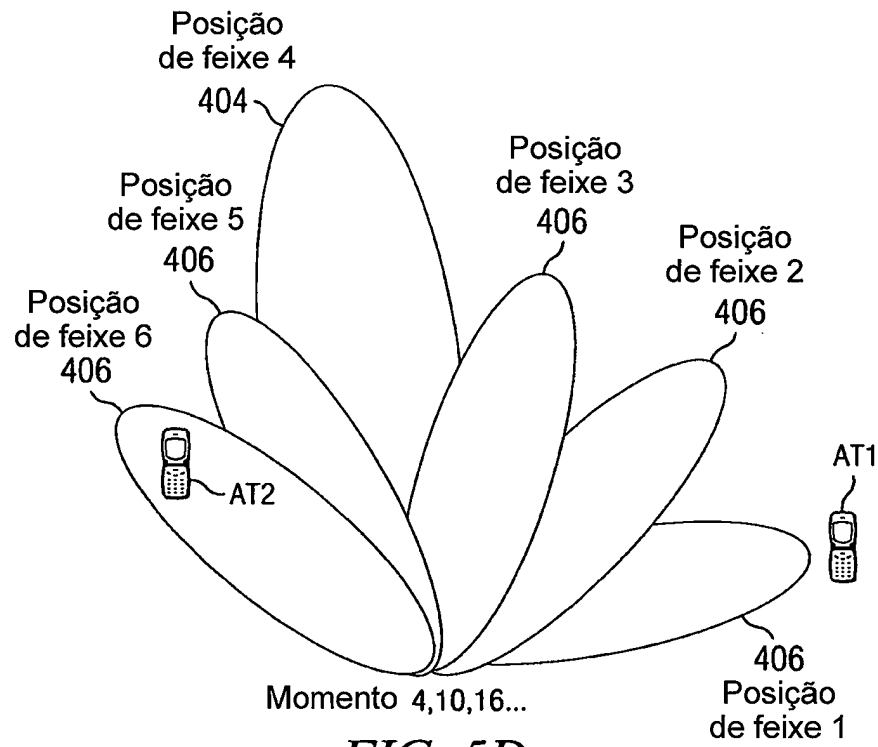


FIG. 5D

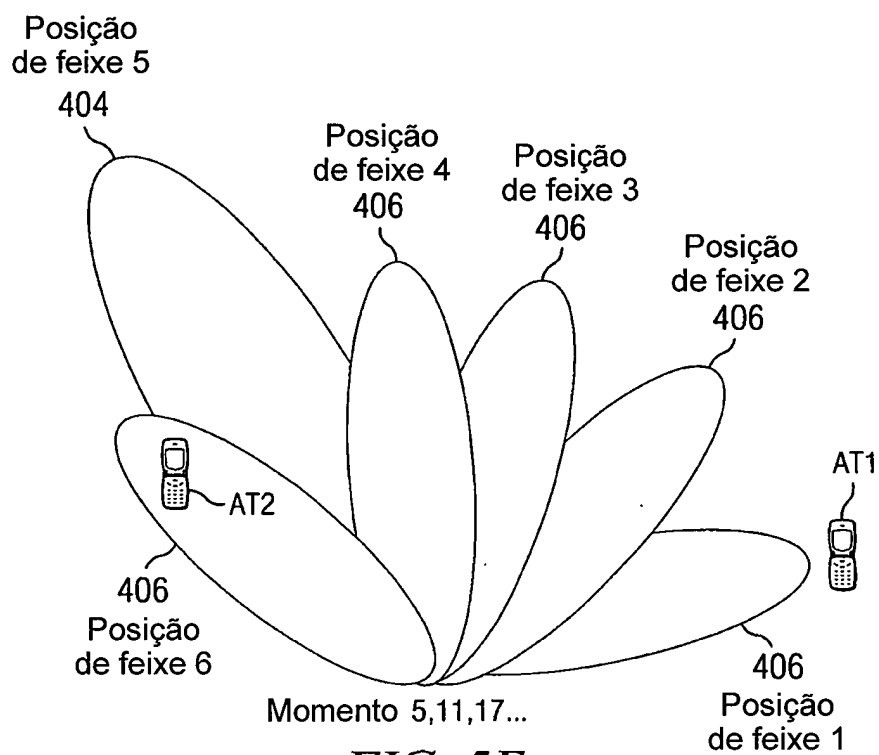


FIG. 5E

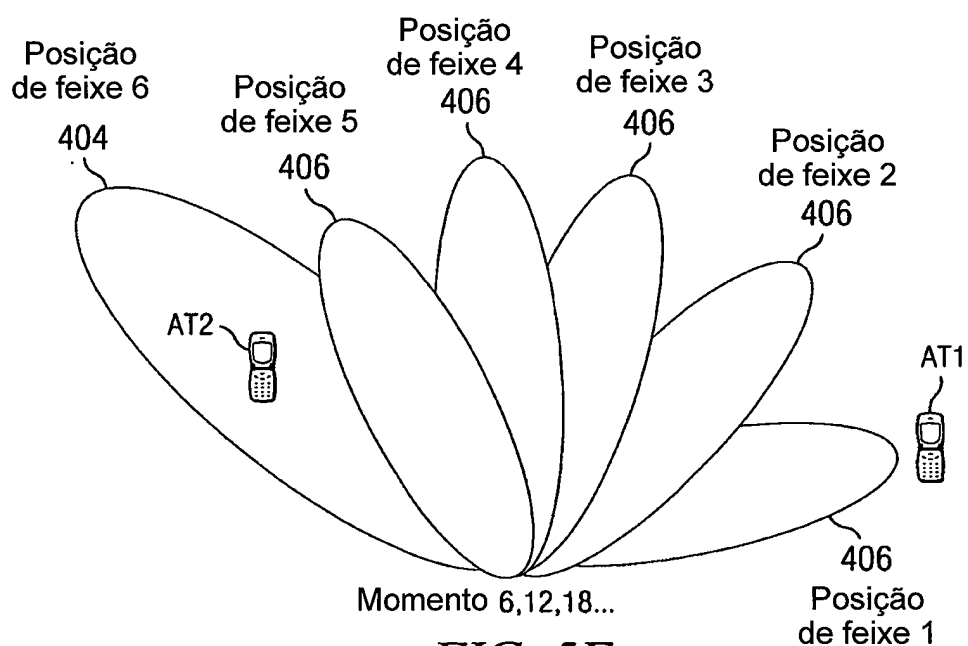


FIG. 5F

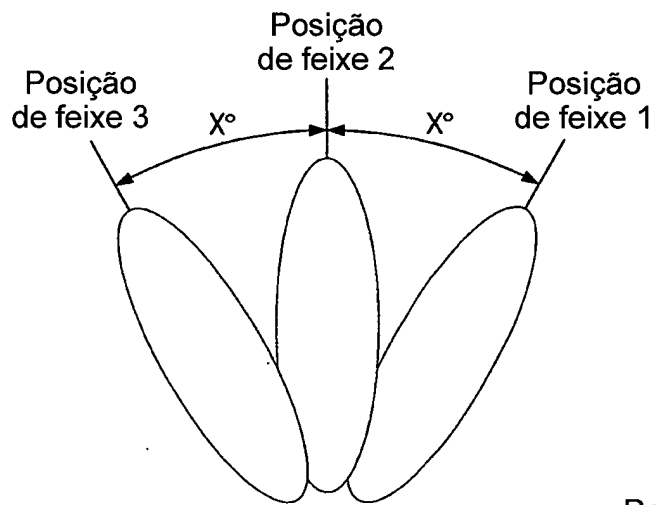


FIG. 6

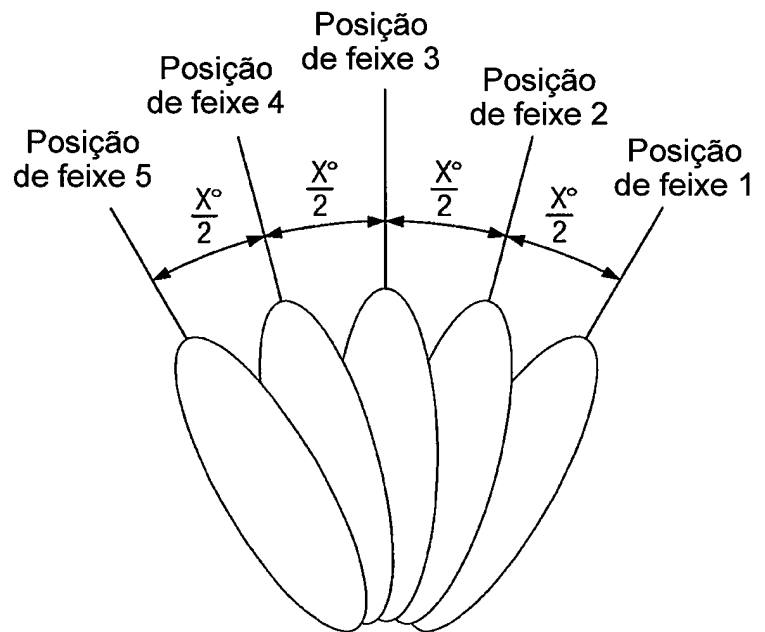


FIG. 7

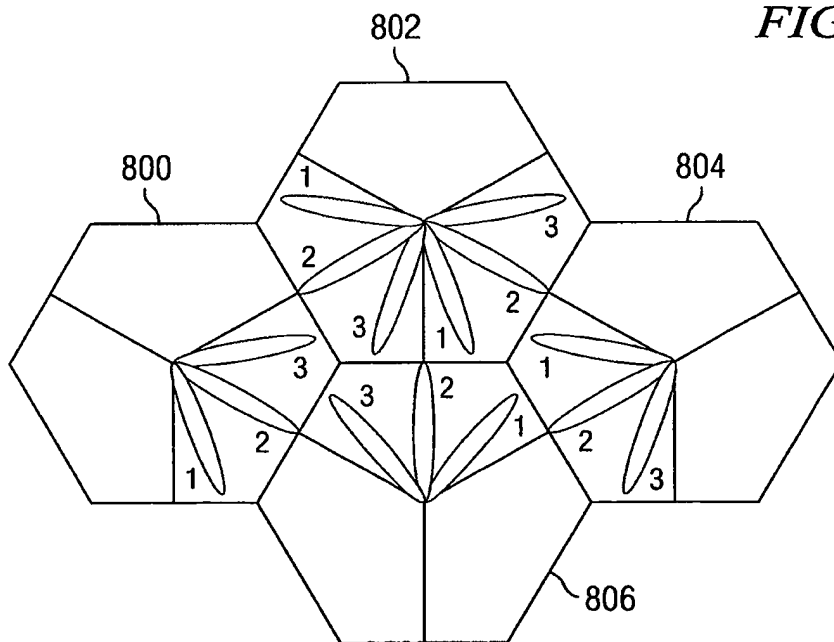
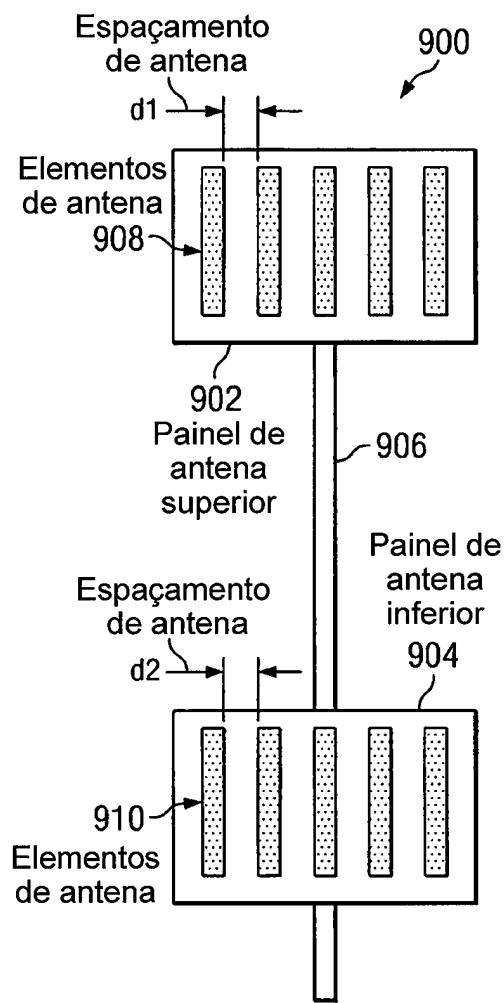
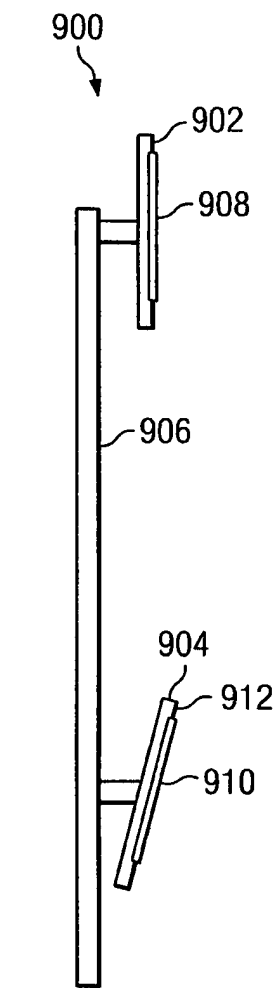


FIG. 8



Vista dianteira

FIG. 9



Vista lateral

FIG. 10

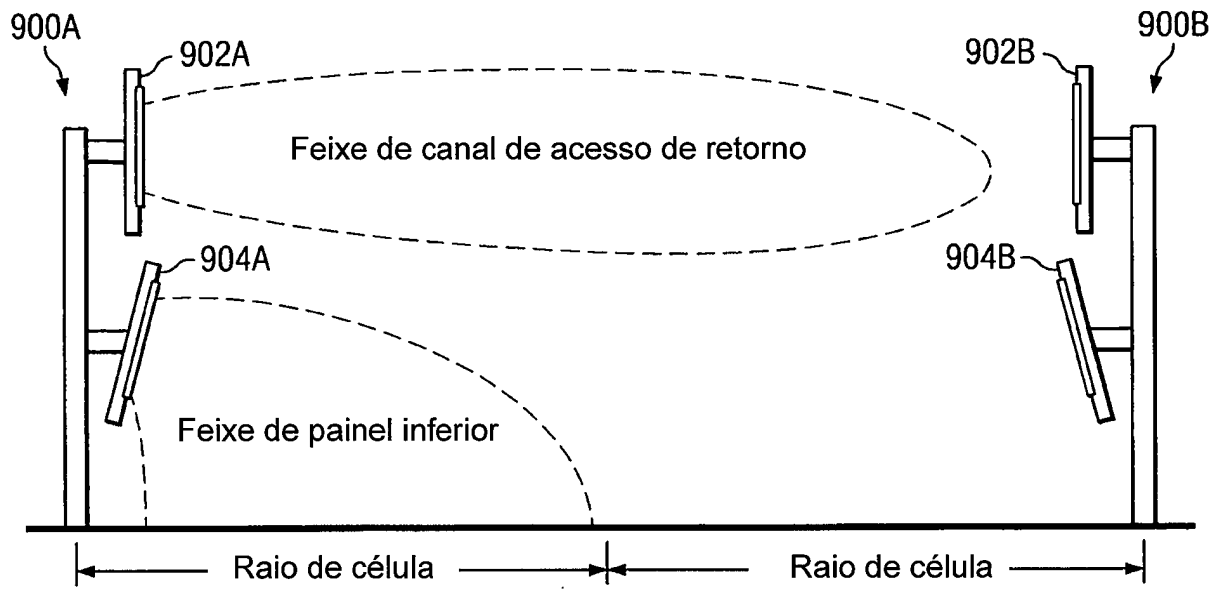


FIG. 11

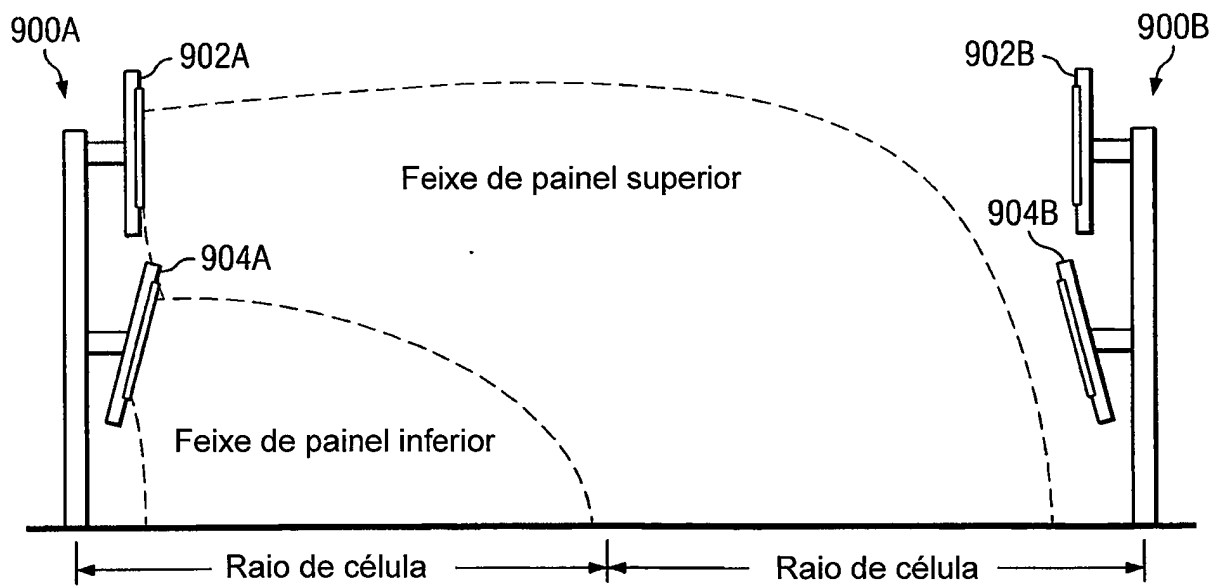


FIG. 12

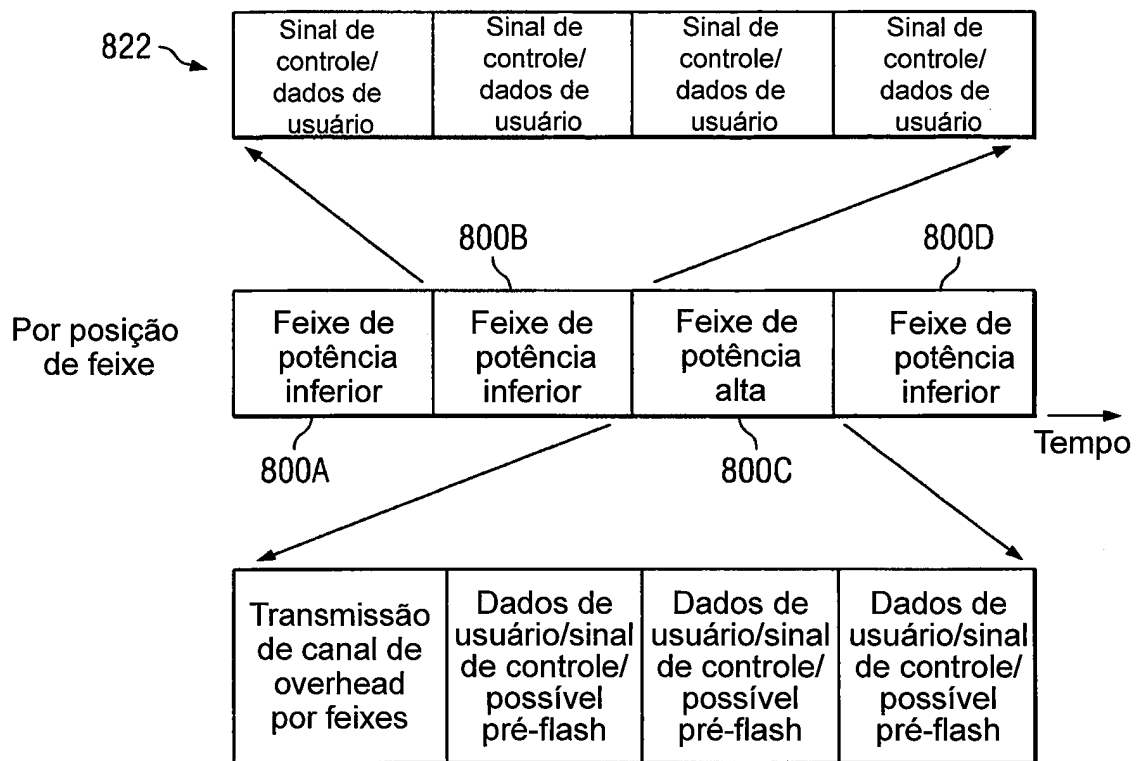


FIG. 13

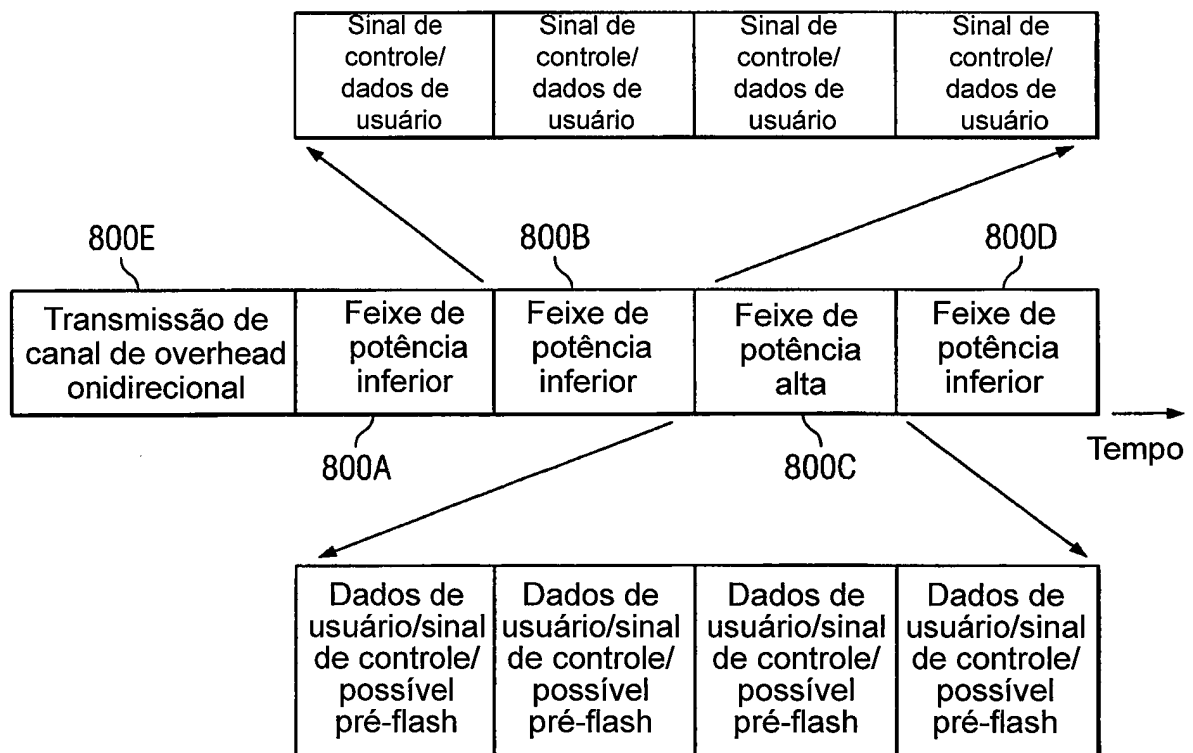


FIG. 14

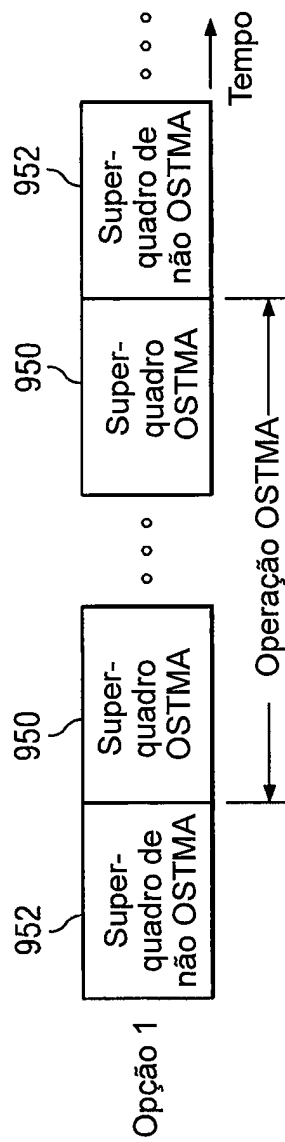


FIG. 15

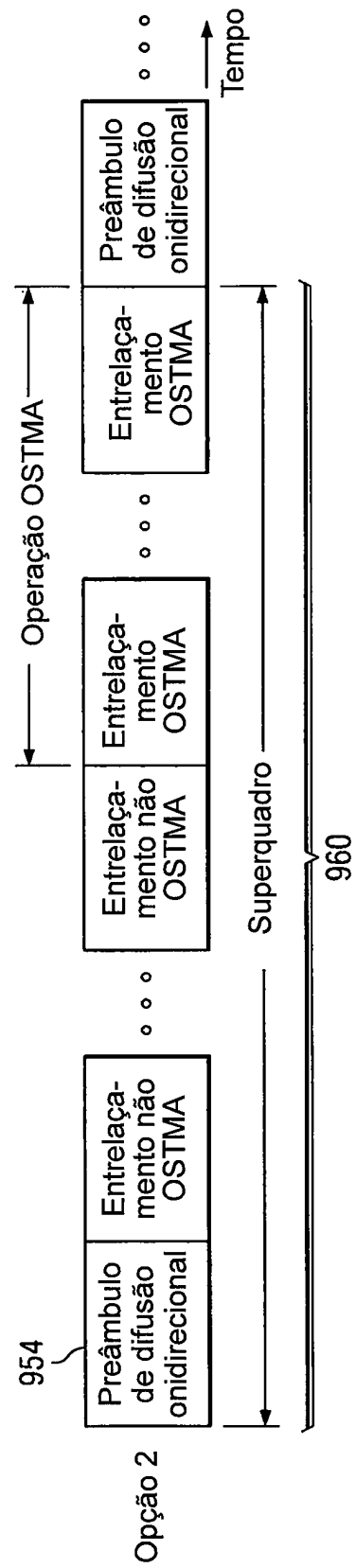


FIG. 16

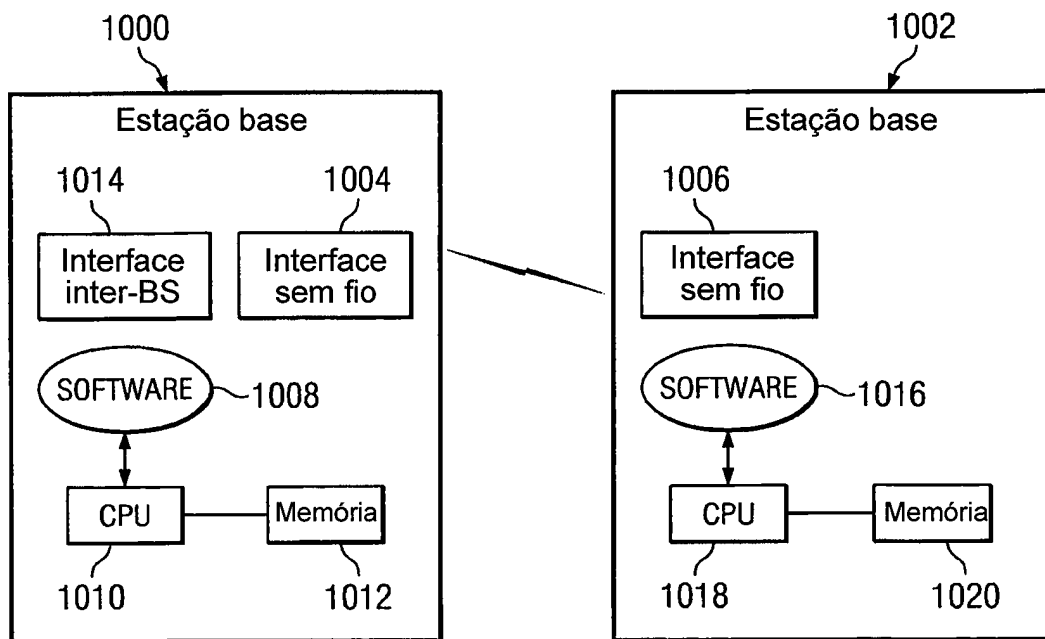
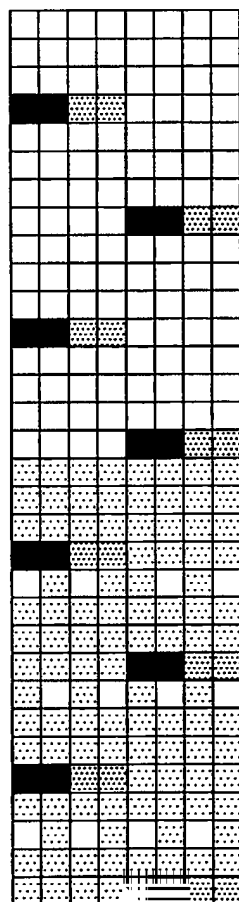


FIG. 17





 F-CPICH de posições
 de feixe 1, 2, 3 e 4 no
 modo de multiplexação 1

FIG. 18