



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

(11) PI 0711259-9 B1



(22) Data do Depósito: 20/04/2007

(45) Data de Concessão: 01/10/2019

(54) Título: REUSO DE RECURSO ORTOGONAL COM FEIXES DE SDMA

(51) Int.Cl.: H04B 7/0408; H04W 16/28.

(52) CPC: H04B 7/0408; H04W 16/28.

(30) Prioridade Unionista: 20/04/2006 US 60/794,001.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): MIN DONG; ALEXEI GOROKHOV; TINGFANG JI.

(86) Pedido PCT: PCT US2007067149 de 20/04/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/124460 de 01/11/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/10/2008

(57) Resumo: REUSO DE RECURSO ORTOGONAL COM FEIXES DE SDMA. Um sistema de comunicação sem fio pode implementar formação de feixes através de múltiplas antenas onidirecionais para criar feixes em diferentes direções espaciais. O sistema de comunicação pode dispor os feixes em conjuntos, com cada conjunto disposto para fornecer cobertura substancialmente completa através de uma área de cobertura predeterminada. O sistema de comunicação pode organizar os múltiplos conjuntos de feixes de SDMA para suportar áreas de cobertura substancialmente complementares, tal que um feixe principal de um primeiro conjunto provê cobertura para uma área de cobertura fraca do segundo conjunto de feixes. O sistema de comunicação sem fio atribui ou de outro modo aloca recursos substancialmente ortogonais para cada um dos conjuntos de feixes. O sistema de comunicação sem fio aloca recursos para um enlace de comunicação utilizando uma combinação de conjuntos de feixes e recursos substancialmente ortogonais para prover cobertura aperfeiçoada sem um aumento correspondente na interferência.

"REUSO DE RECURSO ORTOGONAL COM FEIXES DE SDMA".

Campo da Invenção

O presente documento refere-se geralmente à comunicação sem fio e mais especificamente a alocação de recursos em sistemas de comunicação sem fio de acesso múltiplo por divisão de espaço (SDMA).

Descrição da Técnica Anterior

Sistemas de comunicação sem fio se tornaram um meio prevalente pelo qual a maioria das pessoas no mundo inteiro se comunica. Os dispositivos de comunicação sem fio se tornaram menores e mais potentes para atender às necessidades do consumidor e aperfeiçoar a portabilidade e conveniência. Os consumidores encontraram muitos usos para os dispositivos de comunicação sem fio, tais como telefones celulares, assistentes pessoais digitais (PDAs) e similares, demandando áreas de cobertura expandida e serviço confiável.

A capacidade do sistema é uma limitação típica que limita a capacidade de um sistema para fornecer serviço confiável para dispositivos de comunicação em uma dada área de cobertura. Sistemas de comunicação sem fio utilizam várias técnicas que contribuem para aumentar a capacidade do sistema.

O Acesso Múltiplo por Divisão de Espaço (SDMA - Space Division Multiple Access) é uma técnica que pode ser implementada em um sistema de comunicação de múltiplas antenas. SDMA utiliza a dimensão espacial para suportar mais terminais para transmissões de dados ou informações. O SDMA utiliza as assinaturas espaciais dos terminais e programa múltiplas transmissões de dados em cada enlace que têm (idealmente) assinaturas espaciais ortogonais entre si.

Um sistema de comunicação sem fio pode implementar SDMA de várias formas. Um método é utilizar

formação de feixes ou, por outro lado, padrões de antenas direcionais. Entretanto, sistemas SDMA utilizando antena de feixe formado ou de outro modo direcional podem sofrer de áreas de cobertura fraca entre feixes ou interferência aumentada devido a feixes em sobreposição.

Resumo da Invenção

De acordo com a presente invenção, um método para reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio como definido na reivindicação 1, um aparelho configurado para suportar reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio definido na reivindicação 11 e um meio legível por computador incluindo instruções neste que podem ser executadas por um ou mais processadores como definido na reivindicação 15 são providos. Modalidades da invenção são reivindicadas nas reivindicações dependentes.

Um sistema de comunicação sem fio pode implementar formação de feixe através de múltiplas antenas onidirecionais para criar feixes em diferentes direções espaciais. O sistema de comunicação pode dispor os feixes em conjuntos, com cada conjunto disposto para fornecer cobertura substancialmente completa através de uma área de cobertura predeterminada. O sistema de comunicação pode dispor os múltiplos conjuntos de feixe SDMA para suportar áreas de cobertura substancialmente complementares, de tal modo que um feixe principal a partir de um primeiro conjunto forneça cobertura para uma área de cobertura fraca do segundo conjunto de feixes.

O sistema de comunicação sem fio atribui ou de outro modo aloca recursos substancialmente ortogonais a cada um dos conjuntos de feixes. Os recursos substancialmente ortogonais podem ser, por exemplo, tempo, frequência, código, e similares ou alguma combinação destes.

O sistema de comunicação sem fio aloca recursos a um enlace de comunicação utilizando uma combinação de conjuntos de feixes e recursos substancialmente ortogonais para fornecer cobertura aperfeiçoada sem um aumento correspondente em interferência. Por exemplo, o sistema de comunicação sem fio pode atribuir um feixe a partir de um conjunto de feixes e a frequência ou outro recurso ortogonal correspondendo ao conjunto de feixes para um enlace de comunicação específico.

Os aspectos da invenção incluem um método de reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio. O método inclui determinar informação de terminal, determinar um primeiro feixe em um primeiro conjunto de feixes a partir de uma pluralidade de conjuntos de feixes com base na informação do terminal, cada feixe no primeiro conjunto de feixes associado com um subconjunto de recursos de uma pluralidade de recursos, e transmitir sinais utilizando o primeiro feixe no primeiro conjunto de feixes em pelo menos alguns dos subconjuntos de recursos.

Os aspectos da invenção incluem um método de reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio. O método inclui receber uma pluralidade de sinais que são transmitidos através de pelo menos alguns de uma pluralidade de recursos substancialmente ortogonais, determinar pelo menos uma métrica de qualidade com base na pluralidade de sinais, transmitir uma comunicação para uma estação base com base em pelo menos uma métrica de qualidade, e receber um sinal associado a um feixe de um conjunto de feixes com um subconjunto da pluralidade de recursos ortogonais associados ao conjunto de feixes.

Os aspectos da invenção incluem um método de reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio. O método inclui determinar um feixe no primeiro conjunto de

feixes que suporta um enlace de comunicação, cada feixe no primeiro conjunto de feixes associado a um recurso, transmitir sinais dentro do feixe no primeiro conjunto de feixes, e transitar os sinais do feixe no primeiro conjunto de feixes para um feixe em um segundo conjunto de feixes, cada feixe no segundo conjunto de feixes associado a um recurso que é substancialmente ortogonal a um recurso associado ao primeiro conjunto de feixes.

Os aspectos da invenção incluem um método de reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio. O método inclui receber sinais através de múltiplos recursos substancialmente ortogonais, determinar uma métrica de qualidade para cada um dos recursos substancialmente ortogonais, transmitir uma comunicação para uma estação base com base nas métricas de qualidade, e receber um sinal de feixe formado utilizando pelo menos um dos múltiplos recursos ortogonais com base na comunicação.

Os aspectos da invenção incluem um equipamento configurado para suportar reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio que inclui um transmissor configurado para gerar um sinal de transmissão utilizando pelo menos um de uma pluralidade de recursos com base em um ou mais sinais de controle, um controlador de recursos configurado para gerar um ou mais sinais de controle para o transmissor controlando uma seleção de pelo menos um de uma pluralidade de recursos, um codificador acoplado ao transmissor e o controlador de recursos e configurado para codificar o sinal de transmissão para um primeiro feixe a partir de um primeiro conjunto de feixes associado à pelo menos um de uma pluralidade de recursos, e uma pluralidade de antenas acoplada ao codificador e configurada para difundir o sinal de transmissão codificado no primeiro feixe.

Os aspectos da invenção incluem um equipamento configurado para suportar reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio que inclui um receptor configurado para receber uma pluralidade de sinais correspondendo a uma pluralidade de sinais de feixe formado, a pluralidade de sinais associados com pelo menos dois recursos distintos, um processador de banda base configurado para processar pelo menos uma parte da pluralidade de sinais com base em um recurso correspondente, e configurado para gerar pelo menos uma métrica de qualidade para os sinais recebidos de cada recurso, e um controlador de recurso configurado para controlar o receptor e o processador de banda base para suportar um recurso específico.

Os aspectos da invenção incluem um equipamento configurado para suportar reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio que inclui dispositivos para determinar informações de terminal, dispositivos para determinar um primeiro feixe em um primeiro conjunto de feixes de uma pluralidade de conjuntos de feixe com base na informação de terminal, cada feixe no primeiro conjunto de feixes associado com um subconjunto de recursos de uma pluralidade de recursos, e dispositivos para transmitir sinais utilizando o primeiro feixe no primeiro conjunto de feixes pelo menos em alguns dos subconjuntos de recursos.

Os aspectos da invenção incluem um equipamento configurado para suportar reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio que inclui dispositivos para receber uma pluralidade de sinais que são transmitidos através de pelo menos alguns de uma pluralidade de recursos substancialmente ortogonais, dispositivos para determinar pelo menos uma métrica de qualidade com base na pluralidade de sinais, dispositivos para transmitir uma comunicação para uma estação base com base em pelo menos uma métrica de

qualidade, e dispositivos para receber um sinal associado com um feixe de um conjunto de feixes com um subconjunto da pluralidade de recursos ortogonais associados ao conjunto de feixes.

5 Breve Descrição das Figuras

As características, objetos e vantagens das modalidades da invenção tornar-se-ão mais evidentes a partir da descrição detalhada exposta abaixo quando lida em combinação com os desenhos, nos quais os mesmos elementos
10 contêm os mesmos números de referência.

Figura 1 - é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um sistema de comunicação sem fio.

Figura 2 - é um diagrama em blocos funcional
15 simplificado de uma modalidade de um transmissor e receptor em um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo.

Figura 3 - é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um sistema transmissor que suporta reuso de recursos em feixes SDMA.

20 Figura 4 - é um diagrama simplificado de uma modalidade de padrões de feixe para conjuntos de feixe SDMA.

Figura 5 - é um diagrama simplificado de uma modalidade de padrões de feixe para conjuntos de feixes
25 SDMA setorizados.

Figura 6 - é um gráfico de geometria de usuário para várias modalidades específicas de SDMA de reuso de frequência.

Figura 7 - é um diagrama em blocos funcional
30 simplificado de uma modalidade de um sistema receptor que suporta reuso de recursos em feixes SDMA.

Figuras 8A-8C - são fluxogramas simplificados de modalidades de métodos de reuso de recursos em um sistema

SDMA.

Figura 9 - é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um sistema transmissor que suporta reuso de recursos em feixes SDMA.

5 Figura 10 - é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um receptor suportando reuso de recursos em feixes SDMA.

Descrição Detalhada da Invenção

Um sistema de comunicação sem fio pode
10 implementar SDMA ao prover feixes de múltiplas antenas posicionados para suportar uma área de cobertura predeterminada. O sistema de comunicação pode implementar os feixes de antenas como múltiplas antenas direcionais, antenas de feixe formado ou guiadas em feixes, e similares,
15 ou uma combinação destas. Os feixes de antenas múltiplas podem ser configurados para suportar uma área de cobertura predeterminada. A área de cobertura predeterminada pode ser substancialmente onidirecional, ou pode ser limitada, tal como um setor de uma área de cobertura que é modelado como
20 sendo circular ou hexagonal.

Cada um dos múltiplos feixes pode suportar uma área substancialmente independente dentro da área de cobertura predeterminada. Além disso, os feixes podem ser associados a conjuntos de feixes, onde cada conjunto de
25 feixes suporta a área de cobertura predeterminada. Os feixes de um conjunto de feixes são substancialmente não-sobrepostos, de tal modo que transmissões em um feixe não contribuam substancialmente para interferência em um feixe adjacente do mesmo conjunto de feixes. Os conjuntos de
30 feixes podem ser configurados de tal modo que um feixe maior de um primeiro conjunto ocorre em um limite de um ou mais feixes adjacentes de um segundo conjunto. Desse modo, o primeiro conjunto de feixes provê cobertura de feixe

forte em áreas de cobertura de feixe fraca do segundo conjunto de feixes. Um conjunto de feixes não necessita ser uma pluralidade de feixes independentes, porém pode ser uma pluralidade de eixos de feixes diferentes à qual um feixe
5 pode ser guiado utilizando, por exemplo, ponderação de sinal de transmissão para guiar em feixe o sinal de difusão.

O sistema de comunicação sem fio pode associar também um recurso a cada conjunto de feixes. De forma
10 ideal, os recursos associados a cada conjunto de feixes são substancialmente ortogonais a um recurso similar associado a qualquer outro conjunto de feixes. Exemplos de recursos ortogonais incluem, porém não são limitados a, frequência, tempo, codificação, entrelaçamento, e similares, ou alguma
15 combinação destes.

O sistema de comunicação sem fio pode determinar um feixe em serviço, um conjunto de feixes associado e recurso ortogonal para cada enlace de comunicação. O sistema de comunicação sem fio pode determinar que um
20 dispositivo de comunicação esteja transitando em direção a uma extremidade do feixe. Por exemplo, o dispositivo de comunicação pode fornecer uma realimentação ou mensagem de overhead reportando uma ou mais métricas, mensagens, ou outras informações que são relacionadas à posição em um
25 feixe de um conjunto de feixes.

O sistema de comunicação sem fio pode transitar do enlace de comunicação de uma extremidade de um feixe em um conjunto de feixes tendo um recurso ortogonal associado para um segundo conjunto de feixes tendo um feixe com um
30 lóbulo maior sobrepondo a presente extremidade de feixe. O feixe no segundo conjunto de feixes tem um recurso ortogonal associado diferente. O sistema de comunicação transita do enlace de comunicação de um feixe no primeiro

conjunto de feixes e no primeiro recurso ortogonal para um feixe em um segundo conjunto de feixes com um segundo recurso ortogonal.

Em uma modalidade, um sistema de comunicação sem fio celular pode implementar SDMA em uma ou mais estações base utilizando antenas onidirecionais de feixe formado. Ao utilizar a técnica de formação de feixe, antenas onidirecionais podem ser utilizadas com uma técnica de acesso múltiplo por divisão de espaço (SDMA) para criar feixes em diferente direção espacial para obter setorização virtual de um sistema celular. Por exemplo, uma estação base pode gerar feixes utilizando múltiplas antenas onidirecionais para obter ganhos de feixe de pico a 0° , 60° , e 120° e sua resposta de espelho 180° , 240° e 300° para formar sistema SDMA de 3 feixes em uma célula.

É desejável ter cobertura de feixe uniforme através da área de cobertura da célula. Entretanto, dispositivos de comunicação situados em uma área de sobreposição de dois feixes experimentarão relação de sinal/interferência (SINR) muito baixa devido à interferência não separável de outros feixes que tem potência comparável com a potência de sinal desejada. Portanto, tal cobertura de feixe fixo não é ideal para dispositivos sem fio posicionados próximo a um limite de feixes.

O sistema de comunicação sem fio celular pode implementar um ou mais conjuntos de feixe complementares tendo ganhos de feixe de pico posicionados na sobreposição de feixes adjacentes de um conjunto distinto de feixes, e substancialmente na metade do caminho entre os eixos principais de feixes adjacentes. Os conjuntos de feixes complementares são cada qual associado a um recurso distinto, onde cada recurso é substancialmente ortogonal ao

recurso associado a outro conjunto de feixes.

A Figura 1 é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo 100. Um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo 100 inclui múltiplas células, por exemplo, células 102, 104 e 106. Na modalidade da Figura 1, cada célula 102, 104, e 106 pode incluir um ponto de acesso 142, 144, 146 que inclui múltiplos setores.

Os múltiplos setores são formados por grupos de antenas cada uma responsável pela comunicação com terminais de acesso em uma parte da célula. Na célula 102, grupos de antenas 112, 114 e 116 correspondem cada qual a um setor diferente. Por exemplo, a célula 102 é dividida em três setores. Uma primeira antena 112 serve a um primeiro setor, uma segunda antena 114 serve a um segundo setor, e uma terceira antena 116 serve a um terceiro setor. Na célula 104, grupos de antenas 118, 120 e 122 correspondem cada qual a um setor diferente. Na célula 106, grupos de antenas 124, 126, e 128 correspondem cada qual a um setor diferente.

Utilizando técnicas de formação de feixe ou guia de feixe, antenas onidirecionais podem ser utilizadas com técnicas SDMA para criar feixes em uma direção espacial diferente para obter setorização virtual de um sistema celular. Por exemplo, uma estação base pode gerar feixes utilizando múltiplas antenas onidirecionais para obter ganhos de feixe de pico a 0°, 60° e 120° e sua resposta espelho 180°, 240° e 300° para formar sistema SDMA de 3 feixes em uma célula.

Cada célula é configurada para suportar ou de outro modo servir a vários terminais de acesso que estão em comunicação com um ou mais setores do ponto de acesso correspondente. Por exemplo, terminais de acesso 130 e 132

estão em comunicação com o ponto de acesso 142, terminais de acesso 134 e 136 estão em comunicação com o ponto de acesso 144, e terminais de acesso 138 e 140 estão em comunicação com o ponto de acesso 146. Embora cada um dos
5 pontos de acesso 142, 144 e 146 seja mostrado como estando em comunicação com dois terminais de acesso, cada ponto de acesso 142, 144 e 146 não é limitado para comunicar com dois terminais de acesso e pode suportar qualquer número de terminais de acesso até algum limite que possa ser um
10 limite físico, ou um limite imposto por um padrão de comunicação.

Como utilizado aqui, um ponto de acesso pode ser uma estação fixa utilizada para comunicar com os terminais e pode também ser referenciada como, e incluir alguma ou
15 toda a funcionalidade de, uma estação base, um Nó B ou alguma outra terminologia. Um terminal de acesso (AT) pode ser também referenciado como, e incluir alguma ou toda a funcionalidade de, um equipamento de usuário (UE), um terminal de usuário, um dispositivo de comunicação sem fio,
20 um terminal, um terminal móvel, uma estação móvel ou alguma outra terminologia.

As modalidades acima podem ser implementadas utilizando processador MIMO 220 ou 260, processador 230 ou 270, e memória 232 ou 272, como mostrado na Figura 2. Os
25 processos podem ser executados em qualquer processador, controlador, ou outro dispositivo de processamento e podem ser armazenados como instruções legíveis por computador em um meio legível por computador como código de fonte, código de objeto, ou de outro modo.

30 A Figura 2 é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um transmissor e receptor em um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo 200. No sistema transmissor 210, dados de tráfego para um

número de fluxos de dados são fornecidos a partir de uma fonte de dados 212 para um processador de dados de transmissão (TX) 214. Em uma modalidade, cada fluxo de dados é transmitido através de uma respectiva antena de
5 transmissão. O processador de dados TX 214 formata, codifica, e intercala os dados de tráfego para cada fluxo de dados com base em um esquema de codificação específico selecionado para este fluxo de dados para fornecer dados codificados.

10 O processador de dados TX 214 pode ser configurado para aplicar ponderações de formação de feixe aos símbolos dos fluxos de dados com base na localização do usuário para o qual os símbolos estão sendo transmitidos e as antenas das quais o símbolo está sendo transmitido. Em
15 algumas modalidades, as ponderações de formação de feixe podem ser geradas com base na informação de resposta de canal que é indicativa da condição dos percursos de transmissão entre o ponto de acesso e o terminal de acesso. A informação de resposta de canal pode ser gerada
20 utilizando informação CQI ou estimativas de canal fornecidas pelo usuário. Além disso, nos casos de transmissões programadas, o processador de dados TX 214 pode selecionar o formato de pacote com base na informação de classificação que é transmitida do usuário.

25 Os dados codificados para cada fluxo de dados podem ser multiplexados com dados piloto utilizando técnicas OFDM. Os dados piloto são tipicamente um padrão de dados conhecido que é processado em um modo conhecido e podem ser utilizados no sistema receptor para estimar a
30 resposta de canal. Os dados codificados e piloto multiplexados para cada fluxo de dados são então modulados (isto é, mapeado em símbolos) com base em um esquema de modulação específico (por exemplo, BPSK, QPSK, M-PSK, ou M-

QAM) selecionado para este fluxo de dados para fornecer símbolos de modulação. A taxa de dados, codificação, e modulação para cada fluxo de dados podem ser determinados por instruções fornecidas pelo processador 230. Em algumas

5 modalidades, o número de fluxos espaciais paralelos pode ser variado de acordo com a informação de classificação que é transmitida do usuário.

Os símbolos de modulação para todos os fluxos de dados são então fornecidos para um processador MIMO TX 220,

10 que pode também processar os símbolos de modulação (por exemplo, para OFDM). O processador MIMO TX 220 então provê fluxos de símbolos N_T para transmissores N_T (TMTR) 222a até 222t. Em certas modalidades, o processador MIMO TX 220 aplica ponderações de formação de feixe para os símbolos

15 dos fluxos de dados com base no usuário para o qual os símbolos estão sendo transmitidos e a antena da qual o símbolo está sendo transmitido a partir da informação de resposta de canal de usuário.

Cada transmissor 222a até 222t recebe e processa

20 um fluxo de símbolos respectivo para prover um ou mais sinais analógicos, e também condiciona (por exemplo, amplifica, filtra e converte ascendentemente) os sinais analógicos para fornecer um sinal modulado apropriado para transmissão através do canal MIMO. Sinais modulados N_T a

25 partir dos transmissores 222a até 222t são então transmitidos a partir das antenas N_T 224a até 224t, respectivamente.

No sistema receptor 250, os sinais modulados transmitidos são recebidos por N_R antenas 252a até 252r e o

30 sinal recebido a partir de cada antena 252 é fornecido para um receptor respectivo (RCVR) 254. Cada receptor 254 condiciona (por exemplo, filtra, amplifica e converte descendentemente) um respectivo sinal recebido, digitaliza

o sinal condicionado para prover amostras, e também processa as amostras para fornecer um fluxo de símbolo "recebido" correspondente.

Um processador de dados RX 260 então recebe e
 5 processa os fluxos de símbolos recebidos N_R a partir de receptores N_R 254 baseado em uma técnica de processamento de receptor específico para fornecer o número de classificação de fluxos de símbolos "detectados". O processamento pelo processador de dados RX 260 é descrito
 10 em detalhes adicionais abaixo. Cada fluxo de símbolos detectado inclui símbolos que são estimativas dos símbolos de modulação transmitidos para o fluxo de dados correspondente. O processador de dados RX 260 então demodula, desintercala, e decodifica cada fluxo de símbolos
 15 detectado para recuperar os dados de tráfego para o fluxo de dados. O processamento pelo processador de dados RX 260 é complementar a este executado pelo processador MIMO TX 220 e o processador de dados TX 214 no sistema transmissor 210.

20 No sistema transmissor 210, os sinais modulados a partir do sistema receptor 250 são recebidos pelas antenas 224, condicionados pelos receptores 222, demodulados por um demodulador 240, e processados por um processador de dados RX 242 para recuperar o CQI reportado pelo sistema
 25 receptor. O CQI reportado é então fornecido ao processador 230 e utilizado para (1) determinar as taxas de dados e esquemas de codificação e modulação a serem utilizados para os fluxos de dados e (2) gerar vários controles para o processador de dados TX e o processador MIMO TX 220.

30 A Figura 3 é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um sistema transmissor 300 suportando reuso de recursos em feixes SDMA. O sistema transmissor 300 da Figura 3 pode ser uma modalidade, por

exemplo, do sistema transmissor da Figura 2 ou um sistema transmissor dentro de uma estação base ou estação assinante do sistema de comunicação sem fio da Figura 1.

O sistema transmissor 300 inclui um transmissor 5 310 configurado para gerar um ou mais fluxos de sinais RF com base nos dados ou informações. O transmissor 310 pode ser configurado para receber um ou mais fluxos de sinal de banda base e processar um ou mais fluxos de sinal de banda base para um ou mais fluxos de sinal RF. Por exemplo, o 10 transmissor 310 pode ser configurado para gerar um ou mais símbolos OFDM com base em um ou mais fluxos de sinais de banda base, e pelo menos uma subportadora OFDM em um símbolo pode ser configurada para suportar um enlace de comunicação específico. O transmissor 310 converte em 15 frequência um ou mais símbolos OFDM em bandas operacionais RF associadas.

O transmissor 310 inclui suporte para um ou mais recursos substancialmente ortogonais. O transmissor 310 pode ser configurado para processar o fluxo de sinais que 20 suporta um enlace de comunicação específico para seletivamente utilizar um ou mais dos recursos substancialmente ortogonais com base em um ou mais sinais fornecidos a uma entrada de controle.

O transmissor 310 acopla os sinais RF de saída a 25 um codificador de formação de feixe 320 configurado para formação de feixe do sinal RF utilizando múltiplas antenas 340_1 - 340_N . As múltiplas antenas 340_1 - 340_N podem ser um conjunto de antenas substancialmente similares ou podem incluir múltiplos tipos de antenas diferentes, onde cada 30 tipo de antena provê um padrão de antena distinto. Por exemplo, as antenas 340_1 - 340_N podem ser um arranjo de múltiplas antenas onidirecionais. Em outro exemplo, as antenas 340_1 - 340_N podem ser um arranjo de antenas

direcionais, ou uma combinação de uma ou mais antenas direcionais com uma ou mais antenas onidirecionais.

Um módulo de temporização e sincronização 350 é configurado para fornecer sinais de temporização para controlar temporização de evento no sistema transmissor 300. O módulo de temporização e sincronização 350 pode incluir, por exemplo, uma fonte de relógio e um circuito de controle que sincroniza a fonte de relógio com uma referência de tempo externa. Por exemplo, o módulo de temporização e sincronização 350 pode ser configurado para sincronizar símbolos OFDM gerados pelo sistema transmissor 310 para um tempo de sistema. Adicionalmente, os símbolos OFDM gerados pelo sistema transmissor 300 podem ser dispostos em conjuntos de partições, quadros, ou algum outro arranjo e, o módulo de temporização e sincronização 350 pode manter a sincronização para cada arranjo de símbolos.

Um controlador de recursos 360 pode ser configurado para gerar um ou mais sinais de controle que controlam o conjunto de feixes e recursos associados para cada enlace de comunicação. O controlador de recursos 360 pode incluir um livro-código de formação de feixe 362 que mantém os valores de vetor utilizados para formação de feixe do fluxo de sinais utilizando as antenas múltiplas 340_1 - 340_N . Por exemplo, o livro-código de formação de feixe 362 pode incluir um vetor de ponderações complexas, onde cada ponderação complexa em um vetor pondera um sinal para uma antena correspondente. Como exemplo, o livro-código de formação de feixe 362 pode incluir um ou mais dispositivos de armazenagem, tal como memória de estado sólido.

O codificador de formação de feixes 320 pondera cada amostra no fluxo de sinais com um vetor de ponderação apropriado a partir do livro-código de formação de feixe

362. O codificador de formação de feixe 320 pode incluir, por exemplo, um divisor de sinais que é configurado para dividir o sinal do transmissor 310 para N cópias para N percursos de sinal paralelo, onde N representa o número de
5 antenas 340_1 - 340_N . O codificador de formação de feixe 320 pode incluir um multiplicador ou escalonador em cada percurso de sinal de antena que opera para multiplicar o sinal transmissor por uma ponderação a partir de um vetor de livro-código de formação de feixe 362.

10 O codificador de formação de feixe 320 pode aplicar as ponderações de formação de feixe a uma representação de sinal no domínio do tempo ou a uma representação no domínio da frequência. Adicionalmente, embora o codificador de formação de feixe 320 da Figura 3
15 opere na saída do transmissor 310, em outras modalidades, o codificador de formação de feixe 320 pode ser integrado ao transmissor 310 e pode operar nos sinais de banda base, antes da conversão de frequência em RF.

O controlador de recursos 360 determina qual
20 vetor do livro-código de formação de feixe 362 deve aplicar em uma amostra específica, e fornece o vetor para o codificador de formação de feixe 320. O controlador de recursos 360 ou o codificador de formação de feixes 320 pode utilizar um sinal de referência do módulo de
25 temporização e sincronização 350 para alinhar a temporização do vetor com a amostra de sinal apropriado.

O controlador de recurso 360 pode organizar ou de outro modo rastrear os vetores de formação de feixe no livro-código de formação de feixe 362, de acordo com
30 conjuntos de feixe predeterminados. Cada conjunto de feixe pode incluir um número suficiente de feixes para suportar uma área de cobertura predeterminada, e corresponde aos vetores de formação de feixe utilizados para configurar

feixes no conjunto de feixes. Cada conjunto de feixes pode ser configurado para ser substancialmente complementar a outro dos conjuntos de feixes, de tal modo que os conjuntos de feixes não forneçam substancialmente a mesma cobertura
5 dentro da área de cobertura.

Em uma modalidade, o eixo maior de um feixe a partir de um primeiro conjunto de feixes situa-se substancialmente na metade do caminho entre os eixos maiores de feixes adjacentes a partir de pelo menos um
10 outro conjunto de feixes. Por exemplo, em uma modalidade tendo dois conjuntos de feixes, um eixo maior de um feixe a partir do primeiro conjunto de feixes é posicionado substancialmente na metade do caminho entre os eixos maiores dos dois feixes adjacentes a partir do segundo
15 conjunto de feixes. Similarmente, em modalidades tendo três conjuntos de feixes, o eixo maior de um feixe a partir de um primeiro conjunto de feixes situa-se substancialmente na metade do caminho entre os eixos maiores de feixes adjacentes, onde um dos feixes adjacentes é a partir de um
20 segundo conjunto de feixes e outro dos feixes adjacentes é a partir de um terceiro conjunto de feixes. A localização dos feixes nos vários conjuntos de feixes pode ser similarmente determinada por qualquer número de conjuntos de feixes.

25 Cada conjunto de feixes é associado a um ou mais recursos ortogonais, onde o termo ortogonal, no contexto de recursos associados com os conjuntos de feixes, inclui substancialmente ortogonal e quase ortogonal. Os recursos ortogonais podem incluir, porém não são limitados a,
30 freqüência, tempo, código e similar, ou alguma combinação destes.

Como descrito acima, o eixo maior de um feixe a partir de um conjunto de feixes é tipicamente posicionado

para situar-se em um nulo ou de outro modo em uma área de cobertura fraca de outro conjunto de feixes. O número de feixes que ocupa um nulo entre feixes adjacentes de um conjunto de feixes é igual a um menor do que o número de
 5 conjuntos de feixes, e se refere diretamente à taxa de reuso de recursos. Em geral, a taxa de reuso é o inverso do número de conjuntos de feixes distintos e é igual a $1/K$, onde K representa o número de conjuntos de feixes.

A Figura 4 é um diagrama simplificado de uma
 10 modalidade de padrões de antena para múltiplos conjuntos de feixes SDMA 400. Os múltiplos conjuntos de feixes SDMA 400 incluem dois conjuntos de feixes complementares, com cada conjunto de feixes tendo seis eixos de feixe maiores para sustentar uma área de cobertura substancialmente redonda.

15 Um primeiro conjunto de feixes inclui feixes 420_1-460_7 , tendo eixo maior aproximadamente em 0, 60, 120, 180, 240 e 300 graus. Um segundo conjunto de feixes inclui feixes 410_1-410_6 , tendo eixo maior em aproximadamente 30, 90, 150, 210, 270 e 330 graus. Cada conjunto de feixes é
 20 associado a um recurso substancialmente ortogonal. Os dois conjuntos de feixes fornecem um reuso de recursos de $\frac{1}{2}$. Por exemplo, o primeiro conjunto de feixes é ilustrado como associado a uma primeira frequência, F_1 , enquanto o segundo conjunto de feixes é ilustrado como associado a uma segunda
 25 frequência, F_2 . As frequências, F_1 e F_2 , podem representar uma frequência ou banda de frequência. Por exemplo, as frequências F_1 e F_2 podem representar conjuntos distintos de frequências de subportadora que são substancialmente ortogonais através de uma taxa de amostragem e período de
 30 integração.

Os feixes e conjuntos de feixe podem ser configurados para suportar virtualmente qualquer área de cobertura, e a área de cobertura não necessita coincidir

com toda a área de cobertura suportada por uma estação base. A Figura 5 é um diagrama simplificado 500 de uma modalidade de padrões de feixe para conjuntos de feixe SDMA setorizados.

5 Na modalidade da Figura 5, dois conjuntos de feixe, S1 e S2, são configurados para suportar uma área de cobertura que pode ser um setor de toda uma área de cobertura suportada por uma estação base. O setor é aproximadamente limitado por um primeiro limite de setor
10 502 e um segundo limite de setor 504. Em uma área de cobertura setorizada típica, o primeiro limite de setor 502 e o segundo limite de setor 504 cobrem uma área de cobertura de aproximadamente 120 graus.

 O primeiro conjunto de feixes, S1, inclui
15 primeiro e segundo feixes 510₁ e 510₂ que suportam o setor. O segundo conjunto de feixes, S2, inclui primeiro e segundo feixes 520₁ e 520₂ que suportam o setor e que são posicionados para complementar os feixes do primeiro conjunto de feixes.

20 O controlador de recursos 360 inclui um controlador de conjunto de feixes 364 que é configurado para rastrear o conjunto de feixes e feixe associado a um enlace de comunicação específico. O controlador de conjunto de feixes 364 assegura que os vetores de livro-código
25 apropriados correspondendo a um conjunto de feixes ativo sejam utilizados para um enlace de comunicação específico. adicionalmente, o controlador de conjunto de feixes 360 controla um ou mais parâmetros relacionados a um ou mais recursos ortogonais associados aos conjuntos de feixes.

30 Em uma modalidade, o recurso ortogonal associado aos conjuntos de feixes é a frequência. O transmissor 310 pode ser configurado para gerar símbolos OFDM com um primeiro conjunto de subportadoras ao suportar um primeiro

conjunto de feixes e pode ser configurado para gerar símbolos OFDM utilizando um segundo conjunto de subportadoras que é substancialmente ortogonal ao primeiro conjunto de subportadoras, com base no tempo de símbolo e taxa de dados. O controlador de conjunto de feixes 364 pode ser configurado para controlar o transmissor 310 para converter em frequência o símbolo OFDM em uma frequência RF que depende pelo menos em parte do conjunto de feixes ativos para o enlace de comunicação. Alternativamente, o transmissor 310 pode ser configurado para gerar dois símbolos OFDM ortogonais, cada um correspondendo a um conjunto de feixes distintos, e o controlador de conjunto de feixes 364 pode ser configurado para controlar o transmissor para seletivamente povoar um dos símbolos OFDM com base no conjunto de feixes ativos associado ao enlace de comunicação.

Onde o recurso ortogonal é tempo, o controlador de conjunto de feixes 364 pode ser configurado para controlar o tempo no qual o transmissor 310 gera um sinal de saída para uma amostra de dados, dependendo do conjunto de feixes ativos associado à amostra de dados. Similarmente, se o recurso ortogonal é código, o controlador de conjunto de feixes 364 pode controlar qual código de uma pluralidade de códigos ortogonais o transmissor 310 utiliza para codificar uma amostra de dados específica, com base no conjunto de feixes ativos alocado para a amostra de dados.

O transmissor 310 pode ser configurado para gerar sinais pilotos distintos para cada um dos feixes em cada um dos conjuntos de feixes. Em outra modalidade, o transmissor pode ser configurado para gerar um sinal piloto que é compartilhado entre múltiplos feixes em um conjunto de feixes específico. O livro-código de formação de feixe 362

pode ser configurado para fornecer ou de outro modo tornar acessível ao transmissor 310 vetores de formação de feixe que são utilizados para formar feixe dos sinais pilotos para os feixes apropriados. Os vetores de formação de feixe
5 também podem aplicar ponderações adicionais aos sinais pilotos para identificar qual dos feixes o sinal piloto ocupa. As ponderações adicionais podem ser, por exemplo, uma ponderação complexa distinta associada a cada feixe. Em outra modalidade, o controlador de conjunto de feixes 364
10 pode controlar o transmissor 310 para introduzir processamento adicional de sinais pilotos para permitir identificação do feixe a partir do qual o sinal piloto origina. O processamento adicional pode ser, por exemplo, uma rotação, retardo de tempo, conjugação, ou algum outro
15 processamento ou combinação de processamento. Em outra modalidade, cada antena pode ser configurada para gerar um sinal piloto distinto.

O sistema transmissor 300 também inclui um receptor 330 configurado para receber informações espaciais
20 a partir de um dispositivo de destino, tal como uma estação de assinante. O receptor 330 é representado como sendo acoplado a uma antena de recepção distinta 332. Entretanto, em outras modalidades, o receptor 330 pode utilizar algumas ou todas as antenas 340_1 - 340_N utilizadas em formação de
25 feixe dos sinais de transmissão.

O receptor 330 pode receber uma comunicação a partir de cada dispositivo suportado dentro de uma área de cobertura do sistema transmissor 300. A comunicação indica o feixe no qual o dispositivo reside, e pode fornecer
30 alguma indicação da posição no feixe. A comunicação não necessita fornecer a informação diretamente, porém pode fornecer mensagens, métrica, ou parâmetros que o receptor 330 utiliza para determinar o feixe e a localização no

feixe. Por exemplo, o dispositivo pode comunicar uma indicação da identidade de feixe com base nos sinais pilotos recebidos, e pode fornecer uma métrica de qualidade de sinal que é genericamente indicativa de uma proximidade a uma extremidade de feixe.

O receptor 330 pode processar a comunicação recebida para determinar se deve iniciar um handoff de conjunto de feixes. Alternativamente, o receptor 330 pode acoplar a comunicação recebida ao controlador de recursos 360 e o controlador de recursos pode determinar se deve iniciar handoff de conjunto de feixes para o dispositivo.

A Figura 6 é um gráfico 600 de geometria de usuário para modalidades específicas de SDMA de reuso de frequência. O gráfico 600 ilustra geometria de usuário aperfeiçoada (SINR de longo prazo) em casos SDMA de 1/2 reuso 620 e 1/3 reuso 630 em comparação com não reuso 610 SDMA de feixe fixo. Dependendo dos elementos de antena, um ganho da ordem de 3-5 dB pode ser visto. Para melhorar ainda mais a geometria de usuário, a ordem de mapeamento de conjunto de feixes para conjunto de reuso de frequência, isto é $\{S_i\} \rightarrow \{F_i\}$ pode ser girada para célula diferente, assim para duas células adjacentes, dois conjuntos de feixe diferentes em orientações diferentes serão utilizados no mesmo conjunto de frequência F_i . Esse arranjo pode evitar interferência de cabeça com cabeça a partir de feixes de uma célula vizinha, e podem melhorar a geometria de usuário pior.

Uma modalidade de reuso utilizando tempo ou código como o recurso ortogonal associado aos conjuntos de feixes pode implementar uma rotação dos conjuntos de feixes de células vizinhas ou áreas de cobertura de tal modo que os intervalos de tempo ou códigos de células adjacentes ou áreas de cobertura de estação base são também

ortogonalizadas nas dimensões apropriadas em relação mútua. Similarmente, as modalidades de reuso utilizando uma combinação de recursos de ortogonalização podem limitar a sobreposição de recursos similares em áreas de cobertura adjacentes.

Como um exemplo da operação de handoffs de feixes em um sistema de reuso de frequência, o sistema transmissor 300 da Figura 3 pode ser implementado em uma estação base do sistema de comunicação sem fio da Figura 1. O sistema transmissor 300 pode ser configurado para gerar sinais em dois conjuntos de feixe distinto e complementar. O sistema transmissor 300 pode implementar frequência como o recurso ortogonal para os conjuntos de feixes. Adicionalmente, o sistema transmissor 300 pode transmitir pelo menos um sinal piloto em cada feixe de um conjunto de feixes, e o sinal piloto em um feixe pode identificar o feixe ao qual corresponde.

Um dispositivo de destino, como uma estação de assinante dentro de uma área de cobertura do sistema transmissor 300, recebe os sinais pilotos e determina em qual dos feixes e conjuntos de feixes correspondentes reside. A operação de um sistema receptor em um dispositivo de destino é descrita em detalhes adicionais com relação à Figura 7.

O dispositivo de destino pode gerar e transmitir para o sistema transmissor 300 uma comunicação indicativa do conjunto de feixes, feixe, e qualidade de sinal no feixe. O dispositivo de destino pode, por exemplo, transmitir uma métrica de qualidade de sinal na comunicação para um ou mais feixes e conjuntos de feixes associados. O receptor 330 do sistema transmissor 300 recebe a comunicação a partir do dispositivo de destino e determina um feixe preferido e conjunto de feixes associados no qual

o dispositivo de destino é posicionado. O feixe preferido pode ser, por exemplo, o feixe e o conjunto de feixes associado para o qual o dispositivo de destino experimenta a melhor qualidade de sinal recebida.

5 O receptor 330 reporta as informações de feixe e conjunto de feixes ao controlador de recursos 360. O controlador de conjunto de feixes 364 determina os sinais de controle de recursos apropriados para fornecer ao transmissor 310 para configurar o transmissor para o
10 conjunto de feixes apropriado. O controlador de recursos 360 seleciona o vetor ou outra entrada de livro-código apropriada a partir do livro-código de formação de feixe 362 para codificar sinais direcionados ao dispositivo de destino.

15 O codificador de formação de feixe 320 codifica os sinais direcionados ao dispositivo de destino utilizando a entrada de livro-código apropriada para formar em feixe a comunicação utilizando as múltiplas antenas 340_1 - 340_N .

 O receptor 330 monitora comunicação a partir do
20 dispositivo de destino para determinar se handoff as comunicações para o dispositivo de destino para outro feixe e conjunto de feixes associado. O receptor 330 pode, por exemplo, comparar as métricas de qualidade de sinal correspondendo a um ou mais feixes. O receptor 330 pode
25 determinar se deve iniciar um handoff de feixe com base na comparação. Por exemplo, o receptor 330 pode iniciar um handoff de feixe se a métrica de qualidade de sinal para um feixe adjacente exceder a métrica de qualidade de sinal do presente feixe em serviço por uma quantidade maior ou igual
30 a um limite de handoff predeterminado. A configuração complementar dos vários conjuntos de feixes resulta tipicamente em um handoff de conjunto de feixes quando ocorre um handoff de feixe.

O controlador de recursos 360 pode iniciar um handoff de feixe ao comunicar um handoff de feixe iminente para o transmissor 310, de tal modo que o transmissor 310 possa programar o handoff de feixe e comunicar detalhes
5 referentes ao handoff de feixe para o dispositivo de destino. O transmissor 310 pode comunicar, por exemplo, os recursos de temporização e feixe para o handoff de feixe. Como exemplo, o transmissor 310 pode implementar handoffs de feixes em limites de temporização predeterminados, como
10 um limite de quadro. O transmissor 310 comunica o limite de quadro que o handoff de feixe ocorrerá e comunica a frequência, temporização, código, ou outro recurso associado ao conjunto de feixes para o qual as comunicações estão sendo controladas.

15 A Figura 7 é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um sistema receptor 700 que suporta reuso de recursos em feixes SDMA. O sistema receptor 700 pode ser implementado, por exemplo, dentro de uma estação de assinante da Figura 1. O sistema receptor
20 700 é configurado para monitorar um ou mais conjuntos de feixes em uma área de cobertura suportada por múltiplos conjuntos de feixes. O sistema receptor 700 é configurado para transmitir uma comunicação para um sistema transmissor que é indicativo de um ou mais feixes em um ou mais
25 conjuntos de feixes que podem suportar um enlace de comunicação com o sistema receptor 700.

O sistema receptor 700 inclui um receptor 710 configurado para receber um ou mais sinais formados em feixe através de uma antena 702. O receptor 710 filtra,
30 amplifica, e converte em frequência os sinais recebidos para sinais de banda base.

O receptor 710 pode receber um ou mais sinais de temporização e sincronização a partir de um módulo de

temporização e sincronização 730 para auxiliar a sincronizar o receptor 710 com o sinal recebido. Por exemplo, comunicações entre o sistema receptor 700 e um sistema transmissor correspondente podem ser implementadas
5 como comunicações Duplex por Divisão de Tempo (TDD) ou Multiplex por Divisão de Tempo, e o módulo de temporização e sincronização 730 pode operar para manter a temporização do sistema receptor 300 em relação a um tempo de sistema.

O receptor 710 também pode ser configurado para
10 receber e processar sinais a partir de múltiplos feixes, correspondendo a múltiplos conjuntos de feixes. O receptor 710 pode processar todos os sinais recebidos de tal modo que o sistema receptor 700 possa reportar métricas de sinal ou alguma outra informação de qualidade de sinal para um
15 feixe ativo bem como um ou mais feixes candidatos, que podem ser associados a um ou mais conjuntos de feixes alternativos.

O sistema receptor 700 inclui um controlador de recursos/conjunto de feixes 740 que é configurado para
20 controlar o receptor 710 para permitir que o receptor 710 receba e processe os sinais nos múltiplos conjuntos de feixes. Por exemplo, o controlador de recurso/conjunto de feixes 740 pode rastrear uma frequência, temporização ou algum outro recurso ou combinação de recursos associados
25 aos múltiplos conjuntos de feixes. O controlador de recursos/conjunto de feixes 740 configura o receptor 710 para processar os sinais recebidos de acordo com cada um dos recursos de conjunto de feixes. O controlador de recursos/conjunto de feixes 740 pode ser configurado para
30 controlar o receptor 710 para processar os diferentes conjuntos de feixes correspondendo a diferentes recursos sequencial ou simultaneamente, dependendo dos recursos que diferenciam conjuntos de feixes. Por exemplo, o controlador

de recursos/conjunto de feixes 740 pode controlar o receptor 710 para processar sinais recebidos a partir de conjuntos de feixes distintos sequencialmente onde o recurso associado aos conjuntos de feixes é um tempo
5 distinto. O controlador de recursos/conjunto de feixes 740 pode controlar o receptor 710 para processar sinais recebidos a partir de conjuntos de feixes distintos simultaneamente, onde o recurso associado aos conjuntos de feixes é frequência ou código. Evidentemente, o controlador
10 de recursos/conjunto de feixes 740 pode controlar o receptor 710 para processar sinais recebidos de conjuntos de feixes distintos sequencialmente, mesmo se os sinais a partir dos diferentes conjuntos de feixes puderem ser processados simultaneamente.

15 O receptor 710 acopla os sinais de banda base resultantes do processamento dos sinais recebidos a um processador de banda base 720 para processamento adicional. O processador de banda base 720 pode ser configurado para processar os sinais recebidos a partir de um enlace de
20 comunicação ativo para recuperar informações ou dados subjacentes. O processador de banda base 720 pode ser configurado para acoplar os dados e informações a uma porta de saída de dispositivo de destino apropriado (não mostrado).

25 O processador de banda base 720 também pode ser configurado para gerar a comunicação para o sistema transmissor tendo a avaliação de qualidade ou métrica dos vários feixes e conjuntos de feixes. O processador de banda base 720 pode incluir, por exemplo, um processador piloto
30 722 e um módulo de qualidade de feixe 724.

O processador piloto 722 pode ser configurado para processar os sinais pilotos nos múltiplos feixes que correspondem a múltiplos conjuntos de feixes. O processador

piloto 722 pode ser configurado para gerar uma métrica de qualidade com base nos sinais pilotos processados, ou pode acoplar informações pilotos ao módulo de qualidade de feixe 724 onde uma métrica de qualidade de feixe é gerada para o
5 feixe ativo e um ou mais feixes candidatos. Um feixe candidato pode ser, por exemplo, um feixe adjacente ao feixe ativo para o qual o sistema receptor 700 monitora a possibilidade de handoff.

O processador piloto 722 pode determinar também
10 uma estimativa do canal que corresponde a cada um dos feixes, e pode gerar uma mensagem para o sistema transmissor indicativo do canal para cada feixe. O processador piloto 722 também pode ser configurado para processar sinais pilotos substancialmente sem conhecimento
15 do feixe de origem, e reportar uma métrica referente aos sinais pilotos recebidos de volta para o sistema transmissor. O sistema transmissor pode determinar o feixe apropriado com base na métrica piloto reportada e pode selecionar o conjunto de feixes e feixe apropriados.

20 O módulo de qualidade de feixe 724 pode determinar uma métrica de qualidade de feixe com base, por exemplo, nos resultados do processamento piloto. O módulo de qualidade de feixe 724 pode alternativa ou adicionalmente determinar uma métrica de qualidade de feixe
25 com base em uma qualidade de sinal em cada um dos múltiplos feixes recebidos. As várias métricas de qualidade de sinal podem, por exemplo, corresponder a múltiplos conjuntos de feixes, cada conjunto de feixe associado à pelo menos um recurso distinto. A métrica de qualidade de sinal pode
30 incluir, por exemplo, uma indicação de intensidade de sinal recebida, uma relação sinal/ruído, uma taxa de erro de símbolo, e similar, ou alguma outra métrica de qualidade de sinal ou combinação de métrica de qualidade de sinal.

O processador de banda base 720 pode utilizar a informação a partir do processador piloto 722 e o módulo de qualidade de feixe 724 para gerar uma comunicação para o sistema transmissor indicativo de qualidade de feixe. Em
5 uma modalidade, o processador de banda base 720 pode gerar uma comunicação incluindo todas as informações recebidas a partir do processador piloto 722 e módulo de qualidade de feixe 724. Em outra modalidade, o processador de banda base 720 pode gerar uma comunicação identificando um feixe e
10 conjunto de feixes preferido. Em outra modalidade, o processador de banda base 720 pode gerar uma comunicação identificando uma entrada de livro-código preferido ou ponderações de feixe preferidas.

O processador de banda base 720 acopla a
15 comunicação a um transmissor 750. O transmissor 750 processa a comunicação para transmissão ao sistema transmissor. O transmissor 750 pode, por exemplo, converter ascendentemente a comunicação para uma banda RF e processar a comunicação para o formato de interface de ar apropriado.

20 As Figuras 8A-8C são fluxogramas simplificados de modalidades de métodos de reuso de recurso em um sistema SDMA. As Figuras 8A e 8B ilustram métodos de reuso de recurso que podem ser implementados em um sistema transmissor, e a Figura 8C ilustra um método de reuso de
25 recurso que pode ser implementado em um sistema receptor.

A Figura 8A é um fluxograma de uma modalidade de um método 800 para atribuir um dispositivo de usuário a um feixe em um ambiente de comunicação sem fio de acordo com uma ou mais modalidades apresentadas aqui. A relação
30 espacial entre o dispositivo de usuário e a estação base ou alguma outra informação de terminal é determinada (bloco 810). A localização do dispositivo de usuário pode ser determinada com base no sinal espacial do par de

dispositivo de usuário-estação base. Alternativamente, o dispositivo de usuário pode incluir um sistema de posicionamento global (GPS) capaz de determinar a localização do dispositivo de usuário. O feixe apropriado para o usuário é então selecionado ou de outro modo determinado com base na informação de terminal, que pode incluir a posição ou localização do terminal (bloco 812).

Em certos aspectos, o feixe apropriado é selecionado com base no posicionamento de usuário. Em outros aspectos, os dois blocos 810 e 812 podem ser executados por um único bloco responsivo à informação a partir de um usuário indicando o feixe a utilizar. Isso pode ser executado, por exemplo, ao selecionar um feixe associado a uma entrada de livro-código específica.

O feixe é então associado ao recurso ortogonal adicional atribuído ao feixe (bloco 814). Cada feixe em um conjunto de feixes pode ser associado a um subconjunto dos recursos ortogonais. O recurso ortogonal adicional pode ser, por exemplo, um período de tempo não utilizado para transmissão em feixes adjacentes, um código ortogonal ou quase ortogonal não utilizado para transmissão em feixes adjacentes, ou um conjunto de subportadoras associadas ao feixe. O recurso ortogonal associado pode variar em relação ao tempo devido a condições de canal para um dado feixe, o número de usuários atribuídos ao feixe, combinações dos mesmos ou alguns outros parâmetros. Além disso, em alguns casos, a quantidade de recursos ortogonais atribuídos a um dado feixe pode variar em relação ao tempo. Isto é, o número de subportadoras por subconjunto ou o comprimento ou número de períodos de tempo pode variar.

O feixe com o recurso ortogonal associado pode ser transmitido ou de outro modo difundido para o dispositivo de usuário. À medida que a informação de

terminal muda, a estação base pode realizar transição da transmissão de sinais a partir de um primeiro feixe de um primeiro conjunto de feixes para um feixe de outro conjunto de feixes distinto a partir do primeiro conjunto de feixes.

- 5 Os conjuntos de feixe diferentes podem ser associados a diferentes subconjuntos de recursos ortogonais.

A Figura 8B é um fluxograma de uma modalidade de um método 802 de reuso de recurso que pode ser implementado em um sistema transmissor, como o sistema transmissor da
10 Figura 3 ou um sistema transmissor em uma estação base da Figura 1.

O método 802 inicia no bloco 820. O sistema transmissor já é configurado para suportar comunicação com um sistema receptor através de um enlace de comunicação em
15 um feixe de um conjunto de feixes. No bloco 820, o sistema transmissor recebe a comunicação tendo uma ou mais métricas de qualidade de sinal ou informação associada a partir do sistema receptor.

O sistema transmissor prossegue para o bloco 822
20 e determina, com base pelo menos em parte na comunicação recebida, o feixe preferido e conjunto de feixes associados. O sistema transmissor prossegue para o bloco de decisão 830 e determina se deve atualizar o feixe e conjunto de feixes que atendem o sistema receptor.

25 O sistema transmissor pode, por exemplo, iniciar um handoff de feixes imediatamente após sentir que um feixe preferido é diferente de um feixe atual que serve o sistema receptor. Em outra modalidade, o sistema transmissor pode utilizar algum limite ou histerese na decisão para iniciar
30 um handoff de feixes, para reduzir a possibilidade de rapidamente alternar entre atribuições de feixes. Por exemplo, o sistema transmissor pode iniciar um handoff de feixes quando a qualidade do sinal de um feixe proposto

excede a qualidade de sinal do feixe em serviço por algum limite predeterminado. Em outro exemplo, o sistema transmissor pode iniciar um handoff de feixe quando a qualidade de sinal de um feixe proposto excede a qualidade de sinal do feixe em serviço em excesso de um período de tempo de histerese.

Após o sistema transmissor determinar que um handoff de feixe deve ter início, o sistema transmissor determina se o handoff de feixe requer um handoff associado do conjunto de feixes em serviço.

Se nenhum handoff de conjunto de feixes for necessário, como quando nenhum handoff de feixe é programado ou quando um handoff de feixe para um conjunto de feixes em serviço é programado, o sistema transmissor prossegue a partir do bloco de decisão 830 para o bloco 832 e continua a suportar a presente alocação de recursos. Isto é, como um handoff de conjunto de feixes não é programado, o sistema transmissor não necessita mudar os recursos associados. O sistema transmissor pode atualizar as ponderações de feixe a partir do livro-código, se um handoff de feixe dentro do mesmo conjunto de feixes for desejado. O sistema transmissor retorna ao bloco 820 para continuar a monitorar as comunicações a partir do sistema receptor.

Se o sistema transmissor determinar no bloco de decisão 830 que um handoff de conjunto de feixes é desejado, o sistema transmissor prossegue para o bloco 840. No bloco 840, o sistema transmissor inicia um handover de conjunto de feixes. O sistema transmissor pode comunicar a temporização do handoff de conjunto de feixes e os recursos associados ao conjunto de feixes atualizados para o sistema receptor. O sistema transmissor pode comunicar a informação para o sistema receptor utilizando um canal de overhead no

recurso atual e alocação de conjunto de feixes.

O sistema transmissor prossegue para o bloco 842 e atualiza as ponderações de formação de feixe ao selecionar a entrada de livro-código apropriada. A
5 aplicação das ponderações de formação de feixe atualizadas para o sinal resulta no sinal sendo formado em feixe pelas múltiplas antenas de transmissão.

O sistema transmissor prossegue para o bloco 844 e revisa os recursos utilizados no enlace de comunicação
10 para corresponder aos recursos associados ao conjunto de feixes. Em um limite de handover, por exemplo um limite de quadro, o sistema transmissor orienta um handover de comunicações com o sistema receptor para o novo feixe no novo conjunto de feixes. O sistema transmissor atualiza o
15 conjunto de feixes e os recursos associados correspondendo ao enlace de comunicação específico. O sistema transmissor pode atualizar, por exemplo, a frequência, partição de tempo, código, ou algum outro recurso associado ao conjunto de feixes. O sistema transmissor retorna ao bloco 820 para
20 monitorar comunicações a partir do sistema receptor.

A Figura 8C é um fluxograma de uma modalidade de um método 804 de reuso de recursos. O método 804 pode ser implementado, por exemplo, pelo sistema receptor da Figura 7 e pode ser implementado em um sistema de assinantes do
25 sistema de comunicação sem fio da Figura 1.

O método 804 começa no bloco 850 onde o sistema receptor recebe sinais através de múltiplos recursos. Os múltiplos recursos correspondem aos recursos associados a cada um dos diferentes conjuntos de feixes suportados pelo
30 sistema transmissor. O sistema receptor pode receber os sinais com os diferentes recursos simultaneamente, seqüencialmente, ou de acordo com um programa ou algoritmo predeterminado.

O sistema receptor prossegue para o bloco 852 e determina uma métrica de qualidade para cada um dos sinais recebidos com base nos recursos de conjunto de feixe. Por exemplo, o sistema receptor pode determinar uma métrica de
5 qualidade com base nos sinais recebidos específicos utilizando os recursos para um conjunto de feixes, e pode não associar uma métrica de qualidade com qualquer feixe específico de um conjunto de feixes. Alternativamente, o sistema receptor pode ter a capacidade de discernir um
10 feixe e conjunto de feixes correspondentes para os sinais recebidos, e pode ser configurado para gerar uma métrica de qualidade para múltiplos feixes e conjuntos de feixes. Por exemplo, o sistema receptor pode receber múltiplos sinais pilotos, e pode ser capaz de determinar um feixe específico
15 de um conjunto de feixes com base nos sinais pilotos recebidos. Em tal modalidade, o sistema receptor pode gerar uma métrica de qualidade para múltiplos feixes e pares de conjuntos de feixes. A métrica de qualidade pode ser virtualmente qualquer informação a partir da qual o sistema
20 transmissor pode correlacionar desempenho de enlace de comunicação. Por exemplo, a métrica de qualidade pode ser uma relação de sinal/ruído em um feixe de um conjunto de feixes, uma intensidade de sinal recebida, uma estimativa de canal, ou alguma outra informação.

25 O sistema receptor prossegue para o bloco 854 e transmite uma ou mais métricas de qualidade para o sistema transmissor, que pode incluir a estação base servindo a área de cobertura na qual o sistema receptor reside. Alternativa ou adicionalmente, o sistema receptor pode
30 comunicar um feixe desejado e conjunto de feixes para o sistema transmissor.

O sistema receptor prossegue para o bloco de decisão 860 e determina se um feixe e handoff de conjunto

de feixes foi iniciado. O handoff de conjunto de feixes e feixe podem ser iniciados como resultado da comunicação mais recente de métrica de qualidade ou pode ser baseado em uma ou mais comunicações passadas. O sistema transmissor
5 pode comunicar uma mensagem, comando ou instrução para o sistema receptor iniciando um feixe e handoff de conjunto de feixes e um tempo, limite ou evento associado ao handoff.

Se o sistema receptor determinar que nenhum
10 handoff de conjunto de feixe é programado, o sistema receptor prossegue a partir do bloco de decisão 860 de volta para o bloco 850 e continua a monitorar os sinais recebidos. Em algumas modalidades, o receptor não necessita ter nenhum conhecimento do feixe específico no qual está
15 operando. Somente necessita operar com os recursos associados ao conjunto de feixe ativo. Desse modo, o sistema receptor não necessita alterar nenhum processamento de sinais quando nenhum handoff de conjunto de feixes ocorre.

20 Se o sistema receptor determinar no bloco de decisão 860 que um handoff de conjunto de feixes é programado, o sistema receptor prossegue para o bloco 870. No bloco 870, o sistema receptor determina a temporização e recursos associados ao handover de conjunto de feixes. O
25 sistema receptor pode, por exemplo, receber o conjunto de feixes e informações de temporização de handover. O sistema receptor pode receber uma mensagem controlando os recursos associados a um conjunto de feixes ou pode incluir uma tabela de consulta na memória que associa os recursos aos
30 conjuntos de feixes. O sistema receptor pode sincronizar a atualização de recursos com a temporização do handover.

O receptor prossegue para o bloco 880. No bloco 880 o sistema receptor controla a parte apropriada do

sistema receptor para realizar transição para o recurso associado ao conjunto de feixes atualizados na ocorrência de handover. Por exemplo, onde o recurso distinto associado aos conjuntos de feixes inclui uma alocação de tempo, o sistema receptor pode sincronizar novamente na partição de tempo apropriada. Similarmente, onde o recurso distinto associado aos conjuntos de feixes é frequência, o sistema receptor pode atualizar uma frequência de oscilador local que é utilizada para converter em frequência o sinal recebido a partir da frequência atualizada para a banda base. O sistema receptor então retorna para o bloco 850 para receber e processar sinais com o novo conjunto de feixes e alocação de recursos.

A Figura 9 é um diagrama em blocos funcional simplificado de uma modalidade de um sistema transmissor 1100 suportando reuso de recursos em feixes de SDMA. O sistema transmissor 1100 inclui dispositivos para transmitir um sinal 1110 que incluem dispositivos para gerar um sinal de transmissão.

Dispositivos de recepção 1130 podem ser configurados para receber, via uma antena de recepção 1132, um ou mais sinais a partir de uma fonte de sinais, como um terminal de usuário, e pode determinar informações de terminal com base nos sinais recebidos. A informação de terminal pode incluir, por exemplo, uma localização de um terminal em uma área de cobertura ou pode incluir uma posição angular de um terminal em uma área de cobertura.

O sistema transmissor 1100 também inclui dispositivos para temporização e sincronização 1150 acoplado aos dispositivos para transmissão e configurados para fornecer um ou mais sinais de temporização para sincronizar ou de outro modo controlar a temporização de operações no dispositivo para transmitir um sinal. O

dispositivo para temporização e sincronização 1150 pode operar em combinação com o dispositivo de recepção 1130 para determinar a informação de terminal.

Um dispositivo para controlar uma alocação de
5 recursos 1160 inclui dispositivo para formação de feixes 1162 que pode incluir um dispositivo para armazenar pelo menos um livro-código de formação de feixes definindo múltiplos vetores de formação de feixe em cada um dos múltiplos conjuntos de feixes. O dispositivo para controlar
10 uma alocação de recursos 1160 inclui um dispositivo para controlar um conjunto de feixes que inclui um dispositivo para determinar um primeiro feixe de um primeiro conjunto de feixes para suportar um enlace de comunicação, cada feixe do primeiro conjunto de feixes associado a um
15 primeiro recurso. O primeiro conjunto de feixes pode fazer parte de uma pluralidade de conjuntos de feixes, onde cada feixe no primeiro conjunto de feixes é associado a um subconjunto de recursos de uma pluralidade de recursos.

O dispositivo para controlar uma alocação de
20 recursos 1160 pode incluir também um dispositivo para determinar um primeiro feixe de um segundo conjunto de feixes para suportar o enlace de comunicação, cada feixe do segundo conjunto de feixes associado a um segundo recurso que é distinto do primeiro recurso, quando um sinal
25 recebido indica que um handover de conjunto de feixes deve ocorrer.

Um dispositivo para formar em feixe sinais 1120 pode ser configurado para gerar uma pluralidade de cópias de um sinal de transmissão a partir do dispositivo de
30 transmissão, e pode incluir um dispositivo para aplicar uma ponderação de formação de feixe distinto a partir de um vetor de formação de feixe associado ao feixe para cada da pluralidade de cópias de sinal de transmissão para gerar

sinais ponderados. O dispositivo para formar em feixe sinais 1120 acopla os sinais ponderados às múltiplas antenas 1140_1-1140_N para transmitir para um dispositivo de destino em uma área de cobertura.

5 Um dispositivo para receber uma comunicação 1130 pode receber a comunicação a partir de uma antena de recepção 1132 e pode determinar um evento de transição de conjunto de feixes com base na comunicação. O dispositivo para receber uma comunicação 1130 pode iniciar um handover
10 de conjunto de feixes em resposta à comunicação. Por exemplo, o dispositivo para receber uma comunicação 1130 pode controlar o dispositivo para controlar alocação de recursos 1160 para controlar o dispositivo para transmissão 1110 e dispositivo para formação de feixes 1120 para formar
15 em feixes ou de outro modo guiar feixes dos sinais de transmissão para um feixe a partir de um segundo conjunto de feixes utilizando um segundo recurso no lugar de usar o primeiro conjunto de feixes e primeiro recurso associado.

A Figura 10 é um diagrama em blocos funcional
20 simplificado de uma modalidade de um sistema receptor 1200 suportando reuso de recurso em feixes de SDMA. O sistema receptor 1200 inclui um dispositivo para receber sinais 1210 através de múltiplos recursos substancialmente ortogonais, onde os sinais são transmitidos através de pelo
25 menos uma parte dos múltiplos recursos substancialmente ortogonais. O dispositivo para receber sinais 1210 pode incluir um dispositivo para receber um sinal formado em feixe utilizando pelo menos um dos múltiplos recursos ortogonais com base em uma comunicação recebida a partir de
30 uma fonte de sinal, como um sistema transmissor ou estação base.

O dispositivo para receber sinais 1210 pode ser controlado para suportar cada um dos múltiplos recursos

substancialmente ortogonais com base em um ou mais sinais de controle a partir de um dispositivo para controlar um conjunto de feixes/recurso 1240. O dispositivo para controlar conjunto de feixes/recurso 1240 pode incluir uma
5 tabela de consulta ou registros listando cada um dos múltiplos recursos substancialmente ortogonais, e os sinais de controle correspondentes necessários para controlar o sistema receptor 1200 para suportar a comunicação utilizando o recurso.

10 Um dispositivo para temporização e sincronização 1230 pode ser configurado para manter referência de temporização ou sincronização que é utilizada pelo dispositivo para receber sinais 1210 ao processar os sinais recebidos. Um dispositivo para processamento 1220 é
15 configurado para processar adicionalmente os sinais a partir do dispositivo para receber sinais 1210. O dispositivo para processamento 1220 pode incluir um dispositivo para medir ou de outro modo determinar pelo menos uma métrica de qualidade 1224 que determina uma
20 métrica de qualidade de sinal para cada um dos recursos substancialmente ortogonais. O dispositivo de processamento 1220 pode incluir também um dispositivo de processamento piloto 1222 que é configurado para processar sinais pilotos recebidos para auxiliar na geração de métricas de qualidade
25 de sinal.

O sistema receptor 1200 inclui um dispositivo para transmitir uma comunicação 1250 configurada para receber as métricas de qualidade de sinal e gerar uma comunicação que é transmitida para uma estação base. A
30 comunicação pode ser a métrica efetiva de qualidade de sinal ou pode ser baseada na métrica de qualidade. Por exemplo, o dispositivo para transmitir uma comunicação 1250 pode ser configurado para transmitir uma indicação de

seleção de conjunto de feixes em vez de um valor de métrica de qualidade.

Métodos e equipamentos para suportar reuso de recursos em um sistema SDMA foram descritos aqui. O sistema
5 pode suportar múltiplos conjuntos de feixes, com cada conjunto de feixe tendo múltiplos feixes suportando uma área de cobertura predeterminada. Cada conjunto de feixes pode ser substancialmente complementar a um conjunto de feixes distinto, de tal modo que os eixos de feixe
10 principal para um primeiro conjunto de feixes situam-se aproximadamente na metade do caminho entre os eixos de feixes principais dos feixes adjacentes mais próximos. Os feixes adjacentes mais próximos são tipicamente a partir de conjuntos de feixes distintos, porém não necessitam ser do
15 mesmo conjunto de feixes.

Cada conjunto de feixes é associado a um recurso específico, e os recursos associados aos conjuntos de feixes podem ser ortogonais ou substancialmente ortogonais. O número de conjuntos de feixes distintos e número
20 correspondente de recursos substancialmente ortogonais definem um conjunto de reuso ou taxa de reuso.

A colocação complementar dos feixes nos conjuntos de feixe distintos reduz a quantidade de interferência experimentada em cada feixe, enquanto fornece suporte
25 substancialmente uniforme sobre toda a área de cobertura.

Como utilizado aqui, o termo acoplado ou conectado é utilizado para significar um acoplamento indireto bem como um acoplamento ou conexão direta. Onde dois ou mais blocos, módulos, dispositivos, ou equipamentos
30 são acoplados, pode haver um ou mais blocos intermediários entre os dois blocos acoplados.

Os vários blocos, módulos e circuitos lógicos ilustrativos descritos com relação às modalidades descritas

aqui podem ser implementados ou executados com um processador de propósito geral, um processador de sinal digital (DSP), um processador de Computador de Conjunto de Instruções reduzido (RISC), um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), um conjunto de portas programáveis em campo (FPGA) ou outro dispositivo lógico programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos, ou qualquer combinação destes projetados para executar as funções descritas aqui.

5 Um processador de propósito geral pode ser um microprocessador, porém na alternativa, o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador ou máquina de estado. Um processador também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de

10 computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em combinação com um núcleo DSP ou qualquer outra tal configuração.

Para uma implementação de firmware e/ou software,

20 as técnicas descritas aqui podem ser implementadas como instruções (por exemplo, procedimentos, funções, e assim por diante) que executam as funções descritas aqui. Os códigos de firmware e/ou software podem ser armazenados em uma memória e executados por um processador ou

25 processadores. Se implementado em software, as funções podem ser armazenadas em ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. Meios legíveis por computador incluem tanto meios de armazenagem de computador como meios de comunicação

30 incluindo qualquer meio que facilite a transferência de um programa de computador a partir de um lugar para outro. Um meio de armazenagem pode ser qualquer meio disponível que possa ser acessado por um computador. Como exemplo, e não

limitação, tais meios legíveis por computador podem compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outra armazenagem de disco óptico, armazenagem de disco magnético ou outros dispositivos de armazenagem magnética, ou qualquer outro meio que possa ser utilizado para transportar ou armazenar código de programa desejado na forma de instruções ou estruturas de dados e que possa ser acessado por um computador. Também, qualquer conexão é adequadamente denominada de meio legível por computador. Por exemplo, se o software for transmitido a partir de um website, servidor ou outra fonte remota utilizando um cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, linha digital de assinante (DSL) ou tecnologias sem fio como infravermelho, rádio e microondas, então o cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, DSL, ou tecnologias sem fio como infravermelho, rádio e microonda são incluídas na definição de meio. Disco (disk) e disco (disc), como utilizado aqui, incluem disco compacto (CD), disco laser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexível e disco blu-ray onde disks normalmente reproduzem dados magneticamente, enquanto discs reproduzem dados opticamente com lasers. As combinações do acima também devem ser incluídas no escopo de meios legíveis por computador.

As etapas de um método, processo ou algoritmo descrito com relação às modalidades descritas aqui podem ser incorporadas diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador ou em uma combinação dos dois. As várias etapas ou atos em um método ou processo podem ser executadas na ordem mostrada, ou podem ser executadas em outra ordem. Adicionalmente, uma ou mais etapas de processo ou método podem ser omitidas ou uma ou mais etapas de processo ou método podem ser adicionadas aos métodos e processos. Uma etapa, bloco ou ação adicional

pode ser acrescentado no início, fim, ou elementos existentes intermediários dos métodos e processos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio (100), o método **caracterizado** pelo fato de que compreende:

- 5 - determinar informações de terminal, incluindo uma localização do terminal (130, 132, 134, 136, 138, 140) dentro de uma área de cobertura;
- determinar um primeiro feixe (4201) em um primeiro conjunto de feixes (4201-4206) a partir de uma
- 10 pluralidade de conjuntos de feixes com base na localização do terminal (130, 132, 134, 136, 138, 140), cada feixe no primeiro conjunto de feixes (4201-4206) associado a um subconjunto de recursos de uma pluralidade de recursos; e
- transmitir sinais utilizando o primeiro feixe
- 15 (4201) no primeiro conjunto de feixes (4201-4206) em pelo menos alguns do subconjunto de recursos, e em que determinar o primeiro feixe (4201) inclui selecionar um vetor de livro-código correspondendo ao primeiro feixe (4201) do primeiro conjunto de feixes (4201-4206) e em que
- 20 transmitir compreende ponderar os sinais usando o vetor de livro-código para gerar sinais ponderados; e
- transitar a transmissão de sinais do primeiro feixe (4201) para um segundo feixe (4101) de um segundo conjunto de feixes (4101-4106) diferente do primeiro
- 25 conjunto de feixes (4201-4206), e em outro subconjunto dos recursos ortogonais com relação a um subconjunto de recursos associado ao primeiro conjunto de feixes (4201-4206), o outro subconjunto sendo associado ao segundo conjunto de feixes (4101-4106), em que as posições dos
- 30 feixes no primeiro conjunto de feixes (4201-4206) são complementares às posições dos feixes no segundo conjunto de feixes (4101-4106), de modo que um feixe do primeiro conjunto de feixes (4201-4206) fornece forte cobertura para

uma área de cobertura fraca do segundo conjunto de feixes (4101-4106), em que cada conjunto de feixes é arranjado para fornecer cobertura completa sobre uma mesma área de cobertura pré-determinada.

5 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que um eixo maior de um feixe no segundo conjunto de feixes (4101-4106) está substancialmente na metade do caminho entre eixos maiores de feixes adjacentes dos conjuntos de feixes distintos.

10 3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a pluralidade de recursos compreende partições de tempo e cada subconjunto de partições de tempo associado a cada conjunto de feixes é ortogonal a cada subconjunto de partições de tempo
15 associado a cada outro conjunto de feixes.

 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que determinar informações de terminal compreende determinar pelo menos uma métrica de qualidade.

20 5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que determinar pelo menos uma métrica de qualidade compreende determinar uma entrada de um livro-código recebido do terminal (130, 132, 134, 136, 138, 140).

25 6. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que determinar pelo menos uma métrica de qualidade compreende determinar uma entrada de um livro-código baseado nos sinais pilotos recebidos do terminal (130, 132, 134, 136, 138, 140).

30 7. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que determinar pelo menos uma métrica de qualidade compreende determinar informação de qualidade de canal.

8. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que determinar pelo menos uma métrica de qualidade compreende determinar informação de qualidade de canal com base nos sinais recebidos do terminal (130, 132, 134, 136, 138, 140).

9. Equipamento (200) configurado para suportar reuso de recursos em um sistema de comunicação sem fio (100), o equipamento (200) caracterizado pelo fato de que compreende:

10 - dispositivos para determinar informações de terminal, incluindo uma localização do terminal (130, 132, 134, 136, 138, 140) dentro de uma área de cobertura;

 - dispositivos para determinar um primeiro feixe (4201) em um primeiro conjunto de feixes (4201-4206) a partir de uma pluralidade de conjuntos de feixes com base na localização do terminal (130, 132, 134, 136, 138, 140), cada feixe no primeiro conjunto de feixes (4201-4206) associado a um subconjunto de recursos de uma pluralidade de recursos; e

20 - dispositivos para transmitir sinais utilizando o primeiro feixe (4201) no primeiro conjunto de feixes (4201-4206) em pelo menos alguns do subconjunto de recursos, e em que os dispositivos para determinar o primeiro feixe (4201) inclui dispositivos para selecionar um vetor de livro-código correspondendo ao primeiro feixe (4201) do primeiro conjunto de feixes (4201-4206) e em que os dispositivos para transmitir compreendem dispositivos para ponderar os sinais usando o vetor de livro-código para gerar sinais ponderados; e

30 dispositivos para transitar a transmissão de sinais do primeiro feixe (4201) para um segundo feixe (4101) de um segundo conjunto de feixes (4101-4106) diferente do primeiro conjunto de feixes (4201-4206), e em

outro subconjunto dos recursos ortogonais com relação a um subconjunto de recursos associado ao primeiro conjunto de feixes (4201-4206), o outro subconjunto sendo associado ao segundo conjunto de feixes (4101-4106), em que as posições dos feixes no primeiro conjunto de feixes (4201-4206) são complementares às posições dos feixes no segundo conjunto de feixes (4101-4106), de modo que um feixe do primeiro conjunto de feixes (4201-4206) fornece forte cobertura para uma área de cobertura fraca do segundo conjunto de feixes (4101-4106), em que cada conjunto de feixes é arranjado para fornecer cobertura completa sobre uma mesma área de cobertura pré-determinada.

10. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que os dispositivos para determinar a informação de terminal e os dispositivos para determinar o primeiro feixe compreendem um processador, uma memória, e instruções armazenadas na memória.

11. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro subconjunto de recursos compreende um subconjunto de subportadoras em um sistema de acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal, OFDMA.

12. Equipamento (200), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro subconjunto de recursos compreende um subconjunto de partições de tempo e cada subconjunto de partições de tempo associado a cada conjunto de feixes é ortogonal a cada subconjunto de partições de tempo associado a cada outro conjunto de feixes.

13. Memória **caracterizada** pelo fato de que compreende instruções armazenadas na mesma, as instruções sendo executadas por um computador para realizar o método

conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8.

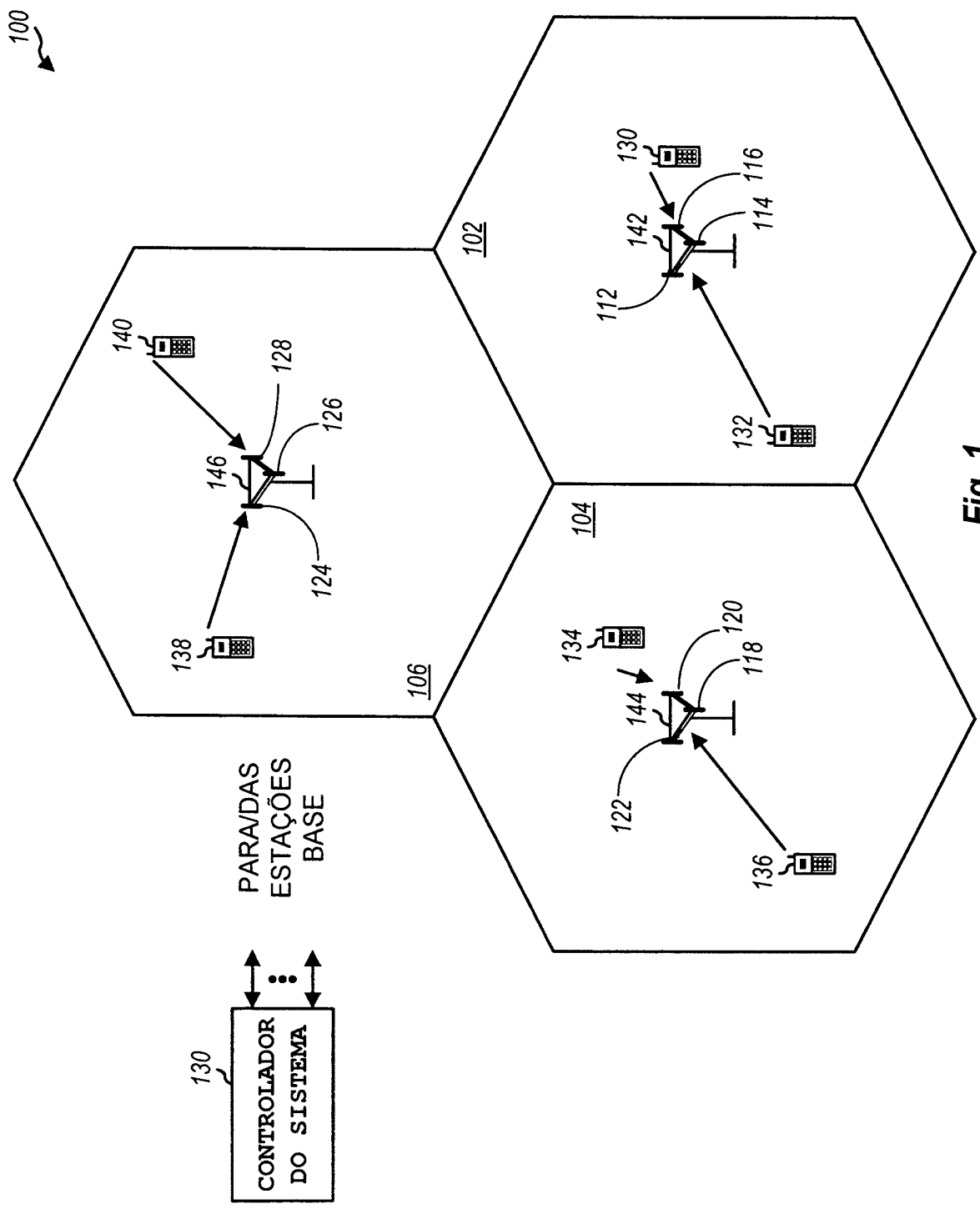


Fig. 1

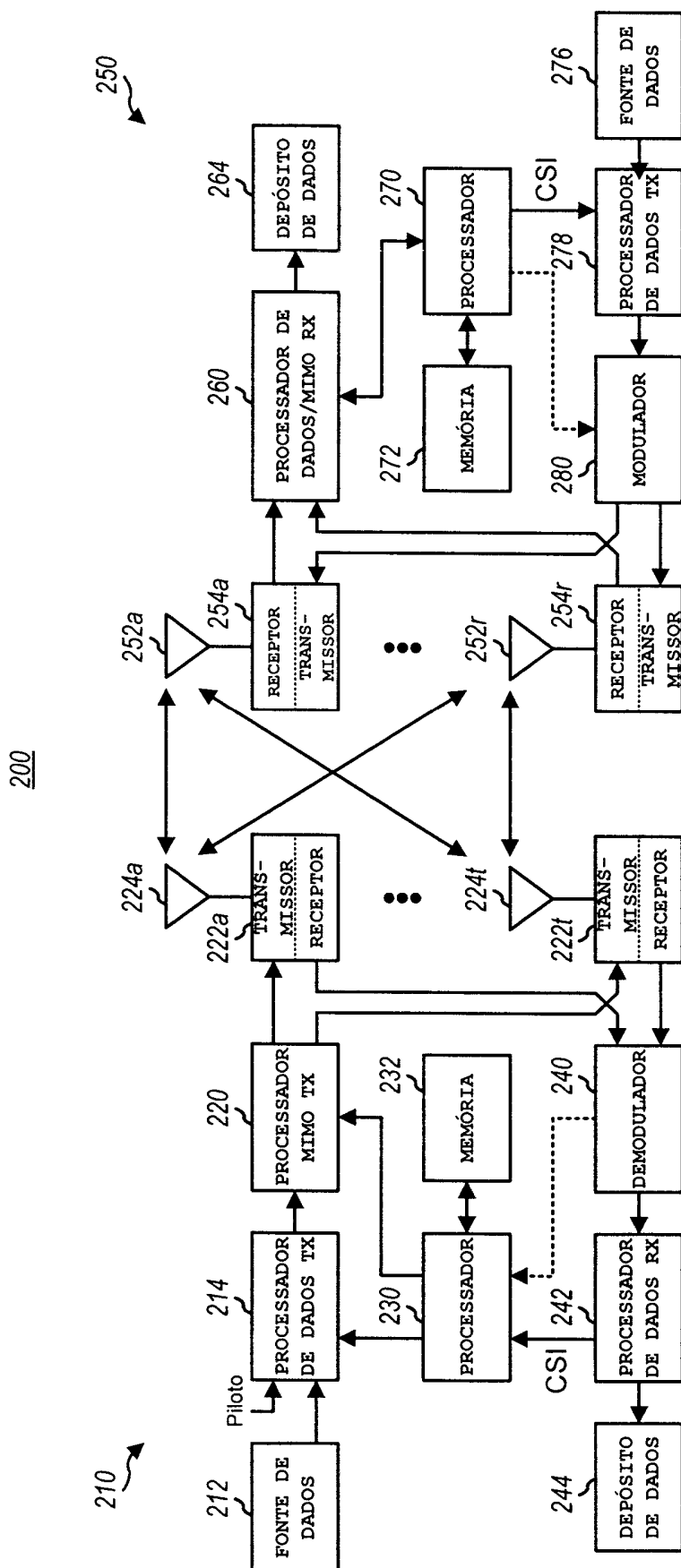


Fig. 2

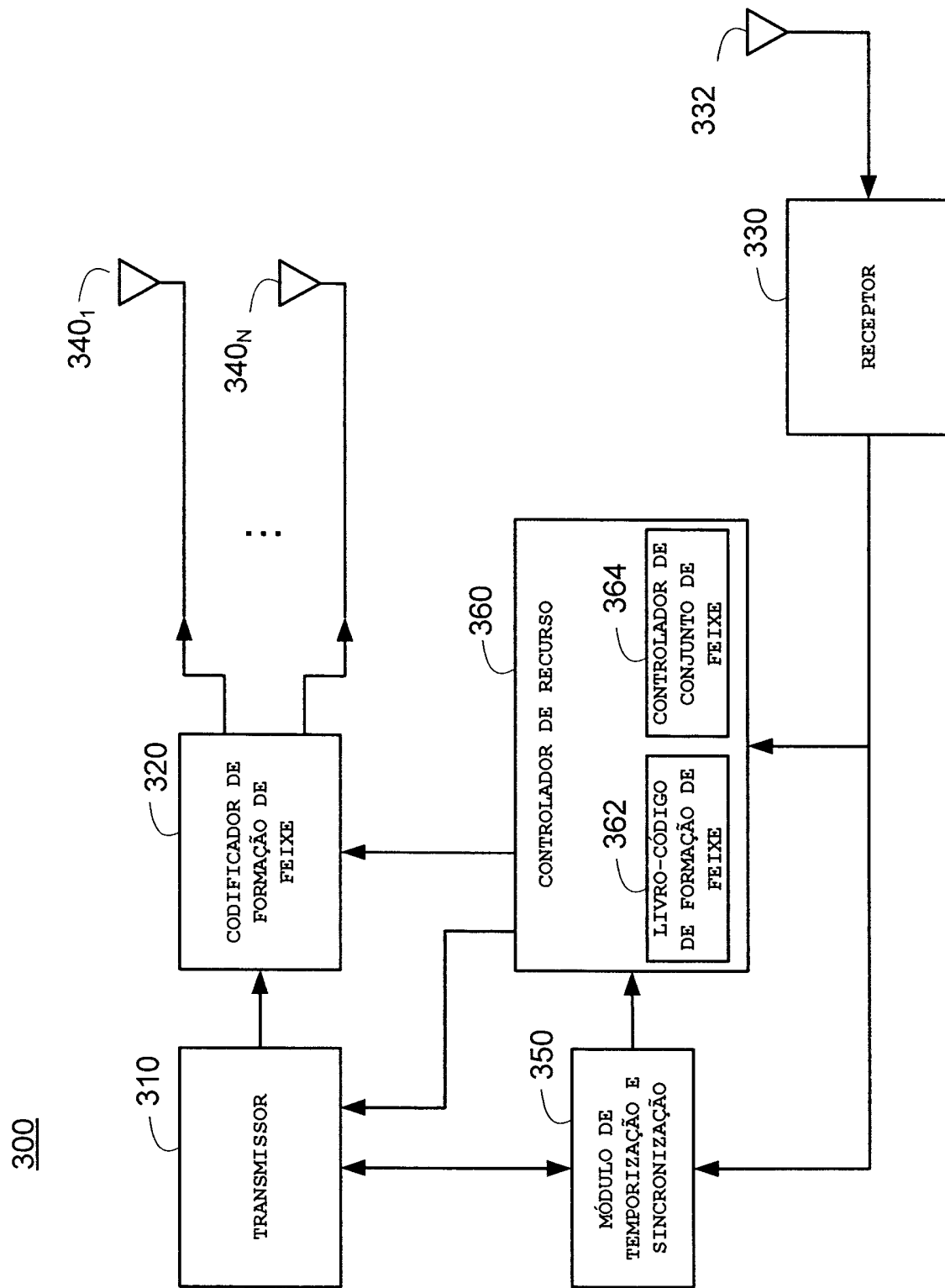


Fig. 3

ELEMENTOS DE MATRIZ = 12, ESPAÇAMENTO DE ANTENA = 0,5 LAMBDA

400

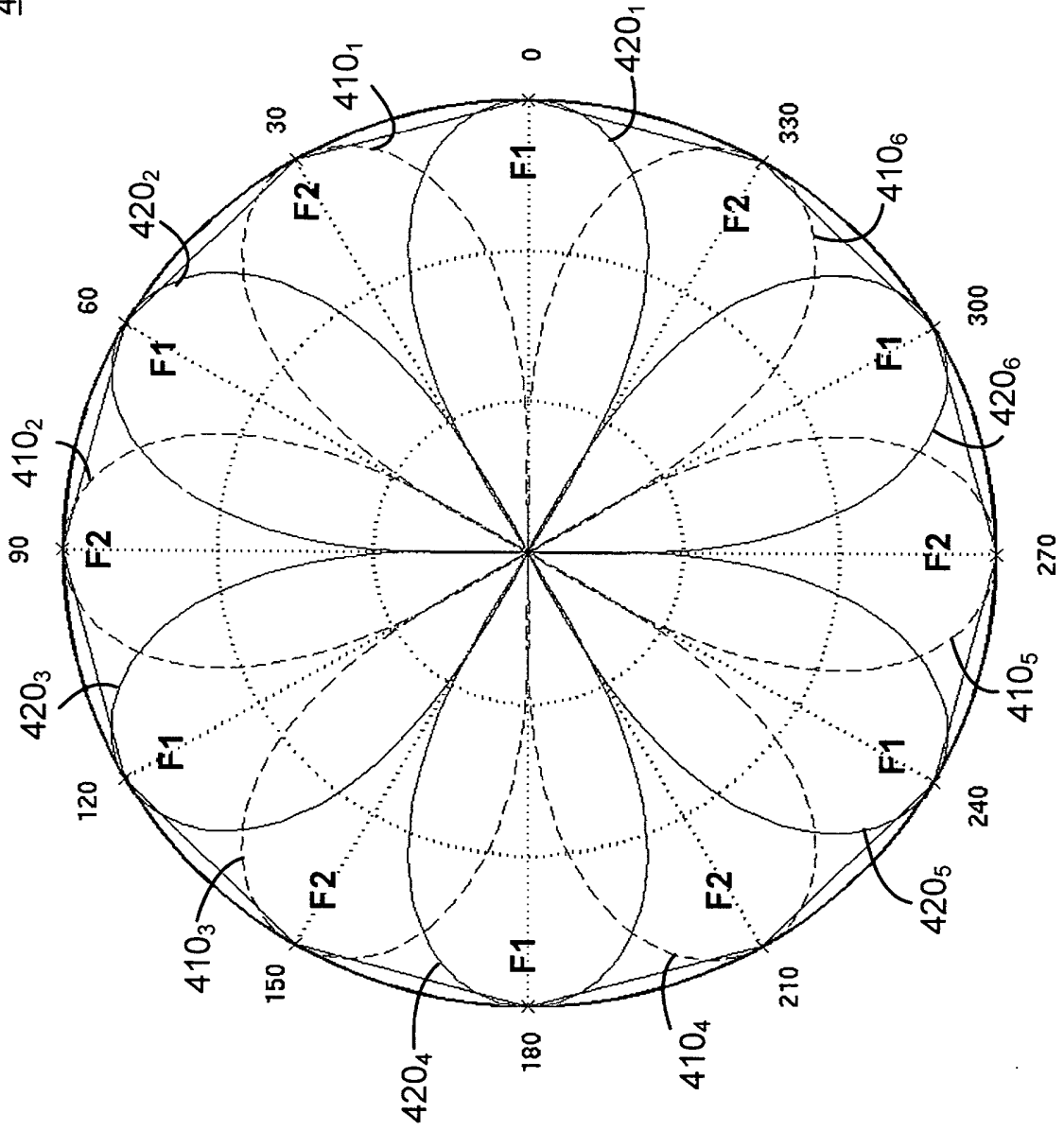
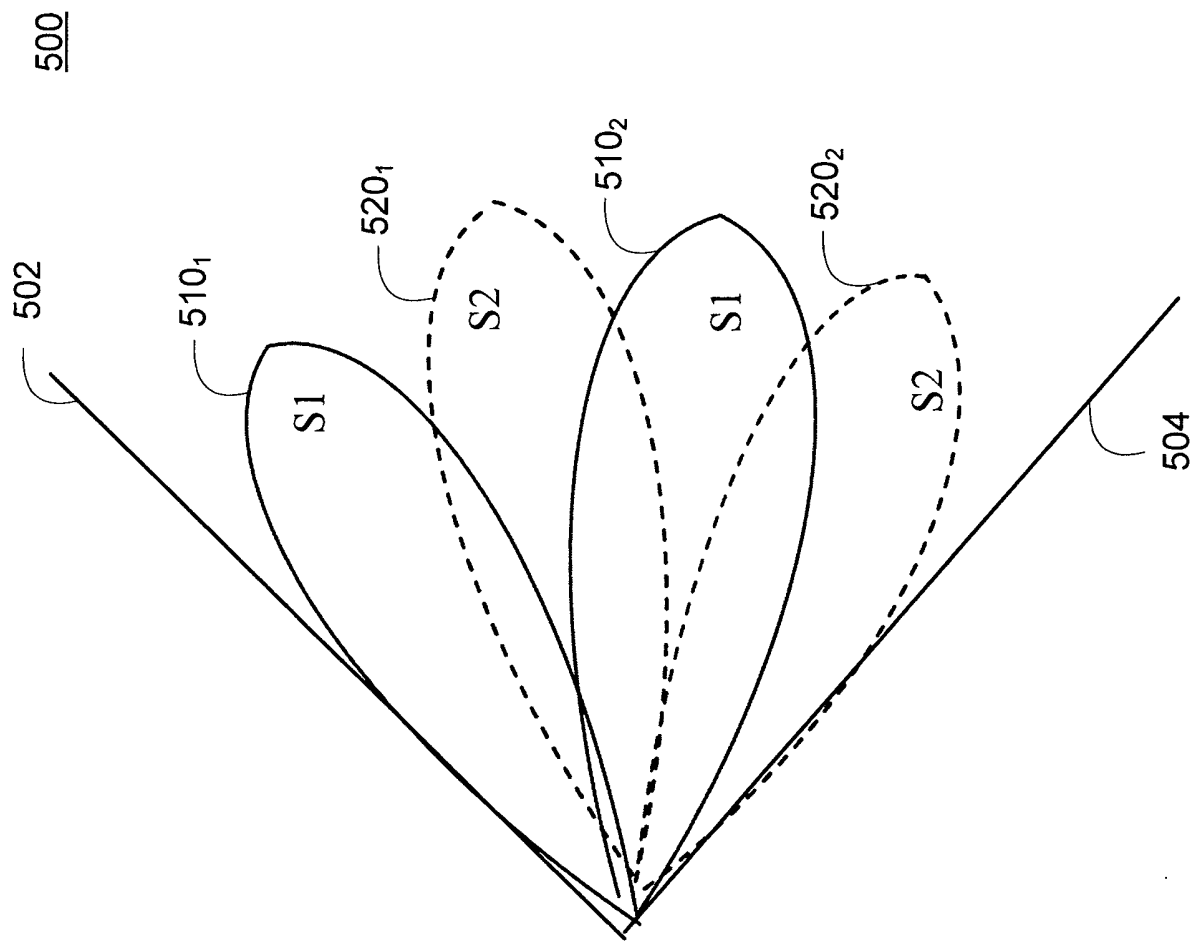


Fig. 4

**Fig. 5**

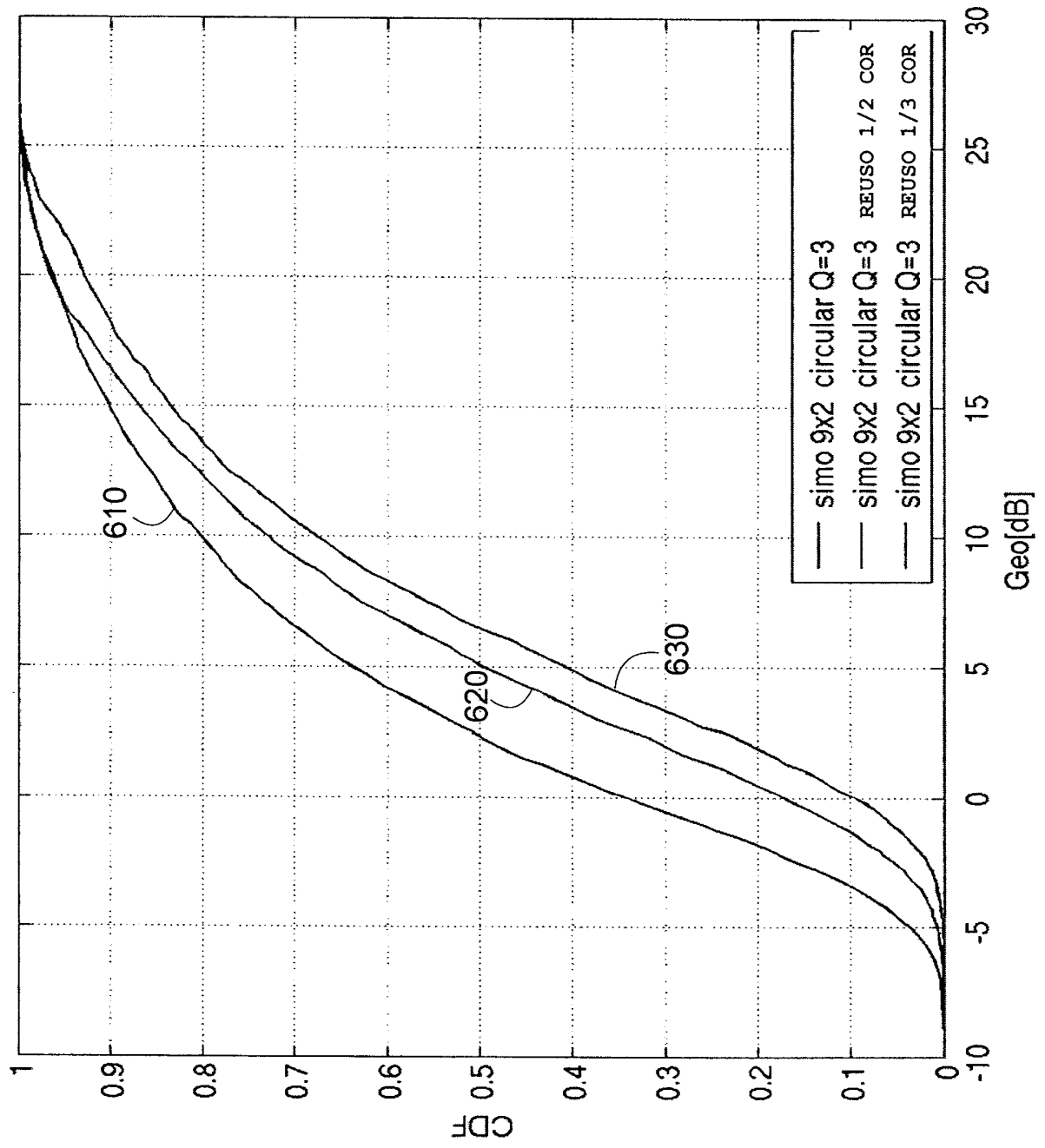


Fig. 6

700

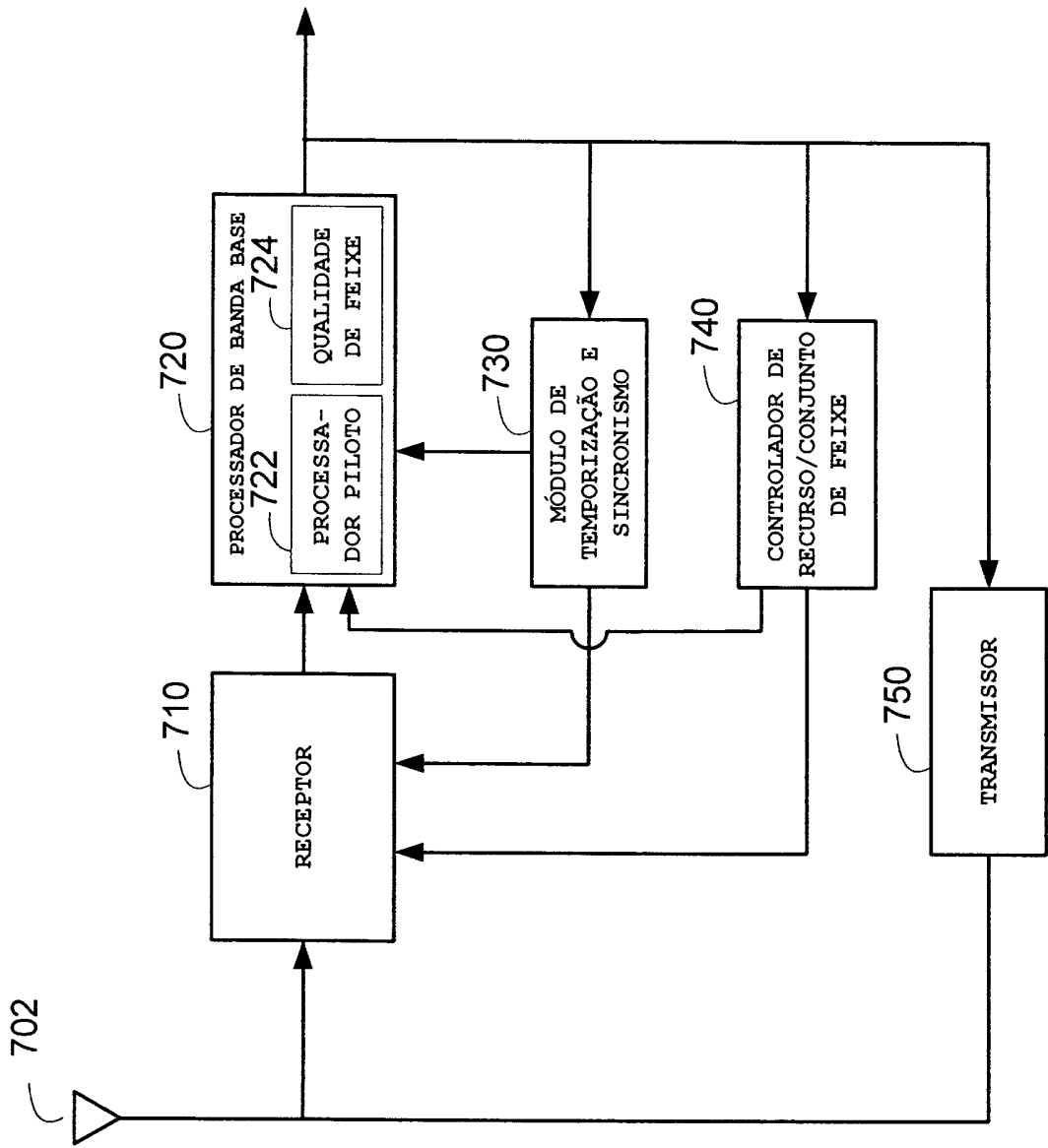
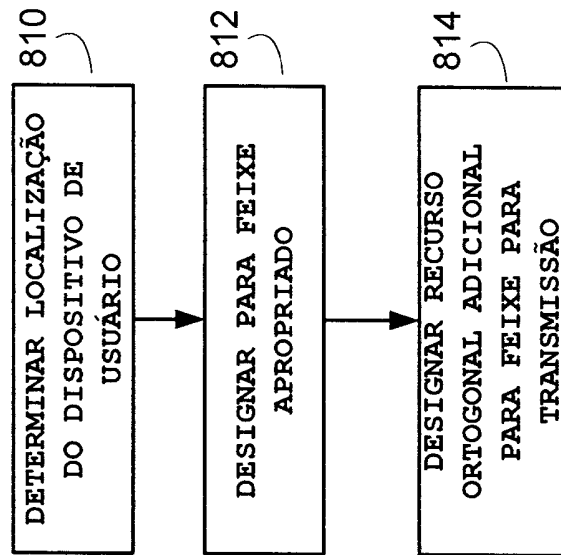


Fig. 7

800**Fig. 8A**

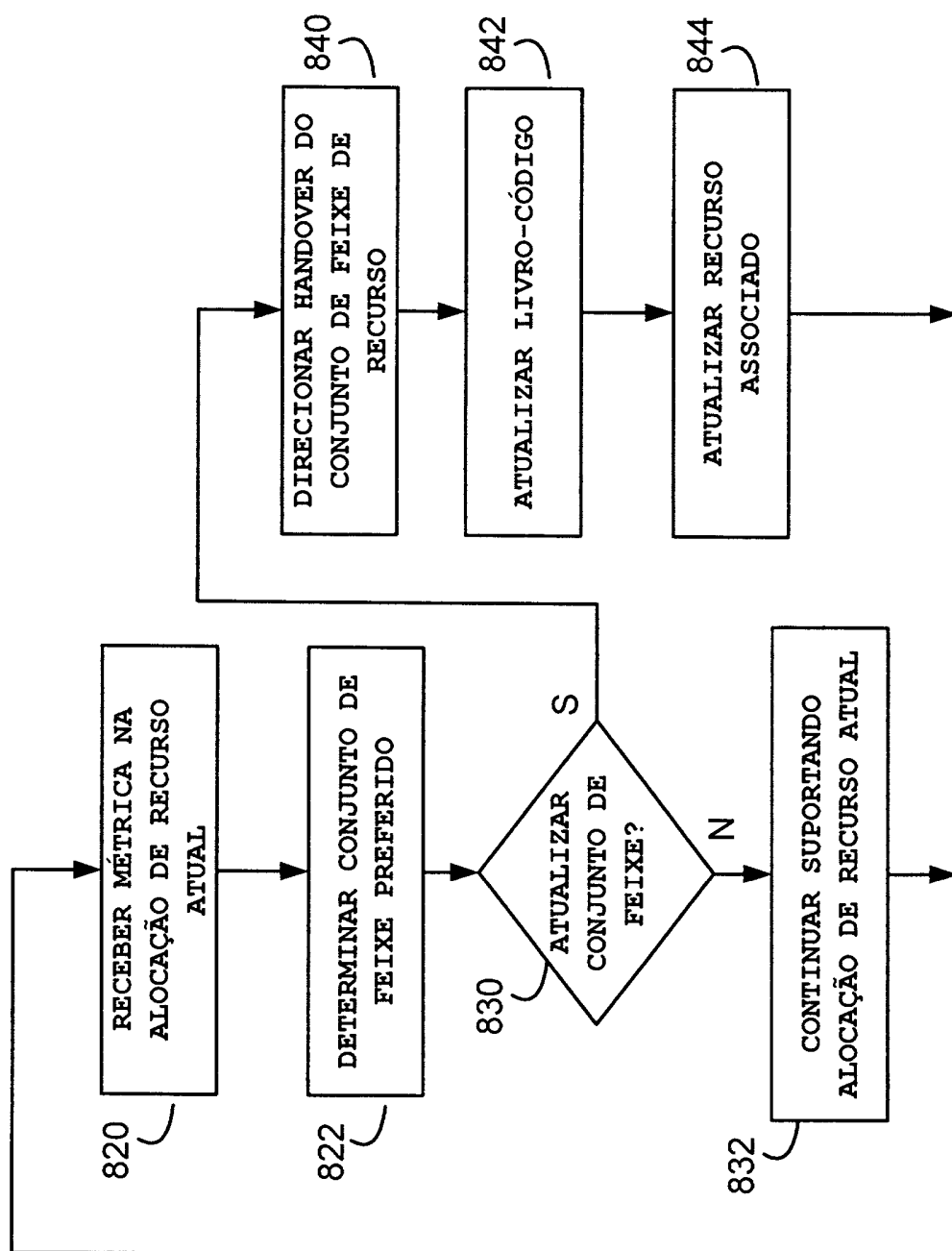
802

Fig. 8B

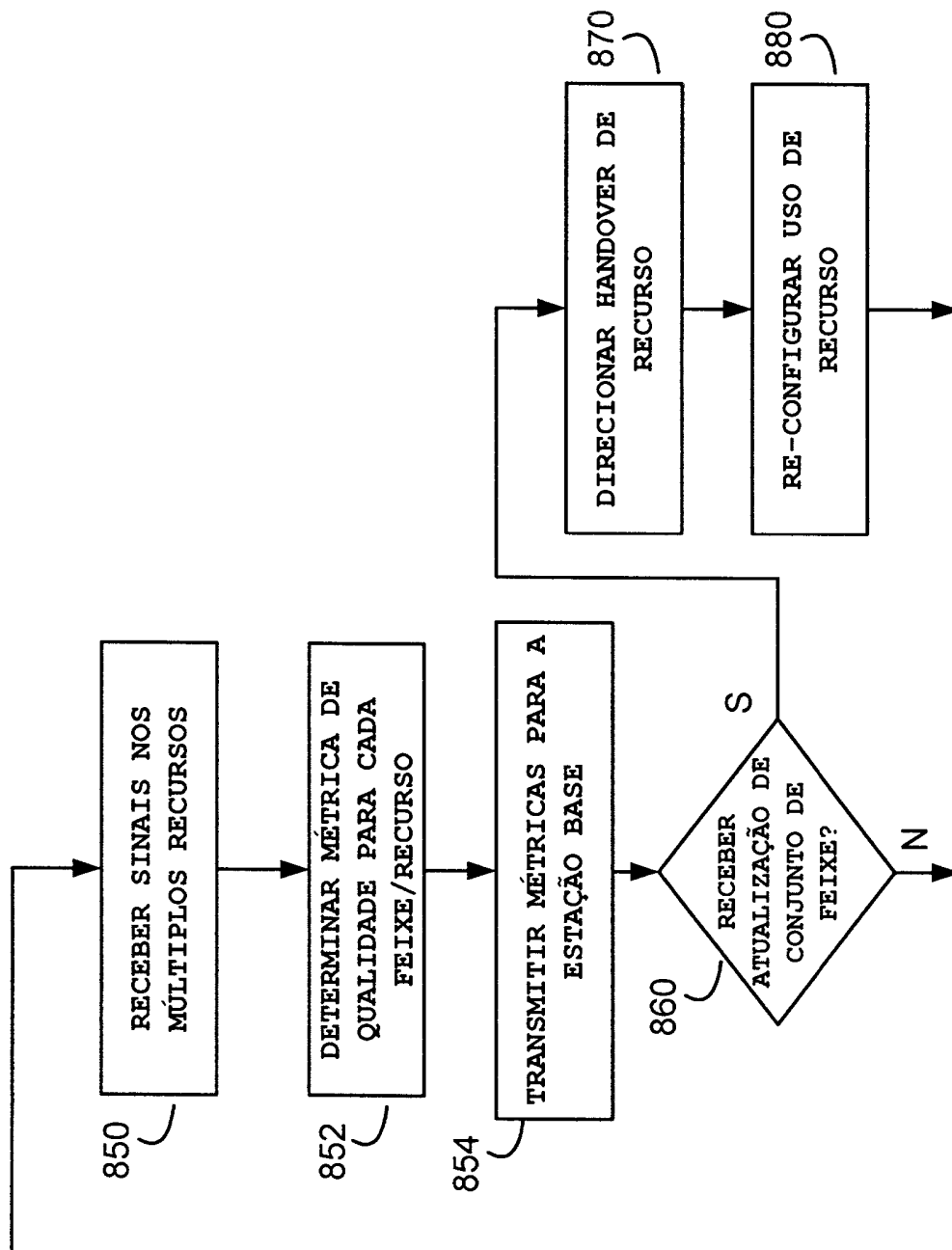
804

Fig. 8C

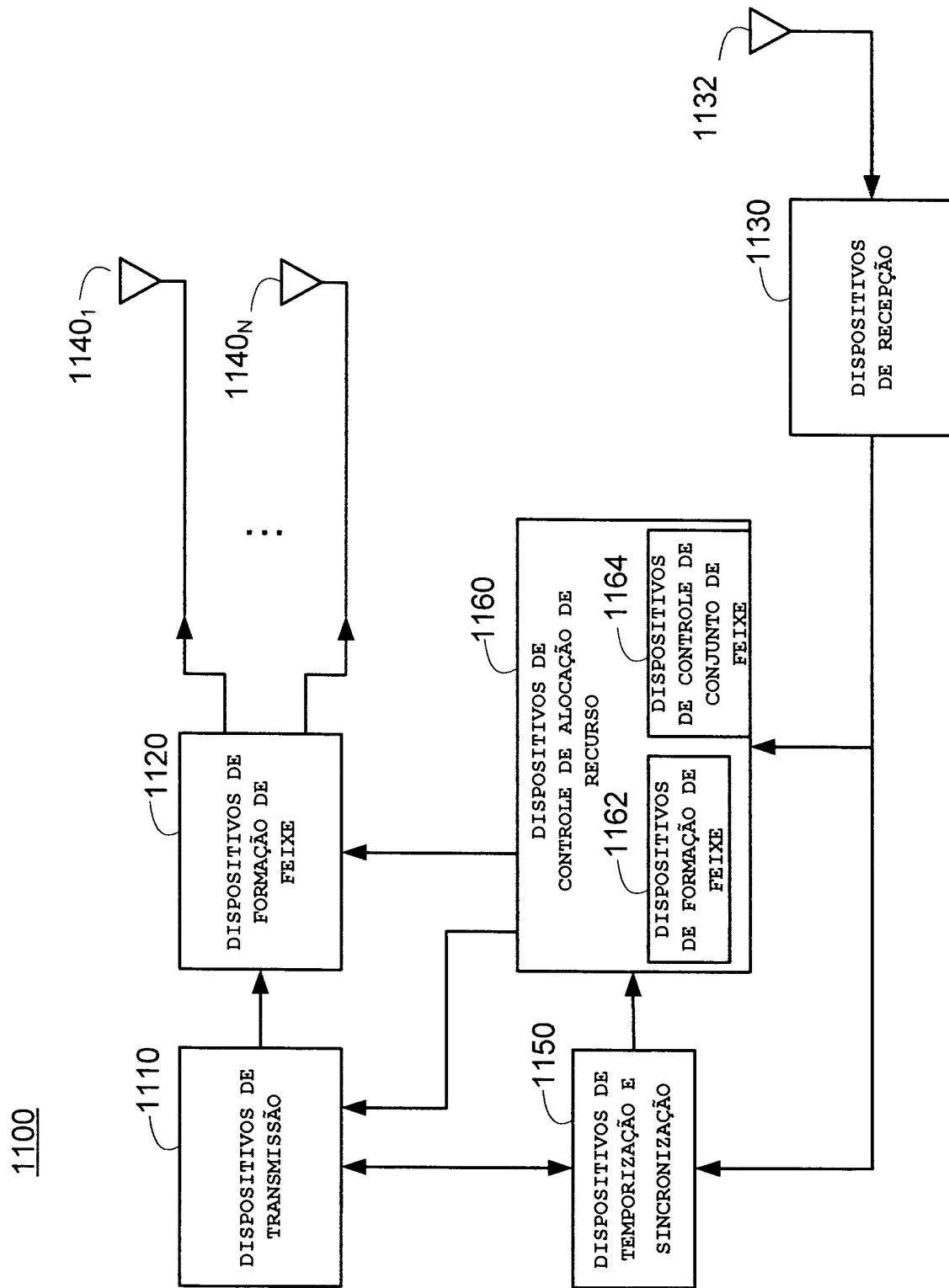


Fig. 9

1200

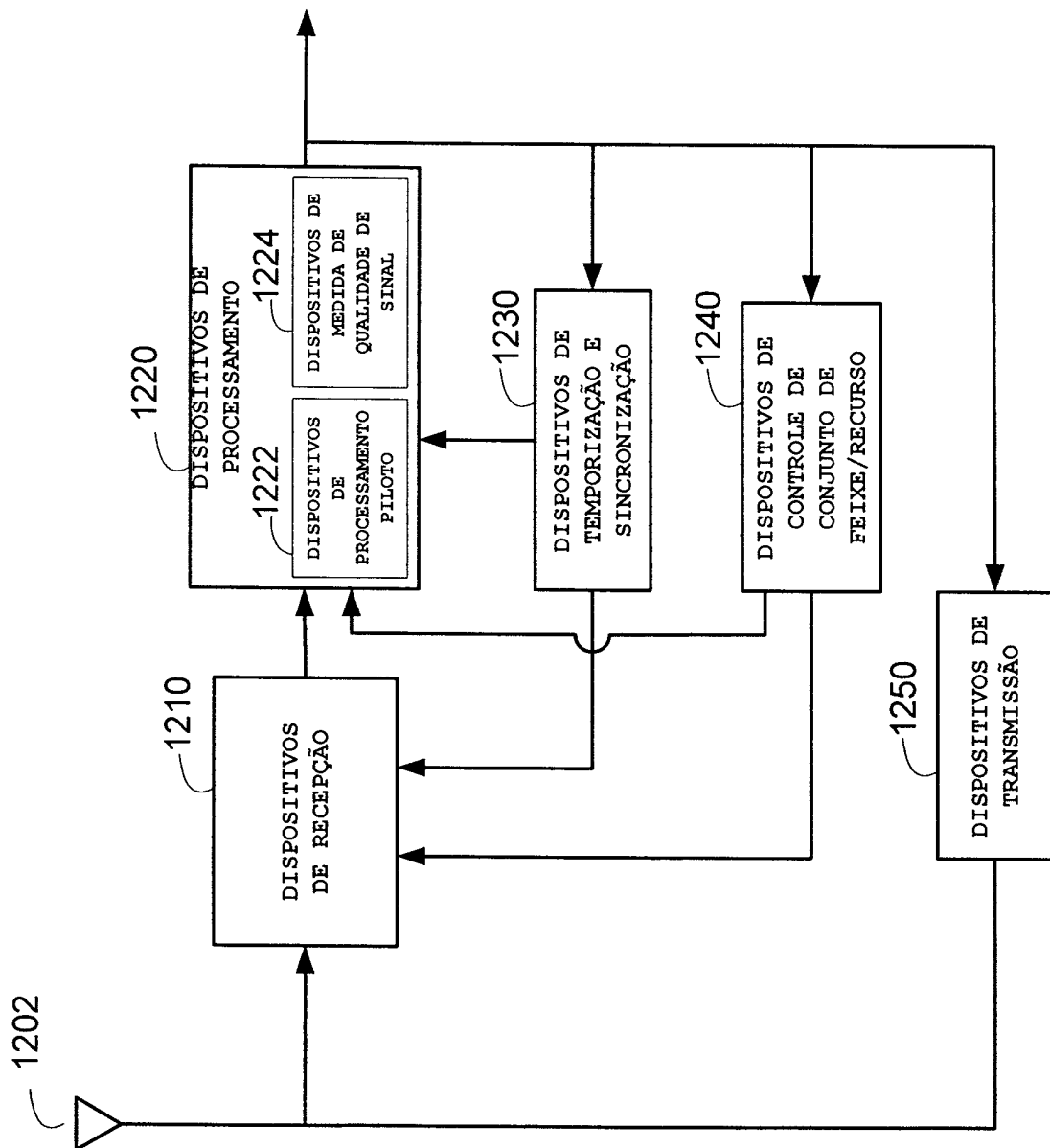


Fig. 10