



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

(11) PI 1014321-1 B1



(22) Data do Depósito: 22/06/2010

(45) Data de Concessão: 09/02/2021

(54) Título: TRANSMISSÃO DE SINAL DE REFERÊNCIA EM AGRUPAMENTOS DE RECURSOS NÃO-CONTÍGUOS

(51) Int.Cl.: H04J 1/02; H04B 7/06; H04J 13/00; H04L 1/06; H04L 27/26; (...).

(30) Prioridade Unionista: 16/06/2010 US 12/816,929; 22/06/2009 US 61/219,294.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): XIAOXIA ZHANG; WANSHI CHEN; XILIANG LUO; JUAN MONTOJO; PETER GAAL.

(86) Pedido PCT: PCT US2010039525 de 22/06/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/005536 de 13/01/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/12/2011

(57) Resumo: TRANSMISSÃO DE SINAL DE REFERÊNCIA EM AGRUPAMENTOS DE RECURSOS NÃO-CONTÍGUOS. Técnicas para a transmissão de um sinal de referência em múltiplos agrupamentos de recursos não - contíguos são descritas. Um equipamento de usuário (UE) pode ser programado para a transmissão de dados em múltiplos agrupamentos não-contíguos e cada agrupamento pode cobrir um conjunto de subportadoras contíguas. O UE pode gerar o sinal de referência com base pelo menos em uma sequência de sinal de referência (RS) utilizando multiplexação por divisão de código (CDM) ou multiplexação por divisão de frequência (FDM). Em um projeto, o UE gera o sinal de referência com CDM com base em uma única sequência RS possuindo um comprimento que coincide com o comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. Em outro projeto, o UE gera o sinal de referência com CDM com base em uma sequência RS para cada agrupamento. Em ainda outro projeto, o UE gera o sinal de referência com FDM e transmite o sinal de referência em um subconjunto de todas as subportadoras para múltiplos agrupamentos não-contíguos.

"TRANSMISSÃO DE SINAL DE REFERÊNCIA EM AGRUPAMENTOS DE
RECURSOS NÃO-CONTÍGUOS"

Campo da Invenção

[001] A presente descrição refere-se geralmente à comunicação, e mais especificamente a técnicas para a transmissão de um sinal de referência em um sistema de comunicação sem fio.

Descrição da Técnica Anterior

[002] Os sistemas de comunicação sem fio são amplamente desenvolvidos para fornecer vários conteúdos de comunicação tal como voz, vídeo, dados em pacote, mensagens, difusão, etc. Esses sistemas sem fio podem ser sistemas de acesso múltiplo capazes de suportar múltiplos usuários pelo compartilhamento de recursos de sistema disponíveis. Exemplos de tais sistemas de acesso múltiplo incluem sistemas de Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA), sistemas de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA), sistemas de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência (FDMA), sistemas FDMA Ortogonais (OFDMA), e sistemas FDMA de Portadora Único (SC-FDMA).

[003] Um sistema de comunicação sem fio pode incluir um número de estações base que podem suportar comunicação para vários equipamentos de usuário (UEs). Um UE pode se comunicar com uma estação base através de enlace descendente e enlace ascendente. Enlace descendente (ou enlace direto) se refere ao enlace de comunicação da estação base para o UE, e enlace ascendente (ou enlace reverso) se refere ao enlace de comunicação do UE para a estação base. O UE pode transmitir um sinal de referência e dados para a estação base. O sinal de referência pode ser

utilizado para estimativa de canal e/ou outras finalidades. Pode ser desejável se transmitir o sinal de referência de modo que o bom desempenho possa ser alcançado.

Sumário da Invenção

[004] As técnicas para transmissão de um sinal de referência em múltiplos agrupamentos (clusters) não-contíguos de recursos são descritas aqui. Um UE pode ser programado para a transmissão de dados em múltiplos agrupamentos não-contíguos de recursos. Cada agrupamento pode incluir um ou mais blocos de recurso e pode cobrir um conjunto de subportadoras contíguas. O UE pode transmitir um sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos para permitir a estimativa de canal e de modulação de dados por uma estação base.

[005] Em um projeto, o UE pode gerar o sinal de referência para múltiplos agrupamentos não-contíguos de recursos com base em pelo menos uma sequência de sinal de referência (RS). O UE pode gerar o sinal de referência com multiplexação por divisão de código (CDM) ou multiplexação por divisão de frequência (FDM). Se o sinal de referência for gerado com CDM, então o comprimento total de pelo menos uma sequência RS pode combinar com o comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. Se o sinal de referência for gerado com FDM, então o sinal de referência pode ser mapeado em um subconjunto de todas as subportadoras para múltiplos agrupamentos não-contíguos.

[006] Em um projeto, o UE pode gerar o sinal de referência com CDM com base em uma única sequência RS possuindo um comprimento que coincide com o comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. Em outro

projeto, o UE pode gerar o sinal de referência com CDM com base em uma sequência RS para cada um dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. Para ambos os projetos, cada sequência RS pode ser selecionada a partir de um conjunto de sequências RS disponíveis para uso, e múltiplos UEs podem transmitir simultaneamente seus sinais de referência em um ou mais agrupamentos com CDM com base em diferentes sequências RS no conjunto de sequências RS.

[007] Em outro projeto, o UE pode gerar o sinal de referência com FDM e pode transmitir o sinal de referência em um subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos. Pelo menos um outro UE pode transmitir pelo menos um outro sinal de referência nas subportadoras restantes para múltiplos agrupamentos não-contíguos.

[008] O UE pode transmitir o sinal de referência em múltiplos agrupamentos não-contíguos, por exemplo, em um ou mais períodos de símbolos designados de um subquadro. O UE pode transmitir o sinal de referência a partir de uma antena. Alternativamente, o UE pode gerar o sinal de referência com pré-codificação e pode transmitir o sinal de referência a partir de múltiplas antenas. O UE pode transmitir os dados em múltiplos agrupamentos não-contíguos, por exemplo, nos períodos de símbolos restantes do subquadro não utilizados para o sinal de referência.

[009] Uma estação base pode receber o sinal de referência do UE e pode processar o sinal de referência recebido para derivar uma estimativa de canal para o UE. A estação base também pode receber transmissão de dados do UE

e pode realizar a demodulação para a transmissão de dados recebida com base na estimativa de canal.

[0010] Vários aspectos e características da descrição são descritos em detalhes adicionais.

Breve Descrição dos Projetos

[0011] Figura 1 - ilustra um sistema de comunicação sem fio;

[0012] Figura 2 - ilustra uma estrutura de transmissão ilustrativa;

[0013] Figura 3 - ilustra a transmissão de um sinal de referência em múltiplos agrupamentos não-contíguos;

[0014] Figura 4 - ilustra a geração de um sinal de referência com base em uma única sequência RS;

[0015] Figura 5 - ilustra a geração de um sinal de referência com base em uma sequência RS para cada agrupamento;

[0016] Figura 6 - ilustra a geração de um sinal de referência com FDM;

[0017] Figura 7 - ilustra a transmissão de um sinal de referência em mais períodos de símbolos para combater o Doppler alto;

[0018] Figura 8 - ilustra um processo para a transmissão de um sinal de referência;

[0019] Figura 9 - ilustra um aparelho para transmitir um sinal de referência;

[0020] Figura 10 - ilustra um processo para o recebimento de um sinal de referência;

[0021] Figura 11 - ilustra um aparelho para o recebimento de um sinal de referência;

[0022] Figura 12 - ilustra um diagrama de blocos de uma estação base e um UE; e

[0023] Figura 13 - ilustra um diagrama de blocos de um transmissor para um sinal de referência.

Descrição Detalhada da Invenção

[0024] As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas para vários sistemas de comunicação sem fio tal como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outros sistemas. Os termos "sistema" e "rede" são frequentemente utilizados de forma intercambiável. Um sistema CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como Acesso de Rádio Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA inclui CDMA de Banda Larga (WCDMA), e outras variações de CDMA. cdma2000 cobre os padrões 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 Evoluída (E-UTRA), Banda Larga Ultra Móvel (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA e E-UTRA são parte do Sistema de Telecomunicação Móvel Universal (UMTS). Evolução a Longo Prazo 3GPP (LTE) e LTE-Avançada (LTE-A) são novas versões de UMTS que utilizam E-UTRA, que emprega OFDMA em enlace descendente e SC-FDMA em enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A e GSM são descritos em documentos de uma organização chamada "Projeto de Parceria de 3a. Geração" (3GPP). cdma2000 e UMB são descritos em documentos a partir de uma organização chamada de "Projeto de Parceria de 3a. Geração 2" (3GPP2). As técnicas descritas aqui podem ser utilizadas para os sistemas e tecnologias de rádio

mencionados acima além de outros sistemas e tecnologias de rádio. Por motivos de clareza, determinados aspectos das técnicas são descritos abaixo para LTE e a terminologia LTE é utilizada em muito da descrição abaixo.

[0025] A figura 1 ilustra um sistema de comunicação sem fio 100, que pode ser um sistema LTE ou algum outro sistema. O sistema 100 pode incluir vários Nós B (eNBs) 110 e outras entidades de rede. Um eNB pode ser uma entidade que se comunica com os UEs e também pode ser referido como uma estação base, um Nó B, um ponto de acesso, etc. Cada eNB 110 pode fornecer cobertura de comunicação para uma área geográfica em particular e pode suportar comunicação para os UEs localizados dentro da área de cobertura. Para aperfeiçoar a capacidade, a área de cobertura geral de um eNB pode ser dividida em múltiplas áreas menores (por exemplo, três). Cada área menor pode ser servida por um subsistema eNB respectivo. Em 3GPP, o termo "célula" pode se referir a uma menor área de cobertura de um eNB e/ou um subsistema eNB servindo essa área de cobertura.

[0026] UEs 120 podem ser distribuídos por todo o sistema, e cada UE pode ser estacionário ou móvel. Um UE também pode ser referido 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 fio, um dispositivo de comunicação sem fio, um dispositivo portátil, um computador laptop, um telefone sem fio, uma estação de circuito local sem fio (WLL), um telefone inteligente, um netbook, um smartbook, etc.

[0027] LTE utiliza OFDM em enlace descendente e SC-FDM em enlace ascendente. OFDM e SC-FDM dividem uma faixa de frequência em múltiplas subportadoras ortogonais (K) que também são comumente referidos como tons, compartimentos, etc. Cada subportadora pode ser modulado com dados. Em geral, os símbolos de modulação são enviados no domínio da frequência com OFDM e no domínio do tempo com SC-FDM. O espaçamento entre subportadoras adjacentes pode ser fixo, e o número total de subportadoras (K) pode depender da largura de banda do sistema. Por exemplo, K pode ser igual a 128, 256, 512, 1024 ou 2048 para a largura de banda do sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ou 20 mega-Hertz (MHz), respectivamente. A largura de banda de sistema pode corresponder a um subconjunto de K subportadoras totais.

[0028] A figura 2 ilustra uma estrutura de transmissão 200 para enlace ascendente em LTE. A linha de tempo de transmissão pode ser dividida em unidades de subquadros. Cada subquadro pode possuir uma duração predeterminada, por exemplo, um milissegundo (ms), e pode ser dividido em duas partições. Cada partição pode cobrir sete períodos de símbolos para um prefixo cíclico normal (como ilustrado na figura 2) ou seis períodos de símbolos para um prefixo cíclico estendido (não ilustrado na figura 2). Um número de blocos de recurso pode ser definido para cada partição. Cada bloco de recurso pode cobrir 12 subportadoras em uma partição. O número de blocos de recurso em cada partição pode depender da largura de banda do sistema e pode variar de 6 a 110 para a largura de banda do sistema de 1,25 MHz a 20 MHz, respectivamente. Os blocos

de recurso disponíveis podem ser designados para os UEs para transmissão.

[0029] A figura 2 também ilustra uma transmissão de enlace ascendente ilustrativa em um Canal Compartilhado de Enlace ascendente Físico (PUSCH) em duas partições de um subquadro. As duas partições podem incluir 14 períodos de símbolos com índices de 0 a 13 para o prefixo cíclico normal. Um UE pode ser designado a L subportadoras contíguas para transmissão, onde L pode ser um múltiplo inteiro de 12, que é o número de subportadoras para um bloco de recurso. O UE pode transmitir um símbolo SC-FDMA compreendendo dados nas L subportadoras designadas em cada período de símbolo exceto por períodos de símbolos 3 e 10. O UE pode transmitir um símbolo SC-FDMA compreendendo um sinal de referência de demodulação (DMRS) em L subportadoras designadas em cada períodos de símbolos de 3 a 10. Um sinal de referência é um sinal que é conhecido de antemão por um transmissor e um receptor e também pode ser referido como um piloto, referência, preâmbulo, sequência, etc. Um sinal de referência de demodulação é um sinal de referência que é transmitido para auxiliar um receptor a realizar a demodulação para a transmissão de dados. O sinal de referência de demodulação pode ser utilizado por um eNB para estimativa de canal e demodulação coerente dos símbolos SC-FDMA portando dados.

[0030] Para o prefixo cíclico estendido (não ilustrado na figura 2), as duas partições em um subquadro podem incluir 12 períodos de símbolos com índices de 0 a 11. Um símbolo SC-FDMA compreendendo dados em L subportadoras designadas pode ser enviado em cada período

de símbolo exceto pelos períodos de símbolos 2 e 8. Um símbolo SC-FDMA compreendendo um sinal de referência de demodulação em L subportadoras designadas pode ser enviado em cada um dos períodos de símbolos 2 e 8.

[0031] A figura 2 ilustra um caso no qual um UE recebe L subportadoras contíguas para um ou mais blocos de recurso. O envio de uma transmissão nas subportadoras contíguas pode permitir que o UE mantenha uma forma de onda de única portadora, que pode resultar em uma razão de potência de pico para média menor (PAPR). Uma PAPR mais baixa pode permitir que o UE transmita em um nível de potência de saída mais alto, o que pode ser desejável. No entanto, a restrição de transmissão para as subportadoras contíguas pode limitar a quantidade de recursos que podem ser alocados ao UE e/ou pode impor restrições à programação dos UEs, ambos os quais pode ser indesejável.

[0032] Um UE pode receber múltiplos agrupamentos não-contíguos de recursos a fim de evitar as desvantagens descritas acima para a transmissão em subportadoras contíguas. Um agrupamento também pode ser referido como uma banda, um grupo, um bloco, etc. Os múltiplos agrupamentos podem ser não-contíguos de modo que pelo menos um subportadora separe quaisquer dois agrupamentos não-contíguos.

[0033] Em um aspecto, um UE pode transmitir um sinal de referência de demodulação em múltiplos agrupamentos não-contíguos para suportar a demodulação de transmissão de dados enviada nesses agrupamentos. O UE pode transmitir o sinal de referência de demodulação de modo que outros UEs possam transmitir simultaneamente seus sinais de

referência de demodulação nos mesmos agrupamentos. Os sinais de referência de demodulação de todos os UEs podem ser multiplexados com CDM ou FDM de várias formas, conforme descrito abaixo.

[0034] A figura 3 ilustra um projeto de transmissão de dados e um sinal de referência de demodulação em múltiplos agrupamentos não-contíguos. Um UE pode receber M agrupamentos não-contíguos, onde M pode ser qualquer valor superior a um. Em um projeto, cada agrupamento pode incluir um ou mais blocos de recurso. Os M agrupamentos podem ter o mesmo tamanho ou tamanhos diferentes. Em geral, o agrupamento m pode ter um tamanho de L_m onde $m \in \{1, \dots, M\}$ e $L_m > 1$. O tamanho do agrupamento m , L_m , pode ser igual ao número de subportadoras cobertas pelo agrupamento m .

[0035] No projeto ilustrado na figura 3, o UE pode transmitir o sinal de referência de demodulação em cada um dos períodos de símbolos 3 e 10 de um subquadro e pode transmitir os dados em cada período de símbolo restante do subquadro. O UE pode transmitir dados em todas as subportadoras designadas para M agrupamentos não-contíguos em cada período de símbolo onde os dados são transmitidos. O UE pode transmitir o sinal de referência de demodulação nas subportadoras designadas para M agrupamentos não-contíguos de várias formas.

[0036] Em um primeiro projeto de geração de um sinal de referência de demodulação, uma única sequência de sinal de referência (RS) pode ser utilizada para gerar o sinal de referência de demodulação para transmissão em múltiplos agrupamentos não-contíguos (M). Em um projeto, o

comprimento da sequência RS pode ser determinado com base no tamanho total dos M agrupamentos não-contíguos, como se segue:

$$L = \sum_{m=1}^M L_m \quad \text{Eq. (1)}$$

onde L é o comprimento da sequência RS e também é o tamanho total de M agrupamentos não-contíguos.

[0037] Em um projeto, um conjunto de sequências RS de comprimento L pode ser gerado com uma sequência base possuindo boas propriedades de correlação. A sequência base pode ser uma sequência CAZAC (autocorrelação de amplitude constante zero) possuindo uma resposta espectral plana e autocorrelação zero. Autocorrelação zero significa que a correlação da sequência CAZAC com si mesma resultaria em um grande valor com desvio igual a zero e pequenos valores (ou zero) em todos os outros desvios. A propriedade de autocorrelação zero é benéfica para a detecção precisa da sequência CAZAC. Algumas sequências CAZAC ilustrativas incluem sequências Zadoff-Chu, sequências Chu, sequências Frank, sequências tipo chirp generalizadas (GCL), sequências geradas por computador, etc. Por exemplo, uma sequência Zadoff-Chu de comprimento L pode ser definida de uma forma conhecida da técnica. Diferentes sequências RS de comprimento L podem então ser obtidas com diferentes deslocamentos cíclicos de domínio do tempo da sequência Zadoff-Chu de comprimento L. Essas sequências RS diferentes seriam ortogonais uma à outra e teriam uma boa propriedade de autocorrelação. Diferentes tipos de sequências de base também podem ser utilizados,

por exemplo, para diferentes possíveis comprimentos. Por exemplo, sequências geradas por computador podem ser utilizadas para sequências de base de determinados comprimentos, e sequências Zadoff-Chu podem ser utilizadas para sequências de base de outros comprimentos.

[0038] O UE pode receber uma sequência de RS de comprimento L a partir do conjunto de sequências RS disponíveis para uso. Essa sequência RS designada pode ser representada por uma sequência de domínio do tempo $r(n)$ ou uma sequência de domínio da frequência correspondente $R(k)$. A sequência $R(k)$ pode ser obtida com uma transformação Fourier discreta de ponto L (DFT) da sequência $r(n)$. As diferentes sequências RS no conjunto podem corresponder a diferentes deslocamentos cíclicos no domínio do tempo e podem ter diferentes inclinações de fase no domínio da frequência.

[0039] A figura 4 ilustra a geração de um sinal de referência de demodulação com base no primeiro projeto. Uma sequência de RS de comprimento L pode ser designada para um UE. A sequência RS pode ser dividida em M segmentos, um segmento para cada um dos M agrupamentos não-contíguos. Um primeiro segmento de comprimento L_1 pode incluir L_1 símbolos que podem ser mapeados em L_1 subportadoras contíguas para um primeiro agrupamento. Um segundo segmento de comprimento L_2 pode incluir L_2 símbolos que podem ser mapeados em L_2 subportadoras contíguas para um segundo agrupamento. Em geral, o segmento m de comprimento L_m pode incluir L_m símbolos que podem ser mapeados em L_m subportadoras contíguas para o agrupamento m , onde $m \in \{1, \dots, M\}$. Um símbolo zero com um valor de

sinal de zero pode ser mapeado em cada subportadora restante. Um símbolo SC-FDMA compreendendo um sinal de referência de demodulação pode ser gerado com base nos símbolos mapeados em K subportadoras totais, conforme descrito abaixo.

[0040] Para o primeiro projeto, múltiplos UEs podem receber diferentes sequências RS de comprimento L. Esses UEs podem transmitir simultaneamente seus sinais de referência de demodulação nos mesmos elementos de recurso (por exemplo, nos períodos de símbolos 3 e 10) dos M agrupamentos não-contíguos. Os sinais de referência de demodulação desses UEs seriam ortogonais um ao outro através de CDM e podem ser separados por diferentes deslocamentos cíclicos da mesma sequência base abrangendo toda a alocação de recurso. Esses UEs podem transmitir seus dados nos mesmos elementos de recurso dos M agrupamentos não-contíguos, por exemplo, em cada período de símbolo exceto pelos períodos de símbolos 3 e 10 para prefixo cíclico normal. As transmissões de dados a partir desses UEs podem ser separadas através do processamento de receptor espacial por um eNB. Esses diferentes UEs podem ser selecionados para multiplexação nos M agrupamentos não-contíguos com base em uma boa separação espacial entre esses UEs.

[0041] A quantidade de interferência de piloto intercelular (ou interferência devido a um sinal de referência de demodulação transmitido em outra célula) pode depender do comprimento de uma sequência RS utilizada para gerar o sinal de referência de demodulação. Em um sistema sincronizado, a sequência RS progressivamente mais longa

pode resultar em menos interferência piloto intercelular devido ao comprimento de sequência RS mais longo.

[0042] Em um segundo projeto de geração de um sinal de referência de demodulação, uma sequência RS separada pode ser selecionada para cada um dos múltiplos (M) agrupamentos não-contíguos. Para cada agrupamento m , um conjunto de sequências RS de comprimento L_m pode estar disponível para uso, onde L_m pode ter o tamanho do agrupamento. Para cada um dos M agrupamentos não-contíguos, um UE pode receber uma sequência RS de comprimento L_m do conjunto de sequências RS disponíveis para esse agrupamento. Um sinal de referência de demodulação pode ser gerado com base em M sequências RS designadas para o UE para os M agrupamentos não-contíguos.

[0043] A figura 5 ilustra a geração de um sinal de referência de demodulação com base no segundo projeto. M sequências RS com um comprimento total de L podem ser designadas para um UE para M múltiplos agrupamentos não-contíguos, uma sequência RS para cada agrupamento. A primeira sequência RS de comprimento L_1 pode incluir L_1 símbolos que podem ser mapeados em L_1 subportadoras contíguas para um primeiro agrupamento. A segunda sequência RS de comprimento L_2 pode incluir L_2 símbolos que podem ser mapeados em L_2 subportadoras contíguas para um segundo agrupamento. Em geral, a sequência RS de comprimento L_m pode incluir L_m símbolos que podem ser mapeados em L_m subportadoras contíguas para o agrupamento m , onde $m \in \{1, \dots, M\}$. Um símbolo igual a zero pode ser mapeado em cada subportadora restante. Um símbolo SC-FDMA compreendendo o sinal de referência de demodulação

pode ser gerado com base nos símbolos mapeados nas K subportadoras totais conforme descrito abaixo.

[0044] Para o segundo projeto, múltiplos UEs podem ser multiplexados em cada agrupamento e podem receber diferentes sequências RS para esse agrupamento. Para cada agrupamento, os múltiplos UEs podem transmitir simultaneamente seus sinais de referência de demodulação nos mesmos elementos de recurso (por exemplo, em períodos de símbolos 3 e 10) desse agrupamento. Os sinais de referência de demodulação desses UEs podem ser ortogonais um ao outro através de CDM e podem ser separados por diferentes deslocamentos cíclicos da mesma sequência base abrangendo o agrupamento.

[0045] O segundo projeto pode permitir que um diferente conjunto de UEs seja multiplexado em cada agrupamento. Por exemplo, um determinado UE pode ser multiplexado com Q_1 outros UEs no agrupamento 1, com Q_2 outros UEs no agrupamento 2, etc. Isso pode fornecer mais flexibilidade na programação de UEs para a transmissão de dados. Por exemplo, outros UEs podem ser programados em um ou mais agrupamentos sem destruir a ortogonalidade com o UE determinado. Isso pode permitir que os UEs de legado que só podem transmitir em subportadoras contíguas sejam multiplexados com novos UEs que podem transmitir em subportadoras não contíguas. Adicionalmente, pode ser mais fácil se identificar UEs que possuem boa separação espacial em alguns (ao invés de todos) os M agrupamentos não-contíguos. O segundo projeto pode, dessa forma, simplificar a programação de UEs e também pode suportar a compatibilidade retroativa para os UEs de legado.

[0046] Em um terceiro projeto de geração de um sinal de referência de demodulação, um UE pode receber um subconjunto de todas as subportadoras para múltiplos agrupamentos não-contíguos. O UE pode então transmitir um sinal de referência de demodulação nas subportadoras designadas. As subportadoras restantes podem receber um ou mais outros UEs para transmissão de sinais de referência de demodulação. Os sinais de referência de demodulação desses UEs podem ser separados utilizando-se FDM ao invés de CDM.

[0047] A figura 6 ilustra a geração de um sinal de referência de demodulação com base no terceiro projeto. Em um projeto, as subportadoras para cada agrupamento podem ser divididas em múltiplos (N) grupos, com cada grupo incluindo cada N-ésima subportadora. No exemplo ilustrado na figura 6, as subportadoras são divididas em dois grupos, com cada grupo incluindo cada outra subportadora. Em particular, um primeiro grupo pode incluir subportadoras com índices pares, e um segundo grupo pode incluir subportadoras com índices ímpares.

[0048] Um UE pode receber um grupo de subportadoras para cada agrupamento. Os grupos restantes de subportadoras para cada agrupamento podem ser designados para outros UEs. Em um projeto, o UE pode gerar uma única sequência RS de comprimento L/N e pode mapear os símbolos nessa sequência RS para as subportadoras L/N em seus grupos designados para M agrupamentos. Em outro projeto, o UE pode gerar uma sequência RS separada para cada agrupamento e pode mapear os símbolos na sequência RS para as subportadoras designadas para esse agrupamento. Em geral, o UE pode gerar uma ou mais sequências RS. Cada sequência RS

pode ser utilizada para um ou mais agrupamentos. As sequências RS podem ser geradas com base em uma sequência gerada por computador, uma sequência Zadoff-Chu, uma sequência de número pseudorandômico (PN), etc. Visto que FDM é utilizado para multiplexar diferentes UEs, as sequências RS utilizadas pelos UEs não precisam ser ortogonais uma à outra.

[0049] A figura 6 ilustra um projeto no qual as subportadoras para cada agrupamento são divididas em dois grupos, e dois UEs podem ser multiplexados em cada agrupamento. Em geral, as subportadoras para cada agrupamento são divididas em qualquer número de grupos. Mais grupos podem permitir que mais UEs sejam multiplexados no mesmo agrupamento, mas também resulta em cada UE recebendo menos subportadoras para transmissão de um sinal de referência de demodulação, o que pode degradar o desempenho.

[0050] Para o terceiro projeto, múltiplos UEs podem ser multiplexados em cada agrupamento e podem receber diferentes grupos de subportadoras para esse agrupamento. Para cada agrupamento, múltiplos UEs podem transmitir simultaneamente seus sinais de referência de demodulação em diferentes elementos de recurso (por exemplo, em períodos de símbolos 3 e 10) desse agrupamento. Os sinais de referência de demodulação desses UEs podem ser ortogonais um ao outro através de FDM e podem ser separados por diferentes subportadoras utilizadas para a demodulação de sinais de referência.

[0051] O terceiro projeto pode permitir que um conjunto diferente de UEs seja multiplexado em cada

agrupamento. Por exemplo, um determinado UE pode ser multiplexado com N-1 outros UEs no agrupamento 1, com os mesmos, ou diferentes, N-1 outros UEs no agrupamento 2, etc. Isso pode fornecer mais flexibilidade na programação de UEs para a transmissão de dados. Por exemplo, outros UEs podem ser programados em qualquer agrupamento sem destruir a ortogonalidade com o UE determinado. Adicionalmente, pode ser mais fácil se identificar os UEs que possuem boa separação espacial em um ou mais agrupamentos ao invés de todos os M agrupamentos não-contíguos. O terceiro projeto pode, dessa forma, simplificar a programação dos UEs.

[0052] Um UE pode transmitir um sinal de referência de demodulação em M agrupamentos não-contíguos em um período de símbolo de cada partição, por exemplo, como ilustrado na figura 3. Isso pode fornecer um bom desempenho para canais Doppler baixos e estáticos. O UE pode ser móvel, e o Doppler alto pode estar presente. O UE pode transmitir o sinal de referência de demodulação em mais de dois períodos de símbolos de um subquadro a fim de permitir que um eNB capture variações de tempo no canal sem fio devido ao Doppler alto. Isso pode aperfeiçoar o desempenho em uma situação Doppler alto.

[0053] A figura 7 ilustra um projeto de transmissão de dados e um sinal de referência de demodulação em múltiplos (M) agrupamentos não-contíguos para Doppler alto. Um UE pode receber M agrupamentos não-contíguos. No projeto ilustrado na figura 7, o UE pode transmitir um sinal de referência de demodulação em cada um dos períodos de símbolos 1, 5, 8 e 12 de um subquadro e

pode transmitir dados em cada período de símbolo restante no subquadro.

[0054] A figura 7 ilustra um projeto no qual o UE pode transmitir o sinal de referência de demodulação em dois períodos de símbolos de cada partição, ou quatro períodos de símbolos de um subquadro. Em outro projeto, o UE pode transmitir o sinal de referência de demodulação em três períodos de símbolos de cada partição, por exemplo, nos segundo, quarto e sexto períodos de símbolos de cada partição. Em outro projeto, o UE pode transmitir o sinal de referência de demodulação em três períodos de símbolos de um subquadro, por exemplo, nos períodos de símbolos 2, 6 e 11 de um subquadro. O UE também pode transmitir o sinal de referência de demodulação em menos ou mais períodos de símbolos de uma partição ou um subquadro.

[0055] Um UE pode transmitir um sinal de referência de demodulação em múltiplos períodos de símbolos de uma partição para combater o Doppler alto de várias formas. Em um projeto, o UE pode transmitir o sinal de referência de demodulação em cada período de símbolo com base nos primeiro, segundo ou terceiro projeto descrito acima. Em outro projeto, o UE pode multiplexar o sinal de referência de demodulação com dados em cada período de símbolo onde o sinal de referência de demodulação é transmitido. Esse projeto pode reduzir o overhead de sinal de referência. Por exemplo, o UE pode multiplexar o sinal de referência de demodulação em uma primeira parte e dados em uma segunda parte de cada agrupamento. As primeira e segunda partes podem corresponder a diferentes períodos de símbolos no domínio do tempo, ou diferentes subportadoras

no domínio da frequência, ou alguns outros recursos. Se a primeira parte for igual à segunda parte, então o overhead para o sinal de referência de demodulação na figura 7 pode ser igual ao overhead para o sinal de referência de demodulação na figura 3. As primeira e segunda partes também podem ser configuráveis e podem se selecionadas com base nas condições de canal e/ou outros fatores. O UE pode gerar o sinal de referência de demodulação para transmissão na primeira parte de cada agrupamento com base em uma sequência RS de um comprimento adequado. Novas sequências geradas por computador dos diferentes comprimentos podem ser geradas e utilizadas para derivar sequências RS de diferentes comprimentos (por exemplo, configurável). A transmissão de sinal de referência de demodulação em mais períodos de símbolos de um subquadro pode fornecer várias vantagens incluindo estimativa de canal aperfeiçoada para combater o Doppler alto, o desempenho aperfeiçoado de frequência e circuitos de rastreamento de tempo, etc.

[0056] Um UE pode ser equipado com uma ou mais (T) antenas e pode transmitir um ou mais sinais de referência de demodulação a partir de T antenas de várias formas. Em um projeto, o UE pode receber uma sequência RS diferente para cada antena. O UE pode gerar um sinal de referência de demodulação para cada antena com base na sequência RS para essa antena. O UE pode então transmitir T sinais de referência de demodulação simultaneamente a partir das T antenas. Esse projeto pode permitir que um eNB obtenha uma estimativa de canal para cada antena do UE com base no sinal de referência de demodulação transmitido a partir dessa antena. Esse projeto também pode permitir que

o UE transmita até T sequências de dados simultaneamente a partir das T antenas. Cada sequência de dados pode compreender uma palavra código, um pacote de dados, um bloco de transporte, etc.

[0057] Em outro projeto, o UE pode transmitir um ou mais (S) sinais de referência de demodulação em S camadas com pré-codificação se o UE for equipado com múltiplas (T) antenas onde, em geral, $S \leq T$. Cada camada pode corresponder a um canal espacial ou feixe formado por um vetor de pré-codificação para as T antenas. O UE pode receber uma sequência RS diferente para cada camada (ao invés de cada antena). O UE pode gerar um sinal de referência de demodulação para cada camada com base na sequência R_s para essa camada, como se segue:

$$\mathbf{x}(k) = \mathbf{P} \mathbf{r}(k), \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde: $\mathbf{r}(k)$ é um vetor $S \times 1$ com S símbolos de referência a serem transmitidos nas S camadas do elemento de recurso k ,

$\mathbf{P}$ é uma matriz de pré-codificação $T \times S$, e

$\mathbf{x}(k)$ é um vetor $T \times 1$ com T símbolos de saída para T antenas.

[0058] O UE pode transmitir S sinais de referência de demodulação simultaneamente em S camadas com pré-codificação.

[0059] A matriz de pré-codificação pode ser selecionada de várias formas. Em um sistema de duplexação por divisão de frequência (FDD), enlace descendente e enlace ascendente podem receber diferentes canais de frequência e a resposta do canal de enlace descendente pode

não combinar com a resposta do canal de enlace ascendente. Nesse caso, a matriz de pré-codificação pode ser selecionada por um UE a partir de um livro código das matrizes de pré-codificação e pode ser portada para um eNB pelo envio de um índice de matriz de pré-codificação selecionada. Em um sistema de duplexação por divisão de tempo (TDD), enlace descendente e enlace ascendente podem compartilhar o mesmo canal de frequência, e a resposta de canal de enlace descendente pode ser altamente correlacionada com a resposta de canal de enlace ascendente. Nesse caso, a matriz de pré-codificação pode ser definida de qualquer forma e pode não ser restringida às no livro código.

[0060] A pré-codificação pode ser utilizada em combinação com os primeiro, segundo ou terceiro projetos descritos acima quando os S sinais de referência de demodulação são transmitidos em múltiplos (M) agrupamentos não-contíguos. Para o primeiro projeto, uma única sequência RS pode ser designada para o UE para cada camada e pode ser utilizada para gerar um sinal de referência de demodulação para essa camada em todos os M agrupamentos não-contíguos. Para o segundo projeto, uma sequência RS separada pode ser designada para o UE para cada camada em cada agrupamento e pode ser utilizada para gerar um sinal de referência de demodulação para essa camada nesse agrupamento. Para o terceiro projeto, o UE pode transmitir os S sinais de referência de demodulação nas subportadoras designadas para o UE, que pode ser um subconjunto de todas as subportadoras para os M agrupamentos não-contíguos.

[0061] A pré-codificação dos sinais de referência de demodulação pode ser benéfica em uma situação de deficiência de classificação na qual menos sequências de dados (por exemplo, uma sequência de dados) devem ser enviadas devido às condições de canal ruins. Com pré-codificação, o número de sequências RS para designar para o UE pode ser determinado pelo número de camadas (ao invés de o número de antenas no UE). Se as sequências RS forem deslocamentos cíclicos diferentes de uma sequência base, então a maior separação de deslocamento cíclico pode ser obtida pela transmissão de menos sinais de referência de demodulação em menos camadas.

[0062] A figura 8 ilustra um projeto de um processo 800 para transmissão de um sinal de referência em um sistema de comunicação sem fio. O processo 800 pode ser realizado por um UE (conforme descrito abaixo) ou por alguma outra entidade. O UE pode gerar um sinal de referência (por exemplo, um sinal de referência de demodulação) para múltiplos agrupamentos não-contíguos de recursos com base em pelo menos uma sequência RS (bloco 812). Cada agrupamento pode incluir um ou mais blocos de recurso e pode cobrir um conjunto de subportadoras contíguas. O UE pode gerar o sinal de referência com CDM ou FDM. O comprimento total de pelo menos uma sequência RS pode ser determinado com base (por exemplo, pode combinar) no comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos se o sinal de referência for gerado com CDM. O sinal de referência pode ser mapeado em um subconjunto de todas as subportadoras para múltiplos agrupamentos não-contíguos se o sinal de referência for gerado com FDM.

[0063] Par ao primeiro projeto descrito acima, o UE pode gerar o sinal de referência com CDM com base em uma única sequência RS possuindo um comprimento que coincide o comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. O UE pode receber uma designação da sequência RS única, que pode ser selecionada a partir de um conjunto de sequências RS disponíveis para uso. Múltiplos UEs podem transmitir simultaneamente seus sinais de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos com base em diferentes sequências RS no conjunto de sequências RS.

[0064] Para o segundo projeto descrito acima, o UE pode gerar o sinal de referência com CDM com base em uma sequência RS para cada um dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. A sequência Rs para cada agrupamento pode ter um comprimento que coincide com o comprimento desse agrupamento. O UE pode receber uma designação da sequência RS para cada um dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. A sequência RS para cada agrupamento pode ser selecionada a partir de um conjunto de sequências RS disponíveis para esse agrupamento. Múltiplos UEs podem transmitir simultaneamente seus sinais de referência em cada agrupamento com base em diferentes sequências RS no conjunto de sequências RS disponíveis para esse agrupamento. Em geral, para CDM, o UE pode receber uma ou mais sequências RS. Cada sequência RS pode ser selecionada a partir de um conjunto de sequências RS e pode ser utilizada para gerar um sinal de referência para um ou mais agrupamentos.

[0065] Para o terceiro projeto descrito acima, o UE pode gerar o sinal de referência com FDM e pode transmitir o sinal de referência no subconjunto de todas as subportadoras para múltiplas portadoras não contíguas. Pelo menos um outro UE pode transmitir pelo menos um outro sinal de referência nas subportadoras restantes para os múltiplos agrupamentos não-contíguos. Em um projeto, o subconjunto de todas as subportadoras pode compreender cada N-ésima subportadora entre todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos, onde N é maior que um, por exemplo, como ilustrado na figura 6.

[0066] Em um projeto, a pelo menos uma sequência Rs pode ser gerada com base em pelo menos uma sequência gerada por computador, ou pelo menos uma sequência Zadoff-Chu, ou pelo menos uma outra sequência. Em um projeto, a pelo menos uma sequência RS pode ser gerada com base em pelo menos um deslocamento cíclico de pelo menos uma sequência base, por exemplo, cada sequência RS pode ser gerada com base em um deslocamento cíclico de uma sequência base correspondente.

[0067] O UE pode transmitir o sinal de referência em múltiplos agrupamentos não-contíguos (bloco 814). Em um projeto, o UE pode transmitir o sinal de referência a partir de uma única antena. Em outro projeto, o UE pode gerar o sinal de referência com a pré-codificação e pode transmitir o sinal de referência em uma camada a partir de uma pluralidade de antenas. Em um projeto, o UE pode transmitir o sinal de referência em um período de símbolo de cada partição de um subquadro, por exemplo, como ilustrado na figura 3. Em outro projeto, o UE pode

transmitir o sinal de referência em múltiplos agrupamentos não-contíguos em pelo menos três períodos de símbolos de um subquadro, por exemplo, em dois períodos de símbolos de cada partição, como ilustrado na figura 7.

[0068] Em um projeto, o UE pode transmitir múltiplos sinais de referência a partir de múltiplas antenas. O UE pode transmitir o sinal de referência a partir de uma primeira antena no bloco 814. O UE pode gerar um segundo sinal de referência para múltiplos agrupamentos não-contíguos com base em pelo menos uma sequência RS adicional. O UE pode transmitir o segundo sinal de referência em múltiplos agrupamentos não-contíguos a partir de uma segunda antena. O UE também pode transmitir um ou mais sinais de referência adicionais a partir de uma ou mais antenas adicionais utilizando uma ou mais sequências RS adicionais. As sequências RS utilizadas para diferentes antenas podem ser deslocamentos cíclicos diferentes de pelo menos uma sequência base.

[0069] Em um projeto, o UE pode transmitir os dados em um primeiro conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos, por exemplo, em todos os períodos de símbolos de um subquadro exceto pelos períodos de símbolos 3 e 10 (bloco 816). O UE pode transmitir o sinal de referência em um segundo conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos, por exemplo, em períodos de símbolos 3 e 10. Múltiplos UEs incluindo o UE podem transmitir simultaneamente dados no primeiro conjunto de elementos de recurso, por exemplo, sem CDM ou FDM. Esses múltiplos UEs podem transmitir simultaneamente seus sinais de referência

no segundo conjunto de elementos de recurso, por exemplo, com CDM ou FDM.

[0070] A figura 9 ilustra um projeto de um aparelho 900 para transmissão de um sinal de referência em um sistema de comunicação sem fio. O aparelho 900 inclui um módulo 912 para gerar um sinal de referência para múltiplos agrupamentos não-contíguos de recursos com base em pelo menos uma sequência RS, com o comprimento total de pelo menos uma sequência RS sendo determinado com base (por exemplo, combinação) no comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos se o sinal de referência for gerado com CDM, e com o sinal de referência sendo mapeado em um subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos se o sinal de referência for gerado com FDM, um módulo 914 para transmitir o sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos (por exemplo, em um primeiro conjunto de elementos de recurso), e um módulo 916 para transmitir os dados em múltiplos agrupamentos não-contíguos (por exemplo, em um segundo conjunto de elementos de recurso).

[0071] A figura 10 ilustra um projeto de um processo 1000 para o recebimento de um sinal de referência em um sistema de comunicação sem fio. O processo 1000 pode ser realizado por uma estação base/eNB (conforme descrito abaixo) ou por alguma outra entidade. A estação base pode receber um sinal de referência (por exemplo, um sinal de referência de demodulação) em múltiplos agrupamentos não-contíguos de recursos de um UE (bloco 1012). Cada agrupamento pode incluir um ou mais blocos de recurso e pode cobrir um conjunto de subportadoras contíguas.

[0072] A estação base pode processar o sinal de referência recebido com base em pelo menos uma sequência RS para obter uma estimativa de canal para um canal sem fio a partir do UE para a estação base (bloco 1014). O sinal de referência pode ser gerado com CDM ou FDM. O comprimento total da pelo menos uma sequência Rs pode ser determinado com base (por exemplo, pode combinar) no comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos se o sinal de referência for gerado com CDM. O sinal de referência pode ser mapeado em um subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos se o sinal de referência for gerado com FDM.

[0073] Para o primeiro projeto descrito acima, o sinal de referência pode ser gerado com CDM pelo UE. A estação base pode processar o sinal de referência recebido com base em uma sequência RS para cada um dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. A sequência RS para cada agrupamento pode ter um comprimento que coincide com o comprimento desse agrupamento. Em geral, a estação base pode processar o sinal de referência recebido com base em uma ou mais sequências RS, e cada sequência RS pode cobrir um ou mais agrupamentos.

[0074] Para o terceiro projeto descrito acima, o sinal de referência pode ser gerado com FDM pelo UE. A estação base pode receber o sinal de referência a partir do UE no subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos. A estação base pode receber pelo menos um outro sinal de referência de pelo menos um outro UE nas subportadoras restantes para os múltiplos agrupamentos não-contíguos. O subconjunto de

todas as subportadoras pode compreender cada N subportadora entre todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos, por exemplo, como ilustrado na figura 6.

[0075] Em um projeto, o sinal de referência pode ser transmitido em um período de símbolo de cada partição de um subquadro, por exemplo, como ilustrado na figura 3. A estação base pode derivar uma estimativa canal para cada partição com base no sinal de referência recebido nessa partição. Em outro projeto, a estação base pode receber o sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos em pelo menos três períodos de símbolos de um subquadro, por exemplo, como ilustrado na figura 7. A estação base pode derivar as estimativas de canal através do subquadro com base no sinal de referência recebido em mais períodos de símbolos.

[0076] Em um projeto, o sinal de referência pode ser transmitido a partir de uma antena única no UE. A estação base pode derivar uma estimativa de canal para a antena única com base no sinal de referência recebido. Em outro projeto, o sinal de referência pode ser gerado com a pré-codificação e transmitido a partir de uma pluralidade de antenas no UE. A estação base pode processar o sinal de referência recebido para obter uma estimativa de canal para uma camada onde o sinal de referência é transmitido.

[0077] Em outro projeto, múltiplos sinais de referência podem ser transmitidos a partir de múltiplas antenas no UE. A estação base pode processar o sinal de referência recebido no bloco 1014 para obter uma estimativa de canal para uma primeira antena a partir de qual sinal de referência está sendo transmitido. A estação base pode

receber um segundo sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos. A estação base pode processar o segundo sinal de referência recebido com base em pelo menos uma sequência RS adicional para obter uma segunda estimativa de canal para uma segunda antena a partir da qual o segundo sinal de referência é transmitido.

[0078] A estação base pode receber a transmissão de dados em um primeiro conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos a partir do UE (bloco 1016). A estação base pode receber o sinal de referência a partir do UE em um segundo conjunto dos elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos. A estação base pode realizar a demodulação para a transmissão de dados recebida com base na estimativa de canal (bloco 1018).

[0079] A figura 11 ilustra um projeto de um aparelho 1100 para o recebimento de um sinal de referência em um sistema de comunicação sem fio. O aparelho 1100 inclui um módulo 1112 para receber um sinal de referência em múltiplos agrupamentos não-contíguos de recursos (por exemplo, em um primeiro conjunto de elementos de recurso), cada agrupamento cobrindo um conjunto de subportadoras contíguas, um módulo 1114 para processar o sinal de referência recebido com base em pelo menos uma sequência RS para obter uma estimativa de canal, com o comprimento total da pelo menos uma sequência RS sendo determinada com base (por exemplo, combinando) com o comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos se o sinal de referência for gerador com CDM, e com o sinal de referência sendo mapeado em um subconjunto de todas as subportadoras

para múltiplos agrupamentos não-contíguos se o sinal de referência for gerado com FDM, um módulo 1116 para receber a transmissão de dados em múltiplos agrupamentos não-contíguos (por exemplo, em um segundo conjunto de elementos de recurso), e um módulo 1118 para realizar a demodulação para a transmissão de dados recebida com base na estimativa de canal.

[0080] Os módulos nas figuras 9 e 11 podem compreender processadores, dispositivos eletrônicos, dispositivos de hardware, componentes eletrônicos, circuitos lógicos, memórias, códigos de software, códigos de firmware, etc., ou qualquer combinação dos mesmos.

[0081] A figura 12 ilustra um diagrama de blocos de um projeto de uma estação base/eNB 110 e um UE 120, que pode ser um dos eNBs e um dos UEs na figura 1. O UE 120 pode ser equipado com T antenas 1234a a 1234t, e a estação base 110 pode ser equipada com R antenas 1252a a 1252r, onde em geral, $T \geq 1$ e $R \geq 1$.

[0082] No UE 120, um processador de transmissão 1220 pode receber dados de uma fonte de dados 1212 e informação de controle de um controlador/processador 1240. O processador de transmissão 1220 pode processar (por exemplo, codificar, intercalar e mapear em símbolo) os dados e informação de controle e pode fornecer símbolos de dados e símbolos de controle, respectivamente. O processador de transmissão 1220 também pode gerar um ou mais sinais de referência de demodulação para múltiplos agrupamentos não-contíguos com base em uma ou mais sequências RS designadas para o UE 120 e pode fornecer símbolos de referência. Um processador MIMO TX 1230 pode

realizar o processamento espacial (por exemplo, pré-codificação) nos símbolos de dados, símbolos de controle, e/ou símbolos de referência a partir do processador de transmissão 1220, se aplicável, e pode fornecer T sequências de símbolo de saída para T moduladores (MODs) 1232a a 1232t. Cada modulador 1232 pode processar uma respectiva sequência de símbolo de saída (por exemplo, para SC-FDMA, OFDM, etc.) para obter uma sequência de amostra de saída. Cada modulador 1232 pode processar adicionalmente (por exemplo, converter em analógico, amplificar, filtrar e converter ascendentemente) a sequência de amostra de saída para obter um sinal de enlace ascendente. T sinais de enlace ascendente dos moduladores 1232a a 1232t podem ser transmitidos através de T antenas 1234a a 1234t, respectivamente.

[0083] Na estação base 110, as antenas 1252a a 1252r podem receber sinais de enlace ascendente a partir do UE 120 e fornecer sinais recebidos para demoduladores (DEMOSDs) 1254a a 1254r, respectivamente. Cada demodulador 1254 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter descendentemente e digitalizar) um sinal recebido respectivo para obter as amostras recebidas. Cada demodulados 1254 pode processar adicionalmente as amostras recebidas para obter símbolos recebidos. Um processador de canal/detector MIMO 1256 pode obter os símbolos recebidos a partir de todos os R demoduladores 1254a a 1254r. O processador de canal 1256 pode derivar uma estimativa de canal para um canal sem fio do UE 120 para a estação base 110 com base nos sinais de referência de demodulação recebidos a partir do UE 120. O detector MIMO 1256 pode

realizar detecção/demodulação MIMO nos símbolos recebidos com base na estimativa de canal e pode fornecer símbolos detectados. Um processador receptor 1258 pode processar (por exemplo, demapear símbolo, deintercalare e decodificar) os símbolos detectados, fornecer dados decodificados para um depósito de dados 1260 e fornecer informação de controle decodificada para um controlador/processador 1280.

[0084] Em enlace descendente, na estação base 110, os dados de uma fonte de dados 1262 e a informação de controle do controlador/processador 1280 podem ser processados por um processador de transmissão 1264, pré-codificados por um processador MIMO TX 1266 se aplicável, condicionados por moduladores 1254a a 1254r, e transmitidos para o UE 120. No UE 120, os sinais de enlace descendente da estação base 110 podem ser recebidos pelas antenas 1234, condicionados pelos demoduladores 1232, processados por um estimador de canal/detector MIMO 1236, e adicionalmente processados por um processador de recepção 1238 para obter dados e informação de controle enviados para o UE 120. O processador 1238 pode fornecer dados decodificados para um depósito de dados 1239 e informação de controle decodificada para o controlador/processador 1240.

[0085] Os controladores/processadores 1240 e 1280 podem direcionar a operação no UE 120 e estação base 110, respectivamente. O processador 1220, o processador 1240 e/ou outros processadores e módulos em UE 120 podem realizar ou direcionar o processo 800 na figura 8 e/ou outros processos para técnicas descritas aqui. O processador 1256, o processador 1280, e/ou outros processadores e módulos na estação base 110 podem realizar

ou direcionar o processo 1000 na figura 10 e/ou outros processos para técnicas descritas aqui. As memórias 1242 e 1282 podem armazenar dados e códigos de programa para UE 120 e estação base 110, respectivamente. Um programador 1284 pode programar os UEs para transmissão em enlace descendente e/ou enlace ascendente e pode fornecer alocações de recursos (por exemplo, designação de múltiplos agrupamentos não-contíguos, sequências RS para demodulação de sinais de referência, etc.) para os UEs programados.

[0086] A figura 13 ilustra um diagrama de blocos de um projeto de um transmissor 1300 que pode gerar um sinal de referência de demodulação para transmissão em múltiplos agrupamentos não-contíguos a partir de uma antena. O transmissor 1300 pode ser implementado pelo processador de transmissão 1220 e modulador 1232a no UE 120 na figura 12. Dentro do transmissor 1300, um gerador de sequência RS 1312 pode gerar uma ou mais sequências RS para o sinal de referência de demodulação. Para o primeiro projeto, o gerador 1312 pode gerar uma sequência RS única de comprimento L designada para o UE 120. Para o segundo projeto, o gerador 1312 pode gerar M sequências RS designadas para o UE 120 para os M agrupamentos não-contíguos. Em geral, o gerador 512 pode gerar uma ou mais sequências RS designadas para o UE 120 para os M agrupamentos não-contíguos.

[0087] Um mapeador de símbolos/subportadora 1314 pode receber uma ou mais sequências RS do gerador 1312 e pode mapear os símbolos de referência nas sequências RS para subportadoras para os M agrupamentos não-contíguos. Para o primeiro projeto, o mapeador 1314 pode receber uma

única sequência RS e pode mapear os L símbolos de referência nessa sequência RS para L subportadoras para M agrupamentos não-contíguos. Para o segundo projeto, o mapeador 1314 pode receber M sequências RS e pode mapear os L_m símbolos em cada sequência RS para L_m subportadoras para o agrupamento correspondente m . Em geral, o mapeador 1314 pode receber uma ou mais sequências RS e pode mapear os símbolos em cada sequência RS para as subportadoras designadas em um ou mais agrupamentos. O mapeador 1314 pode mapear também um símbolo zero para cada subportadora restante não utilizada para transmissão.

[0088] Uma unidade 1316 pode receber K símbolos mapeados em as K subportadoras totais, realizar uma transformação Fourier rápida invertida de ponto K (IFFT) nos K símbolos mapeados, e fornecer K amostras de saída de domínio do tempo. Um gerador de prefixo cíclico 418 pode copiar as últimas G amostras das K amostras de saída, anexar essas G amostras à frente das K amostras de saída e fornecer um símbolo SC-FDMA compreendendo $K + G$ amostras de saída. Cada amostra de saída pode ser um valor complexo a ser transmitido em um período de amostra. O prefixo cíclico pode ser utilizado para combater a interferência intersimbólica (ISI) causada pelo desvanecimento seletivo de frequência.

[0089] Os versados na técnica compreenderão que a informação e os sinais podem ser representados utilizando-se qualquer uma dentre as diferentes tecnologias e técnicas. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informação, sinais, bits, símbolos e chips que podem ser referidos por toda a descrição acima podem ser

representados por voltagens, correntes, ondas eletromagnéticas, partículas ou campos magnéticos, partículas ou campos óticos, ou qualquer combinação dos mesmos.

[0090] Os versados na técnica apreciarão adicionalmente que os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos, circuitos e etapas de algoritmo descritos com relação à descrição apresentada aqui podem ser implementados como hardware eletrônico, software de computador ou combinações de ambos. Para se ilustrar claramente essa capacidade de intercambio de hardware e software, vários componentes ilustrativos, blocos, módulos, circuitos e etapas foram descritos acima geralmente em termos de sua funcionalidade. Se tal funcionalidade será implementada como hardware ou software depende da aplicação particular e das restrições de projeto impostas ao sistema como um todo. Os versados na técnica podem implementar a funcionalidade descrita de várias formas para cada aplicação em particular, mas tais decisões de implementação não devem ser interpretadas como responsáveis pelo distanciamento do escopo da presente invenção.

[0091] Os vários blocos lógicos ilustrativos, módulos e circuitos descritos com relação à descrição apresentada aqui podem ser implementados ou realizados com um processador de finalidade geral, um processador de sinal digital (DSP), um circuito integrado específico de aplicativo (ASIC), um conjunto de porta programável em campo (FPGA) ou outro dispositivo lógico programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação dos mesmos projetada para

realizar as funções descritas aqui. Um processador de finalidade geral pode ser um microprocessador, mas na alternativa, o processador pode ser qualquer processador convencional, controlador, microcontrolador, ou máquina de estado. Um processador também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP, ou qualquer outra configuração similar.

[0092] As etapas de um método ou algoritmo descritas com relação à descrição apresentada aqui podem ser consubstanciados diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador, ou em uma combinação dos dois. Um módulo de software pode residir na memória RAM, memória flash, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, registros, disco rígido, disco removível, CD-ROM, ou qualquer outra forma de meio de armazenamento conhecido da técnica. Um meio de armazenamento ilustrativo é acoplado ao processador de modo que o processador possa ler informação a partir de e escrever informação no meio de armazenamento. Na alternativa, o meio de armazenamento pode ser integral ao processador. O processador e o meio de armazenamento podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Na alternativa, o processador e o meio de armazenamento podem residir como componentes discretos em um terminal de usuário.

[0093] Em um ou mais projetos ilustrativos, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware, ou qualquer combinação dos mesmos. Se

implementadas em software, as funções podem ser armazenadas em ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. O meio legível por computador inclui ambas a mídia de armazenamento em computador e a mídia de comunicação incluindo qualquer meio que facilite a transferência de um programa de computador de um lugar para outro. Um meio de armazenamento pode ser qualquer meio disponível que possa ser acessado por um computador de finalidade geral ou finalidade especial. Por meio de exemplo, e não de limitação, tal meio legível por computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento em disco ótico, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético ou qualquer outro meio que possa ser utilizado para portar ou armazenar meios de código de programa desejados na forma de instruções ou estruturas de dados e que possa ser acessado por um computador de finalidade geral ou finalidade especial, ou um processador de finalidade geral ou finalidade especial. Além disso, qualquer conexão é adequadamente chamada de meio legível por computador. Por exemplo, se o software for transmitido a partir de um sítio da rede, servidor ou outra fonte remota utilizando um cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par torcido, linha de assinante digital (DSL) ou tecnologias sem fio, tal como infravermelho, rádio e micro-ondas, então o cabo coaxial, o cabo de fibra ótica, o par torcido, DSL ou as tecnologias sem fio tal como infravermelho, rádio e micro-ondas são incluídos na definição de meio. Disquete e disco, como utilizados aqui, incluem disco compacto (CD), disco a laser, disco ótico, disco versátil digital (DVD), disquete

e disco Blu-ray onde disquetes normalmente reproduzem os dados magneticamente, enquanto discos reproduzem os dados ópticamente com lasers. As combinações do acima também devem ser incluídas dentro do escopo de mídia legível por computador.

[0094] A descrição anterior da descrição é fornecida para permitir que qualquer pessoa versada na técnica crie ou faça uso da descrição. Várias modificações à descrição serão prontamente aparentes aos versados na técnica e os princípios genéricos definidos aqui podem ser aplicados a outras variações sem se distanciar do conceito inventivo ou escopo da descrição. Dessa forma, a descrição não deve ser limitada aos exemplos e projetos descritos aqui, mas deve ser acordado o escopo mais amplo consistente com os princípios e características de novidade descritos aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende:

gerar (812), em um equipamento de usuário, UE (120), um sinal de referência para múltiplos agrupamentos não-contíguos de subportadoras com base em pelo menos uma sequência de sinal de referência, RS, em que cada agrupamento cobre um conjunto de subportadoras contíguas no qual o sinal de referência é transmitido, em que cada conjunto compreende um ou mais blocos de recursos, em que o sinal de referência é gerado com multiplexação por divisão de código, CDM, ou multiplexação por divisão de frequência, FDM, para multiplexação com outras transmissões simultâneas de sinais de referência de outros UEs, em que um comprimento total da pelo menos uma sequência RS é determinado com base em um comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos caso o sinal de referência seja gerado com CDM e em que o sinal de referência é mapeado em um subconjunto de todas as subportadoras para múltiplos agrupamentos não-contíguos caso o sinal de referência seja gerado com FDM; e

transmitir (814), no UE, o sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sinal de referência é gerado com CDM, e em que gerar o sinal de referência compreende gerar o sinal de referência com base em uma única sequência RS possuindo um comprimento que coincide com o comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos; e

receber uma designação da única sequência RS pelo UE (120), em que a sequência RS é selecionada a partir de um

conjunto de sequências RS disponíveis para uso, e em que múltiplos UEs (120) podem transmitir simultaneamente sinais de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos com base em diferentes sequências RS no conjunto de sequências RS.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sinal de referência é gerado com CDM, e em que gerar o sinal de referência compreende gerar o sinal de referência com base em uma sequência RS para cada um dos múltiplos agrupamentos não-contíguos, a sequência RS para cada agrupamento possuindo um comprimento que coincide com um comprimento do agrupamento; e

receber uma designação da sequência RS para cada um dos múltiplos agrupamentos não-contíguos pelo UE (120) em que a sequência RS para cada agrupamento é selecionada a partir de um conjunto de sequências RS disponíveis para o agrupamento, e em que múltiplos UEs (120) podem transmitir simultaneamente sinais de referência em cada agrupamento com base em diferentes sequências RS no conjunto de sequências RS disponíveis para o agrupamento.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sinal de referência é gerado com FDM e transmitido pelo UE (120) no subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos, e em que pelo menos um outro UE (120) pode transmitir pelo menos um outro sinal de referência em subportadoras restantes para os múltiplos agrupamentos não-contíguos; e/ou

no qual o subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos compreende cada

N-ésima subportadora dentre todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos, onde N é maior que um.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma sequência RS é gerada com base em pelo menos uma sequência gerada por computador ou pelo menos uma sequência Zadoff-Chu; ou

em pelo menos um deslocamento cíclico de pelo menos uma sequência base; ou

no qual transmitir o sinal de referência compreende transmitir o sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos em pelo menos três períodos de símbolos de um subquadro compreendendo uma pluralidade de períodos de símbolos; ou

no qual gerar o sinal de referência compreende gerar o sinal de referência com pré-codificação para transmissão em uma camada a partir de uma pluralidade de antenas.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sinal de referência é transmitido a partir de uma primeira antena, o método compreendendo adicionalmente:

gerar um segundo sinal de referência para os múltiplos agrupamentos não-contíguos com base em pelo menos uma sequência RS adicional; e

transmitir o segundo sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos a partir de uma segunda antena; e

no qual a pelo menos uma sequência RS e a pelo menos uma sequência RS adicional são deslocamentos cíclicos diferentes de pelo menos uma sequência base.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

transmitir dados em um primeiro conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos pelo UE (120), em que o sinal de referência é transmitido pelo UE (120) em um segundo conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos, e em que múltiplos UEs (120) incluindo o UE (120) transmitem dados simultaneamente no primeiro conjunto de elementos de recurso e transmitem simultaneamente sinais de referência no segundo conjunto de elementos de recurso.

8. Aparelho para comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende:

meios (912) para gerar um sinal de referência para múltiplos agrupamentos não-contíguos de subportadoras com base em pelo menos uma sequência de sinal de referência, RS, onde cada agrupamento cobre um conjunto de subportadoras contíguas no qual o sinal de referência é transmitido, em que cada conjunto compreende um ou mais blocos de recursos, em que os meios para gerar são configurado para gerar o sinal de referência com multiplexação por divisão de código, CDM, ou multiplexação por divisão de frequência, FDM, para multiplexação com outras transmissões simultâneas de sinais de referência de outros aparelhos, em que os meios para gerar são configurados para determinar um comprimento total da pelo menos uma sequência RS com base em um comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos caso o sinal de referência seja gerado com CDM, e em que os meios para gerar são configurados para mapear o sinal de referência em um subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos

agrupamentos não-contíguos caso o sinal de referência seja gerado com FDM; e

meios (914) para transmitir o sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos.

9. Método para comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende:

receber (1012) um sinal de referência de um equipamento de usuário, UE (120) em múltiplos agrupamentos não-contíguos de subportadoras, cada agrupamento cobrindo um conjunto de subportadoras contíguas no qual o sinal de referência é transmitido, em que cada conjunto compreende um ou mais blocos de recursos; e

processar (1014) o sinal de referência recebido com base em pelo menos uma sequência de sinal de referência, RS, para obter uma estimativa de canal, em que o sinal de referência foi gerado com multiplexação por divisão de código, CDM, ou multiplexação por divisão de frequência, FDM, para multiplexação com outras transmissões simultâneas de sinais de referência de outros UEs, em que um comprimento total da pelo menos uma sequência RS foi determinado com base em um comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos caso o sinal de referência tenha sido gerado com CDM, e em que o sinal de referência foi mapeado em um subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos caso o sinal de referência tenha sido gerado com FDM.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o sinal de referência foi gerado com CDM, e em que processar o sinal de referência recebido compreende processar o sinal de referência recebido

com base em uma única sequência RS possuindo um comprimento que coincide com o comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos; ou

no qual o sinal de referência foi gerado com CDM, e em que processar o sinal de referência recebido compreende processar o sinal de referência recebido com base em uma sequência RS para cada um dos múltiplos agrupamentos não-contíguos, a sequência RS para cada agrupamento possuindo um comprimento que coincide com um comprimento do agrupamento; ou

no qual o sinal de referência foi gerado com FDM e é recebido a partir do UE (120) no subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos, o método compreendendo adicionalmente:

receber pelo menos um outro sinal de referência a partir de pelo menos um outro UE (120) em subportadoras restantes para os múltiplos agrupamentos não-contíguos; e/ou

no qual o subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos compreende cada N-ésima subportadora dentre todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos, onde N é maior que um.

11. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que receber o sinal de referência compreende receber o sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos em pelo menos três períodos de símbolos de um subquadro compreendendo uma pluralidade de períodos de símbolos; e/ou

no qual o sinal de referência foi gerado com pré-codificação e transmitido a partir de uma pluralidade de antenas, e em que processar o sinal de referência recebido compreende processar o sinal de referência recebido para obter uma estimativa de canal para uma camada na qual o sinal de referência é transmitido.

12. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o sinal de referência recebido é processado para obter uma estimativa de canal para uma primeira antena a partir da qual o sinal de referência é transmitido, o método compreendendo adicionalmente:

receber um segundo sinal de referência nos múltiplos agrupamentos não-contíguos; e

processar o segundo sinal de referência recebido com base em pelo menos uma sequência RS adicional para obter uma segunda estimativa de canal para uma segunda antena a partir da qual o segundo sinal de referência é transmitido; e/ou

receber transmissão de dados em um primeiro conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos a partir do UE (120) em que o sinal de referência é recebido a partir do UE (120) e um segundo conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos; e

realizar demodulação para a transmissão de dados recebida com base na estimativa de canal.

13. Aparelho para a comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende:

meios (1112) para receber um sinal de referência de um equipamento de usuário, UE (120), em múltiplos

agrupamentos não-contíguos de subportadora, cada agrupamento cobrindo um conjunto de subportadoras contíguas no qual o sinal de referência é transmitido, em que cada conjunto um ou mais blocos de recursos; e

meios (1114) para processar o sinal de referência recebido com base em pelo menos uma sequência de sinal de referência, RS, para obter uma estimativa de canal, em que o sinal de referência foi gerado com multiplexação por divisão de código, CDM, ou multiplexação por divisão de frequência, FDM, para multiplexação com outras transmissões simultâneas de sinais de referência, em que meios (1114) para processar são configurados para determinar um comprimento total da pelo menos uma sequência RS com base comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos caso o sinal de referência seja gerado com CDM, e em que o sinal de referência foi mapeado em um subconjunto de todas as subportadoras para os múltiplos agrupamentos não-contíguos caso o sinal de referência seja gerado com FDM.

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para receber transmissão de dados em um primeiro conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos a partir do UE (120), em que o sinal de referência é recebido do UE (120) em um segundo conjunto de elementos de recurso nos múltiplos agrupamentos não-contíguos; e

meios para realizar demodulação para transmissão de dados recebida com base na estimativa de canal.

15. Memória legível por computador, caracterizada pelo fato de que contém gravado na mesma o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7 ou 9 a 12.

RESUMO

"TRANSMISSÃO DE SINAL DE REFERÊNCIA EM AGRUPAMENTOS DE
RECURSOS NÃO-CONTÍGUOS"

Técnicas para a transmissão de um sinal de referência em múltiplos agrupamentos de recursos não-contíguos são descritas. Um equipamento de usuário (UE) pode ser programado para a transmissão de dados em múltiplos agrupamentos não-contíguos e cada agrupamento pode cobrir um conjunto de subportadoras contíguas. O UE pode gerar o sinal de referência com base pelo menos em uma sequência de sinal de referência (RS) utilizando multiplexação por divisão de código (CDM) ou multiplexação por divisão de frequência (FDM). Em um projeto, o UE gera o sinal de referência com CDM com base em uma única sequência RS possuindo um comprimento que coincide com o comprimento total dos múltiplos agrupamentos não-contíguos. Em outro projeto, o UE gera o sinal de referência com CDM com base em uma sequência RS para cada agrupamento. Em ainda outro projeto, o UE gera o sinal de referência com FDM e transmite o sinal de referência em um subconjunto de todas as subportadoras para múltiplos agrupamentos não-contíguos.

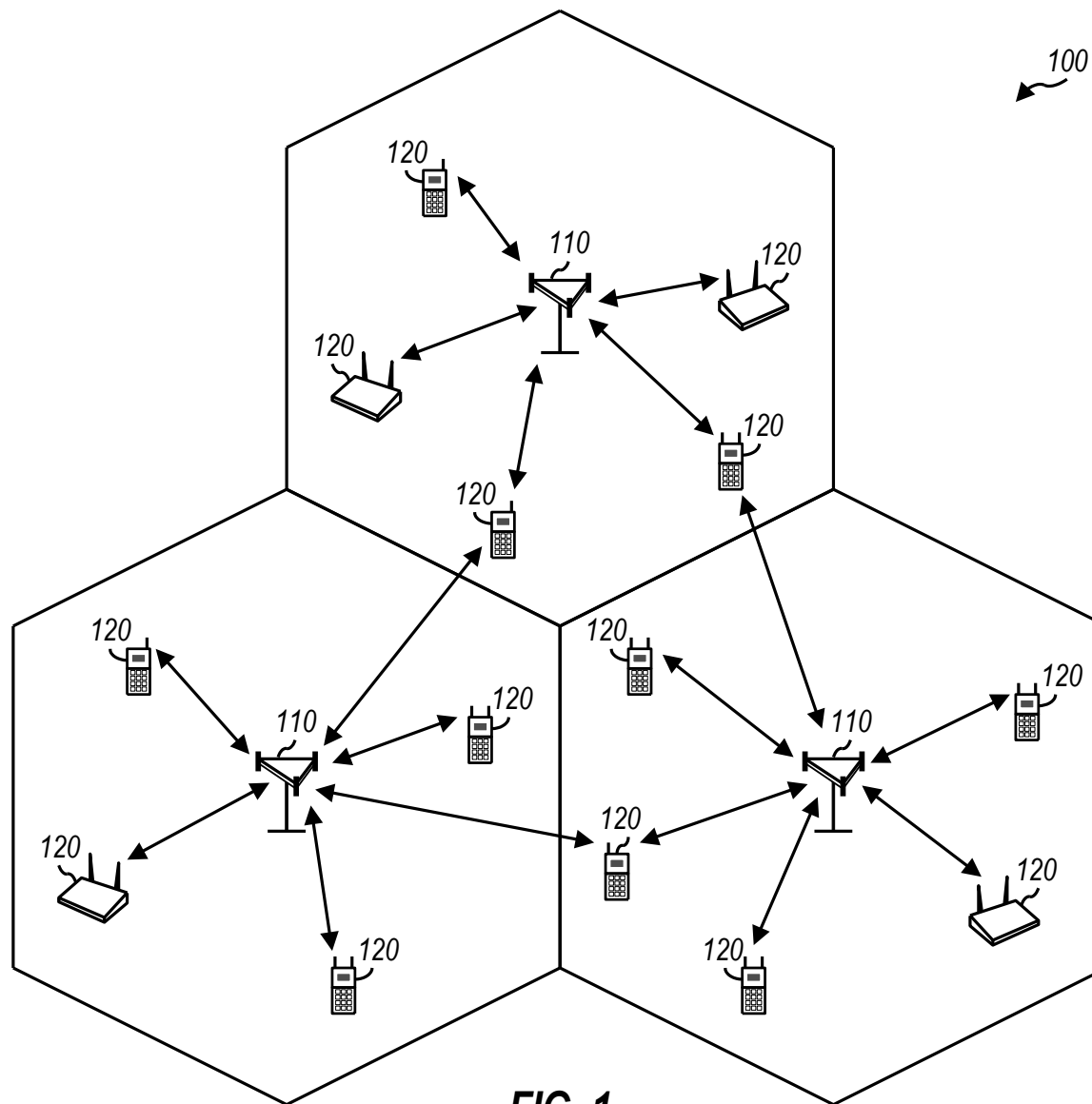


FIG. 1

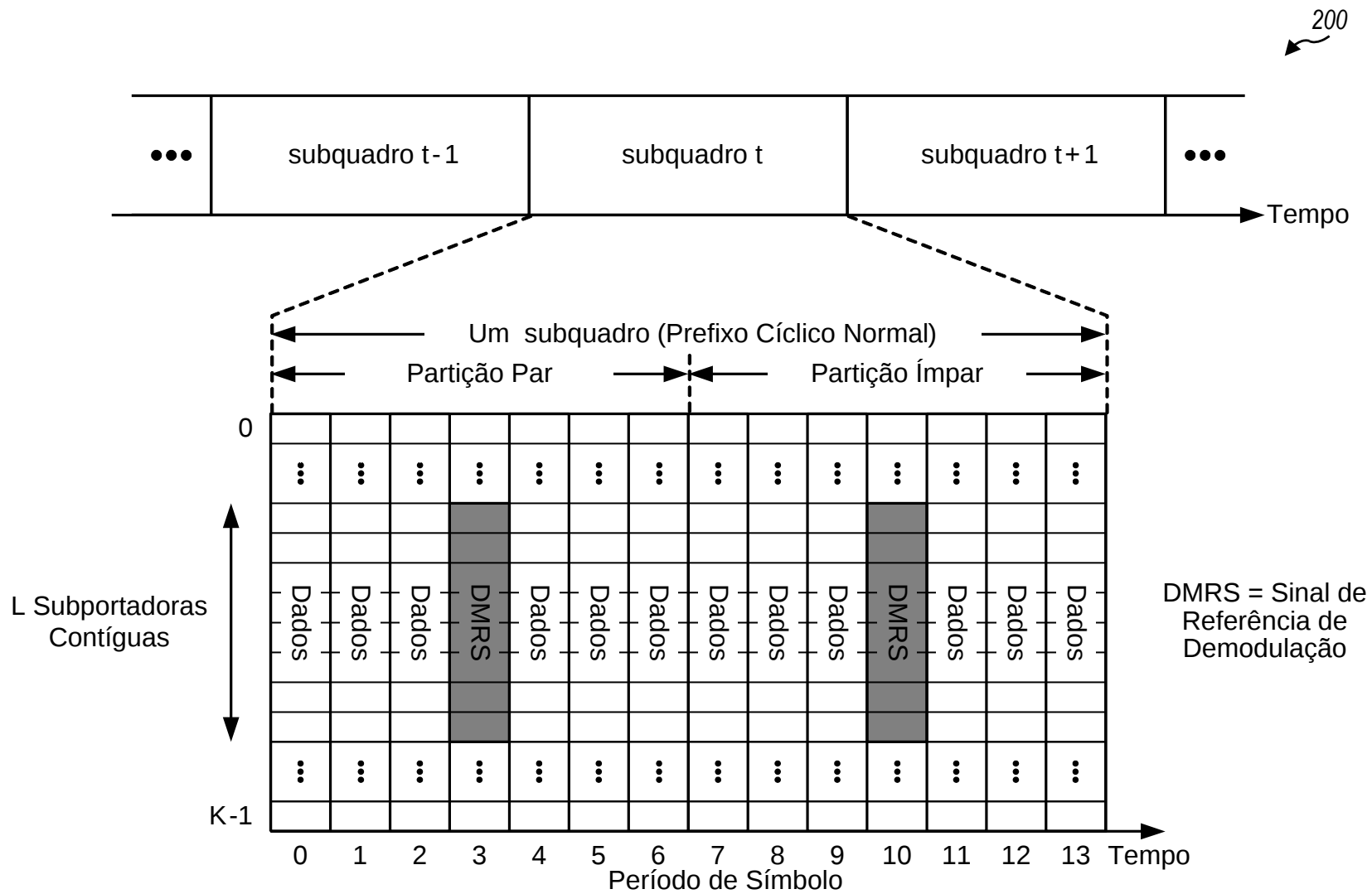


FIG. 2

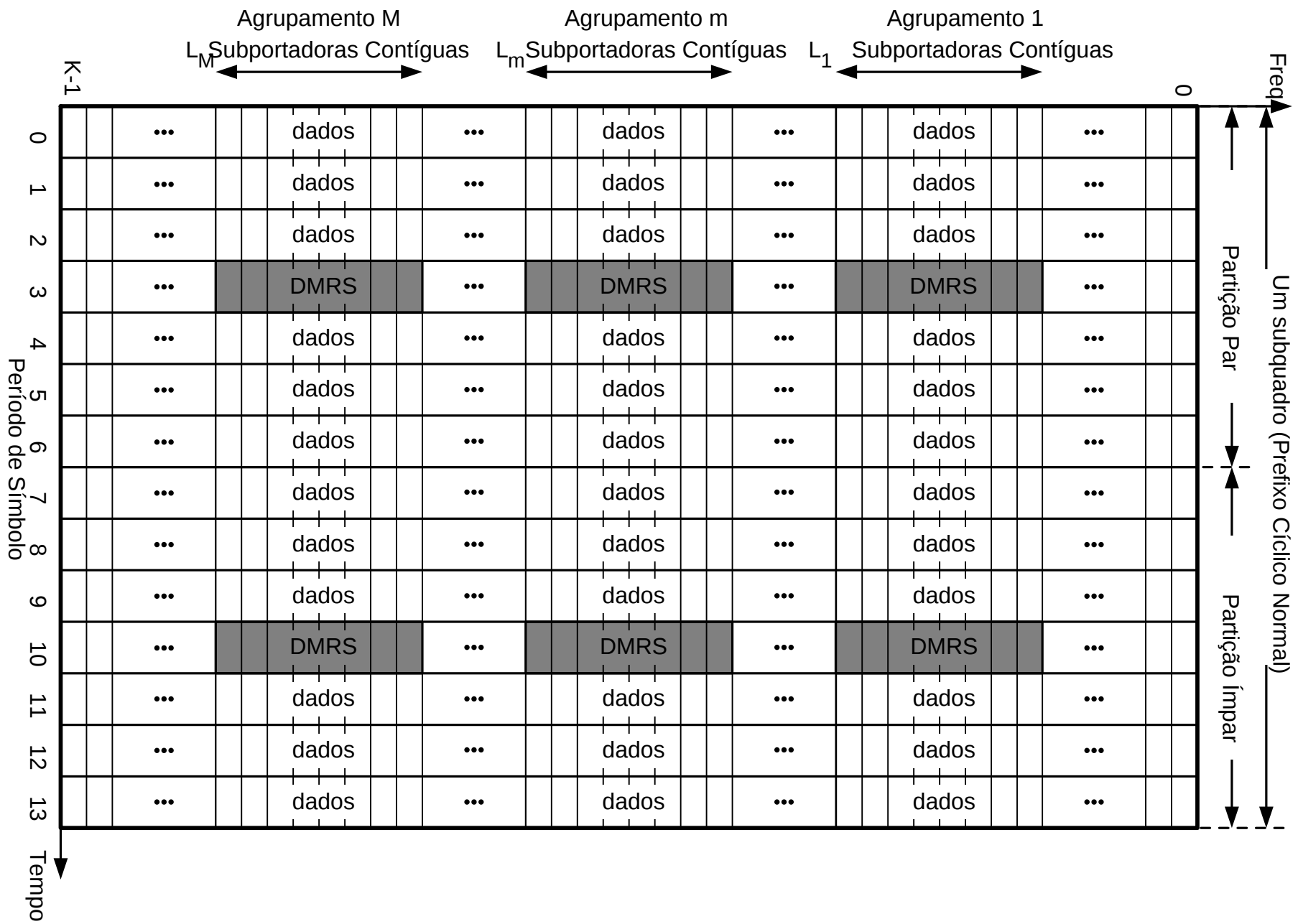


FIG. 3

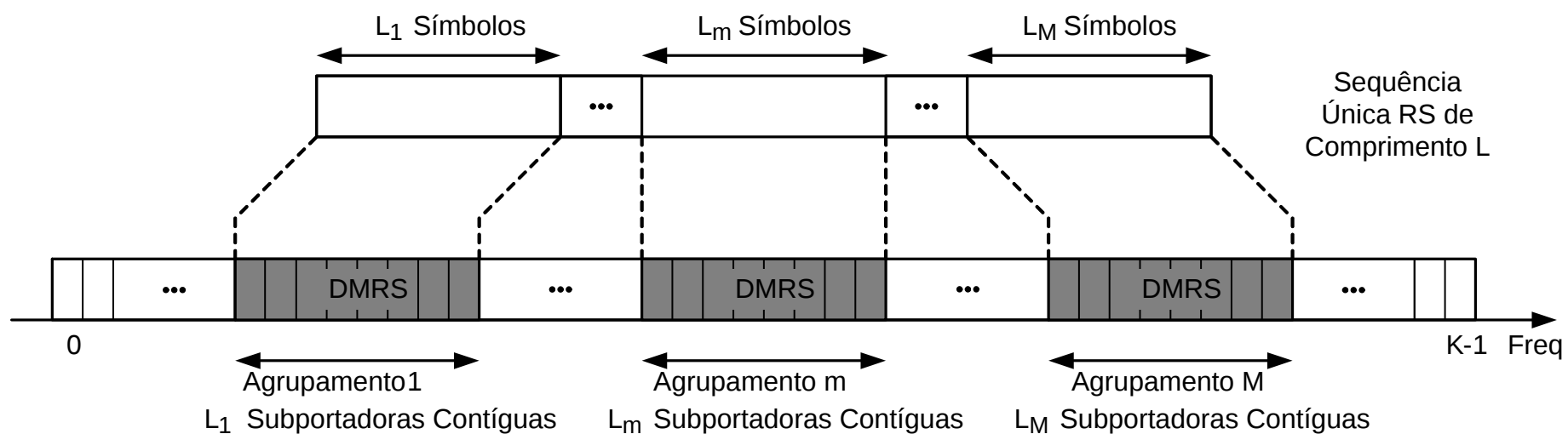


FIG. 4

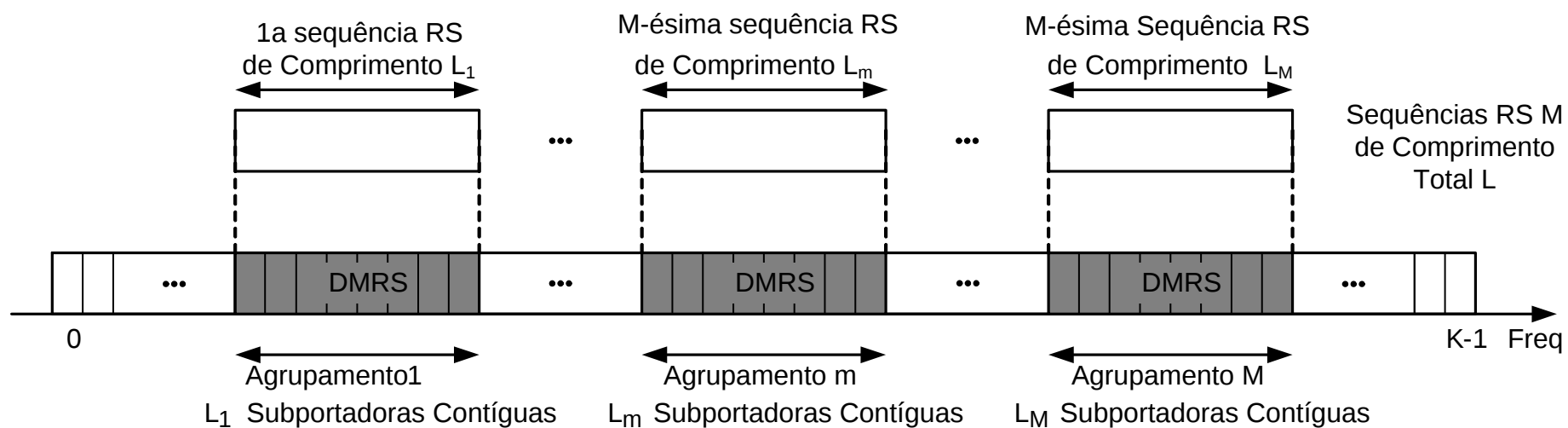


FIG. 5

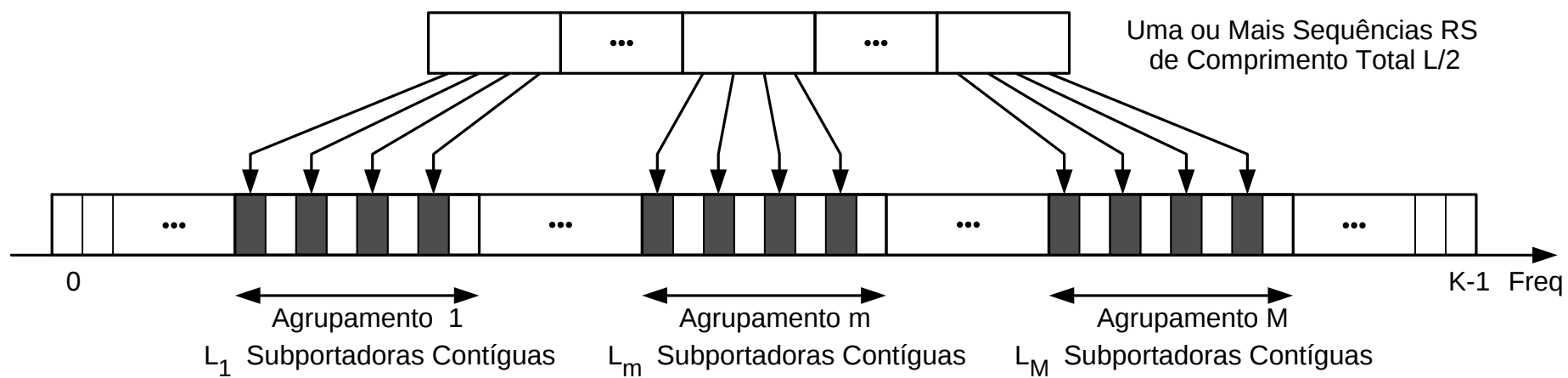


FIG. 6

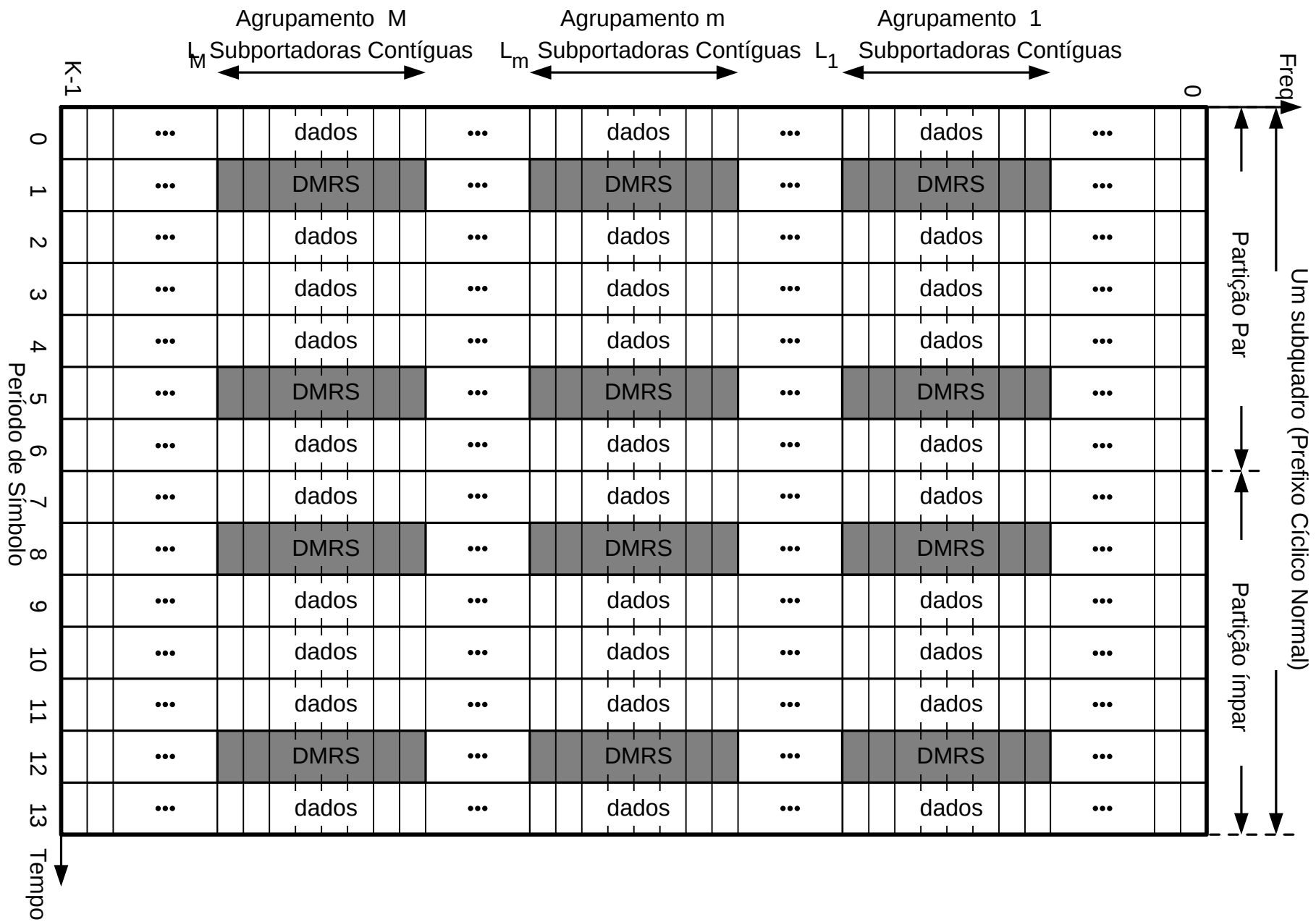


FIG. 7

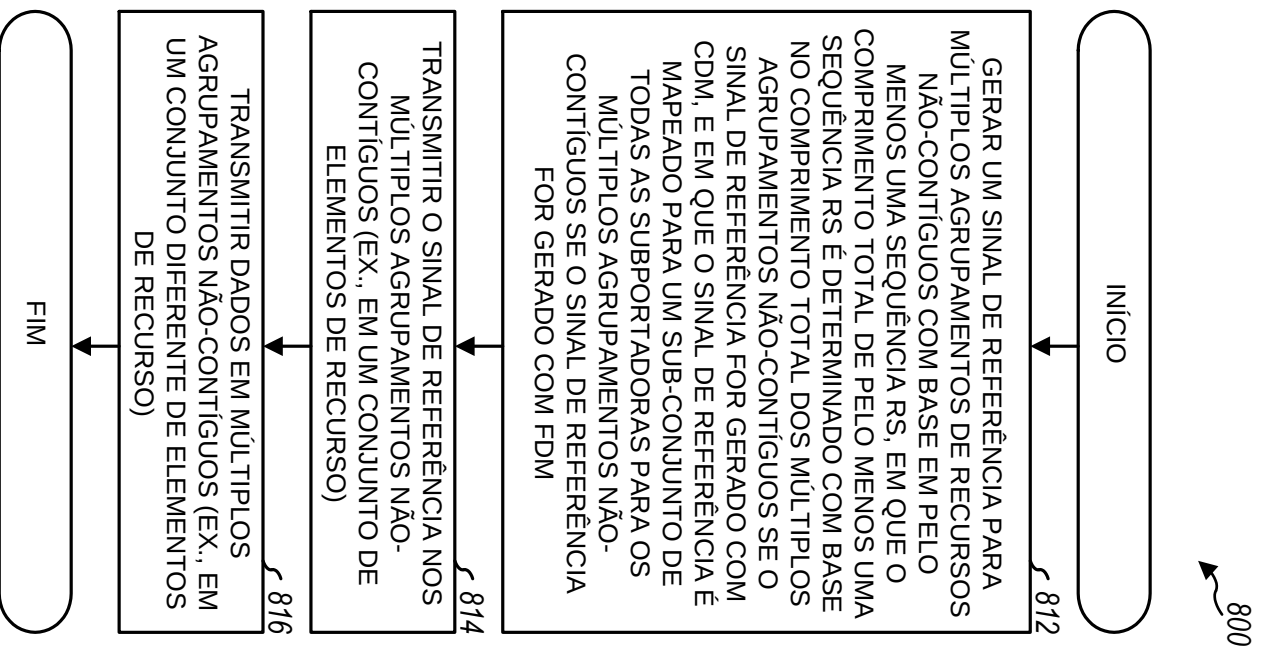


FIG. 8

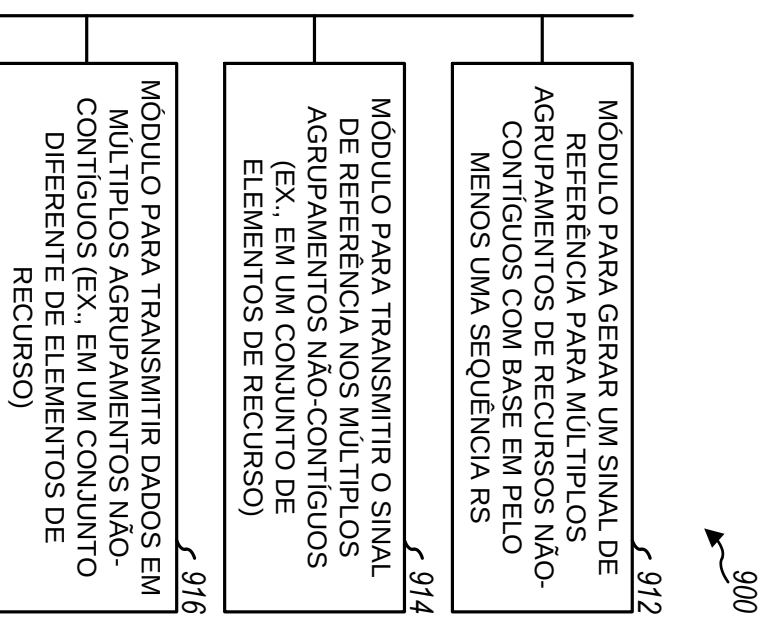


FIG. 9

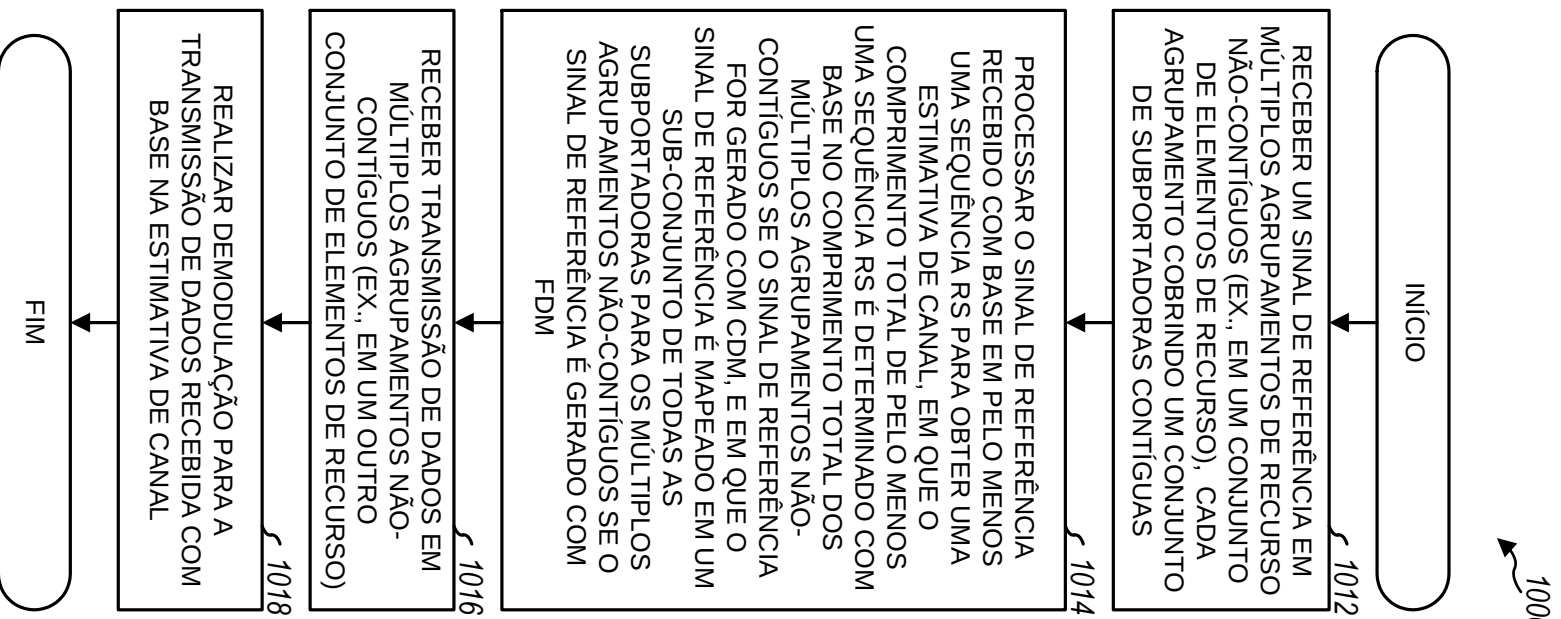


FIG. 10

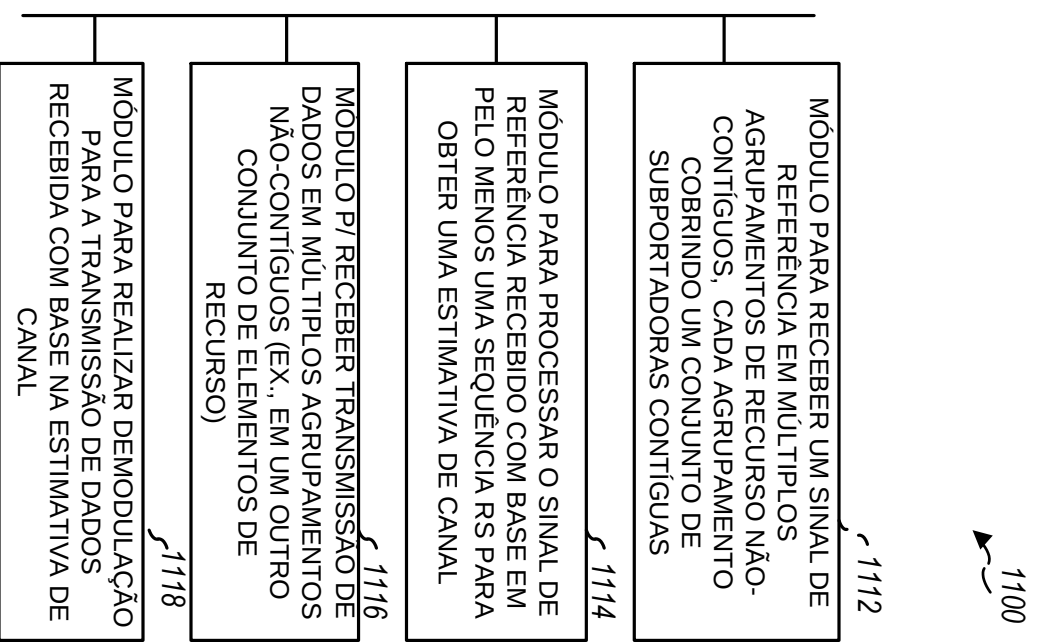


FIG. 11

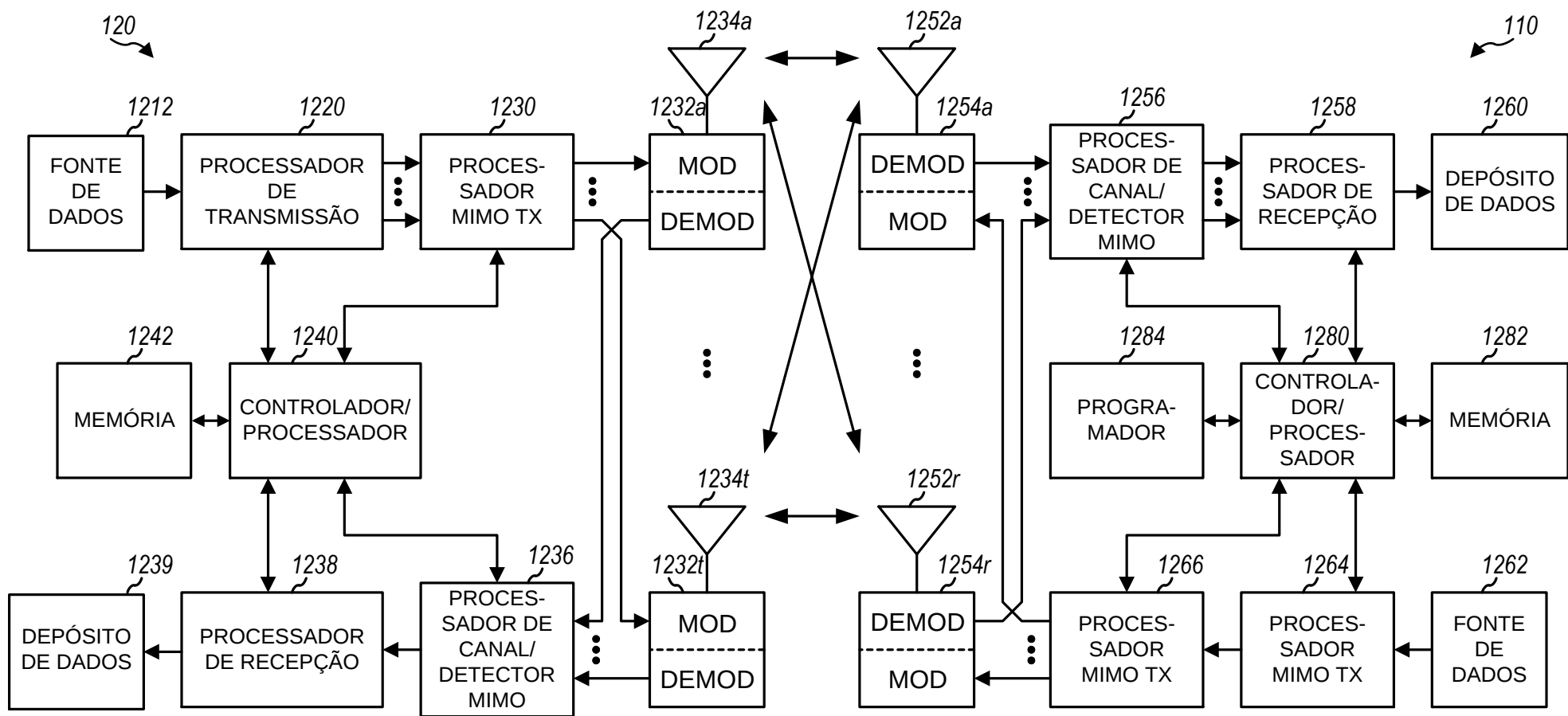


FIG. 12

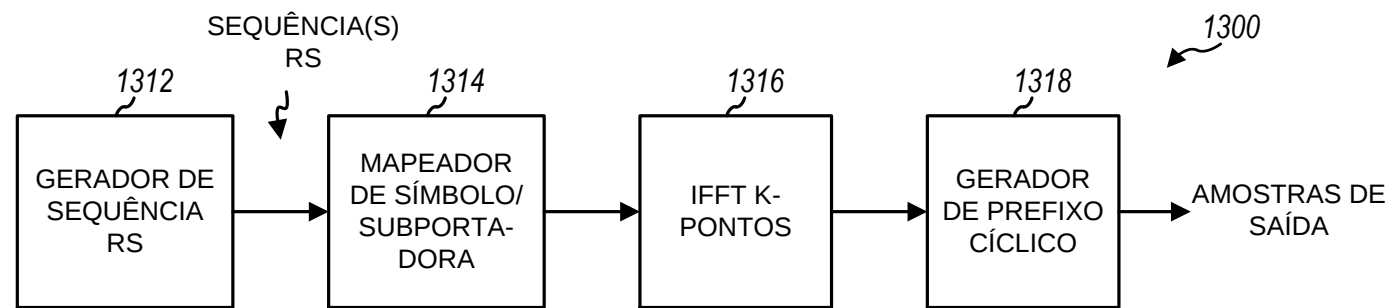


FIG. 13