



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

(11) PI 0910831-9 B1

(22) Data do Depósito: 28/04/2009

(45) Data de Concessão: 27/04/2021



* B R P I 0 9 1 0 8 3 1 B 1 *

(54) Título: MÉTODO PARA MELHORAR A CAPACIDADE DE TRANSMISSÃO EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO E APARELHO DE TRANSMISSÃO SIMULTÂNEA

(51) Int.Cl.: H04B 7/0456; H04B 7/0452; H04B 7/06.

(52) CPC: H04B 7/0469; H04B 7/0452; H04B 7/0465; H04B 7/0639; H04B 7/0695.

(30) Prioridade Unionista: 29/04/2008 US 61/048,716.

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

(72) Inventor(es): LAI KING TEE; YI SONG; NENG WANG.

(86) Pedido PCT: PCT US2009002585 de 28/04/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/134357 de 05/11/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/10/2010

(57) Resumo: DESEMPENHO APERFEIÇOADO PARA UMA REDE CELULAR DE FORMAÇÃO DE FEIXE DE MÚLTIPLAS ANTENAS. A presente invenção refere-se a uma melhor aplicação dos coeficientes de intensidade de sinal em uma rede celular setorizada SDMA. A aplicação aperfeiçoada de coeficientes de resistência de sinal é conduzida através da seleção aperfeiçoada de coeficientes de um novo subconjunto do livro-código ou pela seleção dos coeficientes de um subconjunto maior do livro-código. Em uma modalidade adicional, um índice de feixe de antena ou mapa de bits pode ser usado para selecionar o(s) melhor (es) feixe(s) em uma rede celular setorizada SDMA. Em outra modalidade, um campo ou um fator em um pacote de transmissão de enlace ascendente ou enlace descendente pode designar em qual feixe de transmissão direcional é mais adequado para a transmissão ou quando o feixe de transmissão direcional quando deveria ser ativado.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA MELHORAR A CAPACIDADE DE TRANSMISSÃO EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO E APARELHO DE TRANSMISSÃO SIMULTÂNEA"**.

DADOS DO PEDIDO RELACIONADO

[001] Esta aplicação está relacionada com o Pedido de Patente Provisória No. de Série 60/048,716 depositado em 29 de abril de 2008, e a prioridade é reivindicada para estes arquivamentos anteriores em 35 USC § 119 (e). O pedido de patente provisório também é incorporado por referência a este pedido de patente de utilidade.

CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

[002] Um sistema e método de seleção de subconjunto de livro-código em um sistema de comunicação móvel com múltiplas antenas de transmissão.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[003] Há uma demanda crescente de operadoras móveis sem fio para oferecer serviços de voz e em alta velocidade dados e, ao mesmo tempo, essas operadoras querem dar suporte a mais usuários por estação base para reduzir os custos de rede global e tornar os serviços acessíveis aos assinantes. Como um resultado, os sistemas sem fio que permitem taxas de dados maiores e maior capacidade são necessários. O espectro disponível para serviços sem fio é limitado, e as tentativas anteriores para aumentar o tráfego dentro de uma largura de banda fixa possuem interferência aumentada no sistema e qualidade de sinal degradada.

[004] Um problema existe quando as antenas omnidirecionais são utilizadas na estação base, porque a transmissão / recepção de cada sinal do usuário se torna uma fonte de interferência para outros usuários localizados no mesmo local de uma célula na rede, fazendo a interferência do sistema global limitado. Essa antena omnidirecional é

mostrada na figura 1(a). Nestes sistemas de rede celular móvel tradicional, a estação base não tem nenhuma informação sobre a posição das unidades móveis no interior da célula e irradia o sinal em todas as direções dentro da célula, a fim de prover uma cobertura de rádio. Isso resulta em desperdício de energia nas transmissões quando não há unidades móveis para alcançar, além de causar interferência às células adjacentes usando a mesma frequência, chamada de células de cocanal. Da mesma forma, na recepção, a antena recebe os sinais provenientes de todas as direções, incluindo ruídos e interferências.

[005] Uma forma eficaz de reduzir este tipo de interferência é a utilização tecnologia de múltiplas entradas - múltiplas saídas (MIMO), que suporta múltiplas antenas no transmissor e receptor. Para um canal de difusão de múltiplas antenas, como o enlace descendente em uma rede celular, estratégias de transmissão / recepção foram desenvolvidas para maximizar a capacidade de transmissão de enlace descendente dividindo a célula em múltiplos setores e usando antenas setorizadas para se comunicar simultaneamente com múltiplos usuários. Essa tecnologia de antena setorizada oferece uma solução significativamente aperfeiçoada para reduzir os níveis de interferência e melhorar a capacidade do sistema.

[006] O sistema de antena setorizada é caracterizado por um transmissor centralizado (estação rádio-base / torre) que, simultaneamente, se comunica com múltiplos receptores (equipamento de usuário, telefone celular, etc.) que estão envolvidos na sessão de comunicação. Com esta tecnologia, cada sinal do usuário é transmitido e recebido pela estação base apenas na direção daquele determinado usuário. Isto permite ao sistema reduzir significativamente a interferência global do sistema. Um sistema de antena setorizada, como mostrado na Figura 1 (b), consiste em um arranjo de antenas que irradia diferente transmissão / recepção direta diferentes em direção a cada

usuário no sistema ou direções diferentes na rede celular baseada na localização do usuário.

[007] O padrão de radiação da estação base, tanto em transmissão e recepção, é adaptado para cada usuário para obter maior ganho na direção do usuário. Usando tecnologia de antena setorizada e, aproveitando a localização espacial das unidades móveis no interior da célula, técnicas de comunicação chamadas de acesso múltiplo por divisão de espaço (SDMA) foram desenvolvidas para melhorar o desempenho. As técnicas de acesso múltiplo por divisão de espaço (SDMA) essencialmente criam múltiplos tubos espaciais não correlacionados transmitindo simultaneamente através da formação de feixe e/ou pré-codificação, pela qual é capaz de oferecer um desempenho superior em múltiplos sistemas de comunicação de acesso rádio.

[008] Este método de ortogonalmente direcionar transmissões e recepção de sinais é chamado formação de feixe, e isso só é possível através do processamento de sinal avançado na estação base. Na formação de feixe, cada sinal do usuário é multiplicado com pesos complexos que ajustam a magnitude e a fase do sinal para e de cada antena. Isso faz com que a saída do arranjo de antenas setorizadas forme um feixe de transmissão / recepção na direção desejada e minimize a saída em outras direções, o que pode ser visto graficamente na figura 2.

[009] Enquanto os métodos conhecidos existentes no sistema convencional de múltiplas antenas de multiusuário, que empregam um pré-codificador ortogonal para colocar coeficientes sobre as transmissões de formação de feixes ortogonalmente espaciais, os métodos e os sistemas conhecidos não são otimizados nas operações de pré-codificação e, assim, falham para otimizar o desempenho na rede. A presente invenção resolve esses problemas. Além disso, a instalação de muitas antenas nas estações de base única pode ter muitos desafi-

os, que são resolvidos pela presente invenção. Uma vez que a banda de espectro disponível provavelmente será limitada enquanto a exigência de taxa de dados irá aumentar continuamente, a presente invenção também suporta uma expansão do espectro disponível sobre os métodos conhecidos para pré-codificação na rede celular.

[0010] Os diversos componentes no sistema podem ser chamados de nomes diferentes, dependendo da nomenclatura utilizada em qualquer configuração de rede particular ou sistema de comunicação. Por exemplo, "o equipamento de usuário" engloba PC em uma rede cabeada, bem como outros tipos de equipamentos acoplados através de conectividade sem fio diretamente para a rede celular, como pode ser experimentado por várias marcas e modelos de terminais móveis ("telefones celulares") com várias características e funcionalidades, tais como acesso à Internet, e-mail, serviços de mensagens, e similares.

[0011] Além disso, as palavras "receptor" e "transmissor" podem ser referidas como "ponto de acesso" (AP), "estação base" e "usuário" dependendo da direção que a comunicação está sendo transmitida e recebida. Por exemplo, um ponto de acesso AP ou uma estação base (eNóB ou eNB) é o transmissor e o usuário é o receptor para ambientes de enlace descendente, enquanto que um ponto de acesso AP ou uma estação base (eNóB ou eNB) é o receptor e o usuário é o transmissor para ambientes de enlace ascendente. Estes termos (tais como transmissor ou receptor) não se destinam a ser definidos de forma restritiva, mas podem incluir várias unidades de comunicação móvel ou de dispositivo de transmissão localizado na rede.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0012] A presente invenção provê uma melhor aplicação dos coeficientes de intensidade de sinal em uma rede celular setorizada SDMA. A aplicação aperfeiçoada de coeficientes de intensidade de sinal é conduzida através da seleção aperfeiçoada dos coeficientes de

um novo subconjunto do livro-código ou pela seleção dos coeficientes de um subconjunto maior de livro-código. Em uma modalidade adicional, um índice de feixe de antena ou mapa de bits pode ser usado para escolher o(s) melhor(es) feixe (s) em uma rede celular setorizada SDMA. Em outra modalidade, um campo ou um fator em um pacote de transmissão de enlace ascendente ou enlace descendente pode designar qual feixe de transmissão direcional é mais adequado para a transmissão ou quando o feixe de transmissão direcional deve ser ativado.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0013] Os objetos e características da invenção tornar-se-ão mais facilmente entendidos a partir da seguinte descrição detalhada e concretizações quando lidos em conjunto com os desenhos de acompanhamento em que os numerais similares representam elementos similares e nos quais:

[0014] A figura 1 é uma ilustração gráfica de uma antena omnidirecional (a) e uma antena setorizada (b);

[0015] A figura 2 é uma ilustração gráfica de um feixe de transmissão setorizada ponderada voltada para o usuário desejado;

[0016] A figura 3 é uma ilustração gráfica de um sistema de transmissão de múltiplas antenas usando a pré-codificação;

[0017] A figura 4 é uma tabela do subconjunto do livro-código para módulo constante;

[0018] A figura 5 é uma tabela do subconjunto do livro-código para seleção de antena;

[0019] A figura 6 é uma tabela de pré-codificação do subconjunto de livro-código;

[0020] A figura 7 é uma tabela de pré-codificação do subconjunto de livro-código;

[0021] A figura 8 é uma tabela de pré-codificação do subconjunto

de livro-código proposta na presente invenção;

[0022] A figura 9 é uma tabela de pré-codificação do subconjunto de livro-código com proposta na presente invenção;

[0023] A figura 10 é uma tabela de pré-codificação do subconjunto de livro-código maior proposta na presente invenção, e

[0024] A figura 11 é uma tabela de pré-codificação do subconjunto de livro-código proposta na presente invenção.

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[0025] Na figura 1(a), a arquitetura global de transmissão 100 de uma antena omnidirecional 105 que transmite radialmente para fora igualmente em várias direções mostradas por setas 125, 115, 135 e 140. O perímetro da área de cobertura é mostrado pela área 120 para a arquitetura de transmissão 100. Melhores eficácias foram alcançadas usando a arquitetura de antena setorizada 140 mostrada na figura 1(b).

[0026] Múltiplas antenas 145, 147 e 148 são mostradas na arquitetura 140, em que cada antena é direcionada para uma região diferente da rede celular mostrada pela transmissão direcional 175 para a área de cobertura 150, transmissão 190 para a área de cobertura 157, e transmissão direcional 180 para a área de cobertura 155. Neste contexto, é possível que a capacidade do sistema seja aperfeiçoada pela arquitetura setorizada.

[0027] Ponderando os diversos sinais de transmissão, as eficiências adicionais e interferências reduzidas podem ser atingidas, como mostrado na figura 2 para a arquitetura setorizada 200. Múltiplas antenas 215, 220, 227 e 230 direcionam as transmissões diretas (ou recebem transmissões) na arquitetura de antena setorizada 200. Um feixe de antena direcional 235 é formado escalando o sinal com um conjunto de fatores de ponderação aplicado a um arranjo de elementos de antena, como elemento de antena 230. O usuário desejado 205 é

mostrado recebendo uma transmissão desejada 245 na área de cobertura 235, que é uma transmissão muito ponderada significado ser direcionado para o usuário 205. Um usuário de interferência 210 é mostrado com menos sinais de transmissão ponderada 240 para reduzir a interferência encontrada por esse usuário 210.

[0028] Na figura 3, uma arquitetura de pré-codificação 300 é mostrada onde uma entrada de dados 301 é alimentada em um componente de seleção do usuário 310. O componente de seleção do usuário 310 envia os dados apropriados através da linha apropriada de sinal de dados 315 para o componente de pré-codificação 321. Os dados adequados para cada usuário 350, 351, 352 podem consistir em canal codificado, intercalados, em correspondência de taxa, mexidos e/ou símbolos modulados. O componente de pré-codificação 321 fornece um coeficiente apropriado para a intensidade do sinal a ser transmitido nas múltiplas antenas 320, 322 ou 325. Baseado em que o usuário-alvo 350, 351 e 352, o coeficiente de intensidade do sinal das múltiplas antenas para cada um destes usuários-alvo será ajustado para aumentar a eficiência da transferência de dados para o usuário desejado e reduzir a interferência com outros usuários no sistema.

[0029] A seleção de códigos específicos para ser usado no componente de pré-codificação 321 para prover coeficientes apropriados para a intensidade do sinal é mostrada em várias tabelas documentadas nas figuras 4 a 11. Na figura 4, um livro-código 2-Tx de módulo constante é mostrado, e na figura 5, um livro-código 2-Tx de seleção de antena é mostrado. Um livro-código aceito sob o padrão TS 36,211 v8.2.0 é mostrado na figura 6.

[0030] Há duas configurações possíveis para a seleção do livro-código usando os livros-código nas figuras 4, 5 e 6. Em uma configuração, o ponto de fixação (estação base / antena) pode selecionar um dos dois subconjuntos mostrados nas figuras 4 ou 5 para uso em um

setor onde o usuário está localizado. O ponto de fixação seleciona um livro-código do subconjunto para todo o equipamento de usuário no mesmo setor, tal como a utilização de apenas o livro-código mostrado nas figuras 4 ou 5. O ponto de fixação seleciona o subconjunto de livro-código para o equipamento de usuário com base em algum conhecimento da condição de canal do equipamento de usuário. As informações da condição de canal incluem informação sobre a informação de localização do equipamento de usuário, a taxa de erro para transmissões ao equipamento de usuário, o número de retransmissões ao equipamento de usuário, e o enlace ascendente soante, ou outras transmissões de enlace ascendente, com o enlace ascendente recebido da formação de feixe usando um padrão de feixe semelhante como aquele para a transmissão de enlace descendente.

[0031] Em uma segunda configuração, o equipamento de usuário pode selecionar um subconjunto de livro-código adequado para ser utilizado na figura 6, e o equipamento de usuário pode selecionar entre um total de 9 diferentes palavras-código distintas para um sistema de duas antenas de transmissão 2-Tx. O equipamento de usuário transmite um indicador que implícita ou explicitamente indica qual subconjunto do livro-código é escolhido. A seleção do subconjunto será ditada na segunda configuração através de uma ativação da camada superior, dependendo da palavra-código selecionada a partir das palavras-código mostradas na figura 6, e o índice da palavra-código selecionada no subconjunto é sinalizado usando 2 bits por meio do valor de campo indicador de realimentação de PMI normal. Para apoiar esta abordagem, o indicador PMI para ambas as sinalizações de enlace descendente e enlace ascendente necessita de 2-bits.

[0032] Como uma alternativa, o livro-código mostrado na figura 7 pode ser substituído por vários livros-código acima, nas figuras 4 ou 5. Em vez de usar os livros-código previamente identificados nas figuras

4 a 7, a presente invenção também apoia a utilização de subconjuntos de livro-código mostrados nas figuras 8 e 9, os quais podem ser utilizados nas configurações acima. Ou seja, os livros-código nas figuras 8 e 9 podem ser selecionados utilizando duas configurações.

[0033] Em uma configuração, o ponto de fixação (estação base / antena) pode selecionar um dos dois subconjuntos mostrados na figura 7, e figuras 8 ou 9 para uso em um setor onde o usuário está localizado. O ponto de fixação seleciona um livro-código do subconjunto para todo o equipamento de usuário no mesmo setor, tal como usando apenas o livro-código mostrado na figura 8 ou 9. O ponto de fixação seleciona o subconjunto de livro-código para o equipamento de usuário com base em algum conhecimento da condição do equipamento de canal do usuário. A informação da condição de canal inclui informação sobre a informação da localização do equipamento de usuário, a taxa de erro para transmissões ao equipamento de usuário, o número de retransmissões ao equipamento de usuário, e o enlace ascendente soante, ou as outras transmissões de enlace ascendente, com o enlace ascendente recebido da formação de feixe usando um padrão de feixe semelhante àquele para a transmissão de enlace descendente.

[0034] Em uma segunda configuração, o equipamento de usuário pode selecionar o subconjunto de livro-código apropriado para ser usado nas figuras 8 ou 9, e o equipamento de usuário pode selecionar entre as diferentes palavras-código distintas para um sistema de duas antenas de transmissão (2-Tx). O equipamento de usuário transmite um indicador de que implícita ou explicitamente indica qual subconjunto de livro-código é escolhido. A seleção do subconjunto será ditada na segunda configuração através de uma ativação da camada superior, dependendo da palavra-código selecionada a partir das palavras-código mostradas na figura 7, e também nas figuras 8 ou 9, e o índice da palavra-código selecionada no subconjunto é sinalizado usando 2

bits através do valor de campo indicador de realimentação PMI normal. Para apoiar esta abordagem, o indicador de PMI para ambas as sinalizações de enlace descendente e enlace ascendente necessita de 2-bits.

[0035] Adicionalmente, o ponto de fixação pode também utilizar uma tabela maior de subconjunto de livro-código como mostrado nas figuras 10 e 11 para uso em um setor onde o usuário está localizado. O ponto de fixação seleciona um livro-código para todo o equipamento de usuário no mesmo setor, tal como a utilização de apenas o livro-código mostrado na figura 10 ou 11. Para apoiar esta abordagem, o livro-código original com palavras-chave de seleção de antena será otimizado utilizando 3 bits, e o indicador de PMI para ambas as sinalizações de enlace descendente e enlace ascendente necessita de 3-bits para permitir a seleção apropriada do número aumentado de palavras-código. A seleção do subconjunto de livro-código para esta configuração também pode ser configurada através da sinalização da Configuração dos Recursos de Rádio (RRC), que pode selecionar o uso de livros-código nas figuras 10 e 11, em vez de outros subconjuntos de livro-código padrão definido pelo sistema. O ponto de fixação pode também selecionar o subconjunto de livro-código para o equipamento de usuário com base em algum conhecimento da condição de canal do equipamento de usuário. A informação da condição de canal inclui informação sobre a informação de localização do equipamento de usuário, a taxa de erros para transmissões ao equipamento de usuário, o número de retransmissões ao equipamento de usuário, e o enlace ascendente soante, ou outras transmissões de enlace ascendente, com o enlace ascendente recebido da formação de feixe usando um padrão de feixe semelhante ao da transmissão de enlace descendente.

[0036] A aplicação dos coeficientes de resistência do sinal também pode ser otimizada através de um indicador de feixe de antena. O indi-

cador pode ser um campo no pacote de transmissão de enlace ascendente e enlace descendente. O comprimento (número de bits) para esse indicador irá depender do número de antenas disponíveis na rede local. Um comprimento de bits é suficiente para duas arquiteturas da antena, enquanto que 2 bits são suficientes para designar até quatro antenas. O indicador de feixe de antena também pode ser designado de acordo com um mapa de bits onde cada bit identifica um dos feixes disponíveis que pode ser usado para se comunicar com o equipamento de usuário.

[0037] Com base na localização do feixe específico, o equipamento de usuário irá prover um valor de bit indicador ou um valor de mapa de bit que indica qual feixe pode prover a melhor cobertura para este equipamento de usuário. A utilização desse indicador de feixe de antena durante um determinado período de tempo irá depender da mobilidade do equipamento de usuário, com o indicador sendo válido já para o equipamento de usuário em movimento mais lento e sendo válido por um período de tempo mais curto para o equipamento de usuário em movimento mais rápido. Assim, a indicação de feixe de antena precisa ser atualizada com uma periodicidade correspondente às mudanças.

[0038] O uso de um indicador de feixe da antena é possível graças a uma estimativa através da condição de transmissão de enlace ascendente, tal como uma análise do som, acesso aleatório, ou outros tipos de transmissões de enlace ascendente do equipamento de usuário. O ponto de acesso também pode também utilizar um algoritmo de encontro de direção para determinar o índice de feixe para o equipamento de usuário usando os protocolos SDMA. O índice CQI pode ser usado para prover informações de seleção para o ponto de acesso, que pode também analisar a relação sinal-para-interferência e ruído e identificação do feixe que serve para o equipamento de usuário.

[0039] Nos sistemas com feixes de comutação ou feixes oportunísticos (por exemplo, OSTMA), o equipamento de usuário provê um índice de CQI quando ele estiver dentro da área de cobertura de um feixe que foi comutado (energizado). Com base no tempo quando o CQI é recebido pelo ponto de acesso, o índice de feixe pode ser implicitamente determinado porque o padrão de feixe é conhecido pelo ponto de acesso.

[0040] A tecnologia, como descrito acima permite a configuração dos livros-código adicionais para realimentação do UE em operações de circuito fechado, de modo que um livro-código mais apropriado pode ser usado para suportar diferentes configurações da antena, por exemplo, sistemas de antena correlacionados, não correlacionados ou polarizados. Para permitir o apoio de várias configurações de antena que seriam favoráveis para diferentes cenários de desenvolvimento, por exemplo, sistemas de antena correlacionados, não correlacionados ou polarizados, LTE-avançado pode apoiar os livros-código adicionais a serem utilizados para realimentação do UE em operações de circuito fechado. Para compatibilidade com versões anteriores, a sinalização da camada superior (RRC), pode ser usada para configurar o uso de um livro-código diferente por alguns ou todos os UEs convenientemente, dependendo da capacidade do UE, por exemplo, Rel-8 UEs ou LTE-A UEs, e a configuração de desenvolvimento, por exemplo, sistemas de antena correlacionados, não correlacionados ou polarizados. Como o livro-código é configurável, o maior livro-código específico do UE pode ser configurado quando uma maior capacidade é necessária no sistema desenvolvido. Caso contrário, o menor livro-código pode ser usado para minimizar a complexidade do UE.

[0041] Embora o exposto tenha sido com referência a uma modalidade específica da invenção, será apreciado por aqueles versados na técnica que as mudanças nesta modalidade podem ser feitas sem se

afastar dos princípios e espírito da invenção, o escopo da qual é definido pelas concretizações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para melhorar a capacidade de transmissão em um sistema de comunicação **caracterizado pelo fato de que** transmite simultaneamente sinais entre um transmissor e pelo menos dois receptores em que os sinais transmitidos pelos pelo menos dois receptores interferem uns com os outros, o método compreendendo as etapas de:

adquirir informações sobre a condição do canal para os dois receptores, que inclui informações de localização e indicadores de erro associados com os dois receptores,

selecionar um subconjunto de livro-código apropriado para os receptores a partir de um ou mais subconjuntos de livro-código designados com base nas informações de condição do canal obtidas sobre os receptores, em que os um ou mais subconjuntos de livro-código designados são subconjuntos de um livro-código compreendendo um conjunto de pelo menos seis palavras-código de pré-codificação, em que cada palavra-código de pré-codificação compreende fatores de ponderação, em que o conjunto de pelo menos seis palavras-código de pré-codificação no livro-código inclui fatores de ponderação absolutos de 0, 1 e outros fatores de ponderação absolutos com valores entre 0 e 1;

ponderar os sinais a serem transmitidos usando fatores de ponderação de palavras-código de pré-codificação selecionadas do conjunto de livro-código designados selecionado, tornando menos provável que os sinais transmitidos enviados aos receptores interfiram entre si.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	-

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	
5	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	-
5	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

7. Aparelho de transmissão simultânea **caracterizado pelo fato de que** é para a transmissão de sinais entre um transmissor e pelo menos dois receptores que são capazes de interferir um com o outro, o aparelho compreendendo:

um módulo de processamento de sinal que adquire informações sobre a condição de canal para os dois receptores, o que inclui informações de localização e de indicadores de erro associados com os dois receptores, e

um gerador de forma de onda que gera os sinais transmitidos para os receptores com base nas características determinadas dos sinais transmitidos, o módulo de processamento de sinal compreendendo ainda meios para selecionar um subconjunto de livro-código designado apropriado a partir dos um ou mais subconjuntos de livro-código designados com base nas informações de condição de canal obtidas sobre os receptores, sendo que os um ou mais subconjuntos de livro-código designados são subconjuntos de livro-código compreendendo um conjunto de pelo menos seis 6 palavras-código de pré-codificação, sendo que cada palavra-código de pré-codificação compreende fatores de ponderação, sendo que o conjunto de pelo menos seis palavras-código de pré-codificação no livro-código inclui fatores de ponderação absolutos de 0, 1, e outro fator de ponderação absoluto tendo valores entre 0 e 1;

um transmissor que gera um sinal para um dos receptores livres de interferências, ponderando o sinal utilizando fatores de ponderação das palavras-código de pré-codificação selecionadas a partir conjunto de livro-código designado selecionado.

8. Aparelho de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-

9. Aparelho de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	-

10. Aparelho de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

11. Aparelho de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	
5	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	

12. Aparelho de transmissão, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o subconjunto de livro-código designado apropriado compreende o subconjunto de livro-código mostrado a seguir:

Índice do livro-código	Número de camadas	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	-
5	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

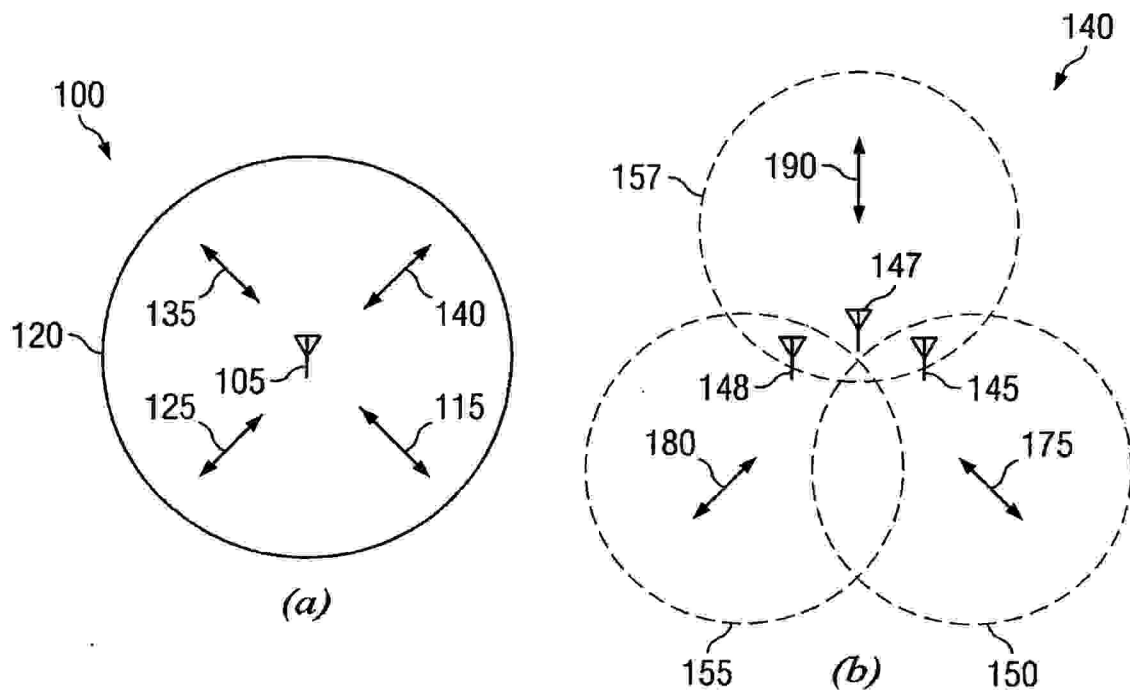


FIG. 1

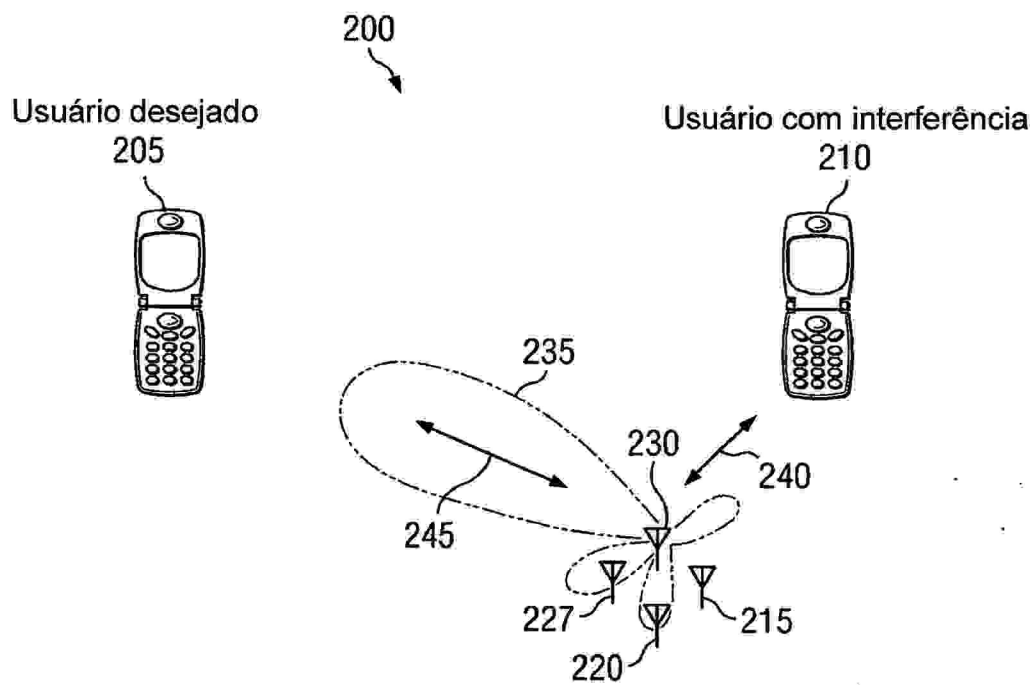


FIG. 2

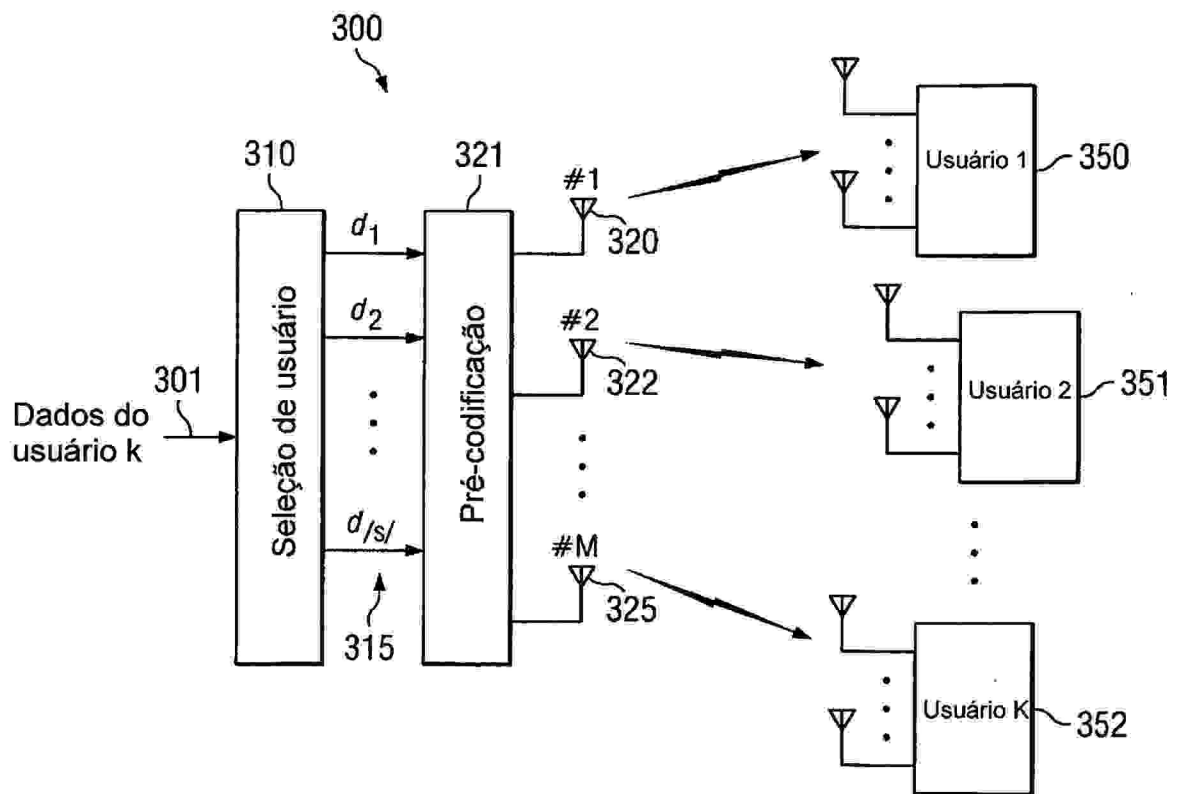


FIG. 3

Índice do livro-código	Número de camadas ν	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-

FIG. 4

Índice do livro-código	Número de camadas ν	
	1	2
0	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	-

FIG. 5

Índice do livro-código	Número de camadas ν	
	1	2
0	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	-
4	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	-
5	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-

FIG. 6

FIG. 7

Índice do livro-código	Número de camadas ν	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-

FIG. 8

Índice do livro-código	Número de camadas ν	
	1	2
0	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	-

FIG. 9

Índice do livro-código	Número de camadas ν	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	-
5	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

FIG. 10

Índice do livro-código	Número de camadas v	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	
5	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	

FIG. 11