



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0617868-5 A2**



(22) Data de Depósito: 27/10/2006  
(43) Data da Publicação: 09/08/2011  
(RPI 2118)

(51) *Int.Cl.:*  
H04L 5/02 2006.01  
H04L 27/26 2006.01  
H04B 7/06 2006.01  
H04L 1/06 2006.01  
H04L 1/00 2006.01  
H04L 25/02 2006.01  
H04B 1/713 2006.01

(54) Título: **PRÉ-CODIFICAÇÃO PARA PROGRAMAÇÃO SENSÍVEL A SEGMENTO EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO**

(30) Prioridade Unionista: 27/10/2005 US 60/731,558

(73) Titular(es): Qualcomm Incorporated

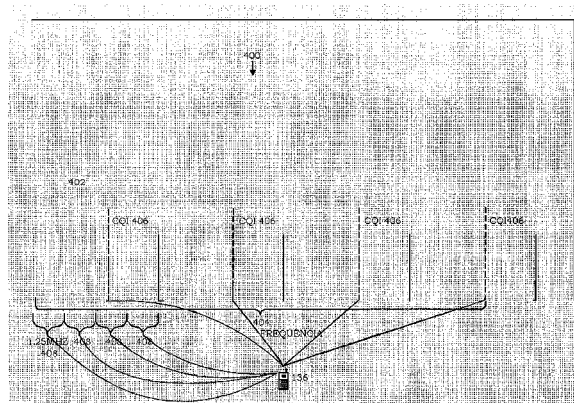
(72) Inventor(es): Dhananjay Ashok Gore, Gwendolyn D. Barriac, Hemanth Sampath, Jibing Wang, Tamer Kadous

(74) Procurador(es): Montaury Pimenta, Machado & Lioce S/C Ltda

(86) Pedido Internacional: PCT US2006042058 de 27/10/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/050924 de 03/05/2007

(57) Resumo: PRÉ-CODIFICAÇÃO PARA PROGRAMAÇÃO SENSÍVEL A SEGMENTO EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO. Técnicas para aumentar o desempenho em um sistema de comunicação sem fio utilizando segmentos denominados de sub-bandas e utilizando pré-codificação são apresentadas. De acordo com um aspecto, a largura de banda para transmissão para um terminal de acesso é restrita a uma largura de banda preferida que é menor do que a largura de banda disponível para transmissão para um terminal de acesso e informação de pré-codificação relacionada às subportadoras dentro da largura de banda restrita é fornecida para um transmissor. A informação de pré-codificação relacionada às subportadoras dentro de uma largura de banda restrita fornece realimentação sobre as propriedades de canal de link direto relativas a diferentes sub-bandas e podem ser realimentadas em um canal associado à largura de banda.



## **"PRÉ-CODIFICAÇÃO PARA PROGRAMAÇÃO SENSÍVEL A SEGMENTO EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO".**

### Campo da Invenção

A presente descrição refere geralmente à  
5 comunicação sem fio e mais especificamente à pré-codificação em um sistema de comunicação sem fio.

### Descrição da Técnica Anterior

Sistemas de comunicação sem fio são amplamente desenvolvidos para fornecer vários tipos de comunicação,  
10 tais como voz, dados e assim por diante. Estes sistemas podem ser sistemas de acesso múltiplo capazes de suportar comunicação com múltiplos terminais de acesso ao compartilhar os recursos de sistema disponíveis (por exemplo, largura de banda e potência de transmissão).  
15 Exemplos de tais sistemas de acesso múltiplo incluem sistemas de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA), e sistemas de acesso múltiplo por divisão de  
20 frequência ortogonal (OFDMA). Tipicamente, um sistema de comunicação sem fio compreende várias estações base, onde cada estação base comunica com a estação móvel utilizando um link direto e cada estação móvel (ou terminal de acesso) comunica com a estação base utilizando um link reverso.

25 O problema em muitos sistemas de comunicação é que o receptor é localizado em uma parte específica de uma área servida pelo ponto de acesso. Em tais casos, onde um transmissor tem múltiplas antenas transmissoras, os sinais fornecidos a partir de cada antena não necessitam ser  
30 combinados para fornecer potência máxima no receptor. Nestes casos, pode haver problemas com a decodificação dos sinais recebidos no receptor. Uma forma para lidar com estes problemas é através da utilização da pré-codificação.

A pré-codificação é uma técnica de processamento espacial que melhora a relação sinal/ruído (SNR) de um link sem fio com múltiplas antenas. Tipicamente, a pré-codificação pode ser utilizada no transmissor em um sistema de múltiplas antenas. A pré-codificação fornece muitas vantagens no aperfeiçoamento das relações sinal/ruído que melhora a decodificação dos sinais pelo receptor.

Certos tipos de sistemas OFDMA são sistemas OFDMA duplexados por divisão de frequência (FDD). Nestes sistemas OFDMA FDD, a transmissão do ponto de acesso para o terminal de acesso e do terminal de acesso para o ponto de acesso ocupam diferentes bandas de frequência distintas. Na realimentação de sistemas OFDMA FDD para realizar pré-codificação requer geralmente o conhecimento do canal no transmissor, por exemplo, ponto de acesso, que não está disponível sem realimentação substancial. Esta realimentação, geralmente na forma de ponderações ou vetores atuais, requer uma grande quantidade de recursos nos canais de controle ou sinalização. Isto reduz as taxas de dados e aumenta o overhead necessário.

Desse modo, existe uma necessidade na técnica por um sistema e/ou metodologia para melhorar o desempenho de pré-codificação.

#### Resumo da Invenção

De acordo com a presente invenção são fornecidos, um aparelho de comunicação sem fio como definido na reivindicação 1, um método como definido na reivindicação 6, e um produto de programa como definido na reivindicação 11. As modalidades da invenção são reivindicadas nas reivindicações dependentes.

O que se segue apresenta uma visão simplificada ou resumo de um ou mais aspectos para fornecer uma compreensão básica de tais aspectos. Este resumo não

pretende ser uma visão extensa de todos os aspectos considerados, e não pretende identificar elementos críticos ou chave de todos os aspectos nem pretende delinear o escopo de quaisquer ou todos os aspectos. Sua finalidade exclusiva é apresentar alguns conceitos de um ou mais aspectos em uma forma simplificada como um prelúdio para a descrição mais detalhada que é apresentada posteriormente.

Em um aspecto, um aparelho de comunicação sem fio compreende um processador configurado para decodificar sinais que são recebidos através de uma ou mais subportadoras de um segmento de subportadoras, que é um de uma pluralidade de segmentos de subportadoras disponíveis para comunicação, e para fornecer informações de pré-codificação para pelo menos um segmento. Além disso, o aparelho compreende um transmissor configurado para transmitir as informações de pré-codificação.

Em outro aspecto, um método compreende receber sinais através de uma ou mais subportadoras de um segmento de subportadoras, que é um de um ou mais segmentos de subportadoras. O método também compreende gerar informações de pré-codificação para pelo menos um segmento e transmitir as informações de pré-codificação.

Em um aspecto adicional, um aparelho compreende mecanismos para receber sinais através de uma ou mais subportadoras de um segmento de subportadoras, que é um de um ou mais segmentos de subportadoras. O aparelho também compreende mecanismos para gerar informações de pré-codificação para pelo menos um segmento e mecanismos para transmitir as informações de pré-codificação.

Em um aspecto, um produto de programa de computador compreende um meio legível por computador incluindo instruções para receber sinais através de uma ou mais subportadoras de um segmento de subportadoras, que é

um de um ou mais segmentos de subportadoras. O meio também compreende instruções para gerar informações de pré-codificação para pelo menos um segmento e instruções para transmitir as informações de pré-codificação.

5                    Breve Descrição das Figuras

As características, natureza e vantagens dos presentes aspectos podem se tornar mais evidentes a partir da descrição detalhada exposta abaixo quando lida em conjunto com as figuras nas quais os mesmos números de referênci

10 referênci

relatório e onde:

Figura 1 - ilustra aspectos de um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo de acordo com um aspecto;

15                    Figura 2 - ilustra aspectos de uma alocação de espectro;

Figura 3 - ilustra aspectos de outra alocação de espectro;

Figura 4 - ilustra uma metodologia para realizar realimentação de informações de pré-codificação para segmentos de subportadora;

20

Figura 5 - ilustra um aparelho para reportar informações de pré-codificação para segmentos de subportadoras.

25                    Figura 6 - ilustra aspectos de um transmissor e receptor em um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo.

Descrição Detalhada da Invenção

Vários aspectos são descritos agora com referênci

30 referênci

são utilizados para referenciar elementos similares no relatório. Na descrição a seguir, para fins de explicação, inúmeros detalhes específicos são expostos para fornecer

uma compreensão completa de um ou mais aspectos. Pode ser evidente, entretanto, que tal(is) aspecto(s) podem ser postos em prática sem estes detalhes específicos. Em outras ocorrências, estruturas e dispositivos bem conhecidos são mostrados na forma de diagrama em blocos para facilitar a descrição de um ou mais aspectos.

Como utilizado neste pedido, os termos "componente", "sistema", e similares pretendem se referir a uma entidade relacionada a computador, hardware, uma combinação de hardware e software, software, ou software em execução. Por exemplo, um componente pode ser, porém não é limitado a um processador, um processo rodando em um processador, um objeto, um executável, uma cadeia de execução, um programa e/ou um computador. Um ou mais componentes podem residir dentro de um processo e/ou cadeia de execução e um componente pode ser localizado em um computador e/ou distribuído entre dois ou mais computadores. Além disso, estes componentes podem executar a partir de várias mídias legíveis por computador tendo várias estruturas de dados armazenadas nestas. Os componentes podem comunicar por intermédio de processos locais e/ou remotos como de acordo com um sinal tendo um ou mais pacotes de dados (por exemplo, dados a partir de um componente interagindo com outro componente em um sistema local, sistema distribuído, e/ou através de uma rede como a Internet com outros sistemas por intermédio do sinal).

Além disso, vários aspectos são descritos aqui em conexão com um dispositivo de usuário. Um dispositivo de usuário também pode ser denominado de sistema, uma unidade de assinante, estação de assinante, estação móvel, dispositivo móvel, estação remota, ponto de acesso, estação base, terminal, terminal remoto, terminal de acesso, terminal de usuário, agente de usuário ou equipamento de

usuário. Um dispositivo de usuário pode ser um telefone celular, um telefone sem fio convencional, um telefone de Protocolo de Iniciação de Sessão (SIP), uma estação de laço local sem fio (WLL), um PDA, um dispositivo portátil tendo  
5 capacidade de conexão sem fio, ou outro dispositivo de processamento conectado a um modem sem fio.

Além disso, vários aspectos ou características descritos aqui podem ser implementados como um método, aparelho, ou artigo de manufatura utilizando técnicas de  
10 engenharia e/ou programação padrão. O termo "artigo de manufatura" como utilizado pretende abranger um programa de computador acessível a partir de qualquer dispositivo legível por computador, portadora, ou mídia. Por exemplo, mídia legível por computador pode incluir, porém não está  
15 limitada a dispositivos de armazenamento magnético (por exemplo, disco rígido, disquete, fitas magnéticas...), discos ópticos (por exemplo, disco compacto (CD), disco versátil digital (DVD)...), cartões inteligentes, e dispositivos de memória rápida (por exemplo, cartão, stick,  
20 key drive...).

Com referência à Figura 1, um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo, de acordo com um aspecto é ilustrado. Um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo  
25 inclui múltiplas células, por exemplo, células 102, 104 e 106. No aspecto da Figura 1, cada célula 102, 104 e 106 pode incluir um ponto de acesso 142, 144 e 146, respectivamente, que inclui múltiplos setores. Os múltiplos setores podem ser formados por grupos de antenas cada qual responsável pela comunicação com terminais de  
30 acesso em uma parte da célula. Na célula 102, grupos de antena 112, 114 e 116 cada qual correspondem a um setor diferente. Na célula 104, grupos de antena 118, 120 e 122 correspondem cada qual a um setor diferente. Na célula 106,

grupos de antena 124, 126 e 128 cada qual correspondem a um setor diferente.

Cada célula inclui vários terminais de acesso que podem estar em comunicação com um ou mais setores de cada ponto de acesso. Por exemplo, os terminais de acesso 130 e 132 estão em comunicação com um ponto de acesso 142 (por exemplo, estação base), terminais de acesso 134 e 136 estão em comunicação com o ponto de acesso 144, e os terminais de acesso 138 e 140 estão em comunicação com o ponto de acesso 146.

Pode ser visto a partir da Figura 1 que cada terminal de acesso 130, 132, 134, 136, 138 e 140 está localizado em uma parte diferente de sua respectiva célula em relação a outro terminal de acesso na mesma célula. Além disso, cada terminal de acesso pode estar a uma distância diferente dos grupos de antenas correspondentes com os quais está em comunicação. Ambos estes fatores proporcionam situações, devido a condições ambientais e outras condições na célula, que ocasionam diferentes condições de canal para estarem presentes entre cada terminal de acesso e o grupo de antenas correspondente com o qual está em comunicação.

Multiplexação espacial com pré-codificação linear é uma técnica utilizada para tirar proveito da elevada eficiência espectral fornecida por sistemas de múltiplas-entradas e múltiplas-saídas (MIMO) ou outras técnicas de múltiplas antenas transmissoras. Isto pode ser implementado através de canais de frequência seletivos utilizando OFDM. Em sistemas de duplexação por divisão de frequência (FDD) os links direto e reverso não são recíprocos. Portanto, a realimentação de informação de estado de canal (CSI) no transmissor na forma de matrizes de pré-codificação é necessária. Em MIMO-OFDM com pré-codificação, um canal de banda larga é convertido em múltiplos canais de banda

estreita correspondendo a subportadoras OFDM. O transmissor MIMO-OFDM requer realimentação na forma de matrizes de pré-codificação para as subportadoras. Uma técnica geral de pré-codificação onde a seleção de um índice que identifica a(s) matriz(es) ou vetor(es) vem de um livro-código definido conhecido para o transmissor e o receptor pode ser utilizada. Em alguns aspectos, a seleção das entradas de livro-código pode ser determinada pela seleção de uma matriz(es) ou vetor(es), que fornece um ganho, relação sinal/ruído (SNR), condições de canal, ou similares que atenda a alguns critérios. Em alguns casos, o critério pode ser um melhor valor, como determinado por um projeto de dispositivo ou sistema. Em outro aspecto, um limite pode ser utilizado para determinar qual(quais) matriz(es) ou vetor(es) selecionar. Em outro aspecto, uma média dos critérios de canal, por exemplo, SNR, para um segmento de subportadora, por exemplo, uma sub-banda, é determinada para selecionar uma matriz(es) ou vetor(es). Além disso, outros critérios de canal ou combinações de múltiplos critérios de canais podem ser utilizados para selecionar uma matriz(es) ou vetor(es).

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

Um projeto MIMO pode ter dois modos de operação, palavra de código único (SCW) e palavra de código múltiplo (MCW). No modo MCW, o transmissor pode codificar os dados

transmitidos em cada camada espacial, isto é, fluxos, independentemente, possivelmente com diferentes taxas. Em um projeto do modo SCW, o transmissor codifica os dados transmitidos em cada camada espacial com "taxas de dados  
5 idênticas."

Com referência à Figura 2, em um sistema OFDM, para uma dada largura de banda, por exemplo, uma largura de banda de 5 MHz, um terminal de acesso decodificará um sinal ou sinais que podem ser transmitidos em uma ou mais  
10 subportadoras 306 de um segmento de subportadora 302<sub>1</sub>. O grupo de subportadoras utilizado para uma dada transmissão para um terminal de acesso, é geralmente menor do que todas as subportadoras 308 do segmento 302<sub>1</sub>. Desse modo, um conjunto de subportadoras 308 de um dado segmento 302<sub>N</sub>  
15 permite que usuários sejam programados em uma parte de toda a largura de banda de 5MHz que tem melhor qualidade de canal para o terminal, menos tráfego, uma combinação destes, ou alguns outros critérios.

Na comunicação de salto em frequência, um  
20 terminal pode ser programado para saltar, para fornecer diversidade em frequência, através das subportadoras 308 de um segmento 302<sub>N</sub>. O salto em frequência pode variar de quadro a quadro, superquadro a superquadro, ou alguma outra base. O salto em frequência pode incluir atribuição de  
25 blocos de subportadoras contíguas, salto de bloco, ou subportadoras distribuídas, salto em símbolo.

Realizar salto em frequência dentro de um segmento permite que o terminal de acesso calcule sua matriz(es) ou vetor(es) de pré-codificação preferido para  
30 uma faixa menor do que a largura de banda disponível. Isto pode melhorar a SNR ou outra característica que é utilizada para calcular o ganho de pré-codificação.

Em um aspecto, o segmento pode ser uma sub-banda

que pode compreender uma largura de banda predeterminada. Em um aspecto, as sub-bandas podem ter uma largura de banda de 1,25 MHz. Desse modo, com uma largura de banda utilizável de 5MHz, pode haver até 4 sub-bandas, por portadora. Embora outros tamanhos de segmentos e largura de banda utilizáveis, por exemplo, sub-bandas, possam ser utilizados. Um terminal de acesso em operação que fornece informações de realimentação para um segmento pode calcular uma métrica de qualidade, por exemplo, SNR, que resultaria em um ganho de pré-codificação, por exemplo, devido a melhor coerência de frequência, que fornece melhor sinal e capacidade de transmissão e qualidade de sinal potencialmente aumentadas.

Na Figura 2, há 4 sub-bandas  $302_1 - 302_4$ , para uma distribuição de 5 MHz. Entretanto, o número de sub-bandas pode variar, e não necessita ser do mesmo tamanho. Além disso, as sub-bandas não necessitam ter o mesmo número de subportadoras, e não necessitam compreender subportadoras adjacentes.

Em aspectos adicionais, os segmentos podem ser do tamanho de uma atribuição para o usuário, por exemplo, um bloco de tons e desse modo o usuário pode reportar as informações de pré-codificação somente para as subportadoras onde é programado. Em aspectos adicionais, os segmentos podem mudar com o tempo com base em atribuições ou outras instruções geradas no ponto de acesso e fornecidas para o terminal.

Com referência à Figura 3, um canal de realimentação às vezes denominado de canal de indicação de qualidade de canal (CQI) 406 pode ser utilizado para fornecer realimentação de pré-codificação, por exemplo, um índice(s), vetor(es), ou matriz(es) juntamente com outra realimentação do tipo CQI. Um terminal de acesso que

5 poderia utilizar uma largura de banda de frequência mais larga, por exemplo, uma largura de banda 404, pode ter pelo menos um canal de transmissão CQI para cada segmento. Em um aspecto, um ou mais índice(s), vetor(es) ou matriz(es) de pré-codificação pode ser reportado para múltiplos segmentos para um usuário único, mesmo aqueles nos quais o usuário não está programado, dependendo da estrutura. Isto é, se cada segmento, tiver seu próprio canal de realimentação, um usuário pode fornecer realimentação, por exemplo, 10 índice(s), vetor(es) ou matriz(es) de pré-codificação, para cada um dos segmentos em seu canal de realimentação ou em outros segmentos.

O CQI, índice(s), vetor(es) ou matriz(es) podem ser transmitidos em um canal CDM para multiplexar múltiplos 15 usuários através dos mesmos recursos de frequência-tempo e aumentar a largura de banda disponível para transmissões de dados. Como resultado o número de transmissões de realimentação, que podem ser enviadas pode ser limitado pelo número de códigos disponíveis. Desse modo, quando um sistema é parcialmente carregado, há códigos disponíveis a 20 serem utilizados como um CQI, e quando o sistema está totalmente carregado pode não haver códigos disponíveis que possam ser utilizados como CQI. Desse modo, ao utilizar os códigos disponíveis em um sistema parcialmente carregado, 25 um ganho de pré-codificação é alcançável por ser capaz de reportar a realimentação em múltiplos canais CQI para múltiplas portadoras ou outros segmentos nos quais a largura de banda de link reverso pode ser dividida. Em outro aspecto, um canal de controle denominado de canal de 30 realimentação de sub-banda reverso (R-SFCH) é introduzido. Este canal poderia ser utilizado pelo terminal de acesso para indicar a sub-banda preferida.

Com referência agora à Figura 4, uma metodologia

para ilustrar uma metodologia para executar realimentação de informações de pré-codificação para sub-bandas é ilustrada. Em 502, um terminal de acesso recebe uma transmissão em um segmento. Isto pode ser fornecido ao programar apenas partes de uma árvore de canal, ou uma árvore de canal que exclusivamente, corresponde a um segmento. Alternativamente, o segmento pode ser definido por um conjunto preferido de subportadoras ou algum outro método. Em 504, matriz(es) ou vetor(es) de pré-codificação são determinados ou calculados. A determinação pode ser com base em um cálculo de matriz de pré-codificação CQI selecionado a partir de uma tabela de consulta ou alguma outra operação. Além disto, esta pode ser calculada para um ou mais segmentos, ou apenas o segmento que o terminal está programado. Isto pode ser determinado pelo terminal, ou parte da atribuição ou informação de overhead fornecidas pelo ponto de acesso para o terminal.

Em 506, a(s) matriz(es) ou vetor(es) de pré-codificação selecionados são realimentados para o ponto de acesso através de um ou mais canais de realimentação. Como discutido acima, os canais de realimentação utilizados podem se relacionar à sub-banda, ou sub-bandas, para as quais as informações de pré-codificação se referem ou alguns outros canais.

Com referência agora à Figura 5, um aparelho para reportar informações de pré-codificação para uma sub-banda é ilustrado. Mecanismos 702 para receber, em um terminal de acesso, uma transmissão em um segmento são fornecidos. Isto pode ser fornecido ao programar apenas partes de uma árvore de canal, ou uma árvore de canal que exclusivamente, corresponde a um segmento. Os mecanismos 702 podem estar em comunicação com os mecanismos 704 para determinar, ou calcular, matriz(es) ou vetor(es) de pré-codificação. A

determinação pode ser baseada em um cálculo de matriz de pré-codificação CQI selecionado a partir de uma tabela de consulta ou alguma outra operação. Além disso, este pode ser calculado para um ou mais segmentos, ou somente o  
5 segmento que o terminal é programado. Isto pode ser determinado pelo terminal, ou parte da atribuição ou informações de overhead fornecidas pelo ponto de acesso ao terminal.

Mecanismos 710, que podem estar em comunicação  
10 com os dois mecanismos 702 e 704, podem transmitir a(s) matriz(es) ou vetor(es) de pré-codificação selecionado como realimentação para o ponto de acesso através de um ou mais canais de realimentação. Como discutido acima, os canais de realimentação utilizados podem relacionar ao segmento, ou  
15 segmentos, aos quais as informações de pré-codificação se referem ou alguns outros canais.

Com referência à Figura 6, aspectos de um transmissor e receptor em um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo 200 são ilustrados. No sistema  
20 transmissor 210, dados de tráfego para um número de fluxos de dados são fornecidos de uma fonte de dados 212 para um processador de dados de transmissão (TX) 214. Em um aspecto, cada fluxo de dados é transmitido através de uma respectiva antena transmissora. O processador de dados TX  
25 214 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. Em alguns aspectos, o processador de dados TX 214 aplica ponderações de pré-  
30 codificação aos símbolos dos fluxos de dados com base no usuário para o qual os símbolos estão sendo transmitidos e a antena da qual os símbolos estão sendo transmitidos com base na informação de resposta de canal de usuários

específicos. Em alguns aspectos, as ponderações de pré-codificação podem ser geradas com base em um índice para um livro-código gerado no transceptor 254 e fornecidas como realimentação para o transceptor 222 que tem conhecimento do livro-código e seus índices. Além disso, nos casos de transmissões programadas, o processador de dados TX 214 pode selecionar o formato de pacote com base nas informações de classificação que são transmitidas do usuário.

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 resposta de canal. Os dados codificados e piloto multiplexados para cada fluxo de dados são então modulados (isto é, mapeados em símbolos) com base em um esquema de modulação específico (por exemplo, BPSK, QSPK, 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 pode ser determinada por instruções executadas pelo processador 230. Como discutido acima, em alguns aspectos, o formato de pacote para um ou mais fluxos pode variar de acordo com as informações de classificação que são transmitidas do usuário.

Os símbolos de modulação para todos os fluxos de dados são então fornecidos a um processador MIMO TX 220, que também pode processar os símbolos de modulação (por exemplo, para OFDM). O processador MIMO TX 220 fornece então  $N_T$  fluxos de símbolos de modulação para  $N_T$  transceptores (TMTR/RCVR) 222a até 222t. Em certos aspectos, o processador MIMO TX 220 aplica ponderações de pré-codificação aos símbolos dos fluxos de dados baseados

na informação de resposta de canal do usuário para o qual os símbolos estão sendo transmitidos e a antena da qual o símbolo está sendo transmitido.

Cada transceptor 222 recebe e processa um fluxo de símbolos respectivo para fornecer 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  $N_T$  dos transceptores 222a a 222t são então transmitidos a partir de  $N_T$  antenas 224a até 224t, respectivamente.

No sistema receptor 250, os sinais modulados transmitidos são recebidos por  $N_R$  antenas 252a a 252r e o sinal recebido de cada antena 252 é fornecido a um respectivo transceptor (RCVR/TMTR) 254. Cada receptor 254 condiciona (por exemplo, filtra, amplifica, e converte descendentemente) um sinal recebido respectivo, digitaliza o sinal condicionado para fornecer amostras, e também processa as amostras para fornecer um fluxo de símbolos "recebidos" correspondente.

Um processador de dados RX 260 então recebe e processa os  $N_R$  fluxos de símbolos recebidos a partir dos  $N_R$  receptores 254 com base em uma técnica de processamento de receptor específica para fornecer  $N_T$  fluxos de símbolos "detectados". O processamento pelo processador de dados RX 260 é descrito em maiores detalhes 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, deintercala e decodifica cada fluxo de símbolos detectado para recuperar os dados para o fluxo de dados. O processamento pelo processador de dados RX 260 é complementar a este executado pelo processador MIMO TX 220

e processador de dados TX 214 no sistema transmissor 210.

A estimativa de resposta de canal gerada pelo processador RX 260 pode ser utilizada para executar processamento espacial, espaço/tempo no receptor, ajustar  
5 níveis de potência, alterar taxas ou esquemas de modulação, ou outras ações. O processador RX 260 pode também estimar as relações sinal/ruído e interferência (SNRs) dos fluxos de símbolos detectados, e possivelmente outras características de canal, e fornecer estas quantidades para  
10 um processador 270. O processador de dados RX 260 ou processador 270 pode também derivar uma estimativa da SNR "em operação" para o sistema. O processador 270 então fornece informação de estado de canal estimado (CSI), que pode compreender vários tipos de informação referentes ao  
15 link de comunicação e/ou fluxo de dados recebidos. Por exemplo, a CSI pode compreender apenas a SNR operacional. A CSI é então processada por um processador de dados TX 278, que também recebe dados de tráfego para diversos fluxos de dados a partir de uma fonte de dados 276, modulados por um  
20 modulador 280, condicionados pelos transceptores 254a a 254r, e retransmitidos para o sistema transmissor 210.

Além disso, o processador 270 pode selecionar o(s) índice(s) ou entrada(s) que correspondem à(s) matriz(es) ou vetor(es) que fornece algumas condições de  
25 canal desejadas, por exemplo SNR, para o transceptor 254 com base nos sinais recebidos pelo receptor. O processador 270 pode quantizar o índice ou entrada de acordo com um livro-código que é conhecido no transceptor 222. Em alguns aspectos, como descrito com relação à Figura 2, códigos de  
30 cinco bits podem ser utilizados permitindo uma ampla faixa de realimentação. O tamanho do livro-código e entradas podem variar por dispositivo, por setor, por célula ou por sistema e podem ser atualizados com o passar do tempo com

base nas condições de canal de comunicação, atualizações de sistema ou similares.

No sistema transmissor 210, os sinais modulados a partir do sistema receptor 250 são recebidos pelas antenas 224, condicionados pelos transceptores 222, demodulados por um demodulador 240, e processados por um processador de dados RX 242 para recuperar a CSI reportada pelo sistema receptor. A CSI reportada é então fornecida ao processador 230 e utilizada para (1) determinar as taxas de dados e esquemas de modulação e codificação a serem utilizados para os fluxos de dados e (2) gerar vários controles para o processador de dados TX 214 e processador MIMO TX 220.

Além disso, o processador 270 pode realizar todas ou algumas das funções discutidas com relação às Figuras 1-5 com relação ao terminal de acesso.

As técnicas descritas aqui podem ser implementadas por vários meios. Por exemplo, estas técnicas podem ser implementadas em hardware, software ou uma combinação destes. Para uma implementação de hardware, as unidades de processamento (por exemplo, processadores 230 e 270, processadores TX e RX 214, 242, 260 e 278, e assim por diante) para estas técnicas podem ser implementadas em um ou mais circuitos integrados de aplicação específica (ASICs), processadores de sinal digital (DSPs), dispositivos de processamento de sinal digital (DSPDs), dispositivos de lógica programável (PLDs), matrizes de porta programáveis em campo (FPGAs), processadores, controladores, microcontroladores, microprocessadores, outras unidades eletrônicas projetadas para realizar as funções descritas aqui, ou uma combinação destas.

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

incluem as instruções que podem ser implementadas por um ou mais processadores que realizam as funções descritas aqui. As instruções podem ser armazenadas em unidades de memória, por exemplo, memória 272 na Figura 6, em uma mídia removível, ou similares que podem ser lidas e executadas por um ou mais processadores (por exemplo, controladores 270). A(s) unidade(s) de memória pode(m) ser implementadas no processador ou externa ao processador, neste caso pode ser acoplada de forma comunicativa ao processador através de vários meios conhecidos na técnica. A memória pode também ser implementada dentro do processador ou externa ao processador, armazenada em uma memória externa, em um produto de programa de computador, por exemplo, CDROM ou outra mídia, estar em uma memória em um servidor externo, ou similar.

Embora a Figura 6 discuta um sistema MIMO, o mesmo sistema pode ser aplicado a um sistema de múltiplas-entradas e única-saída onde múltiplas antenas transmissoras, por exemplo estas em uma estação base, transmitem um ou mais fluxos de símbolos para um único dispositivo de antena, por exemplo, uma estação móvel. Além disso, um sistema de antena de entrada-única saída-única pode ser utilizado do mesmo modo como descrito com relação à Figura 6.

Deve ser observado que o conceito de canais aqui se refere a informações ou tipos de transmissão que podem ser transmitidos pelo ponto de acesso ou terminal de acesso. Isto não requer ou utiliza blocos fixos ou predeterminados de subportadoras, períodos de tempo, ou outros recursos dedicados a tais transmissões.

A descrição anterior dos aspectos descritos é fornecida para permitir que qualquer pessoa versada na técnica faça ou utilize a presente invenção. Várias

modificações a estes aspectos serão prontamente evidentes para os versados na técnica, e os princípios genéricos definidos aqui podem ser aplicados em outros aspectos sem se afastar do conceito inventivo ou escopo da invenção.

- 5 Desse modo, a presente invenção não pretende ser limitada aos aspectos mostrados aqui, porém, deve ser acordado o escopo mais amplo compatível com os princípios e as novas características aqui descritos.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de comunicação sem fio para reportar informações de pré-codificação para sub-bandas, compreendendo:

5                   - um processador (230, 270) configurado para decodificar sinais que são recebidos através de uma ou mais subportadoras (308) de um segmento (302) de subportadoras (308), que é um de uma pluralidade de segmentos (302) de subportadoras (308) disponível para comunicação, e fornecer  
10 informação de pré-codificação para pelo menos um segmento (302), **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

                  - um transmissor (210) configurado para transmitir a informação de pré-codificação, em que o transmissor (210) é configurado para transmitir a  
15 informação de pré-codificação em um canal de realimentação associado a pelo menos um segmento (302), e em que a realimentação de pré-codificação é reportada em múltiplos canais (406) de indicação de qualidade de canal (CQI), em que o número de canais CQI (406) usado depende do número de  
20 códigos disponíveis.

2. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador (230, 270) é configurado para prover a informação de pré-codificação como um índice de pré-  
25 codificação.

3. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador (230, 270) é configurado para determinar uma relação sinal/ruído e selecionar, para prover, um índice de  
30 pré-codificação como uma função da relação sinal/ruído.

4. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador (230, 270) é configurado para prover informação

de pré-codificação para pelo menos um outro segmento (302) de subportadoras (308) além do segmento (302) que inclui a uma ou mais subportadoras (308).

5           5. Aparelho de comunicação sem fio de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o segmento (302) compreende uma sub-banda.

6. Método para executar realimentação de informação de pré-codificação para sub-bandas, compreendendo:

10           - receber sinais através de uma ou mais subportadoras (308) de um segmento (302) de subportadoras (308), que é um de um ou mais segmentos (302) de subportadoras (308), **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

15           - gerar informação de pré-codificação para pelo menos um segmento (302), com base no sinal recebido; e

            - transmitir a informação de pré-codificação em um canal de realimentação associado a pelo menos um segmento (302), e em que a realimentação de pré-codificação  
20 é reportada em múltiplos canais (406) de indicação de qualidade de canal (CQI), em que o número de canais CQI (406) usado depende do número de códigos disponíveis.

            7. Método de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que gerar compreende gerar a  
25 informação de pré-codificação como um índice de pré-codificação.

            8. Método de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que gerar compreende determinar uma relação sinal/ruído e selecionar um índice de pré-codificação como uma função da relação sinal/ruído.  
30

            9. Método de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que gerar compreende gerar informação de pré-codificação para pelo menos um outro

segmento (302) de subportadoras (308) além do segmento (302) que inclui a uma ou mais subportadoras (308).

10. Método de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o segmento (302) compreende  
5 uma sub-banda.

11. Produto de programa de computador para executar realimentação de informação de pré-codificação para sub-bandas, compreendendo:

- um meio legível por computador compreendendo:  
10 - instruções para receber sinais através de uma ou mais subportadoras (308) de um segmento (302) de subportadoras (308), que é um de um ou mais segmentos (302) de subportadoras (308), **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

15 - instruções para gerar informação de pré-codificação para pelo menos um segmento (302), com base no sinal recebido; e

- instruções para transmitir a informação de pré-codificação em um canal de realimentação associado à  
20 pelo menos um segmento (302), e em que a realimentação de pré-codificação é reportada em múltiplos canais (406) de indicação de qualidade de canal (CQI), em que o número de canais CQI (406) usado depende do número de códigos disponíveis.

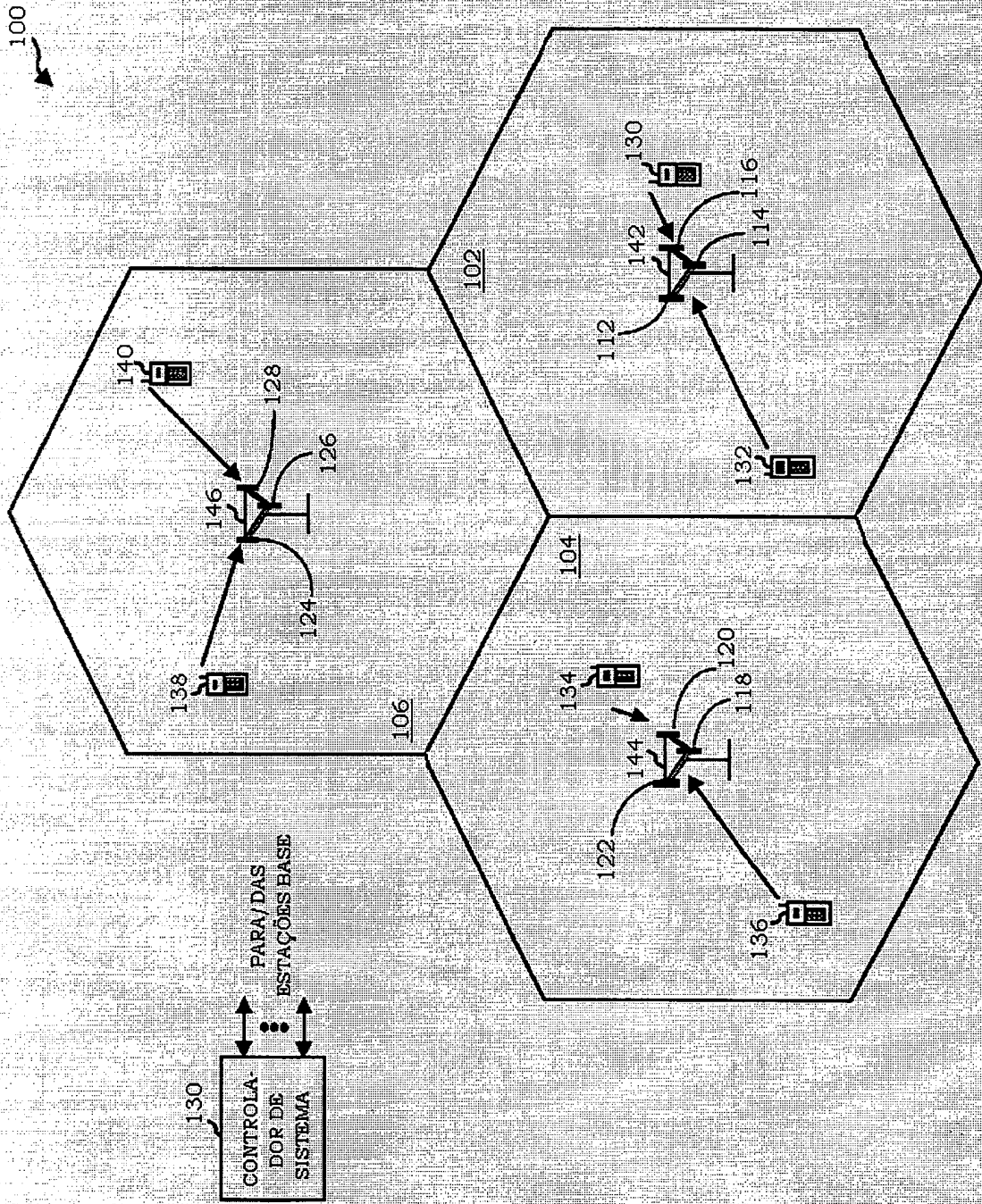
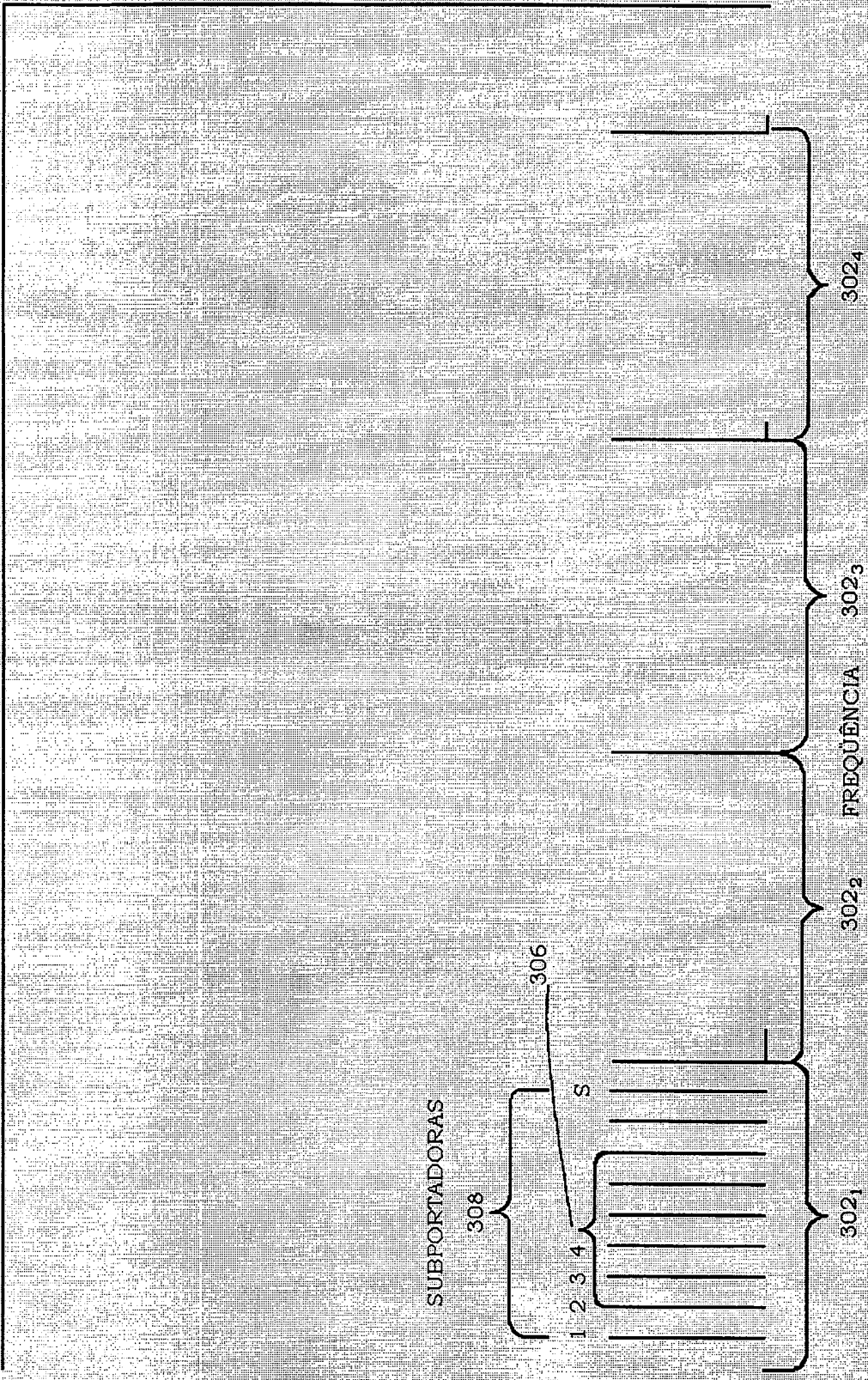


FIGURA 1



**FIGURA 2**

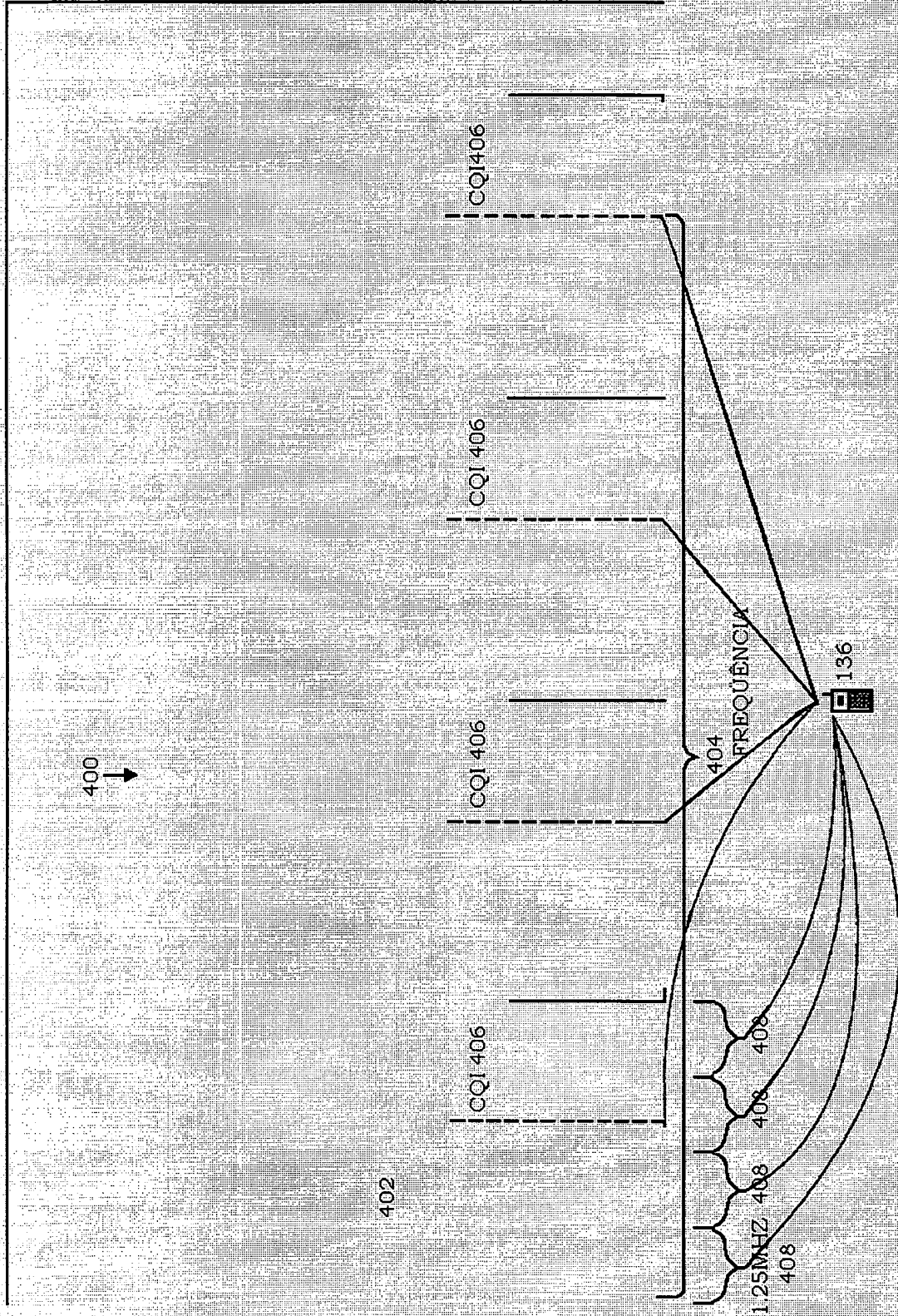


FIGURA 3

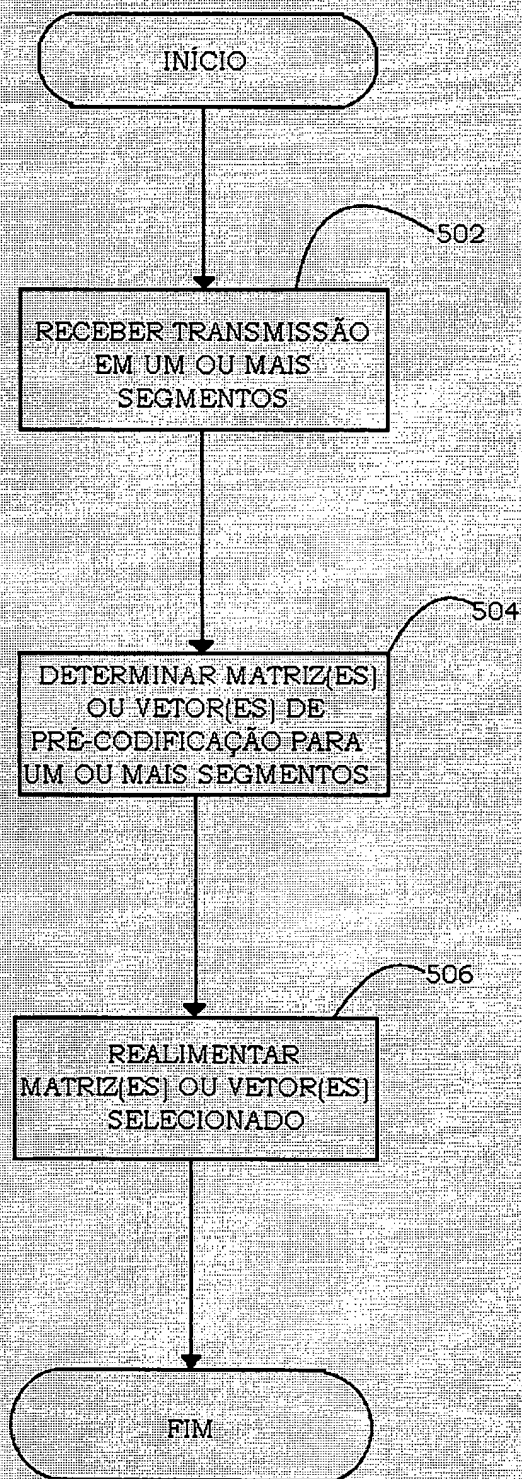


FIGURA 4

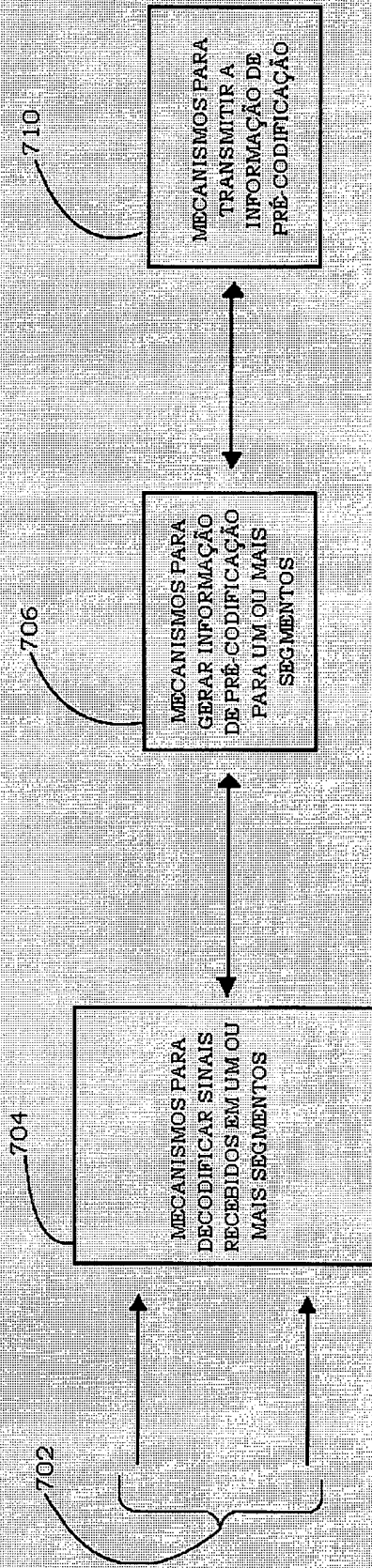


FIGURA 5



RESUMO**"PRÉ-CODIFICAÇÃO PARA PROGRAMAÇÃO SENSÍVEL A SEGMENTO EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO".**

Técnicas para aumentar o desempenho em um sistema de comunicação sem fio utilizando segmentos denominados de sub-bandas e utilizando pré-codificação são apresentadas. De acordo com um aspecto, a largura de banda para transmissão para um terminal de acesso é restrita a uma largura de banda preferida que é menor do que a largura de banda disponível para transmissão para um terminal de acesso e informação de pré-codificação relacionada às subportadoras dentro da largura de banda restrita é fornecida para um transmissor. A informação de pré-codificação relacionada às subportadoras dentro de uma largura de banda restrita fornece realimentação sobre as propriedades de canal de link direto relativas a diferentes sub-bandas e podem ser realimentadas em um canal associado à largura de banda.