



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

(11) PI 0818521-2 B1



(22) Data do Depósito: 02/10/2008

(45) Data de Concessão: 15/09/2020

(54) Título: MÉTODO DE ADAPTAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO PARA UMA ESTAÇÃO MÓVEL PARA UM MODO DE MALHA ABERTA DE MÚLTIPLAS ANTENAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E ESTAÇÃO BASE

(51) Int.Cl.: H04B 7/06.

(52) CPC: H04B 7/0689; H04B 7/063; H04B 7/0632.

(30) Prioridade Unionista: 02/10/2007 US 60/976,933; 20/08/2008 US 12/195,114.

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

(72) Inventor(es): HUA-XU; JIANMING WU; JIANGLEI MA; MING JIA; MOHAMMADHADI BALIGH; PEIYING ZHU; WEN TONG.

(86) Pedido PCT: PCT IB2008003841 de 02/10/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/074880 de 18/06/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 01/04/2010

(57) Resumo: ADAPTAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO PARA UM MODO MULTI-ANTENA DE MALHA ABERTA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO. Para realizar adaptação de classificação para uma estação móvel em uma rede sem fio, determina-se se a estação móvel está se deslocando rapidamente. Em resposta à determinação de que a estação móvel está se deslocando rapidamente, um modo multi-antena de malha aberta é selecionado para realizar a comunicação sem fio entre a estação móvel e a estação base. Além disso, é feita seleção entre várias classificações para a comunicação sem fio de acordo com o modo multi-antena de malha aberta entre a estação móvel e a estação base.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"MÉTODO DE ADAPTAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO PARA UMA
ESTAÇÃO MÓVEL PARA UM MODO DE MALHA ABERTA DE
MÚLTIPLAS ANTENAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E ESTAÇÃO
BASE".**

Campo da Invenção

[001] A invenção se refere geralmente à adaptação de classificação para um modo multi-antena de malha aberta de comunicação sem fio entre uma estação móvel e uma estação base.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA ANTERIOR

[002] Várias tecnologias de acesso sem fio foram propostas ou implementadas para habilitar as estações móveis a realizar comunicações com outras estações móveis ou com terminais cabeados acoplados às redes cabeadas. Exemplos de tecnologia de acesso sem fio incluem tecnologias GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis) e tecnologia UMTS (Sistema de Telecomunicação Móvel Universal), definidas pelo Projeto de Parceria de Terceira Geração (3GPP); e tecnologias CDMA 2000 (Acesso Múltiplo por Divisão de Código 2000), definidas por 3GPP2.

[003] Como parte da evolução contínua das tecnologias de acesso sem fio para aperfeiçoar a eficiência espectral, para aperfeiçoar os serviços, para diminuir os custos, assim por diante, novos padrões foram propostos. Tal novo padrão é o padrão Evolução de Longo Prazo (LTE) a partir de 3GPP, que procura otimizar a rede sem fio UMTS.

[004] De acordo com LTE, adaptação de classificação é proporcionada para transmissão sem fio MIMO (múltiplas-entradas e múltiplas-saídas) de pré-codificação dependente de canal (malha fechada) utilizando informação que é realimentada a partir da estação móvel para uma estação base. MIMO se refere ao uso de múltiplas

antenas pelo lado de transmissão e/ou pelo lado de recepção. A adaptação de classificação se refere à seleção a partir de várias classificações, tal como classificação 1 e classificação 2, para comunicações sem fio entre a estação móvel e a estação base. "Classificação 1" se refere ao uso de apenas uma única camada para o canal sem fio que comunica dados entre a estação base e a estação móvel. Com tais comunicações de camada única, o mesmo sinal é emitido a partir de cada uma das antenas de transmissão (de tal modo que redundância é provida) com codificação de fase apropriada e algumas vezes ganho) de tal modo que a potência do sinal é maximizada na entrada do receptor. "Classificação 2" indica que um canal sem fio específico usado para comunicar dados entre a estação base e a estação móvel é capaz de usar duas camadas que empregam múltiplos feixes espaciais ao longo de múltiplos percursos em um setor de célula. Com as comunicações de classificação 2, dados independentes podem ser enviados em múltiplos feixes para aumentar a capacidade de transmissão dos dados na comunicação em fio entre a estação móvel e a estação base. Outras classificações também são possíveis, tal como classificação 4 e assim por diante.

[005] A informação realimentada pela estação móvel como parte da pré-codificação dependente de canal (MIMO de malha fechada) para uma estação base inclui um índice para identificar uma palavra-código usada para codificar os dados a serem enviados no canal sem fio de downlink a partir da estação base para a estação móvel. Tal índice é referido como um índice de matriz de pré-codificação (PMI) no contexto LTE. Diferentes índices são usados para selecionar diferentes palavras-código. A informação de realimentação inclui também a classificação a ser usada como determinado pela estação móvel. Tal realimentação de informação de classificação possibilita adaptação de classificação, onde uma de múltiplas classificações pode

ser selecionada para comunicações sem fio. A pré-codificação (classificação e palavra-código) a ser aplicada aos dados de downlink a serem transmitidos pela estação base é então determinada a partir da informação de classificação e PMI. Mediante aplicação de pré-codificação (incluindo adaptação de classificação) com base na informação de realimentação a partir da estação móvel, a capacidade de transmissão a confiabilidade das comunicações de dados sem fio dentro de uma célula ou setor de célula podem ser aperfeiçoadas.

[006] Contudo, pré-codificação convencional para transmissão MIMO de malha fechada é eficaz apenas para as estações móveis que se deslocando de forma relativamente lenta de tal modo que a realimentação de informação (particularmente, a informação PMI) pela estação móvel para estação base não está desatualizada quando a pré-codificação é aplicada pela estação base. Quando aumenta a velocidade da estação móvel, a pré-codificação usada para transmissão MIMO de malha fechada pode não ser benéfica.

Resumo da Invenção

[007] Em geral, de acordo com uma modalidade, um método de realizar adaptação de classificação para uma estação móvel em uma rede sem fio inclui determinar se a estação móvel está se deslocando rapidamente. Em resposta à determinação de que a estação móvel está se movendo rapidamente, um modo multi-antena de malha aberta é selecionado para realizar a comunicação sem fio entre a estação móvel e a estação base. A seleção é então realizada entre várias classificações para a comunicação sem fio de acordo com o modo multi-antena de malha aberta entre a estação móvel e a estação base.

[008] Outras ou alternativas características serão evidentes a partir da descrição seguinte, a partir dos desenhos, e a partir das concretizações.

Breve Descrição das Figuras

[0009] A Figura 1 é um diagrama de blocos de uma rede de comunicação que inclui uma rede sem fio que emprega adaptação de classificação para comunicação sem fio de acordo com um modo multi-antena de malha aberta, de acordo com uma modalidade;

[0010] A Figura 2 ilustra um gráfico que apresenta os modos multi-antena que são usados seletivamente com base na qualidade de canal sem fio, detectada e na velocidade de uma estação móvel, de acordo com uma modalidade; e

[0011] As Figuras 3 e 4 são fluxogramas de processos para realizar adaptação de classificação para um modo multi-antena de malha aberta, de acordo com algumas modalidades.

Descrição Detalhada da invenção

[0012] Na descrição seguinte, vários detalhes são apresentados para prover um entendimento de algumas modalidades. Contudo, será entendido por aqueles versados na técnica que algumas modalidades podem ser praticadas sem esses detalhes e que diversas variações ou modificações a partir das modalidades descritas podem ser possíveis.

[0013] Em uma rede sem fio que incorpora algumas modalidades da invenção, vários modos multi-antena podem ser suportados em um canal sem fio de downlink (a partir da estação base para a estação móvel), tal como um canal compartilhado de downlink, físico (PDSCH) ou outro tipo de canal de dados. Um canal PDSCH é um canal que existe em uma rede sem fio de Evolução de Longo Prazo (LTE) conforme definido pelo Projeto de Parceria de Terceira Geração (3GPP). A tecnologia LTE de 3GPP é uma evolução da tecnologia UMTS (Sistema Telecomunicação Móvel Universal) também promulgada por 3GPP. Embora se faça referência à tecnologia LTE de acordo com algumas modalidades, observar que essas técnicas também podem ser aplicadas outras tecnologias sem fio, tal como tecnologias CDMA 2000 (Acesso Múltiplo por Divisão de Código 2000)

definida por 3GPP2, ou outras tecnologias de acesso sem fio. Além disso, embora a discussão seguinte seja dirigida às técnicas aplicadas à comunicação de downlink, observa-se que algumas modalidades da invenção também podem ser aplicadas às comunicações de uplink.

[0014] Um modo multi-antena pode ser um modo MIMO (múltiplas entradas, múltiplas saídas), na qual múltiplas antenas de transmissão são usadas no transmissor e múltiplas antenas de recepção são usadas no receptor. Em algumas modalidades, os diversos modos multi-antena que podem ser suportados pela rede sem fio incluem um modo MIMO de malha fechada e um modo MIMO de malha aberta. O modo MIMO de malha fechada se refere a um modo MIMO no qual os dados de downlink são pré-codificados utilizando-se pré-codificação determinada a partir da informação de realimentação a partir da estação móvel que inclui informação de classificação, um índice para uma palavra-código, e outra informação (por exemplo, indicação e qualidade de canal sem fio tal como um indicador de qualidade de canal ou CQI). O índice (ou outro tipo de identificador) permite que a estação base selecione entre múltiplas palavras-código, possíveis, para codificar os dados de downlink.

[0015] Com o modo MIMO de malha aberta, uma palavra-código (em vez de palavras-código variáveis conforme usado com MIMO de malha fechada) fixa (ou predeterminada) é usada para codificar os dados de downlink. Como resultado, a estação base aplica uma palavra-código fixa (ou predeterminada) aos dados de downlink. Com o modo MIMO de malha aberta, nenhuma realimentação de PMI a partir da estação móvel é exigida. Alternativamente, em vez de usar uma palavra-código fixa ou predeterminada, uma sequência de palavra-código predeterminada pode, em vez disso, ser utilizada.

[0016] De acordo com algumas modalidades, a velocidade de uma estação móvel pode ser detectada, e um modo multi-antena pode ser

selecionado com base na velocidade da estação móvel. Quando a velocidade da estação móvel é relativamente baixa, então o modo MIMO de malha fechada pode ser empregado, no qual as variações no canal podem ser monitoradas, e a estação móvel é capaz de selecionar uma palavra-código para ser usada para codificar os dados de downlink. A palavra-código selecionada é realimentada à estação base na forma de um índice (ou outro identificador) para a palavra-código selecionada. Variações no canal que podem ser detectadas pela estação móvel incluem mudanças na condição de canal que se baseiam na condição da estação móvel, perdas de percurso que se baseiam na distância da estação móvel a partir da estação base, sombreamento que é causado por obstáculos em torno da estação base, e outros fatores.

[0017] As palavras-código podem ser selecionadas a partir de um livro de códigos que inclui um número de entradas contendo palavras-código correspondentes que podem ser usadas seletivamente para codificação de dados. O livro de códigos pode ser arranjado como uma matriz, em algumas implementações exemplares. A matriz pode ter fileiras correspondendo aos índices de livro de códigos, e colunas correspondendo às classificações. Assim, um número de palavras-código no livro de códigos corresponde à Classificação 1, e outras palavras-código no livro de códigos correspondem à Classificação 2. O livro de códigos também inclui entradas correspondendo a outras classificações. Conforme observado acima, com comunicações MIMO de malha fechada informação de classificação e um índice (referido como um índice de matriz de pré-codificação ou PMI no contexto LTE) podem ser realimentados a partir da estação móvel para a estação base. Isso permite que a estação base selecione uma palavra-código para aplicar na comunicação de downlink (a partir da estação base para a estação móvel).

[0018] Para estações móveis em deslocamento lento, a estação base também realiza atribuição de canal localizado, no qual blocos de recursos físicos consecutivos (RBs) são atribuídos a uma determinada estação móvel. Um bloco de recursos físicos se refere a um número definido de símbolos consecutivos no domínio de tempo e um número de subportadoras consecutivas no domínio de frequência.

[0019] Contudo a eficácia de MIMO de malha fechada (pré-codificação dependente de canal) é comprometida nos casos envolvendo as estações móveis de alta velocidade. Uma "estação móvel de alta velocidade" ou "estação móvel em deslocamento rápido" é uma estação móvel que está se deslocando em uma velocidade superior a certo limite predefinido, tal como superior a 30 quilômetros por hora (km/h). A eficácia de MIMO de malha fechada é comprometida quando uma estação móvel está se deslocando rapidamente porque a realimentação (incluindo a PMI) provida pela estação móvel pode tornar obsoleta de forma relativamente rápida, de tal modo que qualquer decisão tomada pela estação base de acordo com a realimentação a partir da estação móvel pode não prover resultados ótimos. Além disso, para uma estação móvel se deslocando rapidamente, atribuição de canal distribuída ou de diversidade normalmente é usada, na qual os blocos de recursos alocados a uma determinada estação móvel não têm que ser consecutivos e podem ser provenientes de diferentes partes da faixa de frequência. Como as classificações para diferentes partes da faixa são diferentes, MIMO de malha fechada para uma estação móvel em deslocamento rápido não é eficaz por essa razão adicional.

[0020] Como resultado, de acordo com algumas modalidades, para uma estação móvel de alta velocidade, uma palavra-código fixa (ou predeterminada) é usada para realizar codificação dos dados de downlink enviados a partir da estação base para a estação móvel. O

uso de pré-codificação fixa (ou predeterminada) é parte do modo MIMO de malha aberta usado para transmissão de dados de downlink para a estação móvel de alta velocidade.

[0021] Além de utilizar pré-codificação fixa (ou predeterminada), adaptação de classificação também pode ser empregada para o modo MIMO de malha aberta, para otimizar a capacidade de transmissão de comunicações e confiabilidade de acordo com algumas modalidades. Por exemplo, em algumas modalidades, para o modo MIMO de malha aberta, a Classificação 1 ou a Classificação 2 pode ser selecionada com base nas condições de canal sem fio. Por exemplo, a adaptação de classificação pode se basear em uma SINR de longo prazo (relação de sinal/ interferência mais ruído). Uma SINR de "longo prazo" se refere a certa agregação de uma SINR atualmente medida e SINRs previamente medidas. A agregação pode ser uma média, ou alternativamente, poderia ser alguma outra agregação (por exemplo, mediana, soma, etc.). Em outras modalidades, em vez de utilizar SINR para prover uma indicação da qualidade de canal sem fio, algum outro tipo de parâmetro pode ser usado em vez disso.

[0022] Basicamente, uma condição de canal "pobre" (em relação aos critérios predeterminados ou de outro modo estabelecidos) indicará que comunicações de classificação 1 devem ser usadas, ao passo que uma condição de canal de qualidade "melhor" (em relação a tal critério) indicaria que comunicações de classificação 2 podem ser usadas. Em algumas implementações, o esquema de classificação 1 é um esquema de diversidade de transmissão no qual a mesma informação (informação redundante) é enviada através de percursos diferentes (feixes espaciais) para uma estação móvel para aumentar a probabilidade de que a estação móvel receba os dados de downlink. Por exemplo, o formato de diversidade transmissão pode ser o formato de codificação de bloco de frequência espacial (SFBC).

[0023] Comunicações de classificação 2 proporcionam multiplexação espacial na qual duas antenas do transmissor são usadas para transmitir dados de downlink independentes a serem recebidos por antenas correspondentes do receptor. Assim, de acordo com algumas modalidades, para uma estação móvel com elevada mobilidade (alta velocidade) adaptação dinâmica de classificação é provida para um modo multi-antena de malha aberta de tal modo que comunicações de classificação 1 ou comunicações de classificação 2 podem ser utilizadas para aumentar não somente a capacidade de transmissão como também o ganho de cobertura. Em outras modalidades, classificações adicionais podem ser suportadas.

[0024] Assim, de acordo com algumas modalidades, para uma estação móvel se deslocando lentamente, pré-codificação dependente de canal baseada em livro de códigos (MIMO de malha fechada) com adaptação de classificação pode ser usada. Para uma estação móvel em deslocamento rápido, um modo MIMO de malha aberta com adaptação de classificação pode ser usado, onde a classificação selecionada se baseia nas condições de canal sem fio.

[0025] A Figura 1 mostra uma rede sem fio exemplar na qual algumas modalidades da invenção podem ser providas. A rede sem fio inclui uma estação base 100 que inclui um arranjo de antenas ou outro conjunto (antena de múltiplos feixes) 102 para enviar sinais sem fio ao longo de múltiplos percursos 104, 106 (feixes espaciais) em um setor de célula correspondente 108. Um setor de célula é uma seção de uma célula de uma rede celular. Embora apenas dois percursos 104 e 106 sejam ilustrados na Figura 1, observa-se que mais do que dois percursos podem ser providos em um setor de célula em outras modalidades. Recursos de radiofrequência (RF) (por exemplo, frequências, partições de tempo, etc.) podem ser reutilizados em diferentes regiões geográficas de um setor de célula mediante

transmissão de sinais sem fio ao longo de diferentes percursos utilizando antenas de múltiplos feixes. Uma estação móvel 110 pode se comunicar utilizando um ou mais dos percursos 104, 106 nos setores de célula 108, dependendo da posição da estação móvel 110 no setor de célula.

[0026] Em implementações alternativas, mais propriamente do que prover múltiplos feixes em um setor de célula, observa-se que múltiplos feixes podem ser providos em uma célula. Conforme aqui usado, o termo “segmento de célula” pode se referir a um setor de célula ou a uma célula.

[0027] Embora apenas uma estação base seja ilustrada na Figura 1, observa-se que uma rede sem fio tipicamente incluiria múltiplas estações base. Em algumas implementações, a rede sem fio é uma rede sem fio LTE. Em implementações alternativas, outros tipos de redes sem fio podem ser empregados. Observar que referência a uma "rede sem fio LTE" se refere a uma rede sem fio que se adapta às exigências da especificação desenvolvida por 3GPP, uma vez que essa especificação é modificada ou evoluída com o passar do tempo, assim como em relação a padrões subsequentes que evoluem a partir de LTE. Além disso, embora se faça referência às redes sem fio LTE na discussão seguinte, observa-se que técnicas de acordo com as modalidades preferidas também podem ser aplicadas às redes sem fio não-LTE. Nas redes sem fio não-LTE, o termo "estação base" pode se referir a qualquer transmissor capaz de transmitir dados para, ou receber dados a partir de uma estação móvel. Mais geralmente, o termo "estação base" pode se referir a uma estação base de rede celular, um ponto de acesso usado em qualquer tipo de rede sem fio, ou qualquer tipo de transmissor para comunicação com estações móveis. Em uma rede sem fio LTE, a estação base 100 inclui um Nó B otimizado (“eNode B”), o qual inclui uma estação base de transceptor

que inclui o arranjo de antenas 102. A estação base 100 inclui também um controlador de rede de rádio que coopera com o Nó B otimizado. O controlador de rede de rádio e/ou Nó B otimizado pode realizar uma ou mais das seguintes tarefas: gerenciamento de recurso de rádio, gerenciamento de mobilidade para gerenciar a mobilidade das estações móveis, roteamento de tráfego, e assim por diante. Observar que um controlador de rede de rádio pode acessar múltiplos eNode Bs, ou alternativamente, um eNode B pode ser acessado por mais do que um controlador de acesso de rádio.

[0028] Conforme ilustrado na Figura 1, a estação base 100 inclui uma ou mais unidades centrais de processamento (CPUs) 122, que é (são) conectada(s) ao meio de armazenamento 124. Além disso, a estação base inclui software 126 que pode ser executado na(s) CPU(s) 122 para realizar tarefas da estação base 100, incluindo tarefas de acordo com modalidades preferidas para possibilitar suporte para SDMA na rede sem fio LTE.

[0029] A estação móvel 110 da Figura 1 inclui também uma ou mais CPUs 130 que são conectadas ao meio de armazenamento 132. A estação móvel 110 inclui também software 134 que pode ser executado nas CPUs 130 para realizar tarefas da estação móvel 110.

[0030] A estação base 100 é conectada a um gateway de rede servidora e/ou rede de dados em pacote (PDN) 112, que termina a interface de plano de usuário em direção ao nó B otimizado e assume a responsabilidade por roteamento de pacote e transferência em direção a uma rede externa 114, a qual pode ser uma rede de dados de pacote tal como a Internet ou outro tipo de rede.

[0031] O arranjo ilustrado na Figura 1 é provido para fins de exemplo. Em outras implementações, são usados outros arranjos de rede sem fio.

[0032] A Figura 2 ilustra um gráfico exemplar que mostra

diferentes modos multi-antena usados dependendo da velocidade da estação móvel (eixo vertical do gráfico) e a SINR de longo prazo (eixo horizontal do gráfico). Para as estações móveis que não estão em movimento e para as estações móveis de baixa velocidade (referidas aqui coletivamente como "estações móveis de baixa velocidade"), pré-codificação dependente de canal (MIMO de malha fechada) é usada (como indicado por 202). Ao contrário, para uma estação móvel de alta velocidade, é utilizada pré-codificação fixa (ou predeterminada) em combinação com adaptação dinâmica de classificação, na qual a classificação 1 é usada se a SINR de longo prazo for relativamente baixa (bloco 204 na Figura 2), e a classificação 2 é usada se a SINR de longo prazo for relativamente alta (bloco 206). Um limite pode ser definido para SINR de longo prazo; se a SINR de longo prazo estiver abaixo do limite, então a classificação 1 é usada, e se a SINR de longo prazo estiver acima do limite, a classificação 2 é usada.

[0033] A Figura 3 ilustra um procedimento realizado de acordo com uma modalidade. A estação base mede (em 302) uma velocidade da estação móvel. A velocidade medida pode ser uma velocidade aproximada, e pode se basear, por exemplo, na monitoração de um canal de acesso aleatório (RACH) enviado no uplink a partir da estação móvel para estação base, ou um sinal sonoro de referência (SRS) a partir da estação móvel, ou qualquer outra transmissão de uplink. RACH é enviada pela estação móvel para estabelecer uma chamada ou outra sessão de comunicação. O sinal sonoro de referência é um sinal de referência enviado pela estação móvel para possibilitar que a estação base determine qual feixe (percurso) a estação móvel estará usando para os dados de uplink. GPS ou outros dados de determinação de posição também podem ser usados para determinar velocidade da estação móvel. Sinal(is) a partir da estação móvel é(são) monitorado(s) pela estação base para determinar

aproximadamente a velocidade da estação móvel.

[0034] Com base na velocidade medida, a estação base classifica (em 304) a estação móvel como uma estação móvel de "alta velocidade" ou de "baixa velocidade". A estação base então finaliza (em 306) o tipo de estação móvel (alta velocidade ou baixa velocidade) para a estação móvel. A sinalização enviada para comunicar o tipo de estação móvel pode ser uma sinalização de camada superior, tal como sinalização de nível 3 (ou de nível superior). Utilizar os protocolos (software) de cada superior para medir a velocidade da estação móvel pode ser mais eficiente uma vez que o processo de medir a velocidade da estação móvel pode levar tempo na ordem de centenas de milissegundos, em algumas implementações.

[0035] De acordo com o tipo de estação móvel recebido a partir da estação base, a estação móvel mede (em 308) a SINR, a qual em algumas modalidades pode ser informada na forma de um indicador de qualidade de canal (CQI). A informação COI provê informação com relação à qualidade da sinalização sem fio enviada junto com um canal específico que é detectado pela estação móvel. Para uma estação móvel de alta velocidade, o CQI medido é o CQI correspondendo à diversidade de transmissão e uma palavra-código fixa ou predeterminada. A palavra-código fixa ou predeterminada pode ser uma palavra-código predefinida no livro de códigos definido para o modo MIMO de malha fechada. Para uma estação móvel de baixa velocidade, o COI medido é o COI correspondendo a uma palavra-código no livro de códigos.

[0036] A estação móvel então seleciona (em 310) o modo MIMO com a maior SINR. Se o MIMO de malha fechada for selecionado, um índice de livro de códigos e classificação (por exemplo, PMI) também é derivado e associado ao MIMO de malha fechada. Se o modo MIMO de malha aberta for selecionado, a classificação é selecionada, mas a

palavra-código é fixa (por exemplo, o índice de livro de códigos é predefinido). Observar que em algumas implementações a seleção entre o modo MIMO de malha aberta e o modo MIMO de malha fechada pode ser sinalizada por um software de camada superior (nível 3 ou superior) que também mede ou recebe uma indicação da velocidade da estação móvel.

[0037] A seguir, a estação móvel envia (em 312) uma mensagem de realimentação para a estação base que contém um indicador de classificação junto com a informação de SINR. O envio da informação de realimentação em 312 pode ser realizado periodicamente (ou aperiodicamente). De acordo com uma primeira técnica, a informação SINR é provida na forma de informes CQI que são enviados periodicamente (ou aperiodicamente) pela estação móvel para estação base. O indicador de classificação pode ser enviado em cada informe CQI nessa primeira técnica. Alternativamente, de acordo com uma segunda técnica, o indicador de classificação pode ser enviado a cada N -ésimo informe CQI onde $N > 1$ (N é um valor configurável). O indicador de classificação pode ser adicionado como bit(s) adicional ao informe CQI ou alternativamente, o indicador de classificação pode substituir o(s) bit(s) existente(s) do informe CQI (um processo referido como puncionando o informe CQI).

[0038] A frequência de envio do indicador de classificação define o intervalo adaptação de classificação. O envio do indicador de classificação mais frequentemente significa que o intervalo de adaptação de classificação é mais curto (o que significa que a classificação é dinamicamente variada mais frequentemente).

[0039] Em resposta ao indicador de classificação e a SINR recebida, a estação base programa (em 314) a transmissão de dados de downlink para a estação móvel. A estação base determina o modo multi-antena a ser usado com base na velocidade da estação móvel e

na realimentação de classificação. Observar que a estação base pode cancelar a classificação selecionada pela estação móvel (conforme informado no indicador de classificação recebido a partir da estação móvel). O modo selecionado pela estação base pode ser ou o modo MIMO de malha fechada ou o modo MIMO de malha aberta com adaptação de classificação.

[0040] A estação base também determina o tipo de canal atribuído com base na classificação de estação móvel, onde o tipo de canal atribuído ou é atribuição de canal distribuído ou de diversidade (para uma estação móvel de alta velocidade) ou atribuição de canal localizado (para uma estação móvel de baixa velocidade). A comutação entre o modo MIMO de malha fechada e o modo MIMO de malha aberta para transmissão de downlink pode ser associada ao tipo de canal.

[0041] A seguir, a estação base sinaliza (em 316) o modo MIMO selecionado para a estação móvel, onde o modo MIMO sinalizado pode incluir informação de classificação (para MIMO de malha aberta) ou informação de índice de livro de códigos e classificação (para MIMO de malha fechada). Outra informação também pode ser enviada a partir da estação base para a estação móvel em 316.

[0042] Em algumas implementações, dois canais de sinalização de downlink podem ser usados para prover o modo MIMO. Por exemplo, um primeiro canal de sinalização pode indicar se MIMO de malha fechada ou MIMO de malha aberta deve ser usado. Se o MIMO de malha fechada deve ser usado, então um segundo canal de sinalização é usado para indicar o índice de livro de códigos e a classificação. Em algumas modalidades, se MIMO de malha aberta deve ser usado, então o segundo canal de sinalização é usado para indicar a classificação (diversidade de transmissão ou multiplexação espacial).

[0043] A estação móvel então decodifica (em 318) os dados de downlink enviados a partir da estação base de acordo com a classificação da estação móvel (alta velocidade versus baixa velocidade) e o indicador de modo enviado a partir da estação base, tal como índice de livro de códigos e classificação.

[0044] A Figura 4 é um diagrama de fluxo de mensagem de um processo de acordo com uma modalidade diferente. No procedimento da Figura 4, ao contrário do procedimento da Figura 3, é a estação móvel (mais propriamente do que a estação base) que mede a velocidade da estação móvel. A estação móvel pode medir (em 402) a velocidade da estação móvel mediante monitoração das transmissões de downlink, tal como o canal suplementar de downlink, sinal piloto ou de referência de downlink, ou qualquer outra transmissão de downlink. A estação móvel então classifica (em 404) a estação móvel como estação móvel de alta velocidade ou estação móvel de baixa velocidade de acordo com a velocidade medida. A estação móvel então informa (em 406) a classificação da estação móvel para a estação base, tal como mediante uso de uma sinalização de camada superior (por exemplo, nível 3).

[0045] As tarefas restantes da Figura 4 são idênticas às tarefas ilustradas na Figura 3 (e são atribuídos os mesmos numerais de referência).

[0046] Na estação móvel, a adaptação de classificação (realizada como parte da seleção de modo MIMO na tarefa 310 na Figura 3 ou 4) entre classificação 1 (por exemplo, SFBC) e classificação 2 (por exemplo SM) pode-se basear no procedimento como a seguir:

[0047] • Com base no sinal de referência de downlink, O receptor de estação móvel estima o canal e calcula as SINRs efetivas para ambos, SFBC e SM, denotados como $SINR^{(SFBC)}$ e $SINR^{(SM)}$, respectivamente.

[0048] • Com base em $SINR^{(SFBC)}$ e $SINR^{(SM)}$, a estação móvel computa ambas as capacidades SFBC e SM utilizando uma fórmula Shannon :

$$C^{(SFBC)} = \log_2(1 + SINR^{(SFBC)}),$$

$$C^{(SM)} = M^{TX} \cdot \log_2(1 + SINR^{(SM)}),$$

onde $M^{(TX)}$ é o número de antenas de transmissão.

[0049] • Uma comparação das duas capacidades computadas possibilita que a estação móvel decida se SFBC ou SM deve ser usado, de acordo com o seguinte:

Se $C^{(SFBC)} > C^{(SM)} \rightarrow$ SFBC transmissão (classificação 1)

Se $C^{(SFBC)} < C^{(SM)} \rightarrow$ SM transmissão (classificação 2)

[0050] O acima provê um exemplo de como a estação móvel pode comparar os parâmetros computados com base nos valores SINR para operação de classificação 1 e operação de classificação 2 para determinar selecionada classificação 1 ou classificação 2.

[0051] Como discutido acima, no procedimento da Figura 3 ou 4, como parte da programação da transmissão de downlink realizada em 314, a estação base pode anular a seleção de classificação feita pela estação móvel como a seguir:

[0052] • Contar o número de decisões ($N^{(SFBC)}$) para SFBC realimentado pela estação móvel através de uma janela de tempo de observação predefinida.

[0053] • Contar o número de decisões ($N^{(SM)}$) para SM realimentado pela estação móvel através da janela de tempo de observação predefinida.

[0054] • A estação base seleciona SFBC quando $N^{(SFBC)} \geq N^{(SM)}$; caso contrário a estação base seleciona SM.

[0055] A seleção pela estação base no sentido de se utiliza a classificação 1 ou a classificação 2 se baseia assim em uma comparação de número de vezes em que a estação móvel seleciona

classificação 1 na janela de observação predefinida, e o número de vezes em que a estação móvel selecionou a classificação 2 na janela de observação predefinida - a estação base selecionará a classificação que a estação móvel escolheu mais vezes na janela de observação predefinida.

[0056] Em algumas modalidades, se a classificação selecionada pela estação base for maior do que 1, então a estação base pode empregar uma diversidade de retardo cíclico amplo (CDD), o qual é um esquema de diversidade que transforma a diversidade espacial em diversidade de frequência para reduzir interferência entre símbolos. A operação da CDD de retardo amplo de acordo com uma modalidade é definida adicionalmente como a seguir:

[0057] • Para um transmissor com duas portas de antena, o pré-codificador para o elemento de recurso de dados i , denotado por $W(i)$, é selecionado a partir de um livro de códigos que inclui palavras-código para classificações 1 e 2. Um exemplo de tal livro de códigos é descrito em 3GPP TS 36.211, Versão 8.30. Um elemento de recursos de dados é um elemento de um bloco de recursos, discutido acima. Um bloco de recursos inclui um número de elementos de recursos. O pré-codificador selecionado aplica a palavra-código $W(i)$.

[0058] • Para um transmissor com quatro portas de antena, a estação móvel pode supor que a estação base atribui ciclicamente diferentes pré-codificadores para diferentes elementos de recursos de dados no canal compartilhado de downlink físico como a seguir. Um pré-codificador diferente é usado a cada v elementos de recursos de dados, onde v denota o número de camadas de transmissão no caso de multiplexação espacial. Particularmente, o pré-codificador para o elemento de recursos de dados i , denotado por $W(i)$, é selecionado de acordo com $W(i)=C_k$, onde k é o índice de pré-codificador dado por $k = \text{mod}([i/v] - 1, 4) + 1$ onde $k=1,2,\dots,4$, e C_1, C_2, C_3, C_4 são palavras-código a

partir de um livro de códigos que contêm entradas para quatro classificações. Um exemplo de tal livro de códigos é descrito em 3GPP TS 36.211, Versão 8.30.

[0059] Mediante emprego de técnicas de acordo com algumas modalidades, a adaptação de classificação é habilitada para as estações móveis de alta velocidade, para as quais um modo multi-antena de malha aberta é selecionado. A capacidade do sistema pode ser otimizada enquanto mantendo um nível desejado confiabilidade das comunicações sem fio.

[0060] Instruções de tal software são executadas no processador. O processador inclui microprocessadores, microcontroladores, módulos de processador ou subsistemas (incluindo um ou mais microprocessadores ou microcontroladores), ou outros dispositivos de controle ou computação. Um "processador" pode se referir a um único componente ou a vários componentes.

[0061] Dados e instruções (do software) são armazenados em dispositivos de armazenamento respectivos, os quais são implementados como um ou mais meios de armazenamento legíveis por computador ou utilizáveis por computador. Os meios de armazenamento incluem diferentes formas de memória incluindo dispositivos de memória de semicondutor tal como memórias de acesso aleatório, dinâmicas ou estáticas (DRAMs ou SRAMs), memórias de leitura programáveis e apagáveis (EPROMs), memórias de leitura eletricamente apagáveis e programáveis (EEPROMs), e memórias flash, discos magnéticos tais como discos fixos, disquetes e discos removíveis; outros meios magnéticos incluindo fita; e meios óticos tal como discos a laser (CDs) e discos de vídeo digital (DVDs).

[0062] Na descrição precedente, vários detalhes são apresentados para prover um entendimento da presente invenção. Contudo, será entendido por aqueles versados na técnica que a presente invenção

pode ser praticada sem esses detalhes. Embora a invenção tenha sido revelada com relação a um número limitado de modalidades, aqueles versados na técnica considerarão diversas modificações e variações a partir das mesmas. Pretende-se que as concretizações cubram tais modificações e variações compreendidas pelo verdadeiro espírito e escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método, executado por uma estação base (100), de adaptação de classificação para uma estação móvel (110) em uma rede sem fio, **caracterizado pelo fato de que** compreende as etapas de:

receber, por intermédio da estação base (100) a partir da estação móvel (110), uma indicação de uma primeira classificação a ser usada, em que a primeira classificação a ser usada é baseada em uma velocidade da estação móvel (110);

em resposta à determinação de que a velocidade da estação móvel (110) está acima de um limite predefinido, selecionar um modo multi-antena de malha aberta para realizar comunicação sem fio entre a estação móvel (110) e a estação base (100); e

selecionar, com base em pelo menos um critério, uma segunda classificação a partir de várias classificações para a comunicação sem fio de acordo com o modo multi-antena de malha aberta entre a estação móvel (110) e a estação base (100), em que a segunda classificação cancela a primeira classificação para ser usada conforme especificado pela indicação, em que selecionar a partir das várias classificações com base em pelo menos um critério compreende:

contar números correspondentes de vezes em que a estação móvel (110) selecionou cada uma das classificações possíveis durante uma janela de tempo predeterminada; e

selecionar a classificação que a estação móvel (110) escolheu mais vezes na janela de tempo predefinida.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a determinação da velocidade é executada por uma dentre a estação móvel (110) e a estação base (100).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

caracterizado pelo fato de que o recebimento da indicação da classificação a ser usada compreende receber a indicação da classificação a ser usada em associação com um informe de uma qualidade de canal sem fio.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo fato de que** selecionar dentre as várias classificações compreende selecionar dentre pelo menos uma primeira classificação que emprega diversidade de transmissão e uma segunda classificação que emprega multiplexação espacial.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende:

receber, a partir da estação móvel (110), um identificador para uma palavra-código para usar para codificação de dados em uma comunicação sem fio de acordo com o modo multi-antena de malha fechada.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende:

utilizar, no modo multi-antena de malha aberta, uma palavra-código predeterminada ou uma sequência de palavras-código para codificar os dados da comunicação sem fio.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** a palavra-código predeterminada é uma palavra-código predefinida em um livro de códigos usado para o modo de transmissão de múltiplas antenas de malha fechada.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado pelo fato de que** a seleção a partir das várias classificações para a comunicação sem fio de acordo com o modo multi-antena de malha aberta compreende selecionar uma classificação superior à classificação 1, o método compreendendo ainda:

utilizar diversidade de retardo cíclico quando a classificação selecionada for maior do que a classificação 1.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende comutar entre um modo multi-antena de malha fechada e um modo multi-antena de malha aberta.

10. Estação base (100), **caracterizada pelo fato de que** compreende:

uma interface para realizar comunicação sem fio com uma estação móvel (110); e

um processador para:

determinar se a estação móvel (110) é uma estação móvel (110) de alta velocidade;

em resposta à determinação de que a estação móvel (110) é uma estação móvel (110) de alta velocidade, selecionar um modo multi-antena de comunicação para dados de downlink transmitidos para a estação móvel (110) que não envolvem realimentação a partir da estação móvel (110) que inclui um identificador de uma palavra-código a ser usada para codificar os dados de downlink; e

aplicar adaptação de classificação para selecionar uma primeira classificação a partir de uma pluralidade de classificações para comunicação de dados de downlink de acordo com o modo modo multi-antena de comunicação, em que a adaptação de classificação aplicada cancela uma segunda classificação selecionada pela estação móvel (110), em que a seleção a partir das várias classificações é baseada em pelo menos um critério e compreende:

contar números correspondentes de vezes em que a estação móvel (110) selecionou cada uma das classificações possíveis durante uma janela de tempo predeterminada; e

selecionar a classificação que a estação móvel (110)

escolheu mais vezes na janela de tempo predefinida.

11. Estação base (100), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada pelo fato de que** o modo multi-antena selecionado compreende um modo multi-antena de malha aberta.

12. Estação base (100), de acordo com a reivindicação 11, **caracterizada pelo fato de que** o processador é para aplicar uma palavra-código fixa aos dados de downlink no modo multi-antena de malha aberta.

13. Estação base (100), de acordo com a reivindicação 12, **caracterizada pelo fato de que** o processador é para selecionar um modo multi-antena de malha fechada em resposta à determinação de que a estação móvel (110) não é uma estação móvel (110) de alta velocidade.

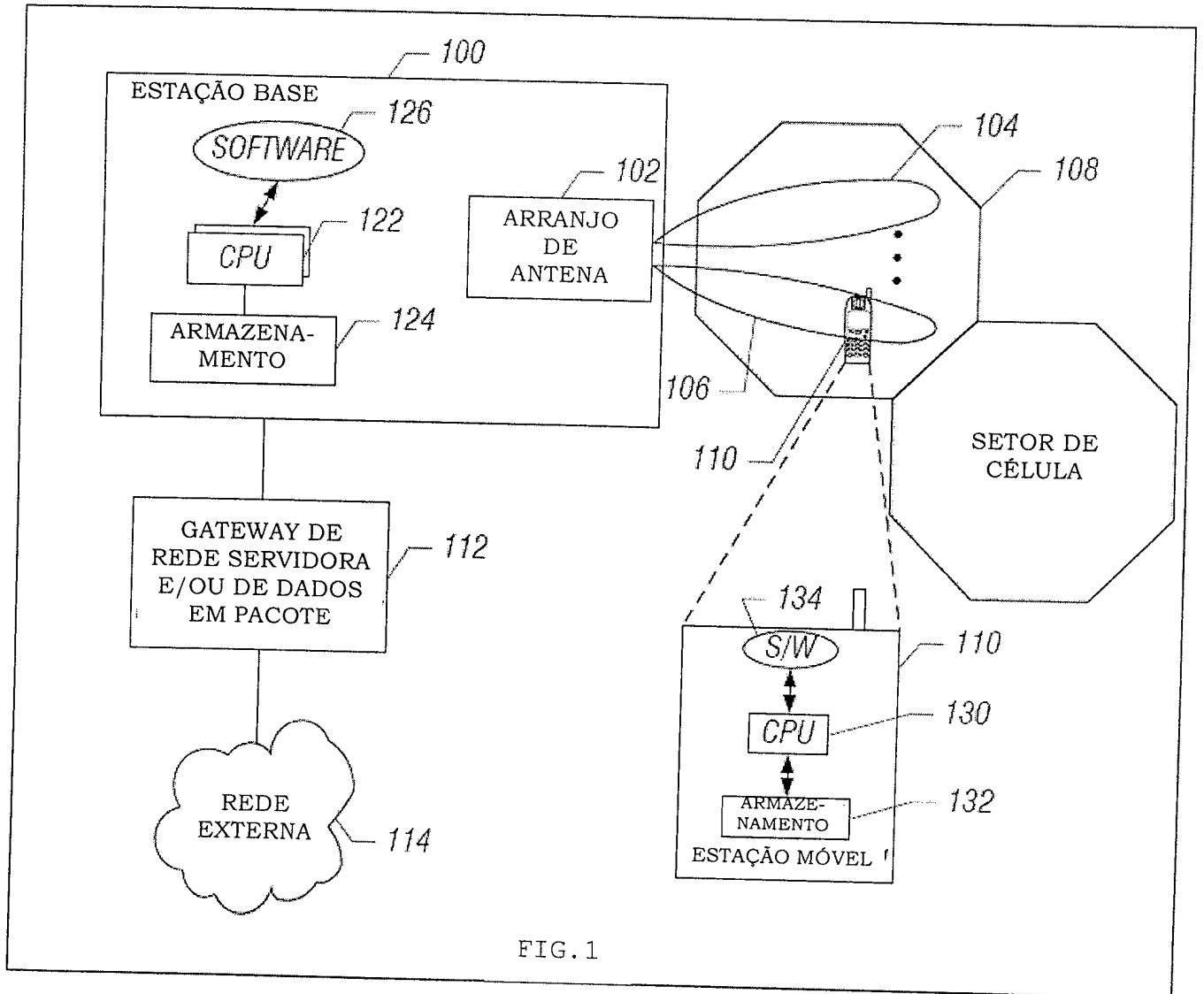


FIG. 1

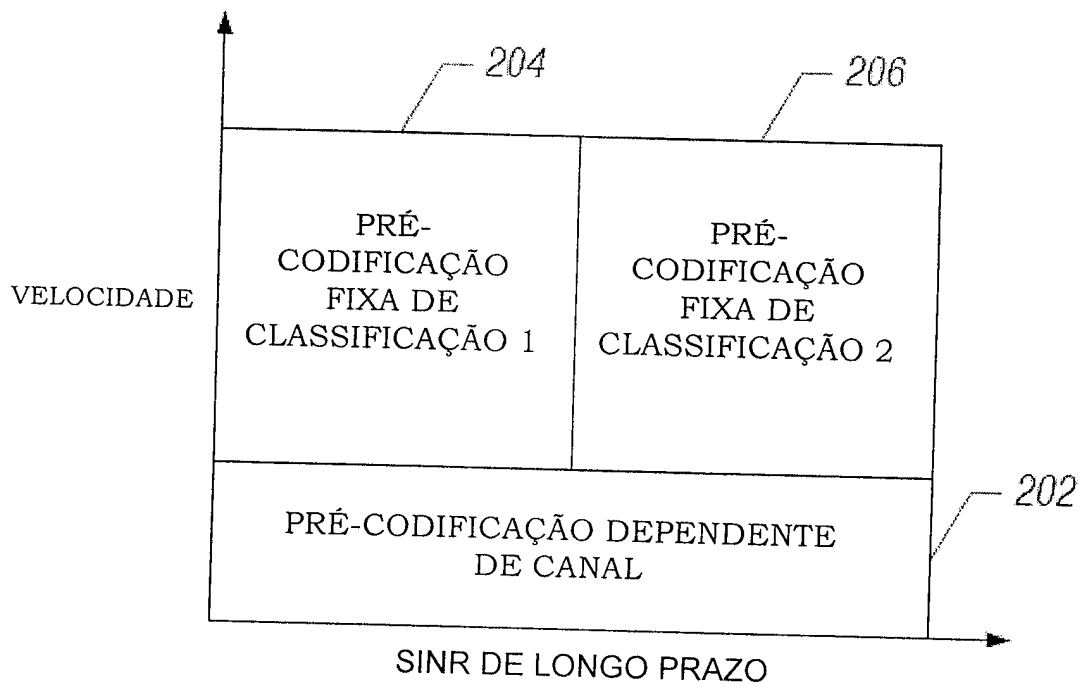


FIG. 2

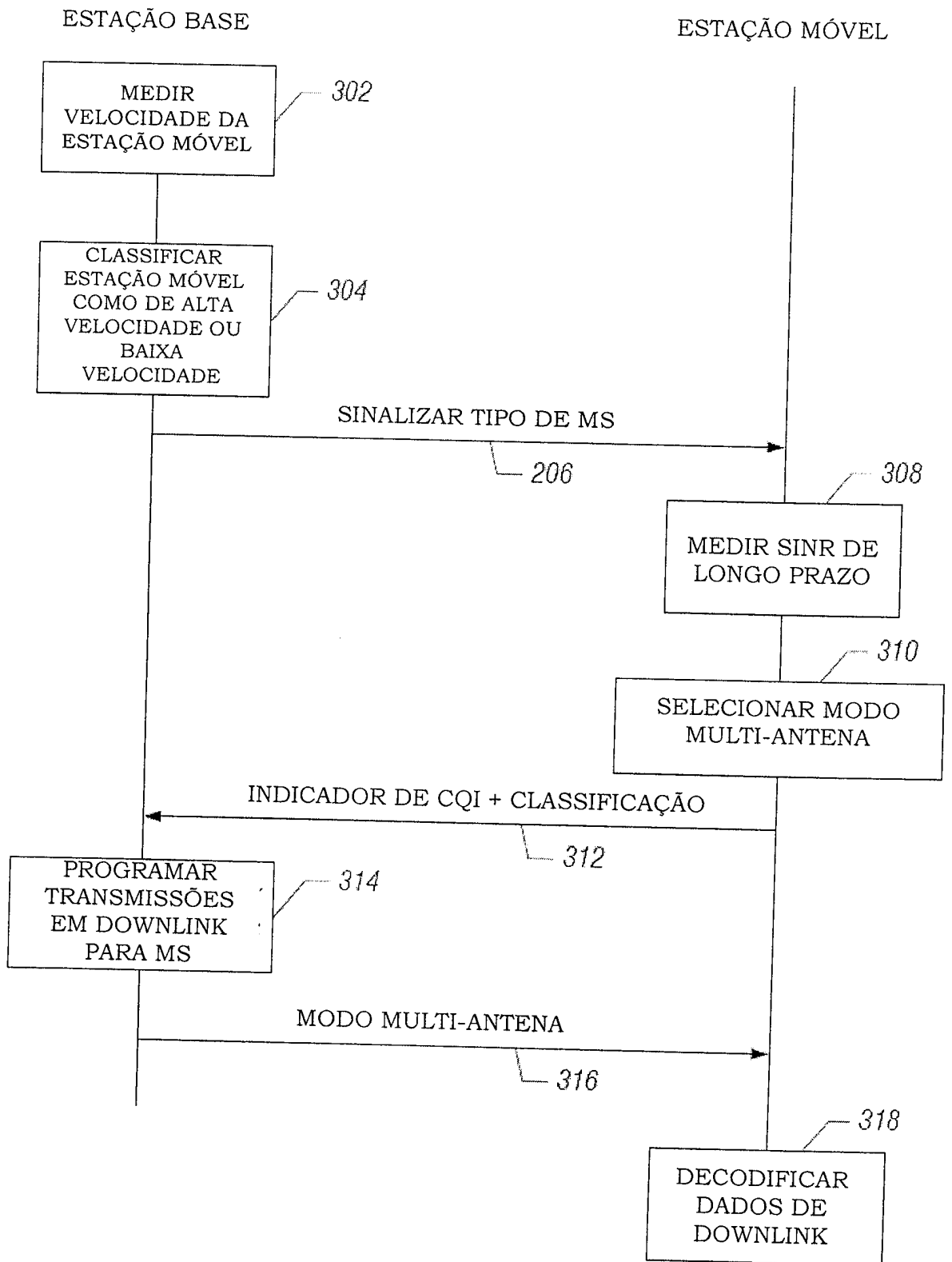


FIG. 3

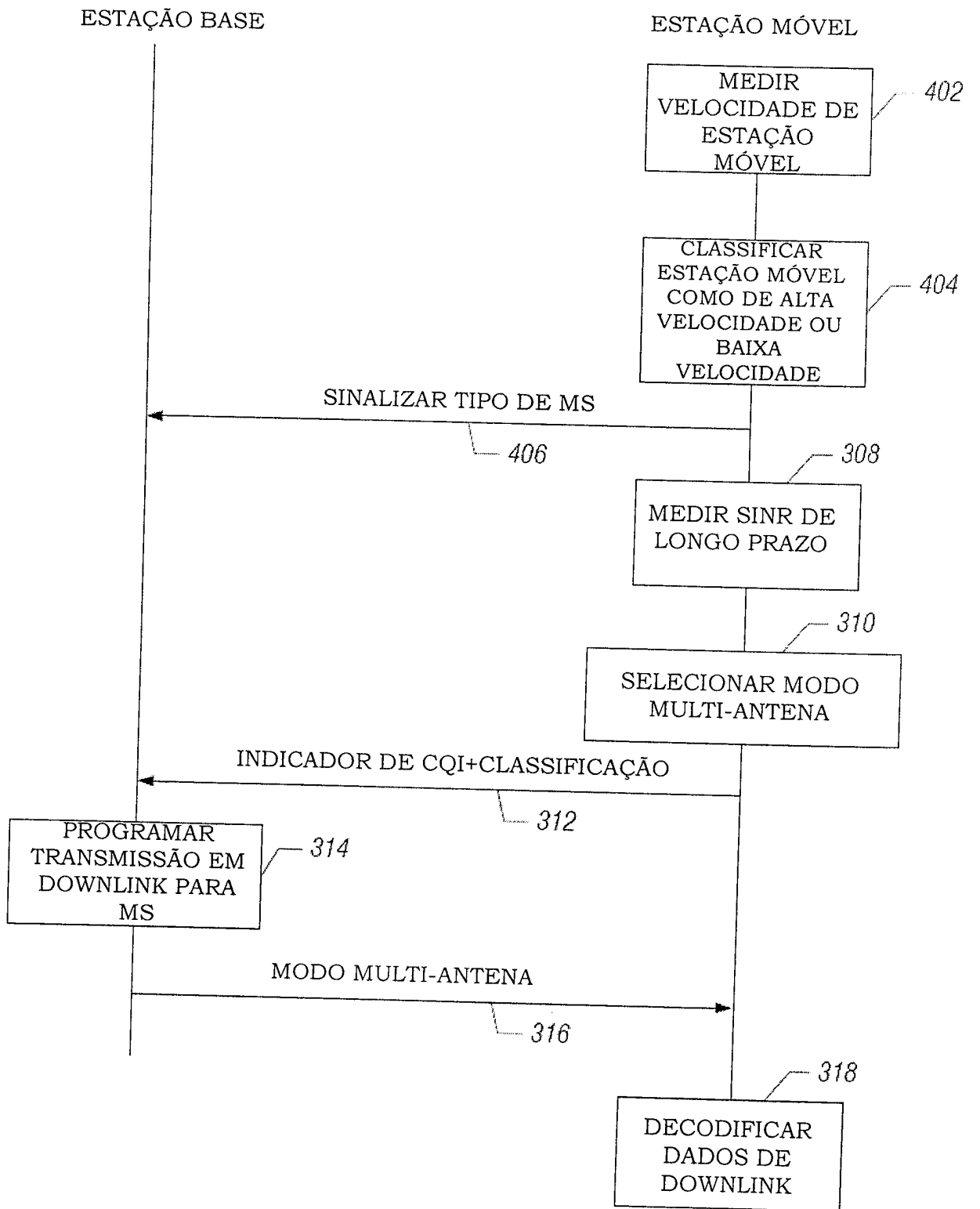


FIG. 4