

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2008.05.15**

(30) Prioridade(s): **2007.05.18 US 938995 P**
2008.05.08 US 117585

(43) Data de publicação do pedido: **2010.03.03**

(45) Data e BPI da concessão: **2012.04.11**
108/2012

(73) Titular(es):

QUALCOMM INCORPORATED
ATTN: INTERNATIONAL IP ADMINISTRATION
5775 MOREHOUSE DRIVE SAN DIEGO,
CALIFORNIA 92121 **US**

(72) Inventor(es):

HAO XU **US**
DURGA PRASAD MALLADI **US**
RACHEL WANG **US**

(74) Mandatário:

LUÍS MANUEL DE ALMADA DA SILVA CARVALHO
RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA **PT**

(54) Epígrafe: **ESTRUTURAS PILOTO PARA ACK E CQI NUM SISTEMA DE COMUNICAÇÕES SEM FIOS**

(57) Resumo:

SÃO DESCRITAS TÉCNICAS PARA A TRANSMISSÃO DE DADOS E PILOTO PARA INFORMAÇÕES DE CONTROLO. NUM ASPECTO, UM EQUIPAMENTO DE UTILIZADOR (UE) PODE PROPAGAR UMA SEQUÊNCIA DE SINAL DE REFERÊNCIA COM UMA PRIMEIRA SEQUÊNCIA ORTOGONAL PARA OBTER VÁRIAS SEQUÊNCIAS PILOTO. O UE PODE ENTÃO ENVIAR AS VÁRIAS SEQUÊNCIAS PILOTO EM VÁRIAS SUBPORTADORAS EM VÁRIOS PERÍODOS DE SÍMBOLO, UMA SEQUÊNCIA PILOTO EM CADA PERÍODO DE SÍMBOLO. O UE PODE MODULAR A SEQUÊNCIA DE SINAL DE REFERÊNCIA COM A INFORMAÇÃO DE CONTROLO (POR EXEMPLO INFORMAÇÃO ACK) PARA OBTER UMA SEQUÊNCIA MODULADA. O UE PODE PROPAGAR A SEQUÊNCIA MODULADA COM UMA SEGUNDA SEQUÊNCIA ORTOGONAL PARA OBTER VÁRIAS SEQUÊNCIAS DE DADOS. O UE PODE DEPOIS ENVIAR VÁRIAS SEQUÊNCIAS DE DADOS NAS VÁRIAS SUBPORTADORAS EM VÁRIOS PERÍODOS DE SÍMBOLOS PARA DADOS. NUM OUTRO ASPECTO, O UE PODE ENVIAR VÁRIAS SEQUÊNCIAS PILOTO EM VÁRIAS SUBPORTADORAS EM VÁRIOS PERÍODOS DE SÍMBOLO SEPARADOS POR PELO MENOS UM PERÍODO DE SÍMBOLO, UMA SEQUÊNCIA PILOTO EM CADA PERÍODO DE SÍMBOLO.

RESUMO**"ESTRUTURAS PILOTO PARA ACK E CQI NUM SISTEMA DE
COMUNICAÇÕES SEM FIOS"**

São descritas técnicas para a transmissão de dados e piloto para informações de controlo. Num aspecto, um equipamento de utilizador (*UE*) pode propagar uma sequência de sinal de referência com uma primeira sequência ortogonal para obter várias sequências piloto. O *UE* pode então enviar as várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo. O *UE* pode modular a sequência de sinal de referência com a informação de controlo (por exemplo informação ACK) para obter uma sequência modulada. O *UE* pode propagar a sequência modulada com uma segunda sequência ortogonal para obter várias sequências de dados. O *UE* pode depois enviar várias sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados. Num outro aspecto, o *UE* pode enviar várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo separados por pelo menos um período de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo.

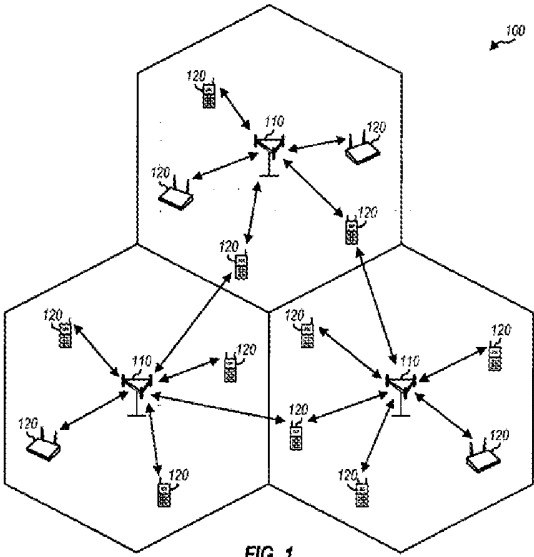


FIG. 1

DESCRIÇÃO

"ESTRUTURAS PILOTO PARA ACK E CQI NUM SISTEMA DE COMUNICAÇÕES SEM FIOS"

Antecedentes

I. Campo

A presente descrição refere-se no geral a comunicações, e mais especificamente a técnicas para transmitir dados e piloto para informação de controlo num sistema de comunicações sem fios.

II. Antecedentes

Os sistemas de comunicações sem fios são amplamente utilizados para proporcionar vários conteúdos de comunicação tais como voz, vídeo, dados por pacotes, mensagens, difusão, etc. Estes sistemas sem fios podem ser sistemas de vários acessos passíveis de suportar vários utilizadores compartilhando os recursos de sistema disponíveis. Os exemplos de tais sistemas de acesso múltiplo incluem sistemas de acesso múltiplo por divisão de código (*Code Division Multiple Access - CDMA*), sistemas de acesso múltiplo por divisão de tempo (*Time Division Multiple Access - TDMA*), sistemas de acesso múltiplo por

divisão de frequência (*Frequency Division Multiple Access - FDMA*), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal (*Orthogonal FDMA - OFDMA*), e sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência de uma só portadora (*Single-Carrier FDMA - SC- FDMA*).

Num sistema de comunicações sem fios, um nó B pode transmitir dados de tráfego para um equipamento de utilizador (*UE*) na ligação descendente e/ou receber dados de tráfego do *UE* na ligação ascendente. A ligação descendente (ou ligação directa) refere-se à ligação de comunicação a partir do nó B para o *BS*, e a ligação ascendente (ou ligação inversa) refere-se à ligação de comunicação a partir do *UE* para o nó B. O *UE* pode enviar informação de indicador de qualidade de canal (*CQI*) indicativa da qualidade do canal de ligação descendente para o nó B. O nó B pode seleccionar uma taxa ou formato de transporte com base na informação *CQI* e pode enviar dados de tráfego à taxa seleccionada ou formato de transporte para o *UE*. O *UE* pode enviar informações de confirmação (*ACK*) para os dados de tráfego recebidos do nó B. O nó B pode determinar se deve retransmitir os dados de tráfego pendentes ou transmitir novos dados de tráfego para o *UE* com base na informação *ACK*. É desejável enviar com fiabilidade informação *ACK* e *CQI* a fim de alcançar um bom desempenho.

Chama-se a atenção para "3GPP TR 25.814 V7.1.0, Technical Report, 3rd Generation Partnership Project;

Technical Specification Group Radio Access Network; Physical layer aspects for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) (Release 7)" 1 de Setembro de 2006 (2006-09-01), XP002511692 retirado da Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/25_series/25.814/25814-710.zip. O referido documento está relacionado com o relatório técnico para o aspecto da camada física do artigo de estudo "*Evolved UTRA e UTRAN*" [1]. O objectivo deste *TR* é ajudar *TSG RAN WG1* a definir e descrever a evolução potencial da camada física considerando e comparando os benefícios de cada técnica de evolução, juntamente com a avaliação de complexidade de cada técnica. Quando comparado com a referência definida no *TR 25,913*, e com base nas primeiras avaliações de nível de sistema com 5 MHz de alocação, as melhorias na eficiência espectral alcançáveis com um sistema (baseado em *CDMA*) de acordo com uma abordagem "evolucionária" e as melhorias de eficiência espectral possíveis alcançáveis com uma nova abordagem (por exemplo, baseada em *OFDM*) são ambas atraentes. Usar uma abordagem baseada em *CDMA* permite uma migração mais suave a partir de versões anteriores *UTRA* e pode oferecer uma reutilização mais extensa da camada física. Por outro lado, uma nova camada 1, com um acto inerente de evitar a priori constrangimentos na concepção de interface aérea, permite uma escolha mais livre de parâmetros de concepção, tornando-a mais fácil de corresponder alguns dos alvos *E-UTRA* por exemplo requisitos de latência, granularidade de largura de banda mínima, semelhança entre diferentes modos de duplex. O processamento do receptor *UE* é de algum modo

mais simples para uma interface de ar baseada em *OFDMA*; a atracção em termos de complexidade aumenta com larguras de banda maiores e/ou configurações *MIMO* de ordem altas. Ambas as abordagens para a evolução de acesso por rádio 3GPP têm as suas vantagens e desvantagens, muito em função das exigências. Nesta base, TSG-RAN #30 decidiu que o estudo de viabilidade de evolução a longo termo se concentrar na ligação descendente baseada em *OFDMA* e ligação ascendente baseada em *SC-FDMA*. TSG-RAN #30 também reafirmou que a evolução contínua dos modos UTRA existentes é uma actividade de trabalho necessária contínua dentro de 3GPP.

Este TR descreve uma estrutura de sinal de referência de ligação ascendente na qual os sinais de referência individuais podem ser distintos por uma mudança cíclica específica de uma única sequência CAZAC. Isto proporciona ortogonalidade do sinal de referência no código de domínio, onde os sinais de referência ocupam um conjunto de subportadoras.

Sumário

De acordo com a presente invenção são proporcionados um processo e um dispositivo de acordo com as reivindicações independentes, respectivamente. As formas de realização preferidas da invenção encontram-se descritas nas reivindicações dependentes.

São aqui descritas as técnicas para a transmissão

de dados e piloto para *ACK*, *CQI* e/ou outras informações de controlo num sistema de comunicação sem fios. Num aspecto, os dados e piloto para a informação de controlo (por exemplo, informação *ACK*) podem ser transmitidos com ambas a multiplexagem por divisão de código no domínio da frequência e no domínio do tempo (*CDM*). Numa forma de realização, a um *UE* pode ser atribuída uma sequência de sinal de referência seleccionada de um conjunto de sequências de sinais de referência gerados com base em deslocamentos cíclicos diferentes de uma sequência base. Estas sequências de sinal de referência têm boas propriedades de correlação e podem ser enviadas simultaneamente por *UEs* diferentes no mesmo conjunto de subportadoras no mesmo período de símbolo. Ao *UE* pode também ser atribuída uma primeira sequência ortogonal seleccionada de um conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz de transformação *Fourier* discreta (*DFT*) ou uma matriz *Walsh*. O *UE* pode espalhar a sequência de sinal de referência com a primeira sequência ortogonal para obter várias sequências piloto. O *UE* pode então enviar as várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo. Ao *UE* pode também ser atribuída uma segunda sequência ortogonal de um conjunto de sequências ortogonais para dados. O *UE* pode modular a sequência de sinal de referência com a informação *ACK* para obter uma sequência modulada. O *UE* pode então espalhar a sequência modulada com a segunda sequência ortogonal para obter várias sequências de dados. O *UE* pode enviar várias

sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados.

Num outro aspecto, os dados e piloto para a informação de controlo podem ser transmitido com domínio da frequência *CDM* e piloto distribuídos ao longo do tempo. Numa forma de realização, a um *UE* pode ser atribuída uma sequência de sinal de referência e pode gerar várias sequências piloto com base na sequência de sinal de referência. O *UE* pode enviar as várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo separados por pelo menos um período de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo. O *UE* também pode gerar vários símbolos de modulação com base na informação de controlo, por exemplo, apenas informação *CQI* ou ambas informação *CQI* e *ACK*. O *UE* pode modular a sequência do sinal de referência com os vários símbolos de modulação para se obter várias sequências de dados. O *UE* pode então enviar as várias sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos de símbolo para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados.

Um nó B pode receber dados e sequências piloto de diferentes UEs e pode executar o processamento complementar para recuperar a informação de controlo enviado por cada *UE*, tal como descrito abaixo. Vários aspectos e características da informação são descritos pormenorizadamente a seguir.

Breve descrição dos desenhos

Figura 1 sistema de comunicações sem fios.

Figura 2 exemplo de estrutura de transmissão para a ligação ascendente.

Figuras

3A e 3B duas formas de realização de uma estrutura de ACK.

Figura 4 concepção de uma estrutura de CQI.

Figura 5 diagrama de blocos de um nó B e um UE.

Figura 6 diagrama de blocos de um processador de transmissão para ACK.

Figura 7 diagrama de blocos de um processador de transmissão para CQI.

Figura 8 diagrama de blocos de um modulador de SC-FDM.

Figura 9 diagrama de blocos de um desmodulador de SC-FDM.

Figura 10 diagrama de blocos de um processador de recepção para ACK.

Figura 11 diagrama de blocos de um processador de recepção para CQI.

Figura 12 processo para a transmissão de dados e piloto para ACK.

Figura 13 dispositivo para a transmissão de dados e piloto para ACK.

Figura 14 processo para a transmissão de dados e piloto para CQI.

Figura 15 dispositivo para a transmissão de dados e piloto para CQI.

Figura 16 processo para a recepção de ACK.

Figura 17 dispositivo para a recepção de *ACK*.

Figura 18 processo para a recepção de *CQI*.

Figura 19 dispositivo para a recepção de *CQI*.

Figura 20 processo para suportar a transmissão de *ACK* e *CQI*.

Figura 21 dispositivo para suportar a transmissão de *ACK* e *CQI*.

Descrição pormenorizada

As técnicas descritas na presente podem ser usadas para vários sistemas de comunicação sem fios tais como sistemas CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outros. Os termos "sistema" e "rede" são frequentemente usados como sinónimos. Um sistema CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como acesso de rádio terrestre universal (*Universal Terrestrial Radio Access - UTRA*), *cdma2000*, etc. *UTRA* inclui CDMA de banda larga (*Wideband CDMA - WCDMA*) e outras variantes de CDMA. *cdma2000* cobre as normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Um sistema TDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como o sistema global para comunicações móveis (*GSM*). Um sistema OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio, tal como *UTRA* evoluído (*E-UTRA*), banda larga ultra móvel (*Ultra Mobile Broadband - UMB*), IEEE 802.11 (*Wi-Fi*), IEEE 802.16 (*WiMAX*), IEEE 802.20, *Flash-OFDM*®, etc. *UTRA* e *E-UTRA* fazem parte do Sistema Universal de Telecomunicações Móveis (*UMTS*). A evolução a longo prazo (*Long Term Evolution - LTE*) 3GPP é um lançamento iminente do *UMTS* que usa *E-UTRA*, que emprega

OFDMA na ligação descendente e *SC-FDMA* na ligação ascendente. *UTRA*, *E-UTRA*, *UMTS*, *LTE* e *GSM* encontram-se descritos em documentos de uma organização denominada "3rd Generation Partnership Project" (3GPP). *cdma2000* e *UMB* encontram-se descritos em documentos de uma organização denominada "3rd Generation Partnership Project 2" (3GPP2). Para maior visibilidade, certos aspectos das técnicas são descritos a seguir para transmissão para *LTE*, sendo usada a terminologia *LTE* em grande parte da descrição abaixo.

A figura 1 mostra um sistema de comunicações sem fios 100 com vários nós B 110. Um nó B pode ser uma estação fixa que comunica com os *UEs* e pode também ser designado como um nó B evoluído (*ENB*), uma estação de base, um ponto de acesso, etc. Os *UEs* 120 podem ser dispersos por todo o sistema, e cada *UE* pode ser estacionário ou móvel. Um *UE* pode também ser designado como uma estação móvel, um terminal, um terminal de acesso, uma unidade de assinante, uma estação, etc. Um *UE* pode ser um telefone celular, um assistente digital pessoal (*PDA*), um modem sem fios, um dispositivo de comunicações sem fios, um dispositivo portátil, um computador portátil, um telefone sem fios, etc. Um *UE* pode comunicar com um nó B através de transmissões na ligação descendente e ligação ascendente.

A figura 2 mostra uma concepção de uma estrutura de transmissão 200 que pode ser utilizada para a ligação ascendente. A linha do tempo da transmissão pode ser dividida em unidades de subtramas. Uma subtrama pode ter

uma duração predeterminada, por exemplo, um milissegundo (ms), e pode ser dividida em duas fendas. Cada fenda pode incluir um número fixo ou configurável de períodos de símbolo, por exemplo, seis períodos de símbolo para um prefixo cíclico alargado ou sete períodos de símbolo para um prefixo cíclico normal.

Para a ligação ascendente, podem estar disponíveis K subportadoras totais e podem estar agrupadas em blocos de recursos. Cada bloco de recursos pode incluir N subportadoras (por exemplo, $n = 12$ subportadoras) numa ranhura. Os blocos de recurso disponíveis podem ser divididos numa secção de dados e uma secção de controlo. A secção de controlo pode ser formada nos dois bordos da largura de banda do sistema, tal como apresentado na figura 2. A secção de controlo por ter um tamanho configurável, que pode ser seleccionado com base na quantidade de informações de controlo a serem enviadas na ligação ascendente pelos *UEs*. Os blocos de recursos na secção de controlo podem ser atribuídos às *UEs* para a transmissão de informação *ACK*, informação *CQI*, etc. A secção de dados pode incluir todos os blocos de recursos não incluídos na secção de controlo. A concepção na figura 2 resulta na secção de dados incluindo subportadoras contíguas, que pode depois permitir que a um único *UE* sejam atribuídas todas as subportadoras contíguas na secção de dados.

Ao *UE* podem ser atribuídos blocos de recursos na secção de controlo para transmitir a informação *ACK* e/ou

CQI para um nó B. A informação *ACK* pode transmitir se cada bloco de transporte enviado pelo nó B ao *UE* é decodificado correctamente ou em erro pelo *UE*. A quantidade de informação *ACK* para enviar pelo *UE* pode ser dependente do número de blocos de transporte enviados para o *UE*. Numa forma de realização, a informação *ACK* pode compreender um ou dois bits *ACK* dependendo se um ou dois blocos de transporte são enviados para o *UE*. Em outras formas de realização, a informação *ACK* pode compreender mais bits *ACK*.

A informação *CQI* pode transmitir a qualidade do canal de ligação descendente estimada pelo *UE* para o nó B. A quantidade de informação *CQI* para enviar pelo *UE* pode ser dependente de vários factores tais como o número de canais espaciais disponíveis para transmissão de ligação descendente, o formato para a comunicação da qualidade do canal de ligação descendente, a granularidade desejada na qualidade reportada do canal de ligação descendente, etc. Numa forma de realização, a informação *CQI* pode compreender 8, 9 ou 10 bits. Em outras formas de realização, a informação *CQI* pode compreender menos ou mais bits.

O *UE* pode enviar informação *ACK* e/ou *CQI* num canal de controlo físico de ligação ascendente (*PUCCH*), que pode ser mapeado para blocos de recursos na secção de controlo. Numa forma de realização, podem ser suportadas duas estruturas *PUCCH* e são designadas como uma estrutura de *ACK* e uma estrutura de *CQI*. A estrutura de *ACK* pode ser

utilizada para enviar apenas informação *ACK*. A estrutura de *CQI* pode ser utilizada para enviar apenas informação *CQI* ou ambas a informação *ACK* e *CQI*. As estruturas *ACK* e *CQI* podem também ser designadas por outros nomes. Por exemplo, a estrutura de *ACK* pode também ser designada como *PUCCH* de formato 0 ou 1 dependendo se estão a ser enviados 1 ou 2 bits *ACK*. A estrutura *CQI* pode também ser designada como *PUCCH* de formato 2.

A tabela 1 apresenta algumas características das estruturas *ACK* e *CQI* de acordo com uma forma de realização. A tabela 1 dá o número de períodos de símbolo para dados e o número de períodos de símbolo para o piloto numa fenda de sete períodos de símbolo. São indicados pilotos que são conhecidos a priori por ambos um transmissor e um receptor e podem também ser designados como uma referência, preâmbulo, etc.

Tabela 1 - Estruturas *PUCCH*

	Estrutura <i>ACK</i>	Estrutura <i>CQI</i>
Número de bits de informação	1 ou 2	8 a 10
Número de períodos de símbolo para dados por fenda	$L = 4$	$L = 5$
Número de períodos de símbolo para pilotos por fenda	$M = 3$	$M = 2$
Propagação para dados	Sim	Não
Propagação para pilotos	Sim	Não
Número de canais suportados	Até 18 canais <i>ACK</i>	Até 6 canais <i>CQI</i>

Propagação refere-se a um processo de replicação de um símbolo para obter várias cópias e depois multiplicar essas cópias com uma sequência ortogonal para obter vários símbolos de propagação. Vários UEs podem simultaneamente enviar símbolos nos mesmos recursos com diferentes sequências ortogonais. Um nó B pode recuperar os símbolos enviados por esses UEs efectuando o *despreading* complementar. A propagação é também geralmente designada como cobertura.

A figura 3A mostra um desenho de uma estrutura de ACK 300 para um caso em que cada fenda inclui sete períodos de símbolo. Em cada subtrama, a fenda esquerda inclui sete períodos de símbolos de 0 a 6, sendo que a fenda direita inclui sete períodos de símbolo de 7 a 13. Um ou mais UEs pode enviar simultaneamente informações de ACK num par de blocos de recursos que inclui (i) um bloco de recursos na secção de controlo superior na fenda esquerda e um bloco de recursos na secção de controlo do fundo na fenda direita, tal como mostrado na figura 3A, ou (ii) um bloco de recursos na secção de controlo do fundo na fenda esquerda e um bloco de recursos na secção de controlo superior na fenda direita (apresentada com endereçamento calculado na diagonal na figura 3A).

Numa forma de realização, um bloco de recursos para ACK inclui quatro períodos de símbolos para dados e três períodos de símbolos para piloto. Na forma de realização apresentada na figura 3A, o piloto é enviado no

centro de três períodos de símbolo do bloco de recursos, e os dados são enviados nos restantes quatro períodos de símbolo. Os dados e piloto para ACK podem também ser enviados em outros períodos de símbolo dentro do bloco de recursos.

Numa forma de realização, um UE pode enviar dados e piloto para ACK utilizando uma sequência de sinal de referência que tem boas propriedades de correlação. UEs diferentes podem simultaneamente enviar dados e piloto para ACK no mesmo bloco de recurso utilizando diferentes sequências de sinal de referência, as quais podem ser geradas com uma sequência de base. Numa forma de realização, a sequência de base pode ser uma sequência CAZAC (*constant amplitude zero auto correlation*) tal como uma sequência Chu, uma sequência Zardoff-Chu, uma sequência Frank, uma sequência semelhante a modulação por frequência generalizada (*generalized chirp-like - GCL*), etc. Numa outra forma de realização, a sequência de base pode ser uma sequência definida para ter boas propriedades de correlação.

Numa forma de realização, podem ser geradas várias sequências de sinal de referência de comprimento N com deslocamentos cíclicos diferentes de uma sequência de base de comprimento N, tal como se segue:

$$r_a(n) = r_b((n + \alpha) \bmod N) = e^{j\alpha n} \cdot r_b(n), \quad \text{para } n = 0, \dots, N-1, \quad \text{Eq (1)}$$

em que $r_b(n)$ é a sequência de base, com n sendo um índice de símbolo,
 $r_\alpha(n)$ é uma sequência de sinal de referência com um deslocamento cíclico de α , e
"mod" indica uma operação de módulo.

Numa forma de realização, $N = 12$ e cada sequência de sinal de referência tem um comprimento de 12. Seis sequências de sinal de referência podem ser geradas com seis diferentes valores de α e podem ser atribuídas a *UEs* diferentes. Podem também ser geradas de outras maneiras várias sequências de sinal de referência.

Numa forma de realização, um *UE* pode usar uma sequência de sinal de referência único para todos os períodos de símbolo de uma subtrama. Numa outra forma de realização, o *UE* pode utilizar sequências de sinal de referência diferentes para períodos de símbolos diferentes da subtrama. Ainda numa outra forma de realização, o *UE* pode utilizar sequências de sinal de referência diferentes para fendas diferentes da subtrama. O salto nas duas últimas formas de realização pode seleccionar aleatoriamente a interferência. Por maior simplicidade, a descrição que se segue assume que o *UE* utiliza um único sequenciador $r(n)$ de sinal de referência para todos os períodos de símbolos, onde $r(n) = r_\alpha(n)$ para um valor específico de α .

Numa forma de realização, um *UE* pode propagar o

seu piloto para ACK com uma sequência ortogonal atribuída ao UE. Para a forma de realização apresentada na figura 3A, pode ser usada uma sequência ortogonal de comprimento 3 para enviar piloto em três períodos de símbolo. Numa forma de realização, podem ser definidas três sequências ortogonais com base numa matriz 3 x 3 DFT $D_{3 \times 3}$ que pode ser expressa como:

$$D_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j2\pi/3} & e^{j4\pi/3} \\ 1 & e^{j4\pi/3} & e^{j2\pi/3} \end{bmatrix}. \quad \text{Eq (2)}$$

Três sequências ortogonais $q_0(m)$, $q_1(m)$ e $q_2(m)$ podem ser definidas com as três linhas da matriz 3 x 3 DFT e podem ser dadas como:

$$q_0(m) = [1 \ 1 \ 1], \quad \text{Eq (3a)}$$

$$q_1(m) = [1 \ e^{j2\pi/3} \ e^{j4\pi/3}], \text{ e} \quad \text{Eq (3b)}$$

$$q_2(m) = [1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}], \quad \text{Eq (3c)}$$

em que m é um índice para período de símbolo.

Em geral, o comprimento e o número de sequências ortogonais para piloto podem ser dependentes do número de períodos de símbolo utilizados para piloto. Por exemplo, podem ser utilizadas duas sequências ortogonais de comprimento 2 para piloto enviadas em dois períodos de símbolo, podem ser utilizadas quatro sequências ortogonais

de comprimento 4 para piloto enviadas em quatro períodos de símbolo, etc. Podem estar disponíveis diferentes tipos de sequências ortogonais para diferentes comprimentos. Por exemplo, as sequências ortogonais de qualquer comprimento M podem ser definidas com base numa matriz $M \times M$ *DFT* enquanto que as sequências ortogonais de comprimento de uma potência de dois (por exemplo, 2, 4, etc.) podem ser definidas com base numa matriz *Walsh*.

Numa forma de realização, um *UE* pode gerar piloto para *ACK* tal como se segue:

$$p_m(n) = q(m) \cdot r(n), \quad \text{para } n=0, \dots, N-1 \text{ e } m=0, 1, 2, \quad \text{Eq (4)}$$

em que $q(m)$ é uma sequência ortogonal para piloto atribuído ao *UE*, e

$p_m(n)$ é uma sequência piloto para *ACK* para o período de símbolo m .

A sequência ortogonal $q(m)$ atribuída ao *UE* pode ser $q_0(m)$, $q_1(m)$ ou $q_2(m)$. Numa forma de realização apresentada na equação (4), os N símbolos no(s) sequenciador $r(n)$ de sinal de referência são cada um multiplicados com o primeiro símbolo $q(0)$ na sequência ortogonal para obter uma primeira sequência piloto $p_0(n)$, com o segundo símbolo $q(1)$ para se obter uma segunda sequência piloto $p_1(n)$, e com o terceiro símbolo $q(2)$ para se obter uma terceira sequência piloto $p_2(n)$. As três sequências piloto $p_0(n)$, $p_1(n)$ e $p_2(n)$ podem ser enviadas em

três períodos de símbolo 2, 3 e 4 na fenda esquerda e também em três períodos de símbolo 9, 10 e 11 na fenda direita, tal como apresentado na figura 3A.

Até 18 UEs podem enviar simultaneamente pilotos para ACK com seis sequências de sinal de referência e três sequências ortogonais $q_0(m)$, $q_1(m)$ e $q_2(m)$. Cada UE pode enviar o seu piloto com um sequenciador $r(n)$ específico de sinal de referência e uma sequência ortogonal específica $q(m)$. Os pilotos destes UEs podem ser distintos pela (i) propagação com as sequências ortogonais no domínio do tempo e (ii) a separação das sequências de sinal de referência no domínio da frequência.

Numa forma de realização, o UE pode propagar os seus dados para ACK com uma sequência ortogonal atribuída ao UE. Para a forma de realização apresentada na figura 3A, pode ser usada uma sequência ortogonal de comprimento 4 para enviar dados em quatro períodos de símbolo. Numa forma de realização, podem ser definidas quatro sequências ortogonais com base numa matriz Walsh 4 X 4, $W_{4 \times 4}$ que pode ser expressa como:

$$W_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix}. \quad \text{Eq (5)}$$

Quatro sequências ortogonais $w_0(m)$, $w_1(m)$, $w_2(m)$

e $w_3(m)$ podem ser definidas com as quatro linhas da matriz de *Walsh* 434 e podem ser dadas como:

$$w_0(m) = [+1 \ +1 \ +1 \ +1], \quad \text{Eq (6a)}$$

$$w_1(m) = [+1 \ -1 \ +1 \ -1], \quad \text{Eq (6b)}$$

$$w_2(m) = [+1 \ +1 \ -1 \ -1], \quad \text{Eq (6c)}$$

e

$$w_3(m) = [+1 \ -1 \ -1 \ +1]. \quad \text{Eq (6d)}$$

Em geral, o comprimento e o número de sequências ortogonais para dados podem ser dependentes do número de períodos de símbolo utilizados para dados. Por exemplo, podem ser utilizadas três sequências ortogonais de comprimento 3 para os dados enviados em três períodos de símbolo, etc.

Numa forma de realização, um *UE* pode processar dados para *ACK* tal como se segue. O *UE* pode primeiro mapear um ou dois bits para *ACK* para um símbolo de modulação $d(0)$ com base em *BPSK* ou *QPSK*, respectivamente. O *UE* pode depois modular a sua sequência $r(n)$ de sinal de referência com o símbolo de modulação $d(0)$, tal como se segue:

$$y(n) = d(0) \cdot r(n), \quad \text{para } n = 0, \dots, N-1, \quad \text{Eq (7)}$$

em que $y(n)$ é uma sequência modulada para *ACK*. Tal como apresentado na equação (7), o mesmo símbolo de modulação é aplicado a cada um dos N símbolos na sequência de sinal de

referência.

O UE pode depois propagar a sequência modulada tal como se segue:

$$z_m(n) = w(m) \cdot y(n), \quad \text{para } n = 0, \dots, N-1 \quad \text{e } m = 0, \dots, 3, \quad \text{Eq (8)}$$

em que $w(m)$ é uma sequência ortogonal para dados atribuídos ao UE, e

$z_m(n)$ é uma sequência de dados para ACK para o período de símbolo m .

A sequência ortogonal $w(m)$ atribuída ao UE pode ser $w_0(m)$, $w_1(m)$, $w_2(m)$ ou $w_3(m)$. Na forma de realização apresentada na equação (8), os N símbolos na sequência modulada $y(n)$ são, cada um multiplicado com o primeiro símbolo $w(0)$ na sequência ortogonal para se obter uma primeira sequência de dados $z_0(n)$, com o segundo símbolo $w(1)$ para se obter uma segunda sequência de dados $z_1(n)$, com o terceiro símbolo $w(2)$ para se obter uma terceira sequência de dados $z_2(n)$, e com o quarto símbolo $w(3)$ para se obter uma quarta sequência de dados $z_3(n)$. As quatro sequências de dados $z_0(n)$, $z_1(n)$, $z_2(n)$ e $z_3(n)$ podem ser enviadas em quatro períodos de símbolo 0, 1, 5 e 6 na fenda esquerda e também em quatro períodos de símbolo 7, 8, 12 e 13 na fenda direita, tal como apresentado na figura 3A.

Até 24 UEs podem enviar simultaneamente dados para ACK com seis sequências de sinal de referência e

quatro sequências ortogonais $w_0(m)$ a $w_3(m)$. Cada UE pode enviar os seus dados com um sequenciado $r(n)$ específico de sinal de referência e uma sequência ortogonal específica $w(m)$. Os dados destes UEs podem ser distintos pela (i) propagação com as sequências ortogonais no domínio do tempo e (ii) a separação das sequências de sinal de referência no domínio da frequência.

Numa forma de realização, 18 canais ACK podem ser definidos com seis sequências de referência de sinal, três sequências ortogonais para o piloto e quatro sequências ortogonais para os dados. O número de canais ACK pode ser limitado pelo número de UEs que podem enviar os pilotos simultaneamente. Cada canal ACK pode estar associado a uma sequência do sinal de referência específica $r(n)$, uma sequência ortogonal específica $q(m)$ para piloto, e uma sequência ortogonal específica $w(m)$ para os dados. Até 18 UEs podem simultaneamente enviar as suas informações ACK em até 18 canais ACK no mesmo par de blocos de recursos.

A figura 3B mostra uma forma de realização de uma estrutura de ACK 310 para um caso em que cada fenda inclui seis períodos de símbolo. Em cada subtrama, a fenda esquerda inclui seis períodos de símbolos de 0 a 5, e a fenda direita inclui seis períodos de símbolos de 6 a 11. Numa forma de realização, um bloco de recursos para ACK inclui quatro períodos de símbolos para dados e dois períodos de símbolos para piloto. Na forma de realização apresentada na figura 3B, o piloto é enviado no centro de

dois períodos de símbolo do bloco de recursos, e os dados são enviados nos restantes quatro períodos de símbolo. Os dados e piloto para *ACK* podem também ser enviados em outros períodos de símbolo dentro do bloco de recursos.

Numa forma de realização, duas sequências ortogonais de comprimento 2 podem ser definidos para piloto com base numa matriz de 2 X 2 *DFT* $D_{2 \times 2}$, que pode ser expressa como:

$$\mathbf{D}_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} +1 & +1 \\ +1 & -1 \end{bmatrix}. \quad \text{Eq (9)}$$

A matriz 2 X 2 *DFT* é igual a uma matriz 2 X 2 *Walsh*.

Duas sequências ortogonais $q_0(m)$ e $q_1(m)$ podem ser definidas com as duas linhas da matriz 2 X 2 *DFT* e podem ser dadas como:

$$q_0(m) = [+1 \ +1], \quad \text{Eq (10a)}$$

e

$$q_1(m) = [+1 \ -1]. \quad \text{Eq (10b)}$$

Para a forma de realização apresentada na figura 3B, um *UE* pode gerar piloto para *ACK* com uma sequência ortogonal $q(m)$ de comprimento 2, tal como apresentado na equação (4), para se obter duas sequências piloto $p_0(n)$ e $p_1(n)$. O *UE* pode enviar as duas sequências piloto $p_0(n)$ e $p_1(n)$ em dois períodos de símbolo 2 e 3 na fenda da

esquerda e também em dois períodos de símbolo 8 e 9 na fenda da direita, tal como apresentado na figura 3B. O UE pode também processar os dados para ACK com uma sequência ortogonal $w(m)$ de comprimento 4, tal como apresentado nas equações (7) e (8), para se obter quatro sequências de dados $z_0(n)$ a $z_3(n)$. O UE pode enviar as quatro sequências de dados $z_0(n)$ a $z_3(n)$ em quatro períodos de símbolo 0, 1, 4 e 5 na fenda esquerda e também em quatro períodos de símbolo 6, 7, 10 e 11 na fenda direita, tal como apresentado na figura 3B.

Para a forma de realização apresentada na figura 3B, até 12 UEs podem enviar simultaneamente pilotos para ACK com seis sequências de sinal de referência e duas sequências ortogonais $q_0(m)$ e $q_2(m)$. Numa forma de realização, 12 canais ACK podem ser definidos com seis sequências de referência de sinal, duas sequências ortogonais para o piloto, e quatro sequências ortogonais para os dados. O número de canais ACK pode ser limitado pelo número de UEs que podem enviar os pilotos simultaneamente. Cada canal ACK pode estar associado a uma sequência do sinal de referência específica $r(n)$, uma sequência ortogonal específica $q(m)$ para piloto, e uma sequência ortogonal específica $w(m)$ para os dados. Até 12 UEs podem simultaneamente enviar as suas informações ACK em até 12 canais ACK no mesmo par de blocos de recursos .

Numa outra forma de realização de uma estrutura de ACK para fendas com seis períodos de símbolos, o piloto

pode ser enviado em três períodos de símbolos num bloco de recursos, e os dados podem ser enviados nos restantes três períodos de símbolos no bloco de recursos. Nesta forma de realização, as sequências ortogonais de comprimento 3 podem ser utilizadas tanto para piloto como para dados e podem ser definidas tal como apresentado no conjunto da equação (3). Nesta forma de realização, 18 canais ACK podem ser definidos com seis sequências de referência de sinal, três sequências ortogonais para o piloto, e três sequências ortogonais para os dados. Até 18 UEs podem simultaneamente enviar as suas informações ACK em até 18 canais ACK no mesmo par de blocos de recursos.

Foram descritos acima vários exemplos de forma de realização da estrutura ACK. Em geral, o piloto pode ser enviado em qualquer número de períodos de símbolo (M), e os dados podem ser enviados em qualquer número de períodos de símbolo (L). Um conjunto de sequências ortogonais de comprimento M pode ser usado para piloto, podendo um conjunto de sequências ortogonais de comprimento L ser usado para dados. As sequências ortogonais para piloto e dados podem ser definidas com base em *DFT*, *Walsh* e/ou outras matrizes de dimensões adequadas. Um UE pode propagar o seu piloto com uma sequência ortogonal $q(m)$ atribuída ao UE para piloto e pode propagar os seus dados com uma sequência ortogonal $w(m)$ atribuída ao UE para os dados.

A figura 4 mostra uma forma de realização de uma estrutura de CQI 400 para um caso em que cada fenda inclui

sete períodos de símbolo. Nesta forma de realização, um bloco de recursos para *CQI* inclui cinco períodos de símbolos para dados e dois períodos de símbolos para piloto. Nesta forma de realização apresentada na figura 4, para a fenda da esquerda, o piloto é enviado em dois períodos de símbolo 2 e 4 que se encontram separados por um período de símbolo, sendo que os dados são enviados nos restantes cinco períodos dos símbolos 0, 1, 3, 5 e 6. Os dados e pilotos para *CQI* podem também ser enviados em outros períodos de símbolo dentro do bloco de recursos. Pode ser desejável separar os dois períodos dos símbolos para piloto por pelo menos um período de símbolo (por exemplo, por um, dois ou três períodos de símbolos), a fim de capturar a variação de tempo num canal sem fios.

Numa forma de realização, as sequências de sinais de referência pode ser usadas directamente como sequências piloto para *CQI*. O *UE* pode enviar a sua sequência de sinal de referência em cada período de símbolo para o piloto, sem propagar. Se seis sequências de sinal de referência estiverem disponíveis, então até seis *UEs* podem enviar simultaneamente pilotos com as seis sequências de sinal de referência. Cada *UE* pode enviar o seu piloto com uma sequência específica de sinal de referência. Os pilotos destes *UEs* podem ser distintos pela separação das sequências do sinal de referência no domínio da frequência.

Numa forma de realização, um *UE* pode processar dados para *CQI* tal como se segue. O *UE* pode primeiro

codificar os bits de informação para *CQI* para se obter os bits de código e pode mapear estes bits de código para dez símbolos de modulação $d(0)$ a $d(9)$. O UE pode depois modular a sua sequência de sinal referência $r(n)$ com cada símbolo de modulação $d(m)$, tal como se segue:

$$c_m(n) = d(m) \cdot r(n), \quad \text{para } n = 0, \dots, N-1 \text{ e } m = 0, \dots, 9, \quad \text{Eq (11)}$$

em que $c_m(n)$ é uma sequência de dados para *CQI* para o período de símbolo m . Podem ser obtidas dez sequências de dados $c_0(n)$ a $c_9(n)$ para os dez símbolos de modulação $d(0)$ a $d(9)$, respectivamente, e podem ser enviadas em dez períodos de símbolos para os dados num par de blocos de recursos, por exemplo, tal como apresentado na figura 4.

Numa forma de realização podem ser definidos seis canais *CQI* com seis sequências de sinal de referência. Cada canal *CQI* pode ser associado a uma sequência $r(n)$ do sinal de referência específico. Até seis UEs podem simultaneamente enviar dados e pilotos para *CQI* em até seis canais *CQI* no mesmo par de blocos de recursos. Os dados e pilotos destes UEs podem ser distintos pela separação das sequências de sinal de referência no domínio da frequência.

Numa forma de realização de uma estrutura *CQI* para fendas com seis períodos de símbolos, um bloco de recursos para *CQI* inclui quatro períodos de símbolos para dados e dois períodos de símbolos para piloto. Por exemplo, o piloto pode ser enviado em dois períodos de símbolos 1 e

4, podendo os dados ser enviados nos restantes quatro períodos de símbolos 0, 2, 3 e 5. Numa outra forma de realização, um bloco de recursos para *CQI* inclui cinco períodos de símbolos para dados e um período de símbolo para o piloto. Por exemplo, o piloto pode ser enviado num período de símbolo 2 ou 3, e os dados podem ser enviados nos restantes cinco períodos de símbolo. Os dados e piloto para *CQI* podem também ser enviados em outros períodos de símbolo dentro do bloco de recursos para o caso com seis períodos de símbolo por fenda.

As figuras 3A e 3B mostram dois exemplos de formas de realização para o envio de dados e piloto para *ACK*. A figura 4 mostra um exemplo de forma de realização para o envio de dados e piloto para *CQI*. Os dados e piloto para *ACK* e *CQI* podem também ser enviados de outras maneiras, por exemplo, em diferentes números de períodos de símbolo, diferentes períodos de símbolos dentro de um bloco de recursos, etc.

Os canais de *ACK* e *CQI* podem também ser multiplexados no mesmo bloco de recursos. Modular toda uma sequência de sinal de referência com um símbolo de modulação (por exemplo, para informação *ACK* ou *CQI*) ou um símbolo de uma sequência ortogonal (por exemplo, para piloto) não altera as propriedades de correlação das sequências do sinal de referência. Para as formas de realização apresentadas nas figuras 3A e 4 e com seis sequências de sinais de referência, um único par de bloco

de recurso pode apoiar uma das seguintes configurações: 18 canais de *ACK*, 1 canal de *CQI* e 15 canais de *ACK*, 2 canais de *CQI* e 12 canais de *ACK*, 3 canais de *CQI* e 9 canais *ACK*, 4 canais de *CQI* e 6 canais de *ACK*, 5 canais de *CQI* e 3 canais de *ACK*, ou 6 canais de *CQI*.

A figura 5 mostra um diagrama de blocos de uma forma de realização de um nó B 110 e um *UE* 120, que são um dos nós B e um dos *UEs* na figura 1. Nesta forma de realização, o *UE* 120 está munido com T antenas 532a a 532t, e o nó B 110 está munido com R antenas 552a a 552r, onde em geral $T \geq 1$ e $R \geq 1$.

No *UE* 120, um processador de transmissão 520 pode receber os dados de tráfego a partir de uma fonte de dados 512, processar (por exemplo, codificar e mapear símbolo) os dados de tráfego, e proporcionar símbolos de dados. O processador de transmissão 520 pode também receber informação de controlo (por exemplo, informação *ACK* e/ou *CQI*) a partir de um controlador/processador 540, processar a informação de controlo tal como descrito acima, e proporcionar símbolos de controlo (e.g., para sequências de dados). O processador de transmissão 520 pode também gerar símbolos piloto (por exemplo, para sequências piloto) e multiplexar os símbolos piloto com os símbolos de dados e os símbolos de controlo. Um símbolo de dados é um símbolo para os dados de tráfego, um símbolo de controlo é um símbolo para informação de controlo, um símbolo piloto é um símbolo para o piloto, e um símbolo pode ser um valor real

ou complexo. Um símbolo piloto pode também ser designado como um símbolo de referência.

Um processador *MIMO* 522 pode processar (por exemplo, pré-codificar) os símbolos do processador de transmissão 520 e proporcionar T fluxos de símbolo de saída para os moduladores T (MOD) 530a através 530t. O processador *MIMO* 522 pode ser omitido se *UE* 120 estiver munido com uma única antena. Cada modulador 530 pode processar a sua sequência de símbolos de saída (por exemplo para multiplexagem por divisão de frequência de uma só portadora (*SC-FDM*) para obter uma sequência de amostra de saída. Cada modulador 530 pode adicionalmente condicionar (por exemplo, converter para analógico, preencher, amplificar e converter para um andar superior) a sua sequência de amostra de saída para gerar um sinal de ligação ascendente. Os sinais de ligação ascendente T dos moduladores 530a a 530t podem ser transmitidos através das antenas T 532a a 532t, respectivamente.

No nó B 110, as antenas 552a a 552r podem receber os sinais de ligação ascendente de *UE* 120 e/ou outros *UEs*. Cada antena 552 pode proporcionar um sinal recebido para um respectivo desmodulador (*DEMOD*) 554. Cada desmodulador 554 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter para um andar inferior, e digitalizar) o seu sinal recebido para obter amostras e pode ainda processar as amostras (por exemplo, para *SC-FDM*) para obter os símbolos recebidos. Um detector *MIMO* 556 pode realizar a

detecção de *MIMO* nos símbolos recebidos de todos os desmoduladores R 554a a 554r e proporcionar os símbolos detectados. Um processador de recepção 560 pode processar (por exemplo, desmodular e decodificar) os símbolos detectados, proporcionar os dados de tráfego decodificados para um colector de dados 562, e proporcionar a informação de controlo decodificado para um controlador/processador 570. Em geral, o processamento pelo detector *MIMO* 556 e processador de recepção 560 é complementar ao processamento pelo processador *MIMO* 522 e processador de transmissão 520, respectivamente, no *UE* 120.

O nó B 110 pode transmitir dados de tráfego e/ou informações de controlo na ligação descendente para o *UE* 120. Os dados de tráfego de uma fonte de dados 578 e/ou informações de controlo do controlador/processador 570 podem ser processados por um processador de transmissão 580 e adicionalmente processados por um processador *MIMO* 582 para obter sequências de símbolos de saída R. Os moduladores R 554a a 554r podem processar as sequências de símbolos de saída R (por exemplo, para *OFDM*) para se obter as sequências da amostra de saída e podem ainda condicionar as sequências de amostra de saída para obter sinais R de ligação descendente, que podem ser transmitidos através de antenas R 552a a 552r. No *UE* 120, os sinais de ligação descendente do nó B 110 podem ser recebidos pelas antenas 532a a 532t, condicionados e processados pelos desmoduladores 530a a 530t, e ainda processados por um detector de *MIMO* 536 (se aplicável) e um processador de

recepção 538 para recuperar os dados de tráfego e informação de controlo enviados para UE 120. O processador de recepção 538 pode proporcionar os dados de tráfego a um colector de dados 539 e proporcionar as informações de controlo para o controlador/processador 540.

Os controladores/processadores 540 e 570 podem dirigir as operações no UE 120 e nó B 110, respectivamente. As memórias 542 e 572 podem armazenar dados e códigos de programa para o UE 120 e nó B 110, respectivamente. Um programador 574 pode programar UEs para a transmissão de dados na ligação descendente e/ou ligação ascendente e pode atribuir recursos aos UEs programados. O programador 574 pode também atribuir recursos ACK e CQI aos UEs para a transmissão de informação ACK e CQI. Os recursos ACK e CQI podem compreender blocos de recursos, sequências de sinal de referência, sequências ortogonais para piloto, sequências ortogonais para os dados, etc.

A figura 6 mostra um diagrama de blocos de uma forma de realização de um processador de transmissão 620 para ACK, que pode fazer parte de processador de transmissão 520 no UE 120 na figura 5. Dentro do processador de transmissão 620, um mapeador de símbolos 622 pode mapear informação ACK a um símbolo de modulação $d(0)$. Um multiplicador 624 pode multiplicar uma sequência de sinal de referência $r(n)$ com o símbolo de modulação e proporcionar uma sequência modulada $y(n)$, por exemplo, tal como apresentado na equação (7). Um propagador de dados 626

pode propagar a sequência modulada com uma sequência ortogonal $w(m)$ para dados e proporcionar sequências de dados $zm(n)$, por exemplo, tal como apresentado na equação (8). Um propagador piloto 628 podem propagar a sequência de sinal de referência com uma sequência ortogonal $q(m)$ para piloto e proporcionar sequências piloto $pm(n)$, por exemplo, tal como apresentado na equação (4). Um multiplexador (MUX) 630 pode receber as sequências de dados do propagador 626 e as sequências piloto do propagador 628 e pode proporcionar cada sequência num período de símbolo apropriado, por exemplo, tal como apresentado nas figuras 3A ou 3B.

A figura 7 mostra um diagrama de blocos de uma forma de realização de um processador de transmissão 720 para CQI, que pode fazer parte de processador de transmissão 520 em UE 120 na figura 5. Dentro do processador de transmissão 720, um codificador 722 pode codificar somente informações CQI ou ambas as informações CQI e ACK para obter os bits de código. Um mapeador de símbolos 724 pode mapear os bits de código para os símbolos de modulação $d(m)$. Um multiplicador 726 pode multiplicar uma sequência $r(n)$ de sinal de referência com cada símbolo de modulação e proporcionar uma sequência de dados correspondente $cm(n)$, por exemplo, tal como apresentado na equação (11). Um multiplexador 728 pode receber as sequências de dados do multiplicador 726 e a sequência de sinal de referência, proporcionar cada sequência de dados num respectivo período de símbolos para dados, e proporcionar a sequência de sinal de referência como uma

sequência piloto em cada período de símbolo para o piloto, por exemplo, tal como apresentado na figura 4.

A figura 8 mostra uma forma de realização de um modulador *SC-FDM* 830, que pode ser utilizados para cada um dos moduladores 530a a 530t em *UE* 120 na figura 5, quando se envia *ACK* ou *CQI*. Dentro do modulador *SC-FDM* 830, uma unidade *DFT* 832 pode receber uma sequência de dados ou piloto contendo N símbolos para um período de símbolos, executar um *DFT* de N pontos nos símbolos N , e proporcionar N valores no domínio da frequência. Um mapeador de símbolo para a subportadora 834 pode mapear os N valores no domínio da frequência para N subportadoras num bloco de recursos usado para *ACK* ou *CQI* e pode mapear zero valores para as restantes subportadoras. Uma unidade de transformação rápida de *Fourier* inversa (*IFFT*) 836 pode executar uma *IFFT* de ponto K nos valores mapeados K para as subportadoras totais K e proporcionar amostras K no domínio do tempo para uma parcela útil. Um gerador de prefixo cíclico 838 pode copiar as últimas amostras C da parcela útil e anexar estas amostras C para a frente da parcela útil para formar um símbolo *SC-FDM* que contém $K + C$ amostras. O símbolo *SC-FDM* pode ser enviado num período de símbolo, que pode incluir períodos de amostra $K + C$.

A figura 9 mostra um diagrama de blocos de uma forma de realização de um desmodulador *SC-FDM* 950, que pode ser utilizado para cada um dos desmoduladores 554a a 554r no nó B 110 na figura 5 quando recebe *ACK* ou *CQI*. Dentro do

desmodulador *SC-FDM* 950, uma unidade de remoção cíclica de prefixo 952 pode obter $K + C$ amostras recebidas em cada período de símbolo, remover C amostras recebidas que correspondem ao prefixo cíclico, e proporcionar K amostras recebidas para a parcela útil. Uma unidade de transformação de *Fourier* rápida (*FFT*) 954 pode executar uma *FFT* de ponto K nas amostras K recebidas e proporcionar K valores no domínio da frequência para as subportadoras K totais. Um desmapeador de símbolo para subportadora 956 pode proporcionar N valores no domínio da frequência das N subportadoras num bloco de recursos atribuídos a *UE* 120 e pode abandonar os restantes valores no domínio da frequência. Uma unidade *IDFT* 958 pode executar uma *IDFT* de ponto N nos valores no domínio da frequência e proporcionar N símbolos recebidos para uma sequência de dados ou piloto recebida.

A figura 10 mostra um diagrama de blocos de uma forma de realização de um processador de recepção 1060 para *ACK*, que pode fazer parte do processador receptor 560 no nó B 110 na figura 5. Dentro do processador receptor 1060, um desmultiplexador (*Demux*) 1062 pode obter sequências de dados e piloto recebidos para *ACK* de um par de blocos de recursos atribuídos ao *UE* 120, proporcionar as sequências piloto recebidas para um *despreader* de piloto 1064, e proporcionar as sequências de dados recebidas para um detector coerente 1070. O *despreader* piloto 1064 pode propagar para fora as sequências piloto recebidas para cada bloco de recursos com a sequência ortogonal $q(m)$ atribuída

ao UE 120 e proporcionar uma sequência piloto de propagação para aquele bloco de recursos. Numa forma de realização, o *despreading* piloto para cada bloco de recursos pode ser realizada tal como se segue:

$$\hat{r}(n) = \sum_{m=0}^{M-1} q^*(m) \cdot \tilde{p}_m(n), \quad \text{Eq (12)}$$

em que $\tilde{p}_m(n)$ é uma sequência piloto recebida para o período de símbolo m , e $\hat{r}(n)$ é uma sequência piloto *despreaded*.

Um estimador de canal 1066 pode derivar uma estimativa de canal para as N subportadoras em cada bloco de recursos com base na sequência piloto *despreaded* para aquele bloco de recursos. O detector coerente 1070 pode executar a detecção coerente para cada sequência recebida de dados com uma estimativa de canal aplicável e proporcionar uma sequência detectada de dados correspondente. Um *despreader* de dados 1072 pode *despread* as sequências de dados detectadas para cada bloco de recursos com a sequência ortogonal $w(m)$ atribuída a UE 120 para obter uma sequência de dados *despreaded* para aquele bloco de recursos. Numa forma de realização, o *despreading* para cada bloco de recursos pode ser realizada tal como se segue:

$$\hat{y}(n) = \sum_{m=0}^{L-1} w^*(m) \cdot b_m(n), \quad \text{Eq (13)}$$

em que $b_m(n)$ é uma sequência de dados detectada para o período de símbolo m , e

$\hat{y}(n)$ é uma sequência de dados *despreaded*, que é uma estimativa de $y(n)$ na equação (7).

Um correlacionador 1074 pode correlacionar a sequência de dados *despread* para cada bloco de recursos com cada uma das sequências de sinal de referência possíveis e pode proporcionar o resultado de correlação para a melhor sequência de referência de sinal. Um desmapeador de símbolo 1076 pode obter resultados de correlação para os dois blocos de recursos usados para ACK, determinar o símbolo de modulação mais provável que tenha sido enviado por UE 120 com base nos resultados de correlação, e proporcionar informação ACK recebida para o UE.

A figura 11 mostra um diagrama de blocos de uma forma de realização de um processador de recepção 1160 para CQI, que pode fazer parte do processador de recepção 560 no nó B 110 na figura 5. Dentro do processador receptor 1160, um desmultiplexador 1162 pode obter sequências recebidas de dados e pilotos para CQI de um par de blocos de recursos atribuídos ao UE 120, proporcionar cada sequência piloto recebida a um estimador de canal 1164, e proporcionar cada sequência recebida de dados a um detector coerente 1170. O estimador de canal 1164 pode derivar uma ou mais estimativas de canal para as subportadoras N em cada bloco de recursos com base nas sequências piloto recebidas para

esse bloco de recursos. Numa forma de realização, o estimador de canal 1164 pode obter uma estimativa de canal para cada bloco de recursos com base em todas as sequências piloto recebidas para esse bloco de recursos. Esta forma de realização pode ser utilizada para um canal de variação lenta, por exemplo, de mobilidade baixa. Numa outra forma de realização, o estimador de canal 1164 pode obter uma estimativa de canal para cada período de símbolo em cada bloco de recursos com base em (por exemplo, por interpolação) as sequências piloto recebidas para esse bloco de recursos. Esta forma de realização pode ser utilizada para um canal de variação rápida, por exemplo de mobilidade elevada.

O detector coerente 1170 pode executar a detecção coerente para cada sequência recebida de dados com uma estimativa de canal aplicável e proporcionar uma sequência detectada de dados correspondente. Um correlacionador 1172 pode correlacionar cada sequência de dados detectados com cada uma das sequências de sinal de referência possíveis e proporcionar o resultado da correlação para a melhor sequência de sinal de referência. Uma unidade 1174 pode calcular *log-likelihood ratios* (LLRs) com base nos resultados de correlação para as sequências de dados detectados. Um decodificador 1176 pode decodificar os LLRs para todas as sequências de dados e proporcionar a informação CQI recebida para o UE 120.

As figuras 10 e 11 mostram exemplos de formas de

realização do processamento pelo nó B 110 para recuperar a informação *ACK* e *CQI* enviada por *UE* 120. O nó B 110 pode também realizar o processamento para *ACK* e *CQI* de outras maneiras. Por exemplo, o correlacionador 1074 na figura 10 e correlacionador 1172 na figura 11 podem cada um ser substituídos por um detector que pode detectar a sequência do sinal de referência atribuído ao *UE* 120. O processamento pode também ser realizado numa ordem diferente daquela apresentada nas figuras 10 e 11. O nó B 110 pode executar o processamento no domínio do tempo (por exemplo, tal como mostrado nas figuras 10 e 11) nas sequências de dados e pilotos recebidas no domínio do tempo proporcionadas pela unidade de *IDFT* 958 na figura 9. Alternativamente, o nó B 110 pode executar o processamento no domínio da frequência nas sequências de dados e piloto recebidas no domínio da frequência proporcionadas pelo desmapeador 956 na figura 9.

O nó B 110 pode receber sequências de dados e pilotos do *UE* 120 através de várias antenas 552a a 552r. Neste caso, o nó B 110 pode combinar os resultados das várias antenas, por exemplo, após o detector coerente 1070 ou após o *despreader* de dados 1072 na figura 10, e após o detector coerente 1170 na figura 11. O nó B 110 pode também combinar através de várias antenas em outros pontos nos trajectos de processamento para *ACK* e *CQI*.

A figura 12 mostra uma forma de realização de um processo 1200 para a transmissão de dados e pilotos para *ACK*. O processo 1200 pode ser realizado por um *UE* ou alguma

outra entidade. Ao *UE* pode ser atribuída uma sequência de sinal de referência seleccionada de um conjunto de sequências de sinais de referência geradas com base em deslocamentos cíclicos diferentes de uma sequência base. Ao *UE* pode também ser atribuída uma sequência ortogonal seleccionada de um conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz *DFT* ou uma matriz *Walsh*. O *UE* pode propagar a sequência de sinal de referência com a sequência ortogonal para obter várias sequências piloto (bloco 1212). O *UE* pode então enviar as várias sequências piloto em vários (por exemplo, 12) subportadoras em vários períodos de símbolos, uma sequência piloto em cada período de símbolo, com cada sequência piloto sendo enviada nas várias subportadoras (bloco 1214). Os vários períodos de símbolo podem ser períodos de símbolos consecutivos num bloco de recursos.

Numa forma de realização, o *UE* pode propagar a sequência de sinal de referência com uma sequência ortogonal de comprimento três para obter três sequências piloto. O *UE* pode depois enviar as três sequências piloto nos três períodos de símbolo centrais de uma fenda que compreende sete períodos de símbolo, por exemplo, tal como apresentado na figura 3A. Numa outra forma de realização, o *UE* pode propagar a sequência de sinal de referência com uma sequência ortogonal de comprimento dois para obter duas sequências piloto. O *UE* pode depois enviar as duas sequências piloto nos dois períodos de símbolo centrais de uma fenda que compreende seis períodos de símbolo, por

exemplo, tal como apresentado na figura 3B.

Ao *UE* pode também ser atribuída uma segunda sequência ortogonal seleccionada de um conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz *DFT* ou uma matriz *Walsh*. O *UE* pode modular a sequência de sinal de referência com a informação *ACK* para obter uma sequência modulada (bloco 1216). O *UE* pode depois propagar a sequência modulada com a segunda sequência ortogonal para obter várias sequências de dados (bloco 1218). O *UE* pode enviar as várias sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados, com cada sequência de dados sendo enviada nas várias subportadoras (bloco 1220). Numa forma de realização, o *UE* pode propagar a sequência modulada com uma sequência ortogonal de comprimento quatro para obter quatro sequências de dados. O *UE* pode depois enviar as quatro sequências de dados em quatro períodos de símbolo de uma fenda, por exemplo, tal como apresentado nas figuras 3A ou 3B.

Numa forma de realização, o *UE* pode gerar vários símbolos *SC-FDM* com base nas várias sequências piloto múltiplas, um símbolo *SC-FDM* para cada sequência piloto. O *UE* pode também gerar vários símbolos *SC-FDM* com base nas várias sequências de dados, um símbolo *SC-FDM* para cada sequência de dados. O *UE* pode enviar cada símbolo *SC-FDM* num período de símbolo diferente.

A figura 13 mostra uma forma de realização de um dispositivo 1300 para a transmissão de dados e piloto para ACK. O dispositivo 1300 inclui um módulo 1312 para propagar uma sequência de sinal de referência com uma sequência ortogonal para obter várias sequências piloto, um módulo 1314 para enviar as várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo, um módulo 1316 para modular a sequência do sinal de referência com a informação ACK para obter uma sequência modulada, um módulo 1318 para propagar a sequência modulada com uma segunda sequência ortogonal para obter várias sequências de dados, e um módulo 1320 para enviar as várias sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos de símbolo para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados.

A figura 14 mostra uma forma de realização de um processo 1400 para a transmissão de dados e pilotos para CQI. O processo 1400 pode ser realizado por um *UE* ou alguma outra entidade. Ao *UE* pode ser atribuída uma sequência de sinal de referência selecionada de um conjunto de sequências de sinais de referência geradas com base em deslocamentos cíclicos diferentes de uma sequência base. O *UE* pode gerar várias sequências piloto com base na sequência de sinal de referência (bloco 1412). Numa forma de realização, o *UE* pode definir cada sequência piloto igual à sequência de sinal de referência. O *UE* pode também gerar as sequências de piloto com base na sequência do

sinal de referência de outras maneiras. O *UE* pode enviar as várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo separados por pelo menos um período de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo, com cada sequência piloto sendo enviada nas várias subportadoras (bloco 1414).

O *UE* pode gerar vários símbolos de modulação com base na informação *CQI* ou ambas a informação *CQI* e *ACK* (bloco 1416). O *UE* pode modular a sequência de sinal de referência com os vários símbolos de modulação para se obter várias sequências de dados (bloco 1418). O *UE* pode enviar as várias sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos dos símbolos múltiplos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados, com cada sequência de dados a ser enviada nas várias subportadoras (bloco 1420).

Numa forma de realização, o *UE* pode gerar duas sequências piloto com base na sequência do sinal de referência e pode enviar estas duas sequências piloto em dois períodos de símbolo em cada uma de duas fendas. Cada fenda pode incluir sete períodos de símbolos, e os dois períodos de símbolos para piloto podem estar separados por pelo menos um período de símbolo. O *UE* pode gerar dez sequências de dados com base na sequência do sinal de referência e dez símbolos de modulação e pode enviar estas dez sequências de dados nos restantes dez períodos de símbolos nas duas fendas. O *UE* pode também gerar e enviar

diferentes números de sequências piloto e sequências de dados.

A figura 15 mostra uma forma de realização de um dispositivo 1500 para a transmissão de dados e piloto para CQI. O dispositivo 1500 inclui um módulo 1512 para gerar várias sequências piloto com base numa sequência de sinal de referência, um módulo 1514 para enviar as várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo separados por, pelo menos, um período de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo, um módulo 1516 para gerar vários símbolos de modulação com base na informação CQI ou ambas a informação CQI e ACK, um módulo 1518 para modular a sequência de sinal de referência com os vários símbolos de modulação para obter várias sequências de dados, e um módulo 1520 para enviar as várias sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados.

A figura 16 mostra uma forma de realização de um processo 1600 para a recepção de ACK. O processo 1600 pode ser realizado por um nó B ou alguma outra entidade. O nó B pode receber várias sequências (por exemplo, duas ou três) piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo de um UE, uma sequência piloto em cada período de símbolo (bloco 1612). O nó B pode *despread* as várias sequências piloto com uma sequência ortogonal (por exemplo,

um comprimento de 2 ou 3) para obter uma sequência piloto *despread* (bloco 1614). O nó B pode derivar uma estimativa de canal com base na sequência piloto *despread* (bloco 1616). O nó B pode realizar o *despreading* e estimativa de canal no domínio do tempo ou domínio da frequência.

O nó B pode também receber várias sequências de dados (por exemplo, quatro) nas várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados (bloco 1618). O nó B pode realizar a detecção coerente para as várias sequências de dados com a estimativa de canal para obter várias sequências de dados detectados (bloco 1620). O nó B pode *despread* as várias sequências de dados detectadas com uma segunda sequência ortogonal (por exemplo, de comprimento 4) para obter uma sequência de dados *despread* (bloco 1622). O nó B pode então recuperar a informação *ACK* do *UE* com base na sequência de dados *despread* (bloco 1624).

A figura 17 mostra uma forma de realização de dispositivo 1700 para a recepção de *ACK*. O dispositivo 1700 inclui um módulo 1712 para receber várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolos de um *UE*, uma sequência piloto em cada período de símbolo, um módulo 1714 para *despread* as várias sequências piloto com uma sequência ortogonal para obter uma sequência piloto *despread*, um módulo 1716 para obter uma estimativa de canal com base na sequência piloto de *despread*, um módulo 1718 para receber várias sequências de dados nas várias

subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados, um módulo 1720 para executar a detecção coerente das várias sequências de dados com a estimativa do canal para obter várias sequências de dados detectadas, um módulo 1722 para *despread* inverso as várias sequências de dados detectadas com uma segunda sequência ortogonal para obter uma sequência de dados *despread*, e um módulo 1724 para recuperar informação *ACK* do *UE* com base na sequência de dados *despread*.

A figura 18 mostra uma forma de realização de um processo 1800 para a recepção de *CQI*. O processo 1800 pode ser realizado por um nó B ou alguma outra entidade. O nó B pode receber várias sequências (por exemplo, duas) piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolos separados por pelo menos um período de símbolo de um *UE*, uma sequência piloto em cada período de símbolo (bloco 1812). O nó B pode obter uma estimativa de canal com base nas várias sequências piloto (bloco 1814). O nó B pode também receber várias sequências de dados sobre as várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados (bloco 1816). O nó B pode realizar a detecção coerente para as várias sequências de dados com a estimativa de canal para obter várias sequências de dados detectados (bloco 1818). O nó B pode então recuperar a informação *CQI* ou ambas as informações *CQI* e *ACK* do *UE* com base nas várias sequências de dados detectados (bloco

1820).

A figura 19 mostra uma forma de realização de um dispositivo 1900 para a recepção de *CQI*. O dispositivo 1900 inclui um módulo 1912 para receber várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolos separados por, pelo menos, um período de símbolo de um *UE*, uma sequência piloto em cada período de símbolo, um módulo 1914 para derivar uma estimativa de canal com base nas várias sequências piloto, um módulo 1916 para receber várias sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados, um módulo 1918 para realizar a detecção coerente para as várias sequências de dados com a estimativa de canal para obter várias sequências de dados detectados e um módulo 1920 para recuperar a informação *CQI* ou ambas as informações *CQI* e *ACK* do *UE* com base nas várias sequências de dados detectadas.

A figura 20 mostra uma forma de realização de um processo para suportar a transmissão de *ACK* e *CQI* por *UEs*. O processo 2000 pode ser realizado por um nó B ou alguma outra entidade de rede. O nó B pode seleccionar a primeira e segunda sequências ortogonais de um conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz *DFT* (bloco 2012). O nó B pode seleccionar primeira e segunda sequências de sinal de referência de um conjunto de sequências de referência de sinal geradas com base em

diferentes deslocamentos cíclicos de uma sequência básica (bloco 2014). O nó B pode atribuir a primeira sequência de sinal de referência e a primeira sequência ortogonal a um primeiro *UE* para o envio do piloto (bloco 2016). O nó B pode atribuir a segunda sequência de sinal de referência e a segunda sequência ortogonal a um segundo *UE* para o envio de piloto (bloco 2018). O nó B pode após isso receber um primeiro conjunto de sequências piloto do primeiro *UE* em várias subportadoras em vários períodos de símbolos (bloco 2020). O primeiro conjunto de sequências piloto pode ser gerado pelo primeiro *UE* com base na primeira sequência de sinal de referência e primeira sequência ortogonal. O nó B pode também receber um segundo conjunto de sequências piloto do segundo *UE* nas várias subportadoras nos vários períodos de símbolo (bloco 2022). O segundo conjunto de sequências piloto pode ser gerado pelo segundo *UE* com base na segunda sequência de sinal de referência e na segunda sequência ortogonal.

O nó B pode também atribuir a primeira sequência de sinal de referência e a segunda sequência ortogonal a um terceiro *UE* para o envio do piloto. O nó B pode ainda atribuir a segunda sequência de sinal de referência e a primeira sequência ortogonal a um quarto *UE* para o envio de piloto. Em geral, a cada *UE* pode ser atribuída uma combinação diferente de sequência de sinal de referência e sequência ortogonal para o envio de piloto no mesmo bloco de recursos.

O nó B pode seleccionar terceira e quarta sequências ortogonais de um conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz *Walsh*. O nó B pode atribuir a terceira sequência ortogonal ao primeiro *UE* para o envio de dados e pode atribuir a quarta sequência ortogonal ao segundo *UE* para o envio de dados. O nó B pode após isso receber um primeiro conjunto de sequências de dados do primeiro *UE* nas várias subportadoras em vários períodos dos símbolos para dados. O primeiro conjunto de sequências de dados pode ser gerado pelo primeiro *UE* com base na primeira sequência do sinal de referência e na terceira sequência ortogonal. O nó B pode receber um segundo conjunto de sequências de dados do segundo *UE* nas várias subportadoras nos vários períodos dos símbolos para dados. O segundo conjunto de sequências de dados pode ser gerado pelo segundo *UE* com base na segunda sequência de sinal de referência e na quarta sequência ortogonal.

A figura 21 mostra uma forma de realização de um dispositivo 2100 para suportar a transmissão de *ACK* e *CQI* pelos *UEs*. O dispositivo 2100 inclui um módulo 2112 para seleccionar a primeira e segunda sequências ortogonais de um conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz *DFT*, um módulo 2114 para seleccionar a primeira e segunda sequências de sinal de referência de um conjunto de sequências de sinal de referência geradas com base em diferentes deslocamentos cíclicos de uma sequência de base, um módulo 2116 para atribuir a primeira sequência de sinal referência e a primeira sequência ortogonal a um primeiro

UE para o envio de piloto, um módulo 2118 para atribuir a segunda sequência de sinal de referência e a segunda sequência ortogonal a um segundo *UE* para o envio do piloto, um módulo 2120 para receber um primeiro conjunto de sequências piloto da primeiro *UE* em várias subportadoras em vários períodos de símbolos, e um módulo 2122 para receber um segundo conjunto de sequências piloto do segundo *UE* nas várias subportadoras nos vários períodos de símbolo.

Os módulos nas figuras 13, 15, 17, 19 e 21 podem incluir processadores, dispositivos electrónicos, dispositivos de *hardware*, componentes electrónicos, circuitos lógicos, memórias, etc., ou qualquer combinação destes.

Os técnicos irão compreender que as informações e sinais podem ser representados utilizando qualquer de uma variedade de tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, os dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos e microcircuitos que podem ser referenciados por toda a descrição acima podem ser representados por tensões, correntes, ondas electromagnéticas, campos magnéticos ou partículas, campos óticos ou partículas, ou qualquer combinação destes.

Os técnicos irão ainda apreciar que os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos, circuitos, e passos do algoritmo descritos em ligação com a descrição podem ser implementados como *hardware* electrónico, *software* de

computador, ou combinações de ambos. Para ilustrar claramente esta permutabilidade de *hardware* e *software*, foram descritos acima vários componentes ilustrativos, blocos, módulos, circuitos e passos , geralmente em termos da sua funcionalidade. Se uma tal funcionalidade é implementada como *hardware* ou *software* depende da aplicação específica e restrições de concepção impostas ao sistema global. Os técnicos qualificados podem implementar a funcionalidade descrita de maneiras diferentes para cada aplicação específica, mas as decisões de forma de realização não devem ser interpretadas como motivo de afastamento do âmbito da presente descrição.

Os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos, e circuitos descritos em ligação com a descrição na presente, podem ser implementados ou executados com um processador de propósito geral, um processador de sinal digital (*DSP*), um circuito integrado para aplicação específica (*ASIC*), uma rede de portas lógicas programáveis (*FPGA*) ou outro dispositivo lógico programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes de *hardware* discretos, ou qualquer combinação dos mesmos concebidos para executar as funções descritas na presente. Um processador de propósito geral pode ser um microprocessador, mas em alternativa, o processador pode ser qualquer processador convencional, controlador, microcontrolador, ou máquina de estado. Pode também ser implementado um processador como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um *DSP* e um microprocessador, vários microprocessadores,

um ou mais microprocessadores em conjunção com um núcleo *DSP*, ou qualquer outra configuração deste tipo.

Os passos de um processo ou algoritmo descritos em ligação com a descrição presente podem ser realizados directamente em *hardware*, num módulo de *software* executado por um processador, ou numa combinação dos dois. Um módulo de *software* pode residir na memória *RAM*, memória flash, memória *ROM*, memória *EPROM*, memória *EEPROM*, registos, disco rígido, um disco amovível, um *CD-ROM*, ou qualquer outra forma de suporte de armazenamento conhecida na técnica. Um exemplo de meio de armazenamento é acoplado ao processador de modo a que o processador possa ler informação de, e escrever informação para, o meio de armazenamento. Em alternativa, o meio de armazenamento pode fazer parte integrante do processador. O processador e o suporte de armazenamento podem residir num *ASIC*. O *ASIC* pode residir num terminal de utilizador. Em alternativa, o processador e o suporte de armazenamento podem residir como componentes discretos num terminal de utilizador.

Em um ou mais exemplos de formas de realização, as funções descritas podem ser implementadas em *hardware*, *software*, *firmware*, ou qualquer combinação destes. Se implementadas no *software*, as funções podem ser armazenados em ou transmitidas como uma ou mais instruções de código num meio legível em computador. Os meios legíveis por computador incluem ambos, os suportes informáticos, e meios de comunicação, incluindo qualquer meio que facilite a

transferência de um programa de computador de um lugar para o outro. Um meio de armazenamento pode ser qualquer meio disponível que pode ser acedido por um computador de propósito geral ou de propósito especial. Como exemplo, e não limitando, tais suportes informáticos podem compreender *RAM*, *ROM*, *EEPROM*, *CD-ROM* ou outro armazenamento em disco óptico, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outro meio que possa ser usado para transportar ou armazenar os meios de código de programa desejados na forma de instruções ou estruturas de dados e que podem ser acedidos por um computador de propósito geral ou para fins especiais, ou um processador de propósito geral ou para fins especiais. Deste modo, qualquer ligação é apropriadamente denominada de suporte legível em computador. Por exemplo, se o *software* é transmitido de um site, servidor ou outra fonte remota utilizando um cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, linha de assinante digital (*DSL*), ou tecnologias sem fio tais como infravermelho, rádio, microondas, depois o cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, *DSL* ou tecnologias sem fio tal como infravermelhos, rádio, e microondas, encontram-se incluídos na definição de suporte. Os discos ópticos e discos magnéticos, tal como utilizados na presente, incluem o disco compacto (*CD*), o disco laser, o disco óptico, o *DVD*, sendo que os discos ópticos reproduzem os dados opticamente com lasers, e a disquete e o disco rígido reproduzem os dados magneticamente. A combinação dos produtos acima mencionados deve também ser incluída dentro

do âmbito dos meios legíveis por computador.

A descrição anterior da informação é proporcionada para permitir a qualquer técnico fazer ou usar a informação. Várias modificações à descrição serão facilmente visíveis aos técnicos, podendo os princípios genéricos definidos na presente ser aplicados a outras formas de realização alternativas sem fugir do escopo da descrição. Assim, a descrição não se destina a ser limitada aos exemplos e formas de realização descritos na presente mas deve estar de acordo com o escopo mais amplo consistente com as reivindicações.

Lisboa, 29 de Maio de 2012

REIVINDICAÇÕES

1. Processo (1200) para a comunicação sem fios, que compreende:

propagar (1212) uma sequência de sinal de referência com uma primeira sequência ortogonal para obter várias sequências piloto;

e

enviar (1214) as várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo para piloto, sendo cada sequência piloto enviada nas várias subportadoras.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente:

obter a sequência ortogonal a partir de um conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz de transformação *Fourier* discreta, *DFT*,

baseado numa matriz *Walsh*, ou

baseado em diferentes deslocamentos cíclicos de uma sequência de base.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, em que a propagação da sequência do sinal de referência compreende a propagação do sinal de referência com a sequência ortogonal de comprimento três para se obter três sequências piloto, e em que o envio de várias sequências

piloto compreende enviar as três sequências piloto em três períodos dos símbolos de uma fenda que compreende sete períodos de símbolo, ou, alternativamente em que a propagação da sequência do sinal de referência compreende a propagação da sequência do sinal de referência com uma sequência ortogonal de comprimento dois para obter duas sequências piloto, e em que o envio das várias sequências piloto compreende o envio das duas sequências piloto em dois períodos de símbolo de uma fenda que compreende seis símbolos de períodos.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente:

modular (1216) a sequência do sinal de referência com a informação de confirmação, *ACK*, para obter uma sequência modulada;

propagar (1218) a sequência modulada com uma segunda sequência ortogonal para obter várias sequências de dados; e

enviar (1220) as várias sequências de dados em várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência piloto em cada período de símbolo para dados, sendo cada sequência piloto enviada nas várias subportadoras.

5. Processo de acordo com a reivindicação 4, compreendendo adicionalmente:

obter a sequência ortogonal a partir de um primeiro conjunto de sequências ortogonais geradas com base

numa matriz de transformação *Fourier* discreta, *DFT*; e obter a segunda sequência ortogonal a partir de um segundo conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz *Walsh*.

6. Dispositivo (1300) para a comunicação sem fios, que compreende:

meios (1312) para propagar uma sequência de sinal de referência com uma sequência ortogonal para obter várias sequências piloto; e

meios (1314) para enviar as várias sequências piloto em várias subportadoras em vários períodos de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo para piloto, sendo cada sequência piloto enviada nas várias subportadoras.

7. Dispositivo de acordo com a reivindicação 6, compreendendo adicionalmente:

meios (1316) para modular a sequência do sinal de referência com a informação de confirmação, *ACK*, para obter uma sequência modulada;

meios (1318) para propagar a sequência modulada com uma segunda sequência ortogonal para obter várias sequências de dados; e

meios (1320) para enviar as várias sequências de dados em várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados, sendo cada sequência de dados enviada nas várias subportadoras.

8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 7, compreendendo adicionalmente:

meios para obter a sequência ortogonal a partir de um primeiro conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa transformação *Fourier* discreta, *DFT*, matriz; e
meios para obter a segunda sequência ortogonal a partir de um segundo conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz *Walsh*.

9. Programa informático que compreende:
um suporte legível em computador que compreende:
código para fazer com que pelo menos um computador propague uma sequência de sinal de referência com uma sequência ortogonal para obter várias sequências piloto; e código para fazer com que pelo menos um computador envie as várias sequências piloto nas várias subportadoras em vários períodos de símbolo, uma sequência piloto em cada período de símbolo para piloto, sendo cada sequência piloto enviada nas várias subportadoras.

10. Suporte legível em computador de acordo com a reivindicação 9, compreendendo adicionalmente:

código para fazer com que pelo menos um computador module a sequência do sinal de referência com a informação de confirmação, *ACK*, para obter uma sequência modulada;

código para fazer com que pelo menos um computador propague a sequência modulada com uma segunda sequência ortogonal para obter várias sequências de dados; e

código para fazer com que pelo menos um computador envie as várias sequências de dados nas várias subportadoras em vários períodos de símbolos para dados, uma sequência de dados em cada período de símbolo para dados, sendo cada sequência de dados enviada nas várias subportadoras.

11. Suporte legível em computador de acordo com a reivindicação 10, compreendendo adicionalmente:

código para fazer com que pelo menos um computador obtenha a sequência ortogonal a partir de um primeiro conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa transformação *Fourier* discreta, *DFT*, matriz; e
código para fazer com que pelo menos um computador obtenha a segunda sequência ortogonal a partir de um segundo conjunto de sequências ortogonais geradas com base numa matriz *Walsh*.

Lisboa, 29 de Maio de 2012

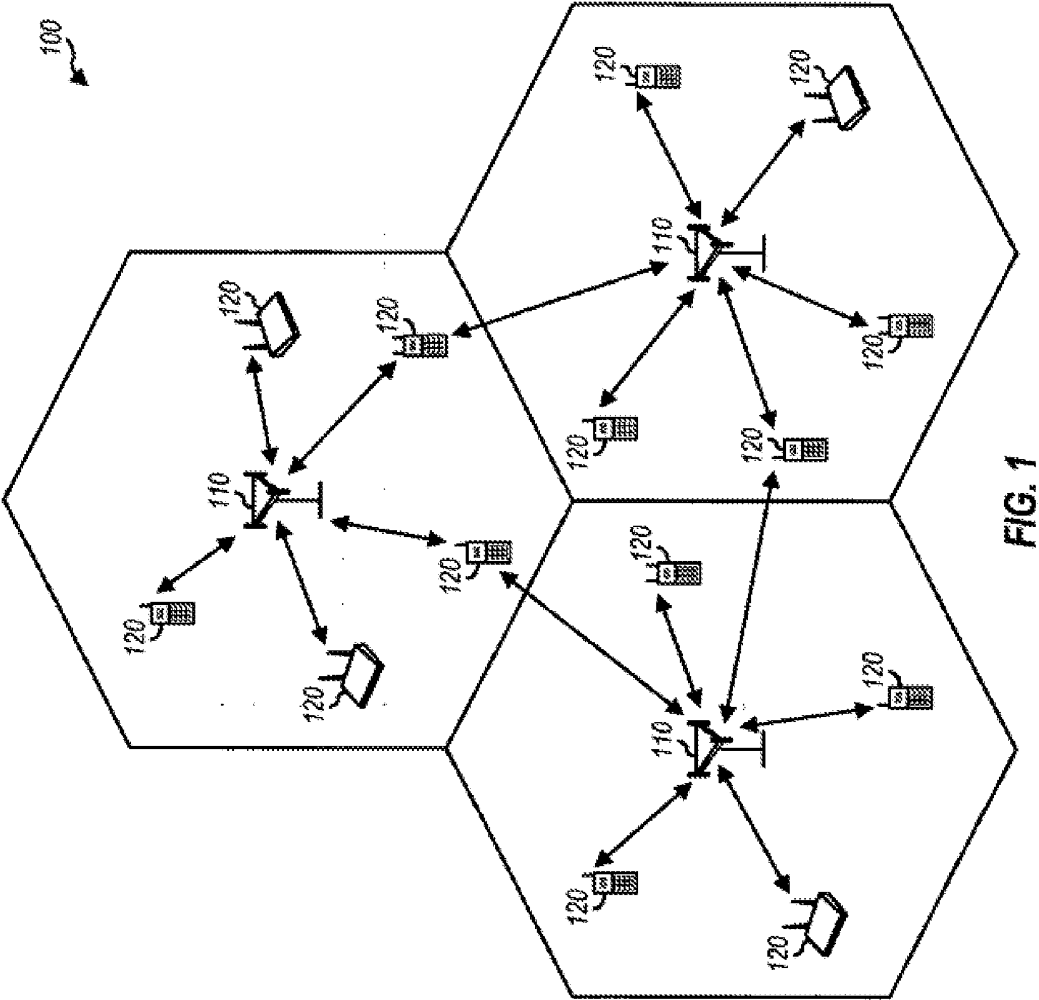
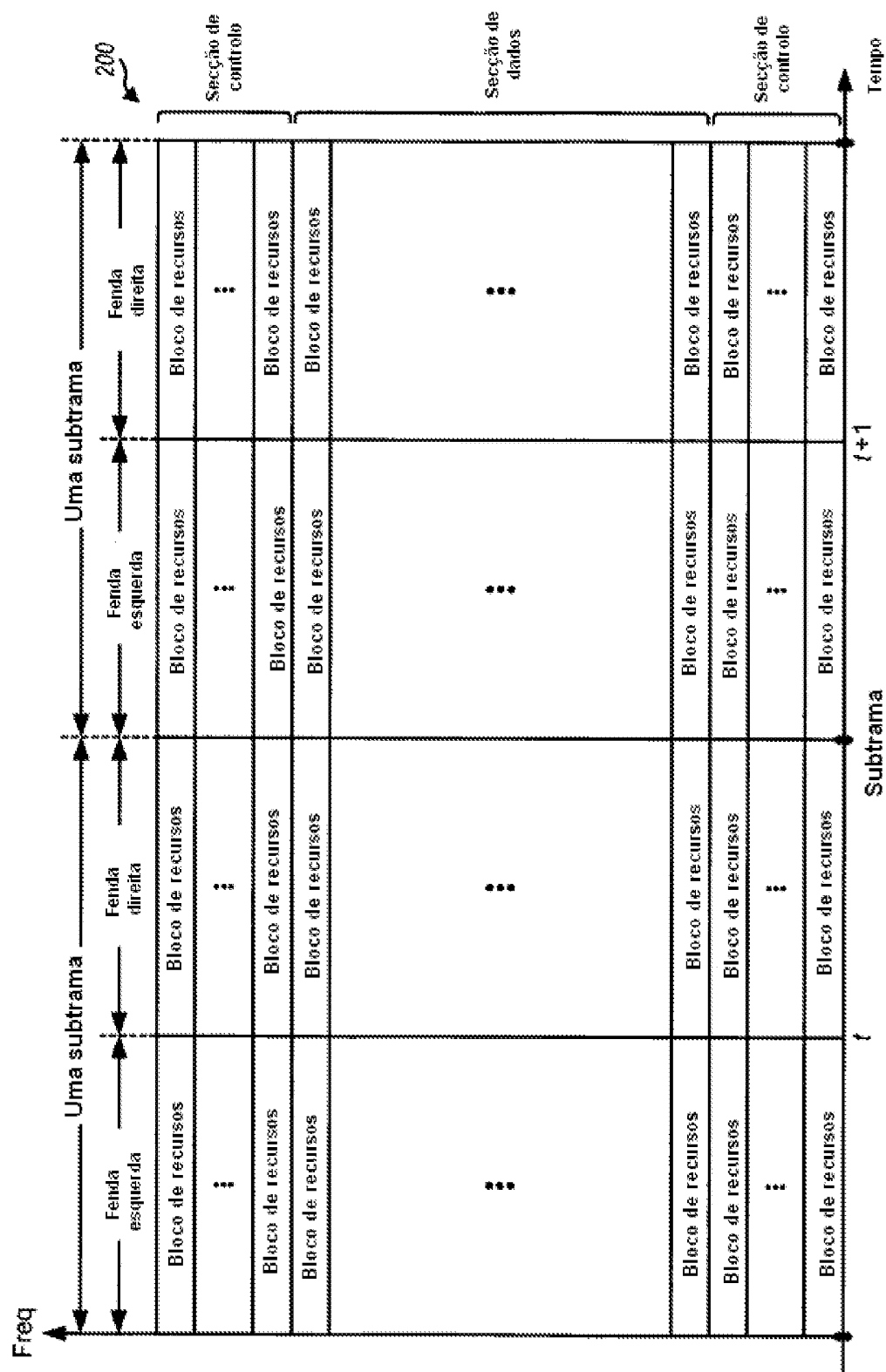


FIG. 1



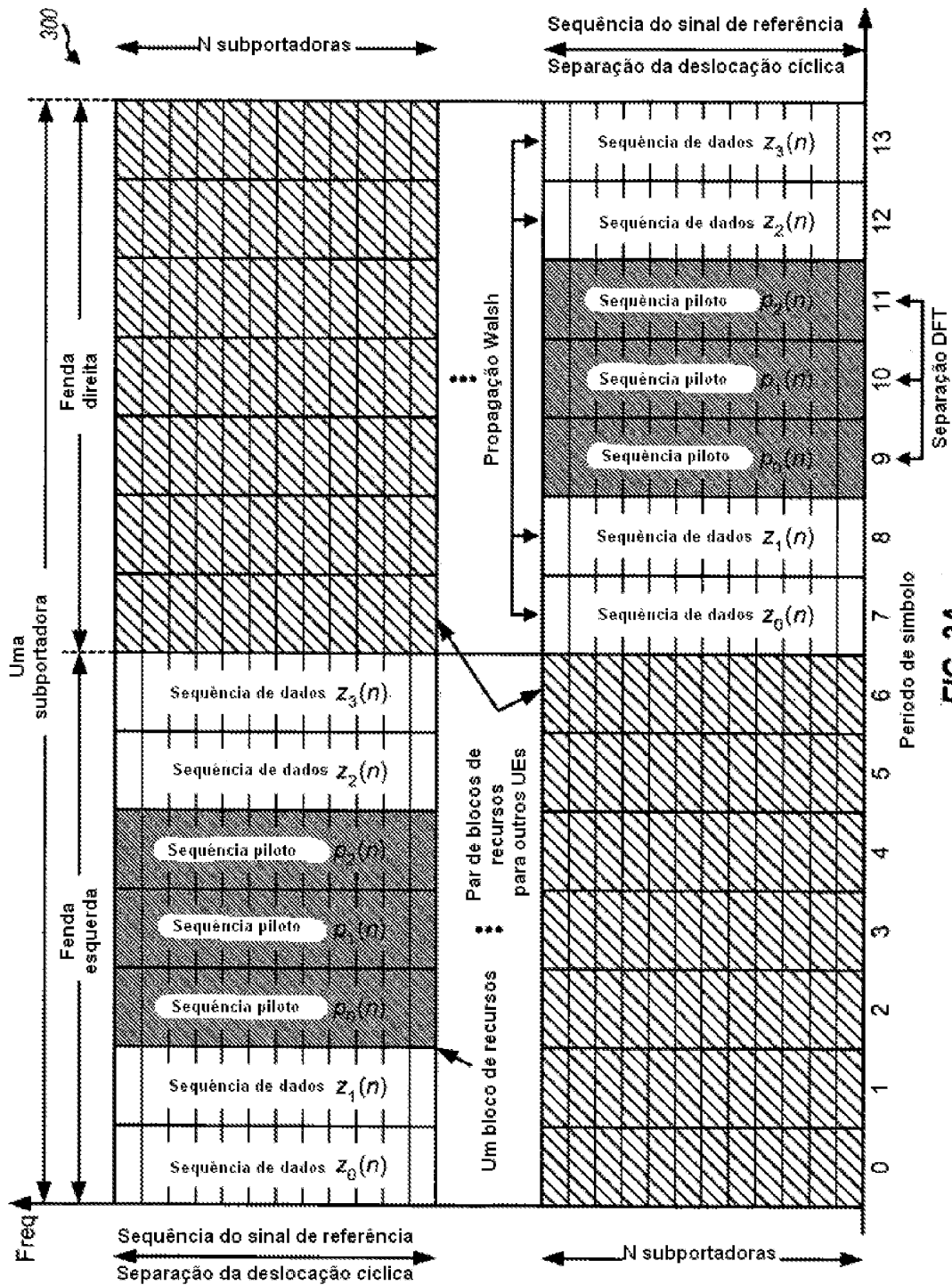


FIG. 3A

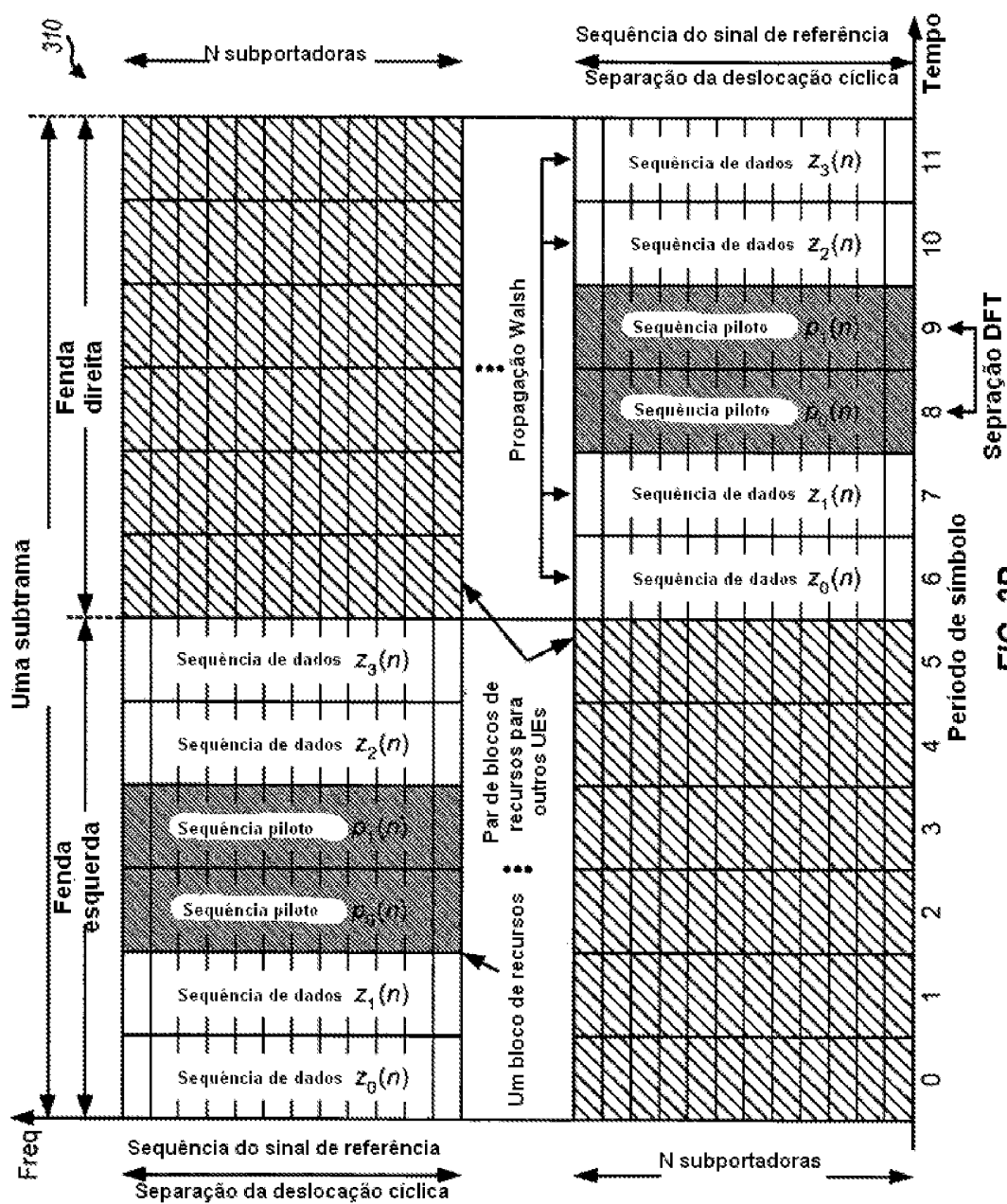


FIG. 3B

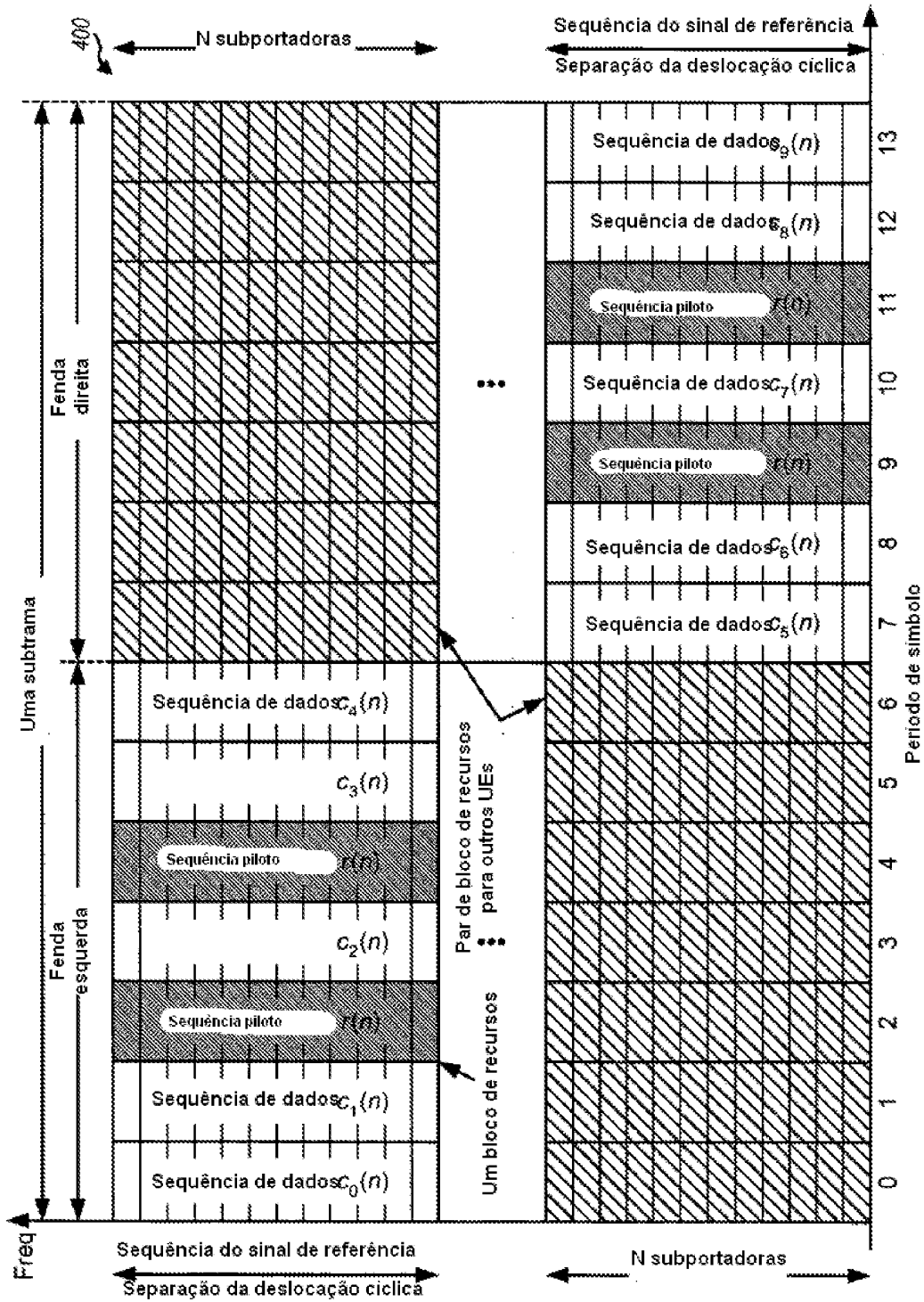


FIG. 4

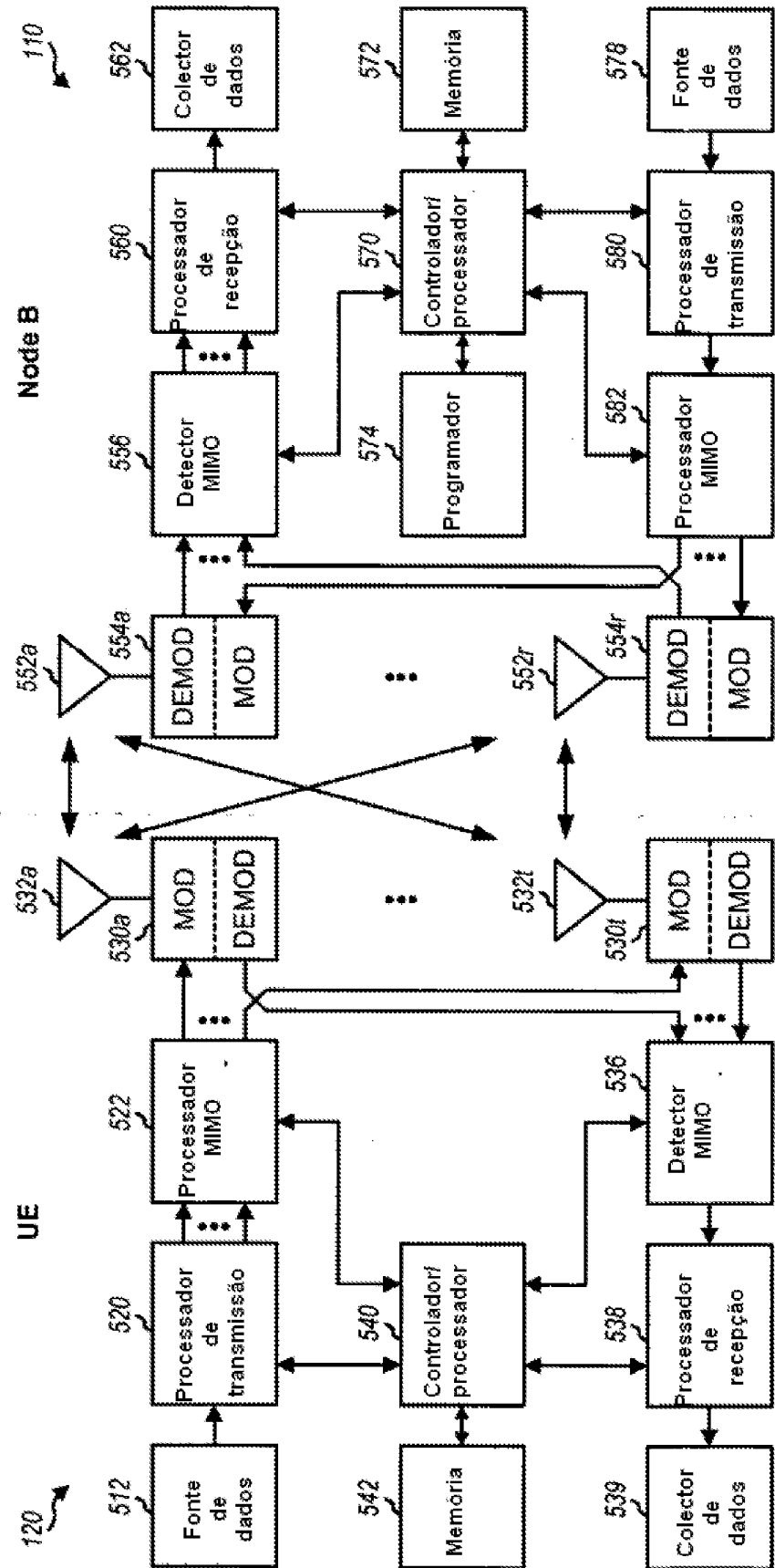


FIG. 5

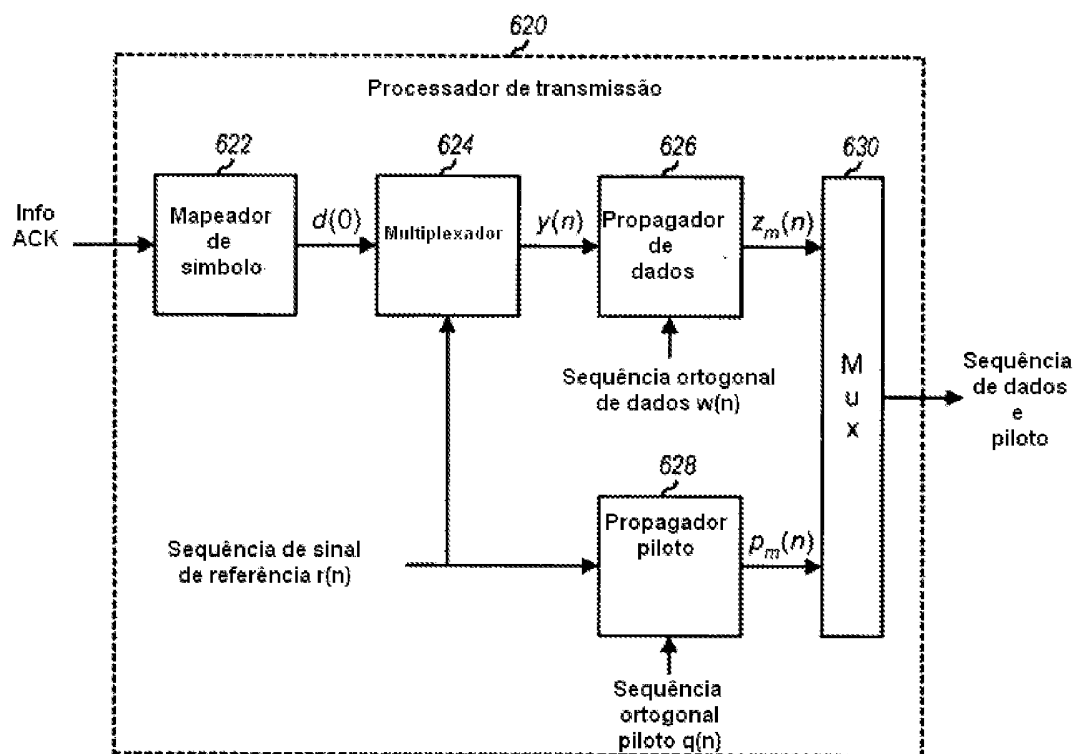


FIG. 6

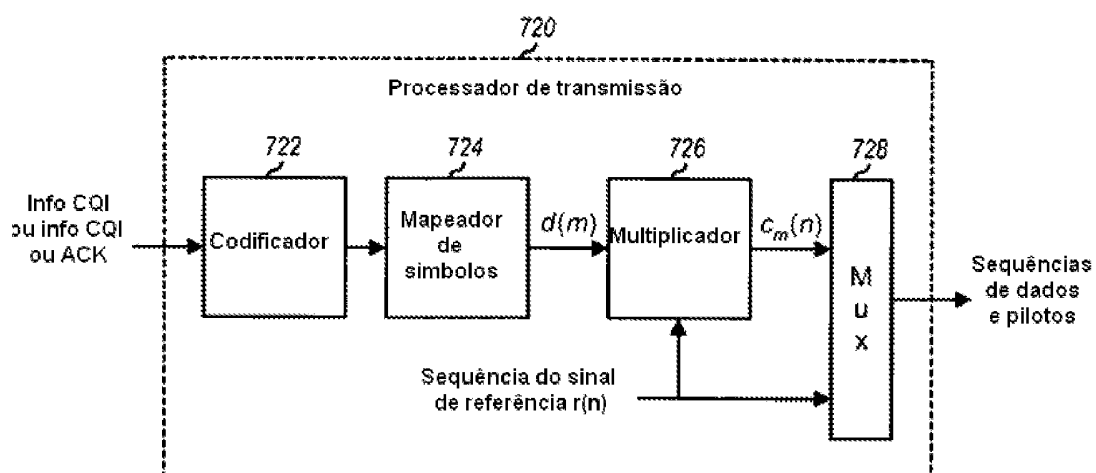


FIG. 7

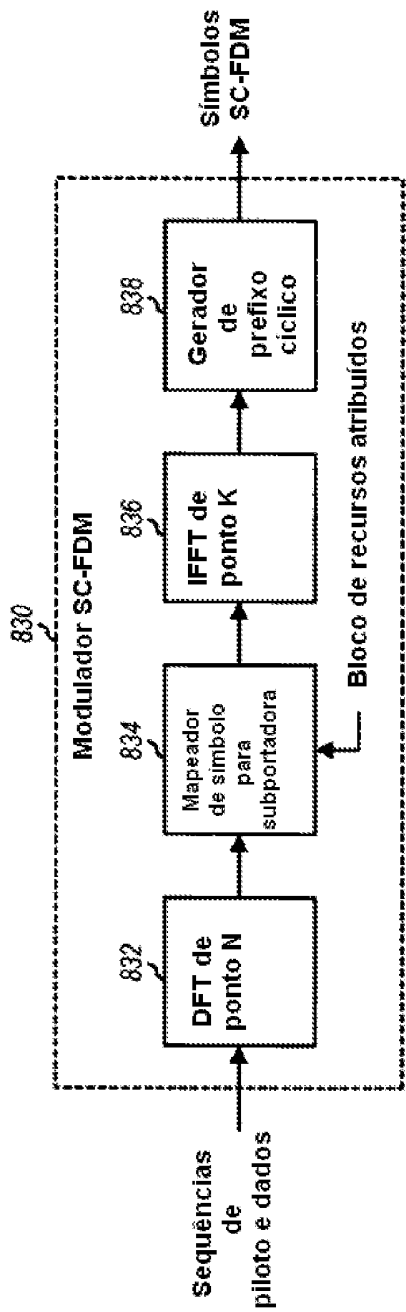


FIG. 8

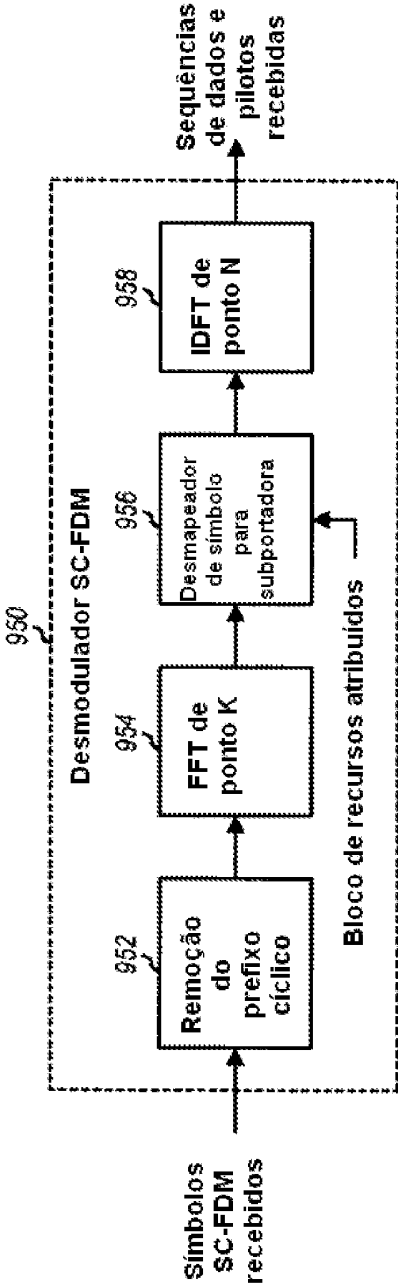
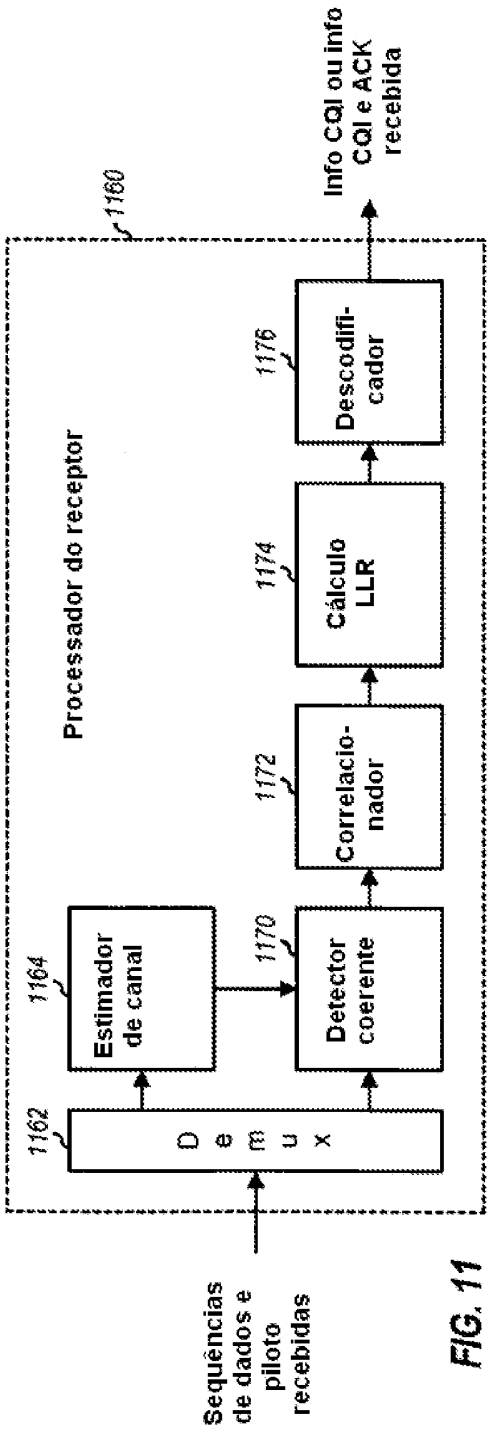
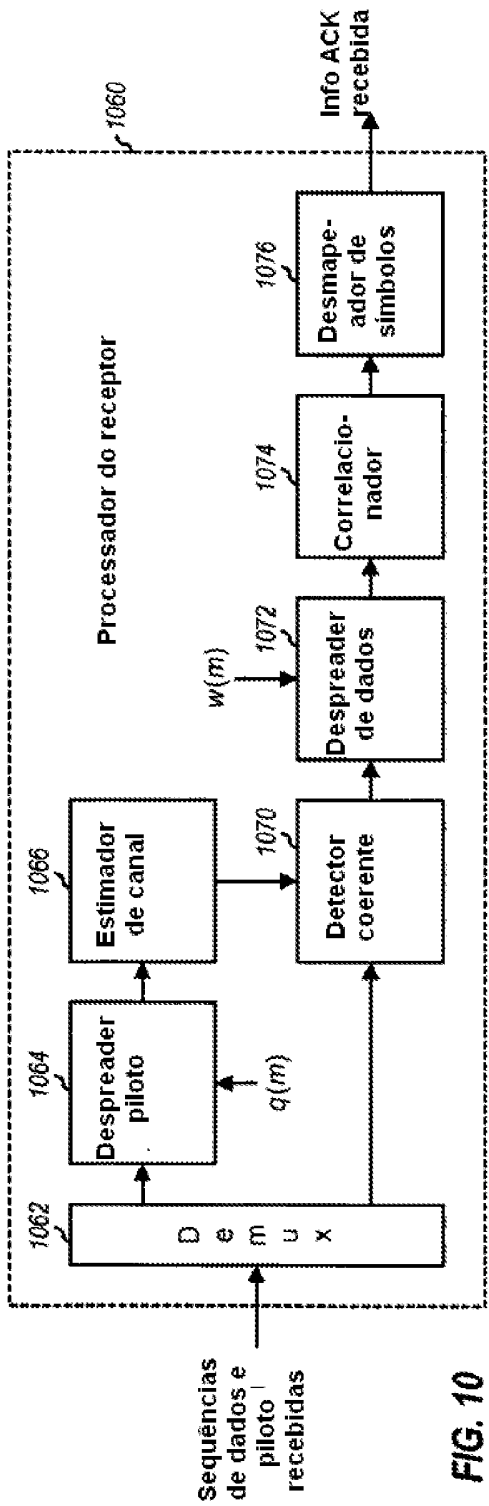
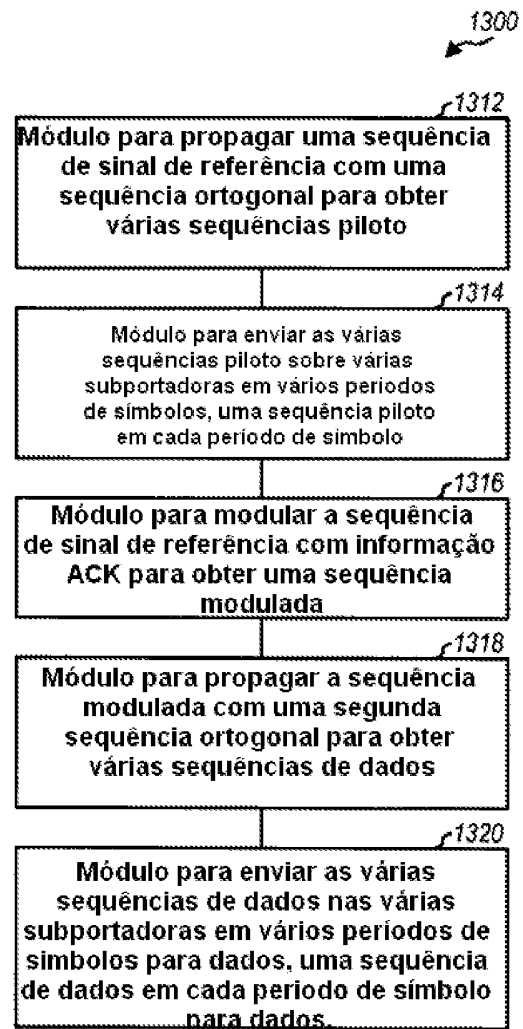
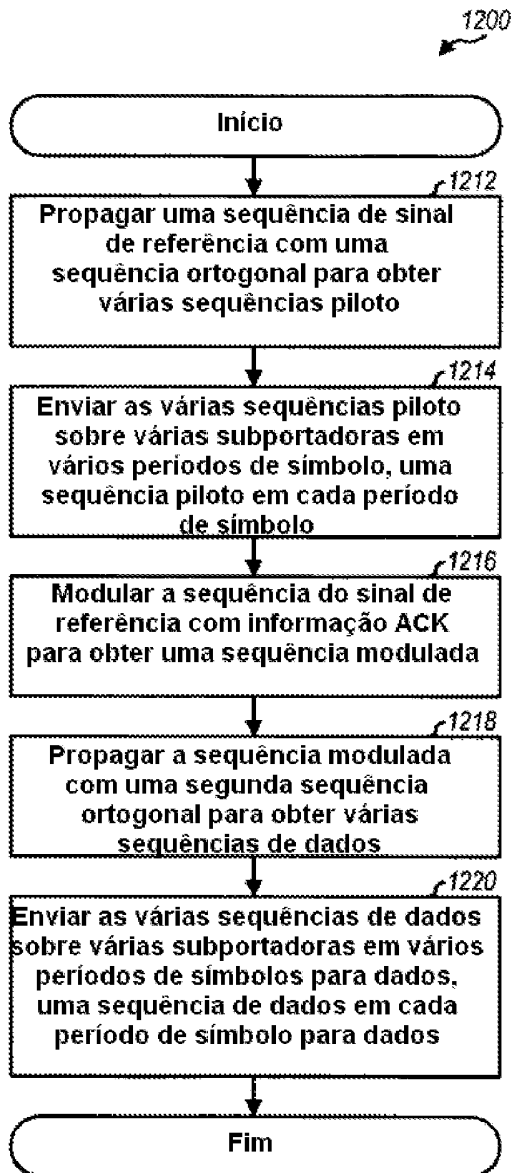


FIG. 9





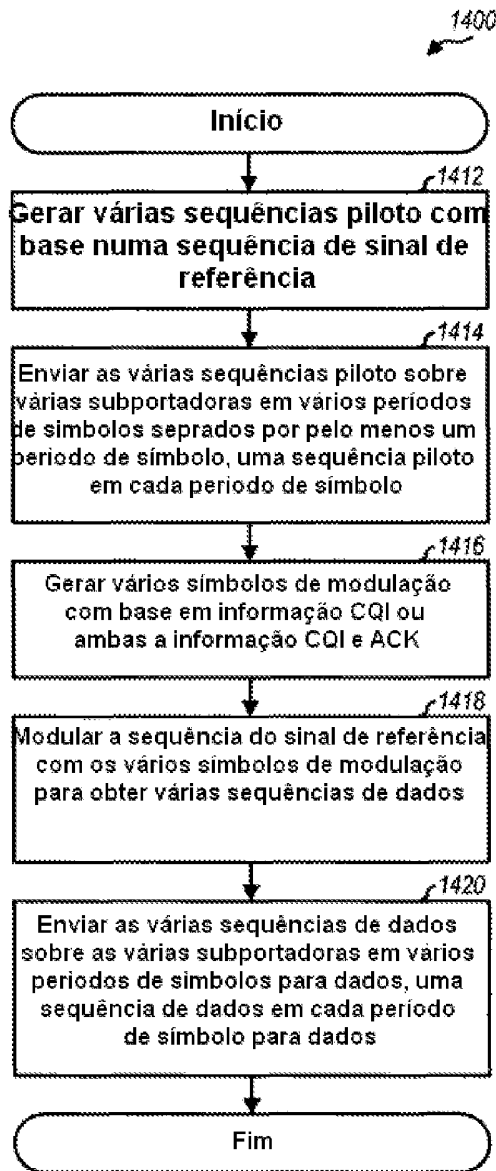


FIG. 14

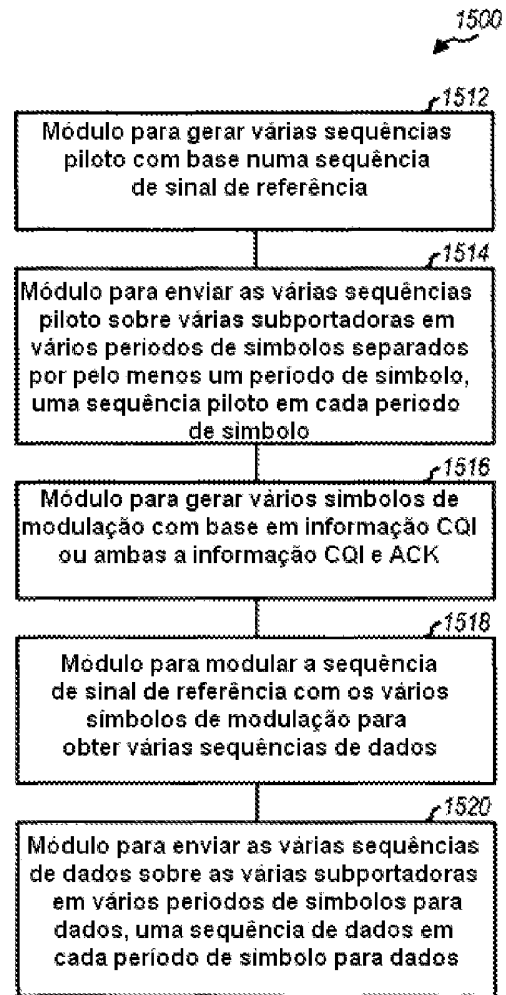


FIG. 15

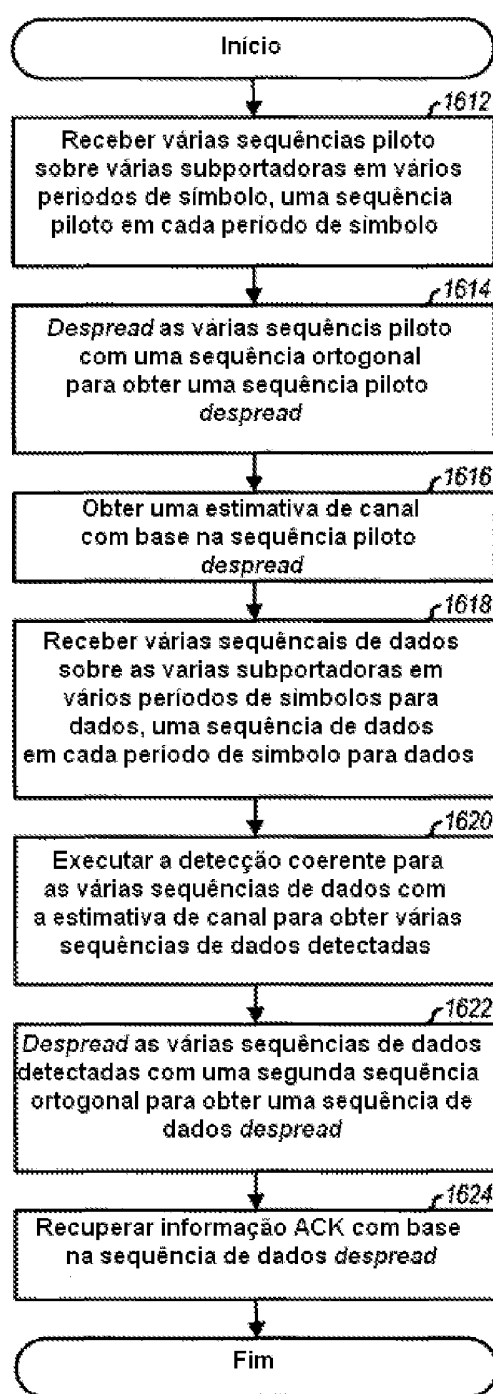


FIG. 16

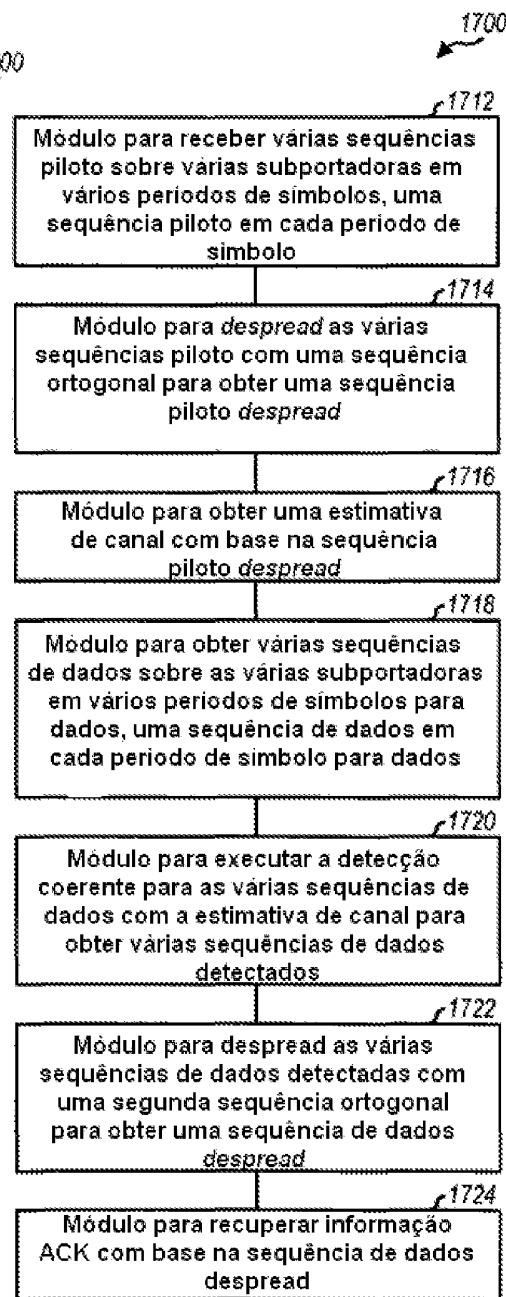
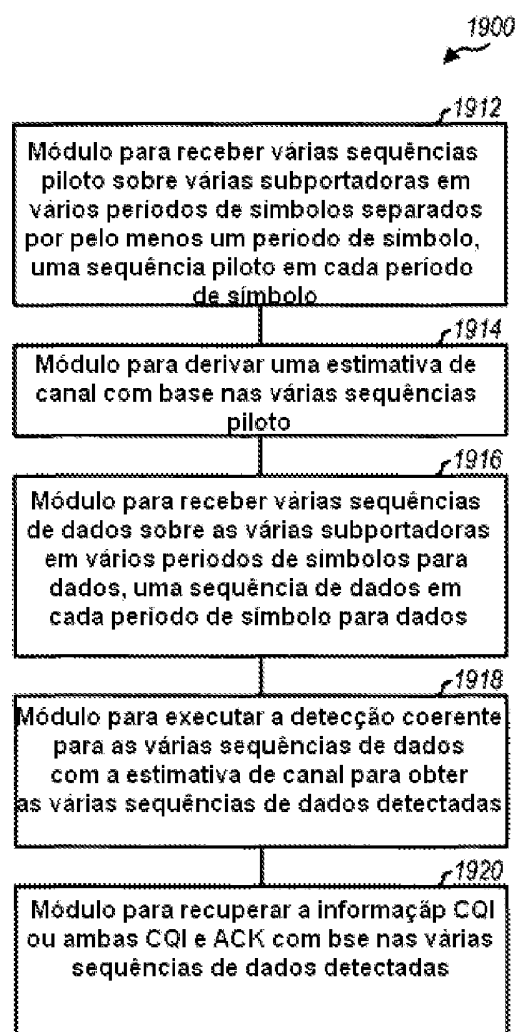
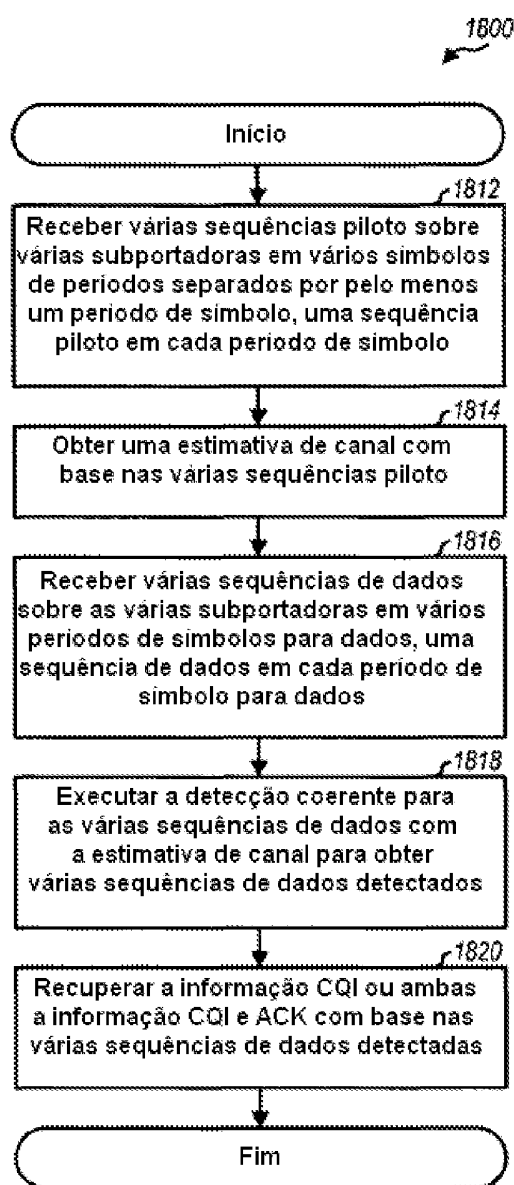
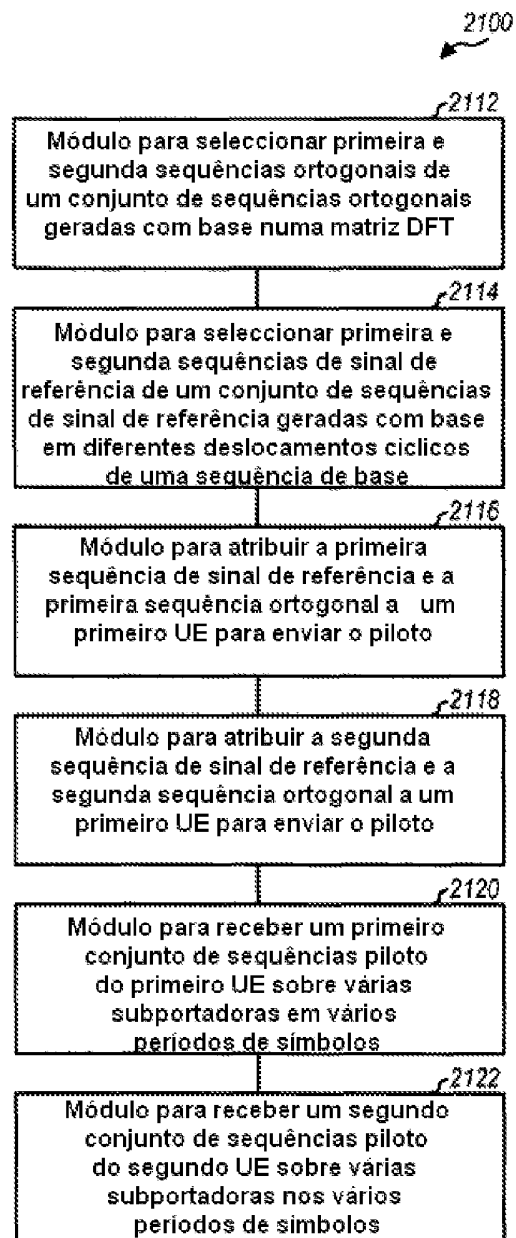
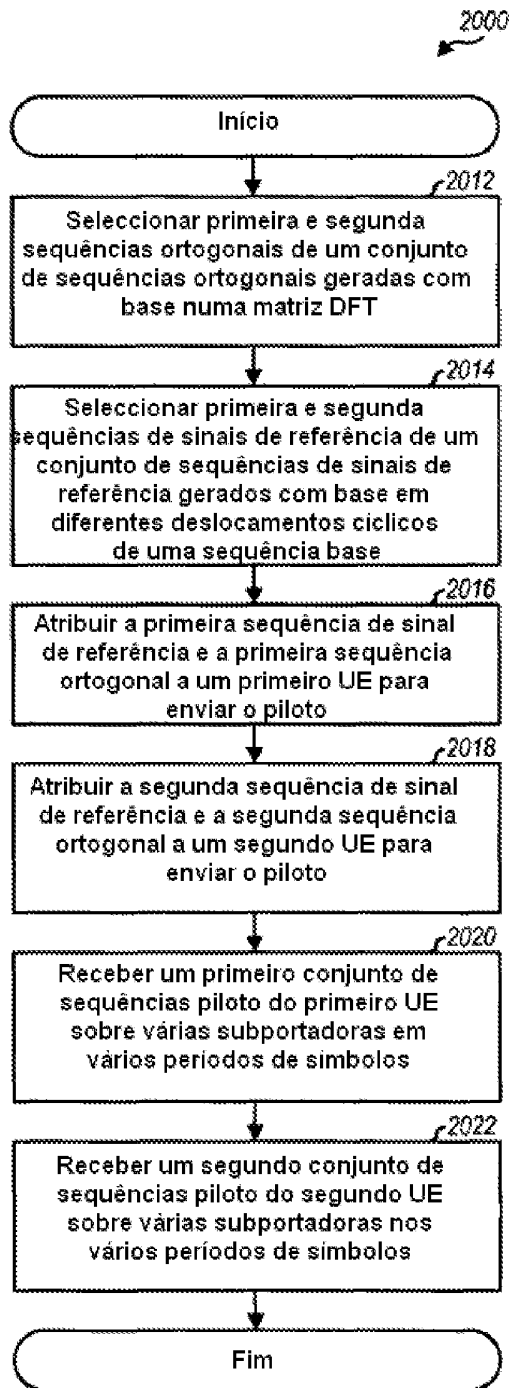


FIG. 17





REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento da patente Europeia. Ainda que tenha sido tomado o devido cuidado ao compilar as referências, podem não estar excluídos erros ou omissões e o IEP declina quaisquer responsabilidades a esse respeito.

Literatura que não é de patentes citada na descrição

- Technical Report, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Physical layer aspects for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) (Release 7. 3GPP TR 25.814 V7.1.0, 01 September 2006, http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/25_series/25.814/25814-710.zip>