



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

(21) PI0613764-4 A2



\* B R P I 0 6 1 3 7 6 4 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 24/07/2006  
(43) Data da Publicação: 01/02/2011  
(RPI 2091)

(51) Int.Cl.:

(54) Título: ACESSO MÚLTIPLO POR DIVISÃO DE ESPAÇO (SDMA) PARA WCDMA COM CAPACIDADE AUMENTADA PELA UTILIZAÇÃO DE MÚLTIPLOS CÓDIGOS DE EMBARALHAMENTO

(30) Prioridade Unionista: 26/08/2005 US 11/213,463, 22/07/2005 US 60/702,018, 09/08/2005 US 60/708,230, 26/08/2005 US 11/213,463, 09/08/2005 US 60/708,230, 22/07/2005 US 60/702,018, 26/08/2005 US 11/213,463, 09/08/2005 US 60/708,230, 09/08/2005 US 60/708,230

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED

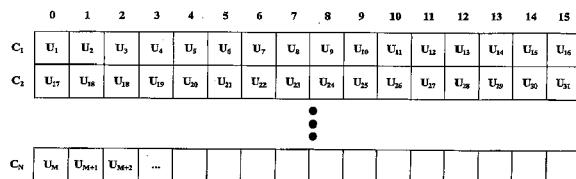
(72) Inventor(es): Alexei Gorokhov, Arak Sutivong, Avneesh Agrawal, Dhananjay Ashok Gore, Sharad Deepak Sambhwani

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2006028730 de 24/07/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/014175 de 01/02/2007

**(57) Resumo: ACESSO MULTIPLO POR DIVISÃO DE ESPAÇO (SDMA) PARA WCDMA COM CAPACIDADE AUMENTADA PELA UTILIZAÇÃO DE MÚLTIPLOS CÓDIGOS DE EMBARALHAMENTO.** São descritos sistemas e metodologias que facilitam aumento da capacidade de sistema em um ambiente de comunicação sem fio WCDMA limitado por código (como, por exemplo, TDD, FDD,...). De acordo com um aspecto, um espaço de código maior pode ser definido introduzindo-se múltiplos clusters de códigos dentro de um setor, em que cada cluster tem um código de embaralhamento único. Os códigos dentro de um cluster podem ter sequências Walsh ortogonais que podem ser designadas a dispositivos de usuário para facilitar comunicação através de uma rede sem fio e podem sobrepor-se a códigos em outro cluster. O código de embaralhamento único designado a cada cluster pode assegurar que sequências Walsh duplicadas em outro cluster no mesmo setor apareçam como códigos de pseudo-ruído.



**"ACESSO MÚLTIPLA POR DIVISÃO DE ESPAÇO (SDMA) PARA WCDMA  
COM CAPACIDADE AUMENTADA PELA UTILIZAÇÃO DE MÚLTIPLOS  
CÓDIGOS DE EMBARALHAMENTO"**

**FUNDAMENTOS**

5    I. CAMPO

A descrição seguinte refere-se de maneira geral a comunicações sem fio e, entre outras coisas, à capacidade de sistema em um ambiente de comunicação WCDMA sem fio.

II. FUNDAMENTOS

10       Os sistemas sem fio em rede vêm se tornando um meio predominante pelo qual a maioria das pessoas em todo o mundo se comunica. Os dispositivos de comunicação sem fio vêm se tornando menores e mais potentes de modo a atenderem às necessidades dos consumidores e a melhorarem a 15 portabilidade e conveniência. O aumento na potência de processamento em dispositivos móveis, tais como telefones celulares, tem levado a um aumento na procura por sistemas de transmissão em rede sem fio. Tipicamente, tais sistemas não são tão facilmente atualizados quanto os dispositivos 20 celulares que se comunicam através deles. Na medida em que as capacidades dos dispositivos móveis se expandem, pode ser difícil manter um sistema de rede sem fio mais antigo de uma maneira que facilite a exploração total das capacidades dos dispositivos sem fio novos e aperfeiçoados.

25       Mais especificamente, as técnicas baseadas em divisão de freqüência separam tipicamente o espectro em canais distintos dividindo-o em pedaços uniformes de largura de banda, como, por exemplo, a divisão da banda de freqüência alocada para comunicação por telefone celular 30 sem fio pode ser dividida em 30 canais cada um dos quais pode portar uma conversa de voz ou, com serviço digital, portar dados digitais. Cada canal pode ser designado a apenas um usuário de uma vez. Uma variante comumente

utilizada é uma técnica por divisão de freqüência ortogonal, que partitiona de maneira eficaz a largura de banda total do sistema em múltiplas sub-bandas ortogonais. Estas sub-bandas são também referidas como tons, 5 portadoras, sub-portadoras, binários e/ou canais de freqüência. Cada sub-banda é associada a uma sub-portadora que pode ser modulada com dados. Com técnicas baseadas em divisão de tempo, uma banda é dividida no tempo em fatias de tempo ou partições de tempo seqüenciais. Cada usuário de 10 um canal é provido com uma fatia de tempo para transmitir e receber informações à maneira round-robin (rodízio). Por exemplo, em qualquer dado tempo  $t$ , a um usuário é provido acesso ao canal para uma rajada curta. Em seguida, o acesso é comutado para outro usuário, que é provido com uma rajada 15 curta de tempo para transmitir e receber informações. O ciclo de "revezamentos" continua, e consequentemente cada usuário é provido com múltiplas rajadas de transmissão e recepção.

As técnicas baseadas em divisão de código 20 tipicamente transmitem dados através de um número de freqüências disponíveis em qualquer momento em uma faixa. Em geral, os dados são digitalizados e espalhados através da largura de banda disponível, em que múltiplos usuários podem ser encobertos no canal e a respectivos usuários pode 25 ser designado um código de sequência único. Os usuários podem transmitir no mesmo pedaço de espectro de banda larga, em que o sinal de cada usuário é espalhado através de toda a largura de banda por seu respectivo código de espalhamento único. Esta técnica pode proporcionar 30 compartilhamento, em que um ou mais usuários podem transmitir e receber concomitantemente. Tal compartilhamento pode ser obtido através de modulação digital com espalhamento espectral, em que o fluxo de bits

de um usuário é encodificado e espalhado através de um canal muito largo de maneira pseudo-aleatória. O receptor é projetado para reconhecer o código de sequência único associado e desfazer a aleatorização de modo a coletar os 5 bits para um usuário específico de uma maneira coerente.

Uma rede de comunicação sem fio típica (que utiliza técnicas de divisão por freqüência, tempo e código, por exemplo) inclui uma ou mais estações base que provêem uma área de cobertura e um ou mais terminais móveis (sem 10 fio, por exemplo) que podem transmitir e receber dados dentro da área de cobertura. Uma estação base típica pode transmitir simultaneamente múltiplos fluxos de dados para serviços de broadcast, multicast e/ou unicast, em que um fluxo de dados é um fluxo de dados que pode ser de 15 interesse independente de recepção para um terminal móvel. Um terminal móvel dentro da área de cobertura de tal estação base pode estar interessado em receber um, mais de um ou todos os fluxos de dados portados pelo fluxo composto. De maneira semelhante, um terminal móvel pode 20 transmitir dados à estação base ou a outro terminal móvel. Tal comunicação entre estação base e terminal móvel ou entre terminais móveis pode degradar-se devido a variações de canal e/ou variações na potência de interferência. Por exemplo, as variações antes mencionadas podem afetar a 25 programação, o controle de potência e/ou a predição de taxa da estação base para um ou mais terminais móveis.

Os protocolos de transmissão em rede convencionais são suscetíveis a limitações de programação e limites na capacidade de transmissão, que resulta em 30 diminuição de vazão (throughput) em rede. Existe, portanto, necessidade na técnica de um sistema e/ou metodologia de aperfeiçoamento da vazão em sistemas de rede sem fio.

## SUMÁRIO

A seguir é apresentado um sumário simplificado de uma ou mais modalidades de modo a se obter um entendimento básico de tais modalidades. Este sumário não é uma vista panorâmica extensiva de todas as modalidades contempladas, 5 e não pretende identificar elementos chave ou essenciais de todas as modalidades nem delinejar o escopo de qualquer uma ou de todas as modalidades. Sua única finalidade é a de apresentar alguns conceitos de uma ou mais modalidades de forma simplificada como uma introdução à descrição mais 10 detalhada que é apresentada mais adiante.

De acordo com uma ou mais modalidades e a revelação delas correspondente, diversos aspectos são descritos em conexão com o aumento da capacidade do sistema em um ambiente de comunicação sem fio WCDMA limitado por 15 código (como, por exemplo, TDD, FDD,...). Deve ficar entendido que qualquer código ortogonal ou quase ortogonal, inclusive, mas não limitado a, códigos Walsh, códigos Walsh deslocados ou algum outro tipo de código ortogonal ou semi-ortogonal, pode ser empregado em conjunto com vários 20 aspectos aqui apresentados. Para simplificar, e para facilitar o entendimento de tais aspectos, os sistemas e métodos detalhados neste documento são descritos deste ponto para frente com relação aos códigos Walsh ortogonais. De acordo com um aspecto, um espaço de código maior pode 25 ser definido introduzindo-se múltiplos clusters de códigos dentro de um setor, em que cada cluster tem um código de embaralhamento único. Por exemplo, em um sistema no qual são utilizados códigos Walsh ortogonais, que são convencionalmente limitados a 16 códigos (por exemplo, até 30 16 usuários podem ser programados),  $N$  múltiplos clusters de códigos podem ser definidos de modo a se aumentar o número de códigos disponíveis e, portanto, os usuários que possam ser programados, para  $N*16$ . Os códigos

dentro de um cluster podem ter sequências Walsh ortogonais e podem sobrepor-se a códigos em outro cluster. O código de embaralhamento único designado a cada cluster pode assegurar que sequências Walsh duplicadas em outro cluster 5 no mesmo setor apareçam como códigos de pseudo-ruído.

De acordo com um aspecto associado, um método para aumentar capacidade do sistema em um ambiente de comunicação sem fio pode compreender designar um código de embaralhamento único a um cluster de códigos Walsh que tem 10 um conjunto de sequências de códigos Walsh ortogonais e designar uma sequência de códigos Walsh a um dispositivo de usuário. Além disto, o método pode compreender avaliar assinaturas espaciais para dispositivos de usuário no setor e determinar se um sinal espacial para um primeiro 15 dispositivo de usuário está dentro de uma faixa limite predeterminada de uma assinatura espacial para um segundo dispositivo de usuário. Além do mais, o método pode compreender designar os primeiro e segundo dispositivos de usuário a diferentes clusters de códigos Walsh quando da 20 determinação de que as assinaturas espaciais para os primeiro e segundo dispositivos de usuário estão fora da faixa limite predeterminada, e designar os primeiro e segundo dispositivos de usuário ao mesmo cluster de códigos Walsh quando da determinação de que as assinaturas 25 espaciais para os primeiro e segundo dispositivos de usuário estão dentro da faixa limite predeterminada.

De acordo com outro aspecto, um equipamento de comunicação sem fio pode compreender uma memória, que armazena informações relacionadas com pelo menos um cluster 30 de códigos Walsh que compreende um conjunto de sequências de códigos Walsh ortogonais, e um processador que designa um código de embaralhamento único ao pelo menos um cluster de códigos Walsh e que designa uma sequência de códigos

Walsh a um dispositivo de usuário. A memória pode armazenar uma tabela de consulta que compreende informações relacionadas com clusters de códigos Walsh, sequências de códigos Walsh em cada cluster, designações de dispositivos de usuário a sequências de códigos Walsh e códigos de embaralhamento únicos designados a cada cluster, e o processador pode avaliar assinaturas espaciais associadas aos dispositivos de usuário no setor e agrupar os dispositivos de usuário em subconjuntos com base, pelo menos em parte, nas assinaturas espaciais dos dispositivos de usuário. O processador pode então designar a subconjuntos de dispositivos de usuário no setor um cluster de códigos e pode designar a cada um dentre os dispositivos de usuário no subconjunto uma sequência de códigos Walsh ortogonal diferente no cluster para mitigar a interferência entre dispositivos de usuário no mesmo cluster.

De acordo com ainda outro aspecto, um equipamento para aumentar capacidade de sistema em um setor de um ambiente de comunicação sem fio compreende mecanismos para gerar múltiplos clusters de códigos Walsh que têm um conjunto completo de sequências Walsh ortogonais, mecanismos para designar um código de embaralhamento único a cada cluster de códigos Walsh e mecanismos para designar a subconjuntos de dispositivos de usuário clusters de código Walsh, em que a cada dispositivo de usuário é designada pelo menos uma sequência Walsh ortogonal no cluster de códigos Walsh. Além disto, o equipamento pode compreender mecanismos para avaliar assinaturas espaciais de dispositivos de usuário no setor e mecanismos para agrupar os dispositivos nos subconjuntos com base, pelo menos em parte, nas assinaturas espaciais dos mesmos.

Ainda outro aspecto refere-se a um meio legível por computador que tem armazenadas no mesmo instruções

executáveis por computador para gerar múltiplos clusters de códigos Walsh que têm um conjunto completo de sequências Walsh ortogonais, designar um código de embaralhamento único a cada cluster de códigos Walsh para identificar de 5 maneira única cada cluster e designar a subconjuntos de dispositivos de usuário clusters de códigos Walsh, em que a cada dispositivo de usuário é designada pelo menos uma sequência Walsh ortogonal no cluster de códigos Walsh. Além do mais, o meio pode compreender instruções para avaliar 10 assinaturas espaciais para um conjunto de dispositivos de usuário no setor e para agrupar os dispositivos de usuário em subconjuntos com base, pelo menos em parte, nas semelhanças entre as assinaturas espaciais dos mesmos.

Ainda outro aspecto refere-se a um processador 15 que executa instruções para aumentar capacidade de sistema em um ambiente de comunicação sem fio de acesso múltiplo por divisão de código em banda larga, as instruções compreendendo gerar múltiplos clusters de códigos Walsh que têm, cada um, um conjunto completo de sequências Walsh 20 ortogonais, designar a subconjuntos de dispositivos de usuário clusters de códigos Walsh, em que a cada dispositivo de usuário é designada pelo menos uma sequência Walsh ortogonal no cluster de códigos Walsh e em que subconjuntos são gerados com base, pelo menos em parte, em 25 assinaturas espaciais dos dispositivos de usuário, e designar um código de embaralhamento único a cada cluster de códigos Walsh de modo a se distinguir entre clusters de códigos Walsh.

Um outro aspecto apresenta um dispositivo móvel 30 que facilita a comunicação através de uma rede sem fio, o qual compreende um componente que recebe uma designação de uma sequência de códigos Walsh em um cluster de códigos Walsh, um componente que reconhece se a sequência de

códigos Walsh em um sinal entrante é designada ao dispositivo móvel, e um componente que reconhece se um código de embaralhamento esperado associado ao cluster de códigos Walsh está presente no sinal entrante, em que o dispositivo móvel desconsidera como pseudo-ruído um sinal entrante que não apresente tanto a sequência de códigos Walsh designada quanto o código de embaralhamento esperado.

Ainda outro aspecto refere-se a um método para aumentar capacidade do sistema em um ambiente de comunicação sem fio, que compreende designar dispositivos de usuário com assinaturas espaciais semelhantes a um mesmo cluster de códigos Walsh e designar dispositivos de usuário com assinaturas espaciais suficientemente diferentes a diferentes clusters de códigos Walsh. O método pode compreender adicionalmente designar um código de embaralhamento único a cada cluster de códigos Walsh de modo a se distinguir entre clusters de códigos Walsh.

Para consumação dos efeitos precedentes e afins, as uma ou mais modalidades compreendem as características completamente descritas a seguir e especificamente assinaladas nas reivindicações. A descrição seguinte e os desenhos anexos apresentam em detalhe determinados aspectos ilustrativos das uma ou mais modalidades. Estes aspectos são indicativos, entretanto, apenas algumas maneiras pelas quais os princípios de várias modalidades podem ser utilizados, e as modalidades descritas destinam-se a incluir todos esses aspectos e seus equivalentes.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

A Figura 1 ilustra um sistema de comunicação sem fio de acordo com diversas modalidades aqui apresentadas.

A Figura 2 é uma ilustração de um sistema de comunicação de acesso múltiplo sem fio de acordo com uma ou mais modalidades.

A Figura 3 ilustra uma metodologia para aperfeiçoar a vazão em um ambiente de comunicação sem fio, de acordo com um ou mais aspectos aqui apresentados.

Figura 4 é uma ilustração uma metodologia para 5 aperfeiçoar vazão da comunicação em um ambiente de comunicação sem fio que utiliza um loop de realimentação para avaliar a capacidade do sistema, de acordo com várias modalidades aqui descritas.

A Figura 5 ilustra uma tabela de consulta que 10 pode ser gerada, dinamicamente atualizada e/ou armazenada, em um ou em ambos dispositivo de usuário e estação base, e que compreende informações relacionadas com clusters de sequências de códigos Walsh, designações de dispositivos de usuário e semelhantes, de acordo com vários aspectos.

A Figura 6 é uma ilustração de um setor de comunicação sem fio que compreende uma pluralidade de usuários com diferentes assinaturas espaciais, que pode ser empregado para dividir o conjunto de todos os usuários em 20 subconjuntos espacialmente distintos, cada um dos quais pode ser designado a um único conjunto de sequências de códigos Walsh para facilitar escalonamento linear da capacidade do sistema em um ambiente de comunicação sem fio, de acordo com um ou mais aspectos.

A Figura 7 é uma ilustração de um sistema que 25 facilita definição de um espaço de código ampliado em um ambiente de comunicação sem fio para mitigar limites da capacidade do sistema de acordo com uma ou mais modalidades aqui apresentadas.

A Figura 8 é uma ilustração de um sistema que 30 facilita o aumento do espaço de código em um ambiente de comunicação WCDMA de acordo com diversos aspectos.

A Figura 9 é uma ilustração de um ambiente de comunicação sem fio que pode ser empregado em conjunto com os vários sistemas e métodos aqui descritos.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA**

5                    Várias modalidades são agora descritas com referência aos desenhos, nos quais os mesmos números de referência se referem aos mesmos elementos em toda parte. Para fins de explanação, na descrição seguinte são apresentados numerosos detalhes específicos de modo a se 10 prover um entendimento completo de uma ou mais modalidades. Pode ser evidente, contudo, que tal(ais) modalidade(s) pode(m) ser posta(s) em prática sem estes detalhes específicos. Em outros casos, estruturas e dispositivos notoriamente conhecidos são mostrados em forma de diagrama 15 de blocos de modo a facilitar a descrição de uma ou mais modalidades.

Conforme utilizados neste pedido, os termos "componente", "sistema" e semelhantes pretendem referir-se a uma entidade relacionada a computador, seja hardware, uma 20 combinação de hardware e software, software ou software em execução. Por exemplo, um componente pode ser, mas não está limitado a ser, um processo rodando em um processador, um processador, um objeto, um executável, um thread de execução, um programa e/ou um computador. Um ou mais 25 componentes podem residir dentro de um processo e/ou thread de execução, e um componente pode estar localizado em um computador e/ou distribuído entre dois ou mais computadores. Além disto, estes componentes podem ser executados a partir de diversos meios legíveis por 30 computador tendo várias estruturas de dados armazenadas nos mesmos. Os componentes podem comunicar-se por meio de processos locais e/ou remotos, tal como de acordo com um sinal que tem um ou mais pacotes de dados (como, por

exemplo, dados de um componente que interage com outro componente em um sistema local, um sistema distribuído e/ou através de uma rede como a Internet com outros sistemas por meio do sinal).

5           Além disso, várias modalidades são aqui descritas em conexão com uma estação de assinante. Uma estação de assinante pode ser também chamada de sistema, unidade de assinante, estação móvel, móvel, estação remota, ponto de acesso, estação base, terminal remoto, terminal de acesso, 10 terminal de usuário, agente de usuário ou equipamento de usuário. Uma estação de assinante pode ser um telefone celular, um telefone sem fio, um telefone com Protocolo de Iniciação de Sessão (SIP), uma estação de loop local sem fio (WLL), um assistente digital pessoal (PDA), um 15 dispositivo de mão com capacidade de conexão sem fio ou outro dispositivo de processamento conectado a um modem sem fio.

Além do mais, vários aspectos ou características aqui descritos podem ser implementados como um método, 20 equipamento ou produto industrial utilizando-se técnicas de programação e/ou engenharia padrão. O termo, "produto industrial" conforme utilizado aqui pretende abranger um programa de computador acessível de qualquer dispositivo, meios ou portadora legível por computador. Por exemplo, 25 meios legíveis por computador podem incluir, mas não se limitam a, dispositivos de armazenamento magnéticos (como, por exemplo, disco rígido, disco flexível, tiras magnéticas...), discos ópticos (como, por exemplo, disco compacto (CD), disco versátil digital (DVD)...), cartões 30 inteligentes e dispositivos de memória flash (como, por exemplo, cartão, stick, key drive...).

Com referência agora à Figura 1, é ilustrado um sistema de comunicação sem fio 100 de acordo com várias

modalidades. O sistema 100 pode compreender uma ou mais estações base 102 em um ou mais setores que recebem, transmitem, repetem, etc., sinais de comunicação sem fio umas para as outras e/ou para um ou mais dispositivos móveis 104. Cada estação base 102 pode compreender uma cadeia de transmissores e uma cadeia de receptores, cada uma das quais pode, por sua vez, compreender uma pluralidade de componentes associados à transmissão e recepção de sinais (como, por exemplo, processadores, 10 moduladores, multiplexadores, demoduladores, demultiplexadores, antenas, etc.), conforme será entendido pelos versados na técnica. Os dispositivos móveis 104 podem ser, por exemplo, telefones celulares, telefones inteligentes, laptops, dispositivos de comunicação 15 portáteis, dispositivos de computação portáteis, rádio via satélites, sistemas de posicionamento global, PDAs e/ou outro dispositivo adequado para comunicação através do sistema sem fio 100.

O WCDMA utiliza códigos Walsh para encodificar um 20 canal de comunicação tanto no link direto (FL) quanto no link reverso (RL). Deve ficar entendido que, embora diversos aspectos aqui apresentados sejam descritos com relação a códigos Walsh, qualquer tipo de código ortogonal ou semi-ortogonal (como, por exemplo, códigos Walsh 25 deslocados, etc.) adequado pode ser empregado em conjunto com eles, conforme será entendido pelos versados na técnica. Um código Walsh é um código ortogonal que facilita identificação única de canais de comunicação individuais, conforme será entendido pelos versados na técnica. A 30 utilização de códigos Walsh pode limitar as dimensões do sistema e pode limitar as capacidades de transmissão quando múltiplas antenas são empregadas em uma estação base para ações de transmissão/recepção. Para superar tais limitações

associadas a sistemas convencionais, o acesso múltiplo por divisão de espaço (SDMA) pode ser utilizado no link direto (FL) e no link reverso (RL) em um ambiente de comunicação WCDMA. Tais técnicas são aplicáveis ao FL e ao RL em 5 ambientes WCDMA com duplexação por divisão de tempo (TDD) e duplexação por divisão de freqüência (FDD).

O FL e o RL em sistemas WCDMA convencionais utilizam multiplexação de códigos Walsh onde a múltiplos usuários são alocados diferentes códigos e programados 10 simultaneamente. No caso do FL, uma estação base aloca um ou mais códigos Walsh a cada dispositivo de usuário e transmite simultaneamente para os dispositivos de usuário programados. No caso do RL, aos usuários dentro de um setor são alocados diferentes códigos Walsh e são recebidos 15 simultaneamente (utilizando-se um canal MAC, por exemplo) na estação base. Os dispositivos de usuário podem ser separados na estação base utilizando-se técnicas de desespalhamento-decodificação padrão para CDMA. O número de códigos que pode ser designado simultaneamente é limitado 20 pelo comprimento do código Walsh. Por exemplo, se o código Walsh for de  $N$  chips de comprimento, então em um dado tempo até  $N$  códigos podem ser designados a múltiplos dispositivos de usuário. Isto impõe uma restrição sobre o número de códigos que pode ser designado simultaneamente (um limite 25 de dimensão, por exemplo). O FL e o RL em um típico ambiente WCDMA-TDD permitem códigos Walsh com um comprimento de até 16 chips. Então, até 16 dispositivos de usuário podem ser suportados simultaneamente em qualquer dada partição. Esta limitação de dimensão pode ser 30 prejudicial quando a estação base tem múltiplas antenas de recepção.

Um sistema CDMA é usualmente projetado para operar em uma região linear, de modo que a relação SINR de

capacidade de pós-processamento (no caso de o processamento incluir desespalhamento, combinação de antenas, etc.) seja linear. Por exemplo, caso o sistema esteja operando na região linear e caso a SINR de pós-processamento aumente em 5 3 dB (dobre, por exemplo), então a capacidade (vazão) do sistema também dobra. O aumento do número de antenas de recepção faz aumentar a SINR de pós-processamento. Portanto, desde que o sistema opere na região linear, a capacidade do sistema pode ser escalonada linearmente com o 10 número de antenas de recepção. Entretanto, quando são utilizadas múltiplas antenas de recepção, o aumento na SINR de pós-processamento tende a por o sistema para fora da região linear. Uma maneira de forçar o sistema a permanecer na região linear é aumentar a interferência, o que pode ser 15 feito aumentando-se o número de códigos suportados simultaneamente. Por exemplo, caso o número de antenas de recepção dobre, um sistema CDMA que empregue códigos pseudo-aleatórios poderá simplesmente dobrar o número de códigos (reduzindo-se a potência de transmissão por código 20 pela metade, neste caso, para controle de interferência inter-setorial). A redução na potência de transmissão pode ser compensada pelo ganho de SINR associado às múltiplas antenas de recepção. Desta maneira, pode-se obter um escalonamento com relação ao número de antenas de recepção 25 em um sistema CDMA. Entretanto, em um sistema WCDMA-TDD com um número de códigos limitado (por exemplo, 16), o aumento do número de antenas de recepção irá consequente e indesejavelmente por o sistema para fora da região linear, afetando assim de maneira prejudicial o aperfeiçoamento da 30 capacidade do sistema.

Com referência agora à Figura 2, é ilustrado um sistema de comunicação sem fio de acesso múltiplo 200 de acordo com uma ou mais modalidades. Uma estação base de 3

setores 202 inclui múltiplos grupos de antenas, um incluindo as antenas 204 e 206, outro incluindo as antenas 208 e 210 e um terceiro incluindo as antenas 212 e 214. De acordo com a Figura, apenas duas antenas são mostradas para 5 cada grupo de antenas, contudo, mais ou menos antenas podem ser utilizadas para cada grupo de antenas. O dispositivo móvel 216 está em comunicação com as antenas 212 e 214, no caso de as antenas 212 e 214 transmitirem informações ao dispositivo móvel 216 através do link direto 220 e 10 receberem informações provenientes do dispositivo móvel 216 através do link reverso 218. O dispositivo móvel 222 está em comunicação com as antenas 206 e 208, no caso de as antenas 206 e 208 transmitirem informações ao dispositivo móvel 222 através do link direto 226 e receberem 15 informações provenientes do dispositivo móvel 222 através do link reverso 224.

Com referência às Figuras 3-4, são ilustradas metodologias referentes à geração de designações de recursos de sistema suplementares. Por exemplo, as 20 metodologias podem referir-se ao provimento de múltiplos clusters de códigos em um ambiente FDMA, em um ambiente OFDMA, em um ambiente CDMA, em um ambiente WCDMA, em um ambiente TDMA, em um ambiente SDMA ou em qualquer outro ambiente sem fio adequado. Especificamente, as metodologias 25 aqui apresentadas são descritas com relação a um ambiente de comunicação sem fio de acesso múltiplo por divisão de código em banda larga (WCDMA), embora outros tipos de ambiente de comunicação possam ser utilizados em conjunto com os aspectos descritos. Embora, para simplificar a 30 explanação, as metodologias sejam mostradas e descritas como uma série de atos, deve ficar entendido que as metodologias não estão limitadas pela ordem dos atos, uma vez que alguns atos podem, de acordo com uma ou mais

modalidades, ocorrer em ordem diferentes e/ou concomitantemente com outros atos que não os mostrados e descritos aqui. Por exemplo, os versados na técnica entenderão que uma metodologia pode ser alternativamente 5 representada como uma série de estados ou eventos inter-relacionados, tal como em um diagrama de estados. Além do mais, nem todos os atos mostrados podem ser utilizados para implementar uma metodologia de acordo com uma ou mais modalidades.

10 Com referência agora à Figura 3, é ilustrada uma metodologia 300 para aperfeiçoar a vazão em um ambiente de comunicação sem fio, de acordo com um ou mais aspectos aqui apresentados. Conforme observado acima, um inconveniente da utilização de um sistema WCDMA-TDD é o limite de dimensão 15 devido ao número limitado de códigos que podem ser designados aos usuários. Isto por sua vez limita o limite superior potencial na capacidade do sistema quando se aumenta um número de antenas de recepção para escalar o sistema. De modo a se combater esta limitação, podem ser 20 utilizadas técnicas SDMA para explorar de maneira apropriada o limite superior na capacidade do sistema.

De acordo com um aspecto, um espaço de código maior pode ser definido introduzindo-se múltiplos clusters de códigos dentro de um setor, em 302. Por exemplo, em uma 25 situação na qual códigos Walsh são designados a usuário (em conjuntos de 16, por exemplo), caso dois clusters sejam definidos em vez de um,  $16 \times 2 = 32$  códigos (usuários) podem ser programados simultaneamente. Em 304, a cada cluster pode ser designado seu próprio código de 30 embaralhamento único. O código de embaralhamento assegura que os códigos (usuários) dentro do outro cluster (no mesmo setor) apareçam como códigos de pseudo-ruído (PN). Em 306, aos códigos dentro de um cluster podem ser designadas

sequências Walsh ortogonais. Tais códigos podem ser designados a dispositivos de usuário em 308. O conjunto de códigos Walsh ortogonais designados a dispositivos de usuário no primeiro cluster podem sobrepor-se a códigos no 5 outro cluster porque os clusters são identificáveis de maneira única pelo código de embaralhamento designado a eles, o que pode facilitar fornecimento de uma divisão proporcional da interferência.

Além disso, usuários com assinaturas espaciais 10 semelhantes podem ser alocados dentro do mesmo cluster, enquanto usuários bem separados podem ser alocados através de clusters. Por exemplo, usuários que têm assinaturas espaciais semelhantes podem ser designados a um primeiro cluster de códigos Walsh ortogonais para assegurar que a 15 eles sejam designados códigos suficientemente diferentes para mitigar interferência entre eles, enquanto a usuários com assinaturas espaciais desiguais podem ser designados códigos Walsh idênticos, mas em clusters diferentes, com códigos de embaralhamento diferentes, uma vez que suas 20 assinaturas espaciais são únicas o bastante para sugerir que a comunicação por tais usuários provavelmente não interferirá uns com os outros. As técnicas acima podem ser entendidas como um método para criar interferência para facilitar que se ponha o sistema para dentro da região 25 linear e que se retenha a escalabilidade linear da capacidade do sistema com o número de antenas de recepção.

Embora acima se descreva comunicação em RL em um ambiente WCDMA-TDD, as técnicas se aplicam igualmente bem à comunicação em RL em um ambiente WCDMA-FDD. Além disto, 30 durante a comunicação em FL, a conformação de feixes de transmissão provê uma oportunidade para um escalonamento da capacidade do sistema com o número de antenas de transmissão. Assim, os conceitos de suporte de um número

maior de usuários através de programação/aperfeiçoamento espaço código apropriado são aplicáveis em comunicações em FL também.

A Figura 4 mostra uma metodologia 400 para 5 aperfeiçoar a vazão da comunicação em um ambiente de comunicação sem fio que utiliza um loop de realimentação para avaliar a capacidade de sistema, de acordo com diversas modalidades aqui descritas. A capacidade do sistema pode ser avaliada em 402. Por exemplo, se um 10 sistema emprega um número limitado de códigos Walsh para designação a dispositivos de usuário em um setor dos mesmos, então isto pode ser determinado em 402. Em 404, uma determinação pode ser feita com relação a se a capacidade do sistema foi ultrapassada. No exemplo acima, por exemplo, 15 se o sistema utiliza tipicamente um conjunto de 16 chips de códigos Walsh, então a capacidade do sistema é no máximo de 16 usuários, onde a cada usuário é designado um único código Walsh para comunicação. Se for determinado em 404 que há códigos suficientes para todos os usuários no setor, 20 a capacidade do sistema não foi ultrapassada e o método pode reverter para 402 para outras iterações de avaliação.

Caso haja mais usuários que possam ser tratados pelo código Walsh de múltiplos chips, então a capacidade do sistema se excedeu, e o método pode prosseguir até 25 406, onde cluster(s) de códigos duplicado(s) poderá(ão) ser gerado(s). De acordo com um exemplo, por exemplo, pode haver 24 usuários em um setor, cada um dos quais recebe uma designação de código para ser capaz de comunicar-se. Além disto, o código Walsh para o setor pode ter um comprimento 30 máximo de 16 chips, o que deixa um déficit de 8 códigos se a todos os usuários for permitido comunicar-se. Para resolver este problema, o cluster de códigos duplicado (duplicidade do código Walsh de 16 chips, por exemplo) é

gerado em 406. Pode ser designada a cada um dentre o cluster duplicado e o cluster original uma sequência de embaralhamento única em 408, que permite que o original seja distinguido do duplicado. Em 410, códigos do cluster 5 de códigos duplicado podem ser designados aos 8 usuários que necessitam de designações de código, superando-se assim o déficit determinado em 404. Desta maneira, múltiplos conjuntos de chips duplicados podem ser gerados e identificados de maneira única para permitir a 10 escalabilidade e superar limitações da capacidade do sistema associadas a sistemas CDMA convencionais. Além disto, os versados na técnica entenderão que o exemplo precedente não está limitado a um caso no qual um único cluster de códigos duplicado é gerado, mas em vez disso que 15 qualquer número de clusters de códigos duplicados pode ser gerado e identificado de maneira única (com códigos de embaralhamento, por exemplo) para facilitar demandas de sistema de reunião e escalonar o sistema para o número de usuários aos quais são providas designações de códigos.

20 Deve ficar entendido que, de acordo com uma ou mais modalidades aqui descritas, podem ser feitas inferências referentes ao escalonamento do sistema, à alocação de sequências de códigos, etc. Conforme utilizado aqui, o termo "inferir" ou "inferência" refere-se, de 25 maneira geral, ao processo de consideração ou inferência de estados do sistema, ambiente e/ou usuário a partir de um conjunto de observações captadas via eventos e/ou dados. A inferência pode ser empregada para identificar uma ação ou contexto específico, ou pode gerar uma distribuição de 30 probabilidades através de estados, por exemplo. A inferência pode ser probabilística - isto é, a computação de uma distribuição de probabilidade através de estados de interesse baseada em uma consideração de dados e eventos. A

inferência pode também referir-se a técnicas empregadas para compor eventos de nível mais elevado a partir de um conjunto de eventos e/ou dados. Tal inferência resulta na construção de novos eventos ou ações a partir de um 5 conjunto de eventos observados e/ou dados de eventos armazenados, estejam ou não os eventos correlacionados em proximidade temporal, e sejam ou não os eventos e dados oriundos de uma ou várias fontes de eventos e dados.

A Figura 5 ilustra uma tabela de consulta 600 que 10 pode ser gerada, dinamicamente atualizada e/ou armazenada, seja em um dispositivo de usuário ou uma estação base ou em ambos, e que compreende informações relacionadas com clusters de sequências de códigos Walsh, designações de dispositivos de usuário e semelhantes. De acordo com a 15 Figura, é provida uma pluralidade de clusters de códigos,  $C_1-C_N$ , cada um dos quais compreende 16 sequências de códigos, rotuladas como 0-15, que podem ser designadas a dispositivos de usuário e pelos tais dispositivos de usuário podem comunicar-se com uma antena de recepção em 20 uma estação base, em que cada antena de recepção é alocada especificamente a um único cluster. Com base nas assinaturas espaciais associadas aos dispositivos de usuário  $U_1-U_{16}$ , a tais dispositivos foram designadas as sequências Walsh ortogonais do cluster  $C_1$ . Deve-se notar 25 que a numeração dos dispositivos de usuário na Figura 5 é apresentada para se mostrar que cada dispositivo de usuário é distinto, e que aos dispositivos de usuário são designadas sequências em cada cluster com base em assinaturas espaciais semelhantes. Ou seja, dispositivos de 30 usuário com assinaturas espaciais semelhantes (posições geográficas, por exemplo) podem ser designados ao mesmo cluster de modo a se assegurar que as sequências de códigos Walsh designadas a ele sejam ortogonais, de modo que tais

dispositivos de usuário posicionados em proximidade mútua não interfiram uns com os outros.

Deve-se observar adicionalmente que ao  $U_{18}$  é designada um par de sequências Walsh, as sequências 1 e 2, 5 no cluster  $C_2$ . Tal designação pode ser feita no caso de um dispositivo de usuário utilizar mais de uma única sequência Walsh para comunicar-se com a antena de recepção para o cluster, e porque a assinatura espacial para  $U_{18}$  é suficientemente diferente da de  $U_2$  e  $U_3$  no cluster  $C_1$ , assim 10 como da de  $U_{M+1}$  e  $U_{M+2}$  no cluster  $C_N$ . Ou seja, devido à disparidade geográfica relativa entre os dispositivos de usuário em uma área de comunicação, a tais dispositivos de usuário podem ser designadas sequências Walsh idênticas, mas em clusters de códigos diferentes, tais como clusters 15 de códigos duplicados distinguidos por sequências de embaralhamento únicas e semelhantes.

A Figura 6 é uma ilustração de um setor de comunicação sem fio 700, que compreende uma pluralidade de usuários com assinaturas espaciais diferentes, que pode ser 20 empregado para dividir o conjunto de todos os usuários em subconjuntos espacialmente distintos, a cada um dos quais pode ser designado um único conjunto de sequências de códigos Walsh para facilitar escalonamento da capacidade do sistema em um ambiente de comunicação sem fio. Por exemplo, 25 a área 700 pode ser servida por uma estação base (não mostrada) com uma pluralidade de pares de antenas de recepção/transmissão, conforme descrito com relação à Figura 2. Uma pluralidade de usuários que se comunicam dentro da área 700 pode ser dividida em grupos utilizando- 30 se uma técnica SDMA (como, por exemplo, com base, pelo menos em parte, em suas assinaturas espaciais, etc.). Conforme mostrado, um primeiro grupo 702 compreende um subconjunto de todos os usuários na área 700, todos os

quais têm características espaciais semelhantes. Ao grupo 702 pode ser designado um primeiro cluster de códigos, que compreende um conjunto de códigos Walsh ortogonais para facilitar a recepção dos sinais de comunicação por uma 5 primeira antena de recepção na estação base, em que a ortogonalidade dos códigos assegura que os usuários dentro do grupo 702 não experimentem interferência inter-grupo. Além disto, deve ficar entendido que o escalonamento da capacidade do sistema pode ser realizado no link reverso em 10 um ambiente de comunicação WCDMS-TDD ou em um ambiente de comunicação WCDMA-FDD. Além do mais, no link direto, podem ser utilizadas técnicas de conformação de feixes para facilitar o escalonamento da capacidade do sistema com o 15 número de antenas de transmissão.

15 Um segundo cluster de códigos compreendendo uma pluralidade de sequências Walsh pode ser designado a um segundo grupo 704 de usuários. O segundo cluster de códigos pode compreender um conjunto duplicado das sequências Walsh designadas ao primeiro grupo de usuários 702 porque o 20 primeiro grupo 702 e o segundo grupo 704 são espacialmente distintos. Para mitigar a interferência entre os sinais transmitidos do primeiro grupo 702 e do segundo grupo 704 onde convergem para uma estação base, códigos de embaralhamento únicos podem ser designados a cada cluster 25 de códigos de modo a se permitir que uma antena de recepção identifique e isole um cluster de códigos específico ao qual é atribuída. De maneira semelhante, tal técnica pode ser aplicada a um terceiro grupo de usuários 706. Deve ficar entendido que mais ou menos grupos de usuários podem 30 ser definidos e podem ser gerados clusters de códigos duplicados para eles. Desta maneira, a capacidade do setor em um ambiente de comunicação sem fio pode ser escalonada de acordo com um número de usuários aos quais pode ser

provisto o serviço, que pode por sua vez pode ditar um número de antenas de recepção que podem ser alocadas para permitir geração de múltiplos clusters de códigos para ampliar um espaço de código agregado através do qual os 5 usuários podem se comunicar.

A Figura 7 é uma ilustração de um sistema 800 que facilita a definição de um espaço de código ampliado em um ambiente de comunicação sem fio para mitigar limites de capacidade do sistema de acordo com uma ou mais modalidades 10 aqui apresentadas. O sistema 800 pode residir em uma estação base e/ou em um dispositivo de usuário. O sistema 800 compreende um receptor 802, que recebe um sinal proveniente de uma antena de recepção, por exemplo, e realiza ações típicas (por exemplo, filtra, amplifica, 15 converte descendente, etc.) no sinal recebido e digitaliza o sinal condicionado de modo a obter amostras. Um demodulador 804 pode obter símbolos recebidos para cada período de símbolos, assim como prover símbolos piloto recebidos a um processador 806 para estimação de canal.

20 O processador 806 pode ser um processador dedicado a analisar as informações recebidas pelo componente de receptor 802 e/ou gerar informações para transmissão por um transmissor 816, um processador que controla um ou mais componentes de dispositivo de usuário 25 800 e/ou um processador que tanto analisa informações recebidas pelo receptor 802, gera informações para transmissão pelo transmissor 816 e controla um ou mais componentes do dispositivo de usuário 800.

30 O dispositivo de usuário 800 pode compreender adicionalmente uma memória 808 que é operativamente acoplada ao processador 806 e que armazena informações relacionadas a designações de clusters de códigos, sequências de códigos Walsh, tabelas de consulta

compreendendo informações relacionadas ao mesmo e quaisquer outras informações adequadas relacionadas ao escalonamento linear da capacidade do sistema com relação ao número de antenas de recepção empregadas, conforme aqui descrito. A 5 memória 808 pode adicionalmente armazenar protocolos associados à geração de tabelas de consulta, modulação de símbolos com códigos Walsh, embaralhamento de códigos, etc., de modo que o dispositivo de usuário 800 possa empregar os protocolos e/ou algoritmos armazenados para 10 obter um espaço de código crescente em um setor, conforme aqui descrito. Deve ficar entendido que os componentes de armazenamento de dados (por exemplo, memórias) aqui descritos podem ser ou memória volátil ou memória não volátil, ou podem incluir memória tanto volátil quanto não 15 volátil. À título de ilustração, e não de limitação, a memória não volátil pode incluir uma memória somente para leitura (ROM), uma ROM programável (PROM), uma ROM eletricamente programável (EPROM), uma ROM eletricamente apagável (EEPROM) ou uma memória flash. A memória volátil 20 pode incluir uma memória de acesso aleatório (RAM), que atua como memória cache externa. À título de ilustração e não de limitação, a RAM está disponível sob muitas formas, tais como RAM síncrona (SRAM), RAM dinâmica (DRAM), DRAM síncrona (SDRAM), SDRAM de taxa de dados dupla (SDRAM DDR), 25 SDRAM aperfeiçoada (ESDRAM), DRAM com ligação síncrona (SLDRAM) e RAM Rambus direta (DRRAM). A memória 808 dos presentes sistemas e métodos pretende compreender, sem ser limitada a, estes e outros tipos adequados de memória.

O processador 808 é adicionalmente acoplado a um 30 componente de código Walsh 810 que pode gerar sequência(s) de códigos Walsh e anexar estas a um sinal de comunicação que pode ser recebido por uma antena de recepção alocada ao cluster de códigos específico ao qual o dispositivo de

usuário 800 é designado. Uma vez que os clusters de códigos Walsh podem ser duplicados para aumentar o espaço de código em um setor, um componente de código de embaralhamento 812 é operativamente associado a um componente de código Walsh 5 810, que pode anexar um código de embaralhamento único ao cluster de códigos Walsh ao qual o dispositivo de usuário 800 é designado. O código de embaralhamento pode ser empregado por uma antena de recepção da estação base e pelo hardware/software associado para identificar o dispositivo 10 de usuário 800 como pertencendo ao cluster de códigos Walsh ao qual a antena está associada, e a sequência de códigos Walsh anexada ao sinal transmitido pelo dispositivo de usuário 800 pode identificar o dispositivo de usuário 800 para a estação base como um dispositivo específico no grupo 15 de dispositivos associado ao cluster de códigos Walsh específico. O dispositivo de usuário 800 compreende adicionalmente um modulador de símbolos 814 e um transmissor que transmite o sinal modulado com os identificadores de código Walsh e código de embaralhamento.

20 A Figura 8 é uma ilustração de um sistema 900 que facilita o aumento do espaço de código em um ambiente de comunicação WCDMA de acordo com diversos aspectos. O sistema 900 compreende uma estação base 902 com um primeiro módulo de comunicação 904, um segundo módulo de comunicação 25 906, até um n-ésimo módulo de comunicação 908. Deve, portanto, ficar entendido que a estação base 902 pode compreender qualquer número de módulos de comunicação, em que cada módulo de comunicação está associado a um respectivo par de antenas, conforme apresentado na Figura 30 2. Conforme ilustrado, o primeiro módulo de comunicação 904 recebe sinal(ais) provenientes de um ou mais dispositivos de usuário 910 via uma antena de recepção 912 e transmite para os um ou mais dispositivos de usuário 910 através de

uma antena de transmissão 918. De maneira semelhante, o módulo de comunicação 906 está associado a uma antena de recepção 914 e a uma antena de transmissão 920, e o módulo de comunicação 908 está igualmente associado a uma antena de recepção 916 e a uma antena de transmissão 922, onde as 5 antenas 914, 916, 920 e 922 facilitam a comunicação com um ou mais dispositivos de usuário (não mostrados).

O módulo de comunicação 904 compreende um receptor 924 que recebe informações da antena de recepção 912 e está operativamente associado a um demodulador 926, que demodula as informações recebidas. Os símbolos demodulados são analisados por um processador 928, que é semelhante ao processador descrito acima com relação à Figura 7 e é acoplado a uma memória 930, que armazena 10 informações relacionadas a clusters de códigos, designações de dispositivos de usuário, tabelas de consulta relacionadas aos mesmos, sequências de embaralhamento únicas e semelhantes. O processador 928 é adicionalmente acoplado a um gerador de códigos Walsh 932, que gera 15 sequências de códigos que podem ser anexadas a um sinal para identificar de maneira única um dispositivo de usuário pretendido. O módulo de comunicação 904 compreende adicionalmente um gerador de códigos de embaralhamento 934, que pode anexar uma sequência de códigos de pseudo-ruído a 20 um sinal para identificar de maneira única o módulo de comunicação a partir do qual o sinal se origina. Um modulador 936 pode multiplexar o sinal para transmissão, por um transmissor 938 através da antena de transmissão 918 25 para dispositivos de usuário 910.

30 A estação base 902 compreende adicionalmente um componente de designação 940, que pode avaliar uma união de todos dispositivos de usuário em um setor servido pela estação base 902, e pode agrupar dispositivos de usuário em

subconjuntos (como o subconjunto de dispositivos de usuário 910, por exemplo) com base, pelo menos em parte, nas assinaturas espaciais de dispositivos de usuário individuais (utilizando-se uma técnica SDMA ou semelhantes, 5 por exemplo). Em um ambiente de comunicação WCDMA-TDD ou WCDMA-FDD, por exemplo, podem ser empregados códigos Walsh para delinear de maneira única um dispositivo de usuário do próximo, onde um dispositivo de usuário reconhece apenas tais sinais de comunicação que exibem a sequência de 10 códigos Walsh do dispositivo de usuário e transmite utilizando a mesma sequência de códigos Walsh para identificar-se a uma estação base. Entretanto, sistemas WCDMA convencionais são limitados no número de códigos Walsh que podem ser empregados (tipicamente 16 por setor, 15 por exemplo), assim, tais sistemas exibem um limite superior indesejável com relação à capacidade do sistema.

De modo a se prover escalabilidade a tais sistemas WCDMA, o componente de designação 940 pode agrupar dispositivos de usuário em subconjuntos de acordo com um 20 número de usuários que podem ser suportados por um conjunto de códigos Walsh. Deve ficar entendido que o componente de designação 940 pode ser um processador, semelhante ou idêntico ao processador 928, que avalia um conjunto de dispositivos de usuário em um setor; gera subconjuntos de 25 dispositivos de usuário no setor com base, pelo menos em parte, nas assinaturas espaciais dos dispositivos de usuário; designa os subconjuntos a clusters de códigos Walsh e/ou módulos de comunicação que transmitem via os clusters; designa códigos de embaralhamento únicos a 30 clusters individuais, etc. Por exemplo, todos os usuários em um setor podem ser divididos em subconjuntos de 16 ou menos com base pelo menos em parte em suas proximidades geográficas uns dos outros, e cada subconjunto pode ser

designado a um módulo de comunicação. O gerador de códigos Walsh 932 de cada módulo de comunicação pode gerar uma sequência de códigos Walsh única para cada dispositivo de usuário no subconjunto designado do módulo de comunicação.

5 Para mitigar qualquer interferência indesejável entre dispositivos de usuário com designações de sequências de códigos Walsh idênticas, mas em clusters diferentes, o gerador de códigos de embaralhamento de cada módulo de comunicação pode adicionar um código de embaralhamento 10 único a todos os sinais transmitidos da antena do módulo de comunicação. Desta maneira, um dispositivo de usuário 910 pode reconhecer um código de embaralhamento específico como sendo compatível com seu módulo de comunicação 904 designado, conforme designado pelo componente de designação 15 940 e pode determinar então se a sequência Walsh com a qual o sinal é transmitido coincide com a sequência Walsh designada do dispositivo de usuário. Se este for o caso, o dispositivo de usuário pode iniciar decodificação e processamento do sinal. Caso contrário, o sinal aparecerá 20 como pseudo-ruído para o dispositivo de usuário.

Deve ficar entendido que, embora o exposto acima seja descrito com relação a escalonamento linear da capacidade do sistema em link reverso à medida que um número de antenas de recepção é aumentado em um ambiente de 25 comunicação WCDMA TDD e/ou FDD, tais técnicas podem ser aplicadas a transmissões em link direto assim como à utilização de conformação de feixes e ao aumento do número de antenas de transmissão, conforme será entendido pelos versados na técnica.

30 A Figura 9 mostra um sistema de comunicação sem fio exemplar 1000. O sistema de comunicação sem fio 1000 mostra uma estação base e um terminal por razões de concisão. Entretanto, deve ficar entendido que o sistema

- pode incluir mais de uma estação base e/ou mais de um terminal, em que estações base e/ou terminais adicionais podem ser substancialmente semelhantes ou diferentes da estação base e do terminal exemplares descritos a seguir.
- 5 Além disto, deve ficar entendido que a estação base e/ou o terminal podem utilizar os sistemas (Figuras 7-8) e/ou métodos (Figuras 3-4) aqui descritos para facilitar a comunicação sem fio entre eles.

Com referência agora à Figura 9, em um downlink, 10 no ponto de acesso 1005, um processador de dados de transmissão (TX) 1010 recebe, formata, codifica, intercala e modula (ou mapeia em símbolos) dados de tráfego e provê símbolos de modulação ("símbolos de dados"). Um modulador de símbolos 1015 recebe e processa os símbolos de dados e 15 os símbolos piloto e provê um fluxo de símbolos. Um modulador de símbolos 1015 multiplexa símbolos piloto e de dados nas sub-bandas apropriadas, provê um valor de sinal de zero para cada sub-banda não utilizada e obtém um conjunto de  $N$  símbolos de transmissão para as  $N$  sub-bandas 20 para cada período de símbolos. Cada símbolo de transmissão pode ser um símbolo de dados, um símbolo piloto ou um valor de sinal de zero. Os símbolos piloto podem ser enviados continuamente em cada período de símbolos. Os símbolos piloto podem ser multiplexados por divisão de freqüência (FDM), multiplexados por divisão de freqüência ortogonal (OFDM), multiplexados por divisão de tempo (TDM) ou multiplexados por divisão de código (CDM). No caso de um sistema OFDM, o modulador de símbolos 1015 pode transformar 25 cada conjunto de  $N$  símbolos de transmissão no domínio do tempo utilizando uma IFFT de  $N$  pontos para obter um símbolo "transformado" que contém  $N$  chips no domínio do tempo. O modulador de símbolos 1015 repete tipicamente uma parte de 30 cada símbolo transformado para obter um símbolo

correspondente. A parte repetida é conhecida como um prefixo cílico e é utilizada para combater o espalhamento de retardo no canal sem fio.

Uma unidade transmissora (TMTR) 1020 recebe e  
5 converte o fluxo de símbolos em um ou mais sinais analógicos e adicionalmente condiciona (por exemplo, amplifica, filtra e converte ascendente em freqüência) os sinais analógicos para gerar um sinal de downlink adequado para transmissão através do canal sem fio. O sinal  
10 de downlink é então transmitido aos terminais através de uma antena 1025. No terminal 1030, uma antena 1035 recebe o sinal de downlink e provê o sinal recebido a uma unidade receptora (RCVR) 1040. A unidade receptora 1040 condiciona (filtra, amplifica e converte descendente em  
15 freqüência, por exemplo) o sinal recebido e digitaliza o sinal condicionado para obter amostras. Um demodulador de símbolos 1045 remove o prefixo cílico anexado a cada símbolo, transforma cada símbolo transformado recebido no domínio da freqüência utilizando uma FFT de N pontos, obtém  
20 N símbolos recebidos para as N sub-bandas para cada período de símbolos, e provê os símbolos piloto recebidos a um processador 1050 para estimação de canal. O demodulador de símbolos 1045 adicionalmente recebe uma estimativa de resposta em freqüência para o downlink proveniente do  
25 processador 1050, realiza demodulação de dados nos símbolos de dados recebidos para obter estimativas de símbolos de dados (que são estimativas dos símbolos de dados transmitidos), e provê as estimativas de símbolos de dados a um processador de dados RX 1055, que demodula (demapeia  
30 em símbolos, por exemplo), deintercala e decodifica as estimativas de símbolos de dados para recuperar os dados de tráfego transmitidos. O processamento pelo demodulador de símbolos 1045 e pelo processador de dados RX 1055 é

complementar ao processamento pelo modulador de símbolos 1015 e pelo processador de dados TX 1010, respectivamente, no ponto de acesso 1000.

No uplink, um processador de dados TX 1060 5 processa dados de tráfego e provê símbolos de dados. Um modulador de símbolos 1065 recebe e multiplexa os símbolos de dados com símbolos piloto, realiza modulação e provê um fluxo de símbolos. Os símbolos piloto podem ser transmitidos em sub-bandas que foram designadas ao terminal 10 1030 para transmissão de piloto, onde o número de subbandas de piloto para o uplink pode ser o mesmo ou diferente do número de subbandas de piloto para o downlink. Uma unidade transmissora 1070 em seguida recebe e processa 15 o fluxo de símbolos para gerar um sinal de uplink, que é transmitido pela antena 1035 ao ponto de acesso 1010.

No ponto de acesso 1010, o sinal de uplink do terminal 1030 é recebido pela antena 1025 e processado por uma unidade receptora 1075 para obter amostras. Um demodulador de símbolos 1080 processa então as amostras e 20 provê símbolos piloto recebidos e estimativas de símbolos de dados ao uplink. Um processador de dados RX 1085 processa as estimativas de símbolos de dados para recuperar os dados de tráfego transmitidos pelo terminal 1035. Um processador 1090 realiza estimação de canal para cada 25 terminal ativo que transmite no uplink. Múltiplos terminais podem transmitir piloto concomitantemente no uplink em seus respectivos conjuntos designados de subbandas de piloto, onde os conjuntos de subbandas de piloto podem ser entrelaçados.

30 Os processadores 1090 e 1050 orientam (como, por exemplo, controlam, coordenam, gerenciam, etc.) o funcionamento no ponto de acesso 1010 e no terminal 1035, respectivamente. Os respectivos processadores 1090 e 1050

podem ser associados a unidades de memória (não mostradas), que armazenam códigos de programa e dados. Os processadores 1090 e 1050 podem também realizar computações para derivar estimativas de resposta ao impulso e em freqüência para o 5 uplink e o downlink, respectivamente.

Para um sistema de acesso múltiplo (como, por exemplo, FDMA, OFDMA, CDMA, TDMA, etc.), múltiplos terminais podem transmitir concomitantemente no uplink. Para tal sistema, as subbandas de piloto podem ser 10 compartilhadas entre diferentes terminais. As técnicas de estimação de canal podem ser utilizadas nos casos em que as subbandas de piloto para cada terminal se estendem por toda a banda de operação (possivelmente exceto nas bordas da banda). Tal estrutura de subbanda de piloto seria desejável 15 para se obter diversidade em freqüência para cada terminal. As técnicas aqui descritas podem ser implementadas por diversos meios. Por exemplo, estas técnicas podem ser implementadas em hardware, software ou uma combinação dos 20 mesmos. Para uma implementação em hardware, as unidades de processamento utilizadas na estimação de canal podem ser implementadas dentro de um ou mais circuitos integrados de aplicação específica (ASICs), processadores de sinais 25 digitais (DSPs), dispositivos de processamento de sinais digitais (DSPDs), dispositivos lógicos programáveis (PLDs), arranjos de portas programáveis em campo (FPGAs), 30 processadores, controladores, microcontroladores, microprocessadores, outras unidade eletrônicas projetadas para realizar as funções aqui descritas ou uma combinação dos mesmos. Com software, a implementação pode ser através de módulos (como, por exemplo, procedimentos, funções e assim por diante) que realizem as funções aqui descritas. Os códigos de software podem ser armazenados em uma unidade de memória e executados pelos processadores 1090 e 1050.

Para uma implementação em software, as técnicas aqui descritas podem ser implementadas com módulos (como, por exemplo, procedimentos, funções e assim por diante) que realizem as funções aqui descritas. Os códigos de software 5 podem ser armazenados em unidades de memória e executados por processadores. A unidade de memória pode ser implementada dentro do processador ou fora do processador, e neste caso ela pode ser comunicativamente acoplada ao processador por diversos meios, conforme é sabido na 10 técnica.

O que foi descrito acima inclui exemplos de uma ou mais modalidades. Evidentemente, não é possível descrever cada combinação concebível de componentes ou metodologias para fins de descrição das modalidades acima 15 mencionadas, mas os versados na técnica podem reconhecer que são possíveis muitas outras combinações e permutação de diversas modalidades. Por conseguinte, as modalidades descritas pretendem abranger todas as alterações, modificações e variações que se incluem dentro do espírito 20 e escopo das reivindicações anexas. Além disto, na medida em que o termo "inclui" é utilizado ou na descrição detalhada ou nas reivindicações, tal termo pretende ser inclusivo de uma maneira semelhante ao termo "compreendendo" como "compreendendo" é interpretado quando 25 utilizado como uma palavra de transição em uma reivindicação.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para aumentar capacidade de sistema para um ambiente de comunicação sem fio, compreendendo:
  - designar um código de embaralhamento único a um cluster de códigos Walsh que tem um conjunto de sequências de códigos Walsh ortogonais, com base em informações espaciais; e
  - designar uma sequência de códigos Walsh a um dispositivo de usuário.
- 10 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente avaliar se capacidade de sistema foi ultrapassada.
- 15 3. Método, de acordo com a reivindicação 2, compreendendo adicionalmente definir um número de clusters de códigos Walsh suficiente para atender às exigências de sistema quando a capacidade de sistema tiver sido ultrapassada.
- 20 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente determinar se uma assinatura espacial para um primeiro dispositivo de usuário está dentro de uma faixa limite predeterminada de uma assinatura espacial para um segundo dispositivo de usuário.
- 25 5. Método, de acordo com a reivindicação 4, no qual a faixa limite predeterminada é baseada, pelo menos em parte, na distância dentro da qual os primeiro e segundo dispositivos de usuário interferirão um com o outro quando a eles forem designados códigos Walsh idênticos.
- 30 6. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente designar um primeiro e um segundo dispositivos de usuário a diferentes clusters de códigos Walsh quando da determinação de que assinaturas espaciais para os primeiro e segundo dispositivos de usuário estão fora de uma faixa limite predeterminada.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente designar um primeiro e segundo dispositivos de usuário a um mesmo cluster de códigos Walsh quando da determinação de que assinaturas espaciais para os 5 primeiro e segundo dispositivos de usuário estão dentro de uma faixa limite predeterminada.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, no qual aos dispositivos de usuário dentro do mesmo cluster de códigos Walsh são designadas sequências de códigos Walsh 10 ortogonais.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual vários clusters de códigos Walsh são definidos como tendo conjuntos duplicados de códigos Walsh ortogonais.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual o ambiente de comunicação sem fio emprega um protocolo de acesso múltiplo por divisão de código de banda larga.

11. Equipamento de comunicação sem fio, compreendendo:

uma memória que armazena informações relacionadas 20 a pelo menos um cluster de códigos Walsh compreendendo um conjunto de sequências de códigos Walsh ortogonais; e

um processador, acoplado à memória, que designa um código de embaralhamento único ao pelo menos um cluster de códigos Walsh e que designa uma sequência de códigos 25 Walsh a um dispositivo de usuário.

12. Equipamento, de acordo com a reivindicação 11, no qual a memória armazena uma tabela de consulta compreendendo informações relacionadas a clusters de códigos Walsh, sequências de códigos Walsh em cada cluster, 30 designações de dispositivos de usuário de sequências de códigos Walsh e códigos de embaralhamento designados a cada cluster.

13. Equipamento, de acordo com a reivindicação 12, no qual o processador avalia assinaturas espaciais associadas a dispositivos de usuário no setor e agrupa os dispositivos de usuário em subconjuntos com base, pelo 5 menos em parte, nas assinaturas espaciais dos dispositivos de usuário.

14. Equipamento, de acordo com a reivindicação 13, no qual o processador designa subconjuntos de dispositivos de usuário no setor a um cluster de códigos.

10 15. Equipamento, de acordo com a reivindicação 14, no qual o processador designa adicionalmente cada um dos dispositivos de usuário em um subconjunto a uma sequência de códigos Walsh ortogonais diferente no cluster para mitigar interferência entre dispositivos de usuário no 15 mesmo cluster.

16. Equipamento, de acordo com a reivindicação 12, no qual o processador designar um código de embaralhamento único a cada cluster para diferenciar entre clusters.

20 17. Equipamento, de acordo com a reivindicação 16, no qual o código de embaralhamento é um código de pseudo-ruído.

25 18. Equipamento, de acordo com a reivindicação 11, no qual o equipamento de comunicação sem fio se comunica de acordo com um protocolo de acesso múltiplo por divisão de código em banda larga.

30 19. Equipamento, de acordo com a reivindicação 11, no qual o equipamento de comunicação sem fio se comunica de acordo com pelo menos um entre comunicação duplexada por divisão de tempo e comunicação duplexada por divisão de freqüência.

20. Equipamento para aumentar capacidade de sistema em um setor em um ambiente de comunicação sem fio, compreendendo:

5        mecanismos para gerar múltiplos clusters de códigos Walsh que têm um conjunto completo de sequências Walsh ortogonais;

      mecanismos para designar um código de embaralhamento único a cada cluster de códigos Walsh; e

10      mecanismos para designar subconjuntos de dispositivos de usuário a clusters de códigos Walsh, em que a cada dispositivo de usuário é designada pelo menos uma sequência Walsh ortogonal em um cluster de códigos Walsh.

21. Equipamento, de acordo com a reivindicação 20, compreendendo adicionalmente mecanismos para avaliar assinaturas espaciais para um conjunto de dispositivos de usuário no setor e agrupar os dispositivos de usuário em subconjuntos com base, pelo menos em parte, em respectivas assinaturas espaciais.

22. Equipamento, de acordo com a reivindicação 21, compreendendo adicionalmente mecanismos para escalar o número de clusters de códigos Walsh de acordo com demanda de sistema no setor, de modo que a todos os dispositivos de usuário seja designada pelo menos uma sequência Walsh ortogonal.

25      23. Equipamento, de acordo com a reivindicação 21, no qual o ambiente de comunicação sem fio utiliza um protocolo de acesso múltiplo por divisão de código em banda larga.

30      24. Equipamento, de acordo com a reivindicação 23, no qual o ambiente de comunicação sem fio é pelo menos um entre duplexado por divisão de tempo e duplexado por divisão de freqüência.

25. Meio legível por computador que tem armazenadas no mesmo instruções executáveis por computador para:

5 gerar múltiplos clusters de códigos Walsh que têm, cada um, um conjunto completo de sequências Walsh ortogonais;

designar um código de embaralhamento único a cada cluster de códigos Walsh para identificar de maneira única cada cluster; e

10 designar subconjuntos de dispositivos de usuário a clusters de códigos Walsh, em que a cada dispositivo de usuário é designada pelo menos uma sequência Walsh ortogonal em um cluster de códigos Walsh.

26. Meio legível por computador, de acordo com a reivindicação 25, compreendendo adicionalmente instruções para agrupar dispositivos de usuário no setor em subconjuntos com base, pelo menos em parte, em uma assinatura espacial associada a cada dispositivo de usuário.

20 27. Meio legível por computador, de acordo com a reivindicação 26, compreendendo adicionalmente mecanismos para escalar o número de clusters de códigos Walsh de acordo com demanda de sistema no setor, de modo que a todos os dispositivos de usuário seja designada pelo menos uma sequência Walsh ortogonal.

28. Processador que executa instruções para aumentar capacidade de sistema em um ambiente de comunicação sem fio de acesso múltiplo por divisão de código em banda larga, as instruções compreendendo:

30 gerar múltiplos clusters de códigos Walsh que têm, cada um, um conjunto completo de sequências Walsh ortogonais;

designar subconjuntos de dispositivos de usuário a clusters de códigos Walsh, em que a cada dispositivo de usuário é designada pelo menos uma sequência Walsh ortogonal em um cluster de códigos Walsh e em que 5 subconjuntos são gerados com base, pelo menos em parte, nas assinaturas espaciais dos dispositivos de usuário; e

designar um código de embaralhamento único a cada cluster de códigos Walsh para se distinguir entre os clusters de códigos Walsh.

10 29. Dispositivo móvel que facilita comunicação através de uma rede sem fio, compreendendo:

um componente que recebe uma designação de uma sequência de códigos Walsh em um cluster de códigos Walsh;

15 um componente que reconhece se a sequência de códigos Walsh em um sinal entrante é designada ao dispositivo móvel; e

um componente que reconhece se um código de embaralhamento esperado associado ao cluster de códigos Walsh está presente no sinal entrante;

20 em que o dispositivo móvel desconsidera como pseudo-ruído um sinal entrante que não apresenta nem a sequência de códigos Walsh designada nem o código de embaralhamento esperado.

30. Dispositivo móvel, de acordo com a reivindicação 29, no qual o dispositivo é pelo menos um dentre um telefone celular, um telefone inteligente, um dispositivo de comunicação portátil, um dispositivo de computação portátil, um rádio via satélite, um sistema de posicionamento global, um laptop e um PDA.

30 31. Método para aumentar capacidade de sistema em um ambiente de comunicação sem fio, compreendendo as etapas de:

designar dispositivos de usuário com assinaturas espaciais semelhantes a um mesmo cluster de códigos Walsh; e

5 designar dispositivos de usuário com assinaturas espaciais suficientemente diferentes a clusters de códigos Walsh diferentes.

10 32. Método, de acordo com a reivindicação 31, compreendendo adicionalmente designar um código de embaralhamento único a cada cluster de códigos Walsh para se distinguir entre clusters de códigos Walsh.

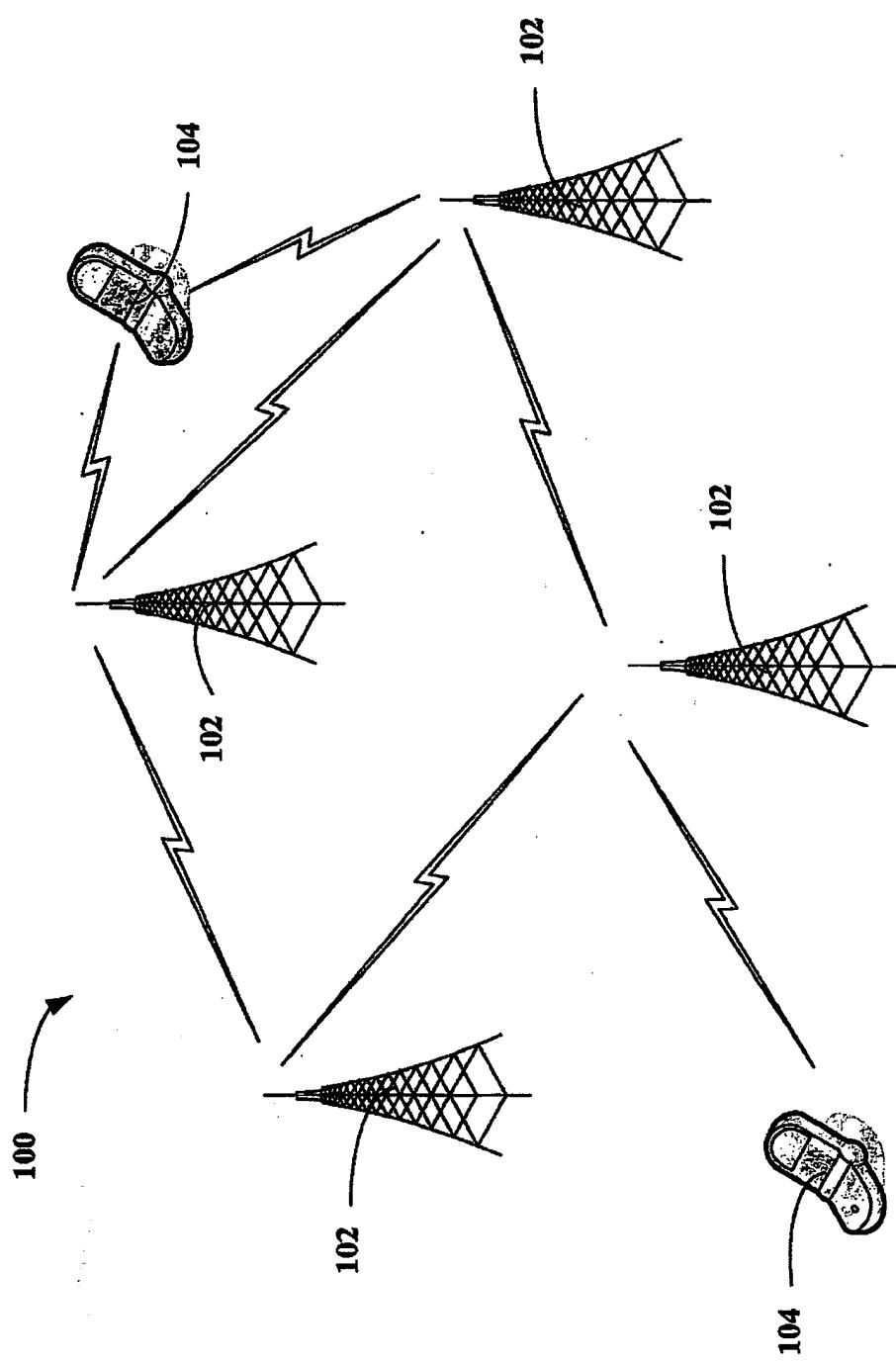
33. Método, de acordo com a reivindicação 31, compreendendo adicionalmente definir uma faixa limite espacial predeterminada que delinea fronteiras espaciais entre dispositivos de usuário.

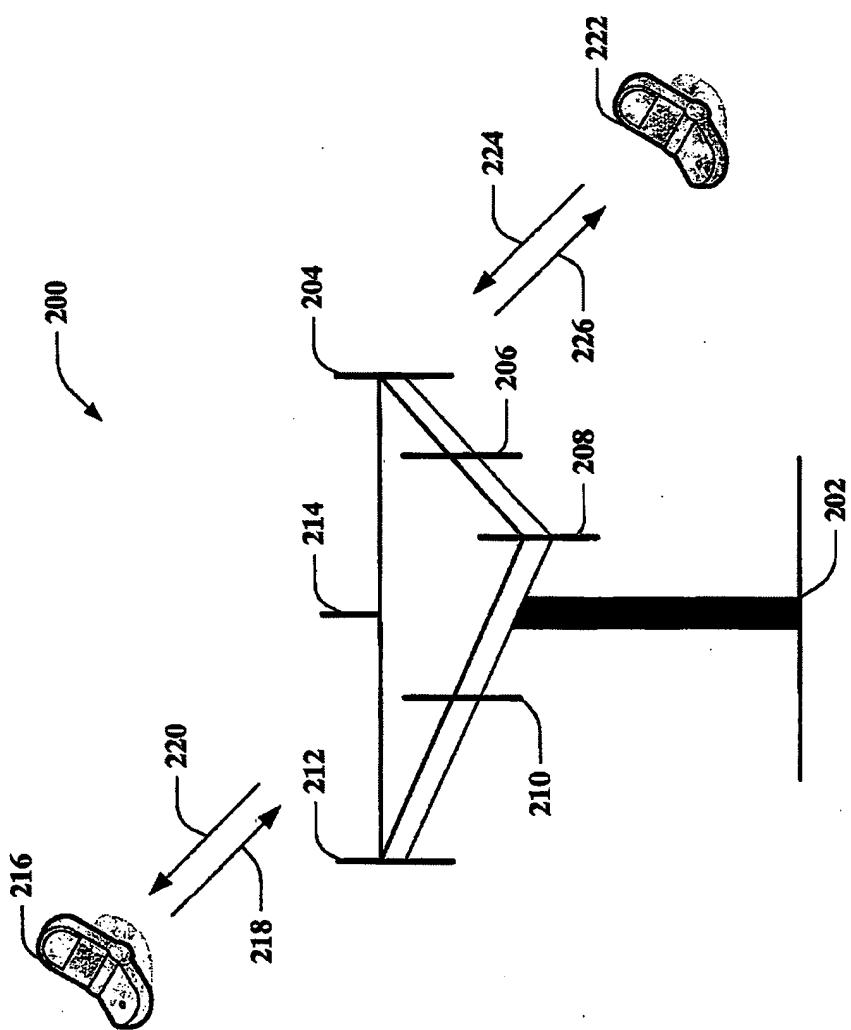
15 34. Método, de acordo com a reivindicação 33, compreendendo adicionalmente designar dispositivos de usuário ao mesmo cluster de códigos quando suas assinaturas espaciais estão dentro da faixa limite espacial predeterminada umas das outras.

20 35. Método, de acordo com a reivindicação 33, compreendendo adicionalmente designar dispositivos de usuário a diferentes clusters de códigos quando suas assinaturas espaciais não estão dentro da faixa limite espacial predeterminada umas das outras.

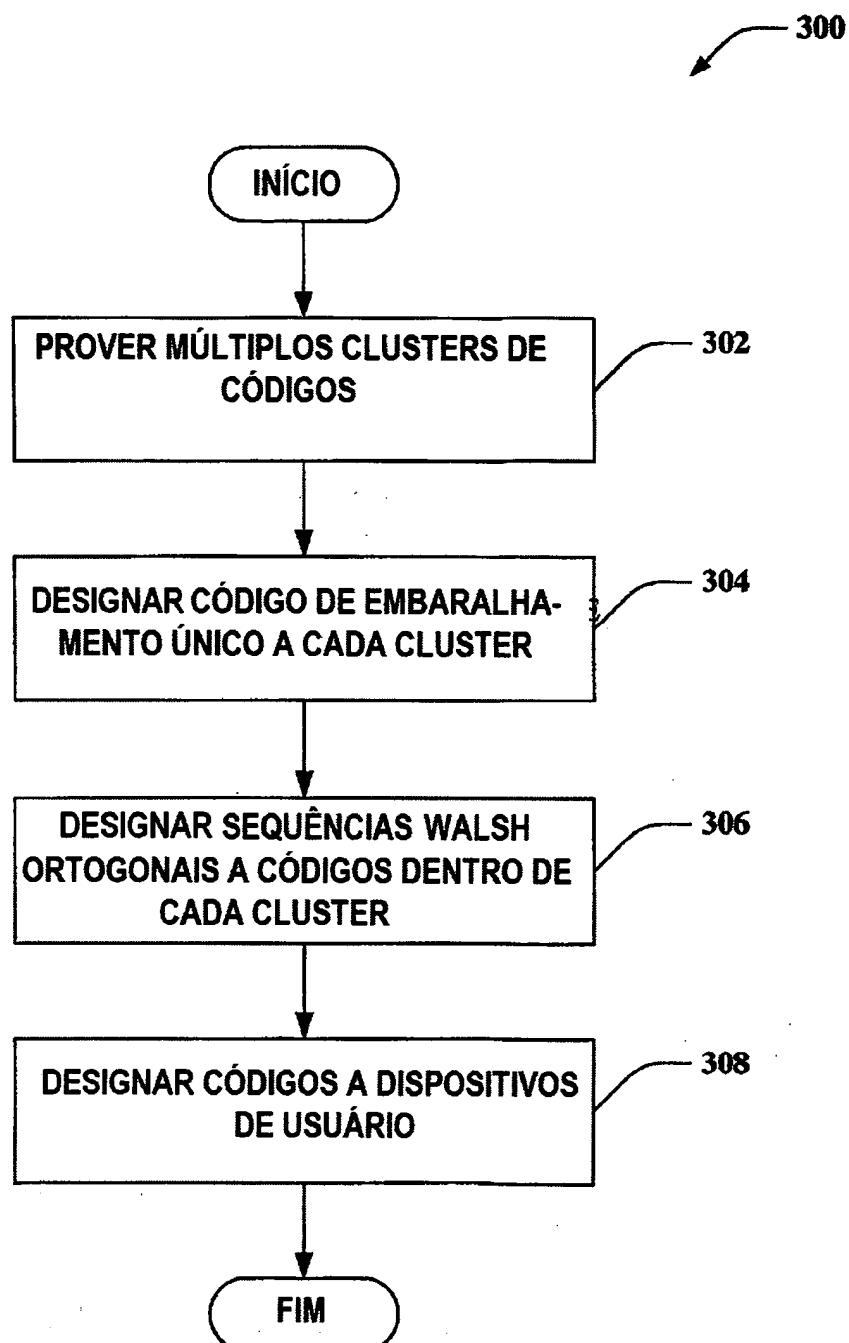
25 36. Método, de acordo com a reivindicação 35, compreendendo adicionalmente permitir designação de sequências de códigos Walsh idênticas em diferentes clusters de códigos a dispositivos de usuário designados a diferentes clusters de códigos.

FIG. 1





**FIG. 2**

**FIG. 3**

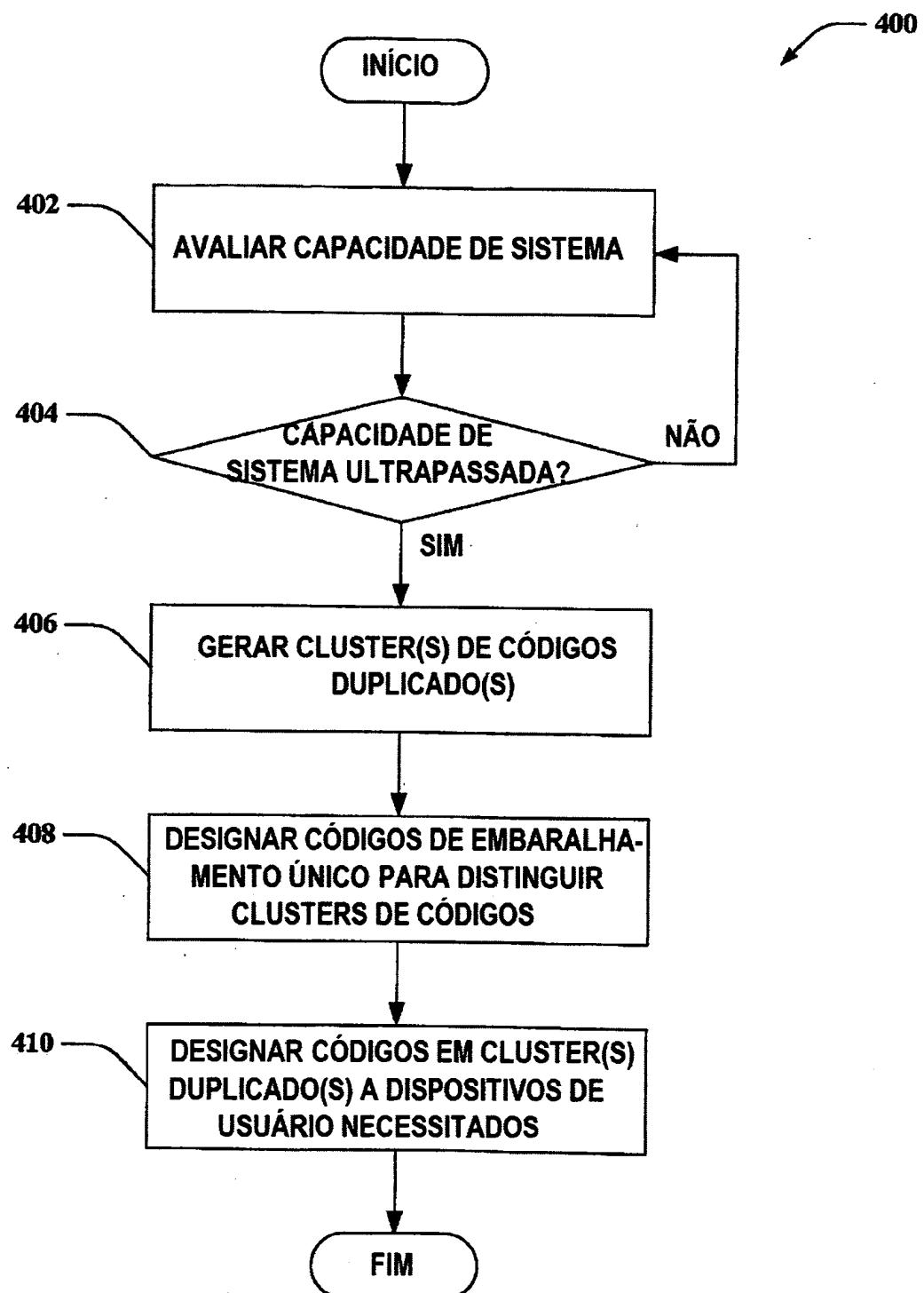
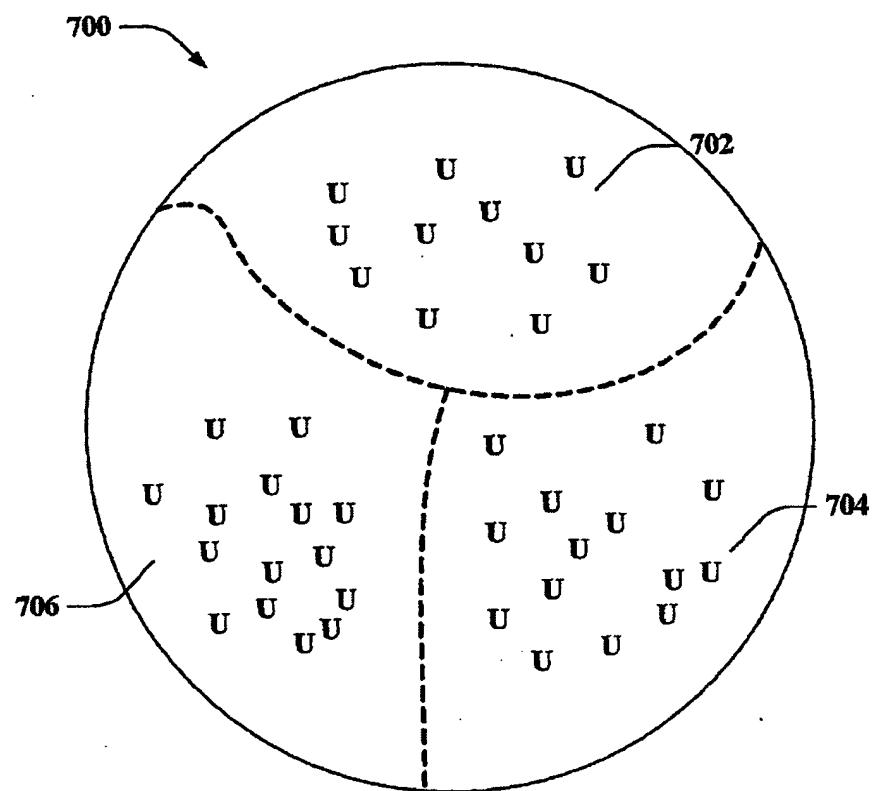


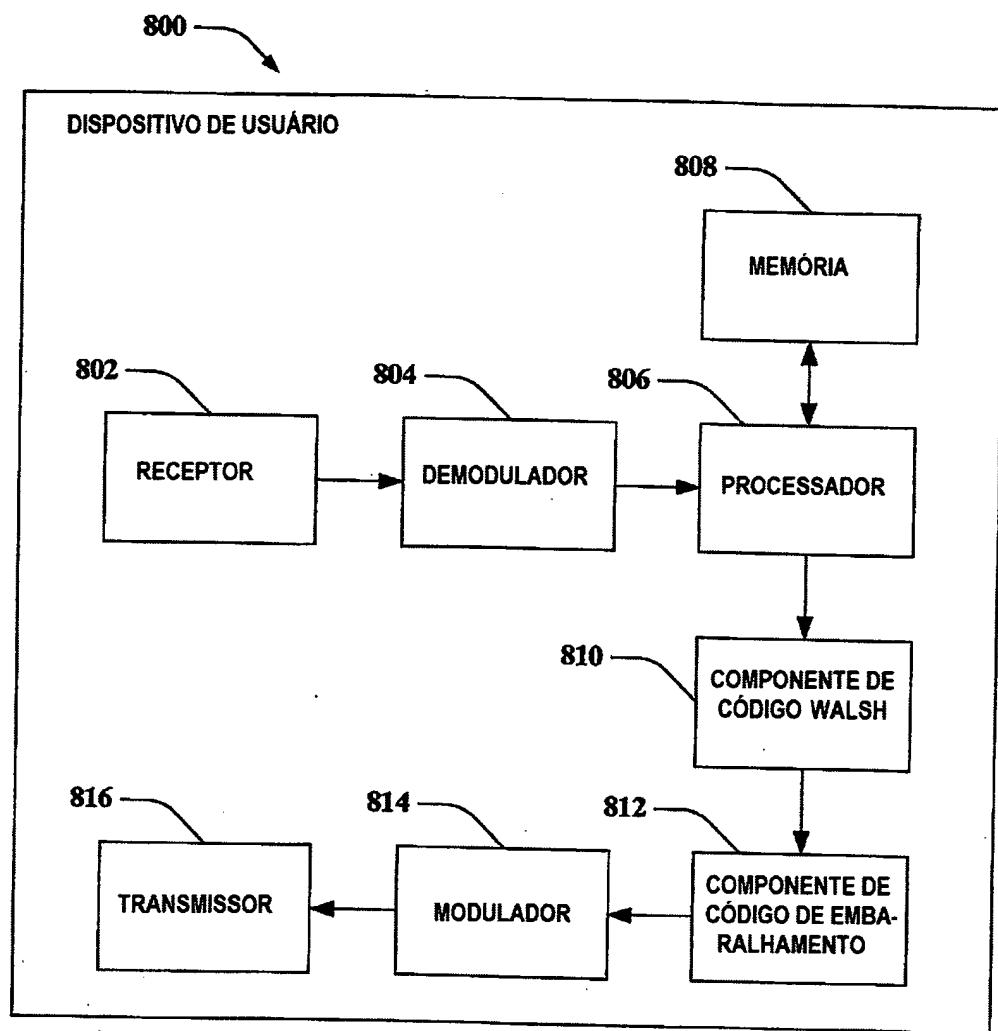
FIG. 4

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$C_1$	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$	$U_9$	$U_{10}$	$U_{11}$	$U_{12}$	$U_{13}$	$U_{14}$	$U_{15}$	$U_{16}$
$C_2$	$U_{17}$	$U_{18}$	$U_{19}$	$U_{20}$	$U_{21}$	$U_{22}$	$U_{23}$	$U_{24}$	$U_{25}$	$U_{26}$	$U_{27}$	$U_{28}$	$U_{29}$	$U_{30}$	$U_{31}$	
$C_N$	$U_M$	$U_{M+1}$	$U_{M+2}$	...												

FIG. 5



**FIG. 6**



**FIG. 7**

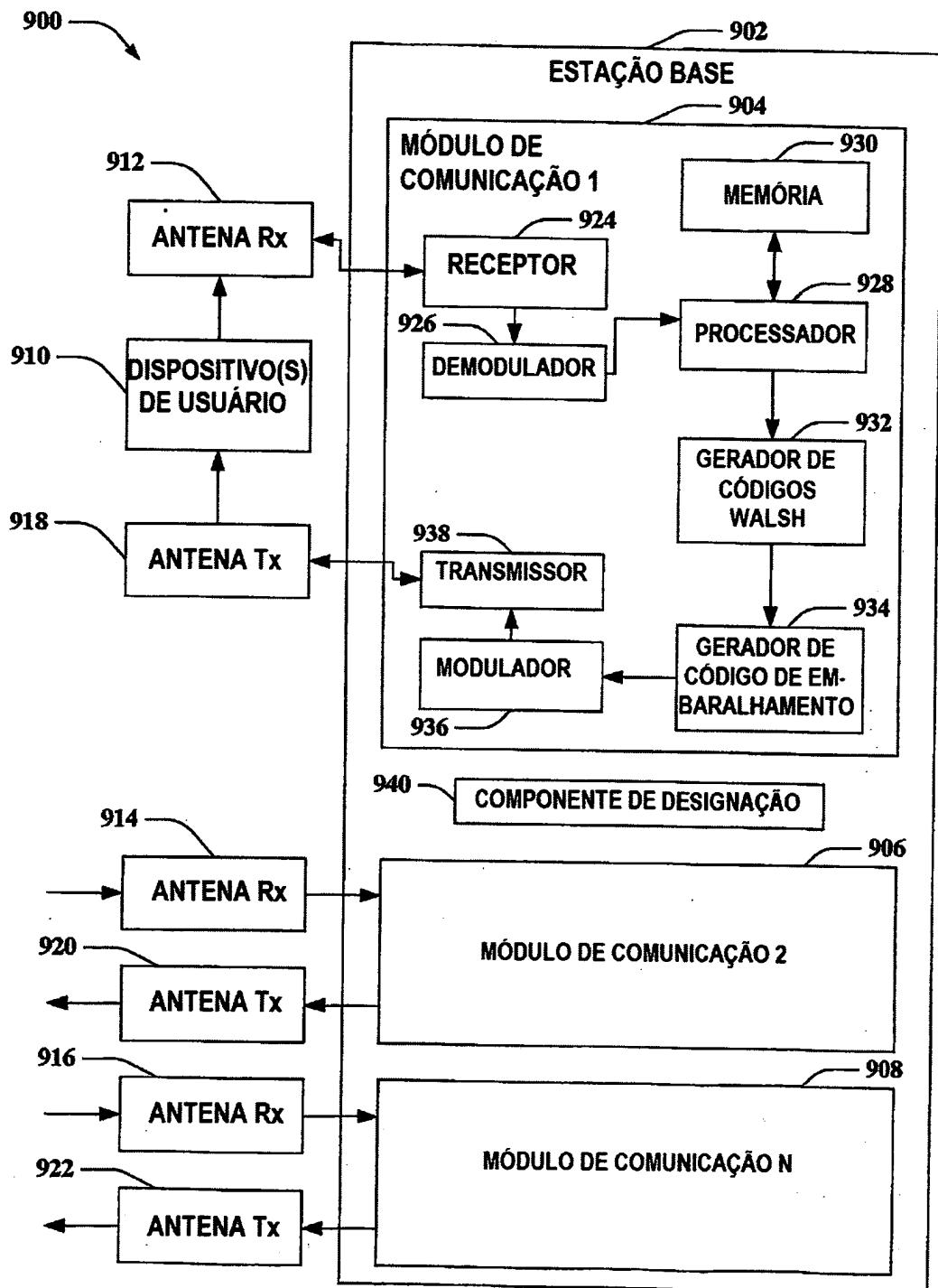
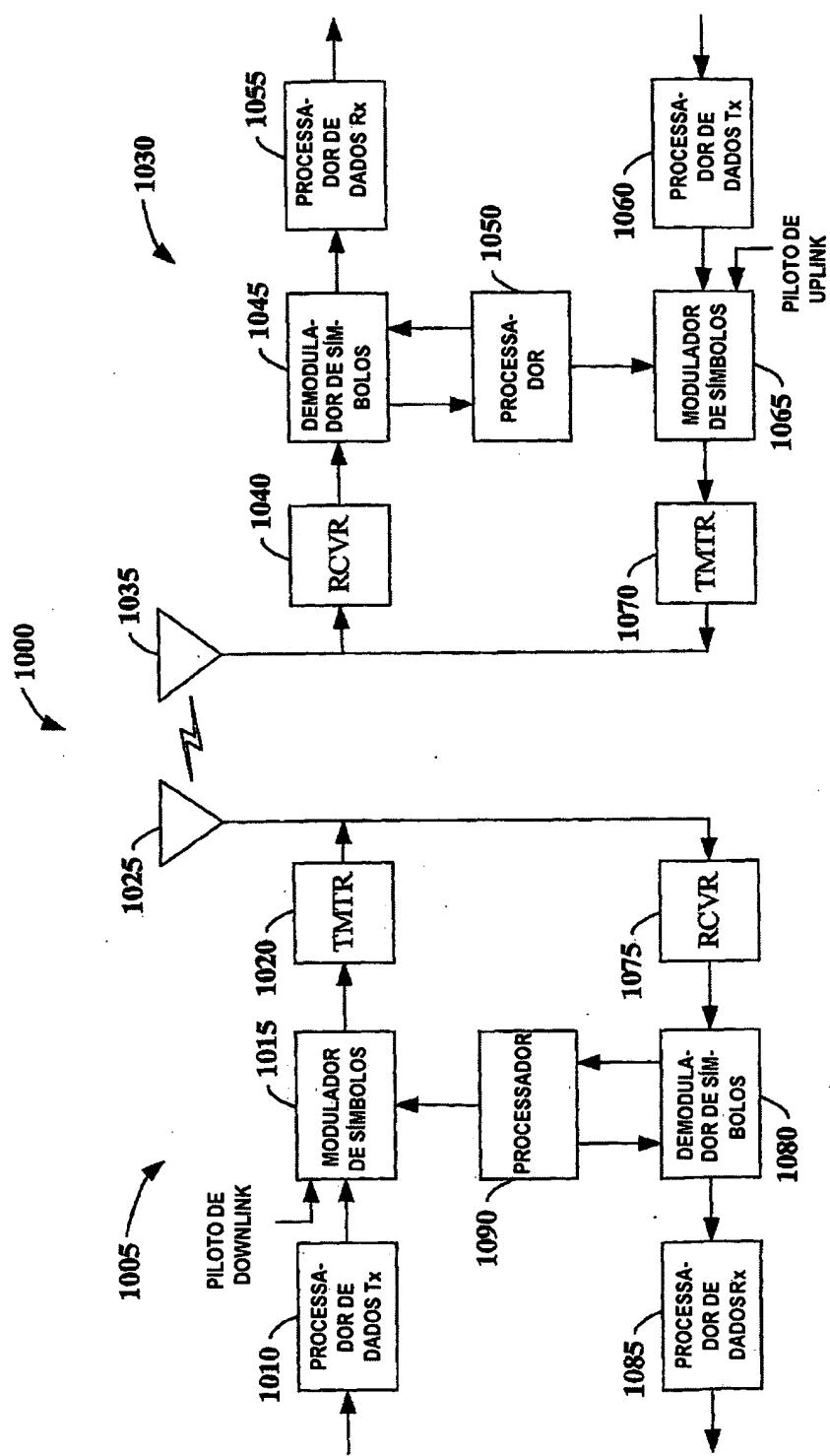


FIG. 8



69

**RESUMO****"ACESSO MÚLTIPLO POR DIVISÃO DE ESPAÇO (SDMA) PARA WCDMA  
COM CAPACIDADE AUMENTADA PELA UTILIZAÇÃO DE MÚLTIPLOS  
CÓDIGOS DE EMBARALHAMENTO"**

5 São descritos sistemas e metodologias que facilitam aumento da capacidade de sistema em um ambiente de comunicação sem fio WCDMA limitado por código (como, por exemplo, TDD, FDD,...). De acordo com um aspecto, um espaço de código maior pode ser definido introduzindo-se múltiplos  
10 clusters de códigos dentro de um setor, em que cada cluster tem um código de embaralhamento único. Os códigos dentro de um cluster podem ter sequências Walsh ortogonais que podem ser designadas a dispositivos de usuário para facilitar comunicação através de uma rede sem fio e podem sobrepor-se  
15 a códigos em outro cluster. O código de embaralhamento único designado a cada cluster pode assegurar que sequências Walsh duplicadas em outro cluster no mesmo setor apareçam como códigos de pseudo-ruído.