



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

**(11) PI 0806528-4 B1**



**(22) Data do Depósito: 10/01/2008**

**(45) Data de Concessão: 10/03/2020**

**(54) Título:** TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÕES UTILIZANDO SEQUÊNCIAS DESLOCADAS CICLICAMENTE

**(51) Int.Cl.:** H04J 13/00; H04L 27/26.

**(52) CPC:** H04J 13/0074; H04L 27/2613.

**(30) Prioridade Unionista:** 09/01/2008 US 11/971,872; 10/01/2007 US 60/884,403.

**(73) Titular(es):** QUALCOMM INCORPORATED.

**(72) Inventor(es):** DURGA PRASAD MALLADI; BYOUNG-HOON KIM.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2008050779 de 10/01/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2008/086481 de 17/07/2008

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 08/07/2009

**(57) Resumo:** TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÕES UTILIZANDO SEQUÊNCIAS DESLOCADAS CICLICAMENTE São descritas técnicas para a transmissão de informações utilizando sequências deslocadas ciclicamente. Em um projeto, primeira e segunda sequências podem ser geradas por deslocamento cíclico de uma sequência base por respectivamente primeira e segunda quantidades. A sequência base pode ser uma sequência CAZAC, uma sequência PN, ou alguma outra sequência possuindo boas propriedades de correlação. Os deslocamentos cíclicos para a primeira e segunda sequências podem ser determinados com base em um padrão de alternância. Uma primeira sequência modulada pode ser gerada com base na primeira sequência e em um primeiro símbolo de modulação e pode ser enviada em um primeiro intervalo de tempo. Uma segunda sequência modulada pode ser gerada com base na segunda sequência e em um segundo símbolo de modulação e pode ser enviada em um segundo intervalo de tempo. Cada sequência modulada pode ser enviada em K sub-portadoras consecutivas, usando multiplexação por divisão de frequência localizada (LFDM).

"TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÕES UTILIZANDO SEQUÊNCIAS  
DESLOCADAS CICLICAMENTE"

[0001] O presente pedido de patente reivindica a prioridade do Pedido Provisório de Patente U.S. Nº de Série 60/844 403, intitulado "A METHOD AND APPARATUS FOR ACK HOPPING FOR INTERFERENCE RANDOMIZATION IN UL SINGLE CARRIER FDMA", depositado em 10 de janeiro de 2007, em nome do requerente da presente invenção e aqui incorporado pela presente referência.

FUNDAMENTOS

CAMPO DA INVENÇÃO

[0002] A presente invenção está de um modo geral relacionada à comunicação e mais especificamente a técnicas para a transmissão de informações em um sistema de comunicação sem fio.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA ANTERIOR

[0003] Os sistemas de comunicação sem fio estão amplamente implementados para prover vários conteúdos de comunicação, tais como voz, vídeo, dados em pacotes, mensagens, broadcast, etc. Tais sistemas sem fio podem ser sistemas de múltiplo acesso capazes de dar suporte a múltiplos usuários por compartilhamento dos recursos de sistema disponíveis. Os exemplos de tais sistemas de múltiplo acesso incluem sistemas de Múltiplo Acesso por Divisão de Código (CDMA), sistemas de Múltiplo Acesso por Divisão de Tempo (TDMA), sistemas de Múltiplo Acesso por Divisão de Frequência (FDMA), sistemas de Múltiplo Acesso por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDMA) e sistemas FDMA a de Portadora Única (SC-FDMA).

[0004] Em um sistema de comunicação sem fio, uma estação base pode transmitir dados para um ou mais equipamentos de usuário (UEs) através do downlink e pode receber informações de controle provenientes dos UEs através do uplink. O downlink (ou link direto) se refere ao link de comunicação das estações base para os UEs, e o uplink (ou link reverso) se refere ao link de comunicação das estações base para os UEs. É desejável transmitir as informações de controle tão eficientemente quanto possível de modo a melhorar o desempenho do sistema.

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0005] São aqui descritas técnicas para a transmissão de informações utilizando sequências deslocadas ciclicamente. As sequências deslocadas ciclicamente podem ser obtidas por deslocamento cíclico de uma sequência base por diferentes quantidades. A sequência base pode ser uma sequência CAZAC (amplitude constante e auto correlação zero), uma sequência de número pseudoaleatório (PN), ou alguma outra sequência possuindo boas propriedades de correlação. As informações podem ser moduladas sobre as sequências deslocadas ciclicamente e enviadas usando uma técnica de modulação tal como a multiplexação por divisão de frequência localizada (LFDM).

[0006] Em um projeto, pode ser gerada uma primeira sequência por deslocamento cíclico da sequência base por uma primeira quantidade e uma segunda sequência pode ser gerada por deslocamento cíclico da sequência base por uma segunda quantidade. Os deslocamentos cíclicos para a primeira e segunda sequências podem ser determinados com base em um padrão de salto (hopping) que indica a

quantidade de deslocamento cíclico em cada intervalo de tempo. O padrão de salto pode ser determinado com base nos recursos designados para a transmissão de dados e pode ser específico para uma célula. A primeira sequência pode ser usada para troca (por exemplo, envio ou recepção) de informações em um primeiro intervalo de tempo. A segunda sequência pode ser usada para a troca de informações em um segundo intervalo de tempo. O primeiro e segundo intervalos de tempo podem corresponder a diferentes períodos de símbolos, diferentes partições, diferentes sub-quadros, etc.

[0007] Em um projeto para o envio de informações, uma primeira sequência modulada pode ser gerada com base na primeira sequência e um primeiro símbolo de modulação. Uma segunda sequência modulada pode ser gerada com base na segunda sequência e um segundo símbolo de modulação. A primeira e segunda sequências moduladas podem ser enviadas no primeiro e segundo intervalos de tempo, respectivamente. Cada sequência modulada pode incluir K símbolos e pode ser enviada através de K sub-portadoras consecutivas, por exemplo, usando LFDM.

[0008] Em um projeto para a recepção de informações, a primeira e segunda sequências moduladas podem ser recebidas no primeiro e segundo intervalos de tempo respectivamente. A primeira sequência modulada pode ser correlacionada com a primeira sequência para obter informações enviadas no primeiro intervalo de tempo. A segunda sequência modulada pode ser correlacionada com a segunda sequência para obter informações enviadas no segundo intervalo de tempo.

[0009] Vários aspectos e características da invenção serão descritos em maiores detalhes mais adiante.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0010] A Figura 1 apresenta um sistema de comunicação de múltiplo acesso sem fio.

[0011] A Figura 2 apresenta transmissões no downlink e no uplink.

[0012] A Figura 3 apresenta uma estrutura de transmissão para o downlink e o uplink.

[0013] A Figura 4 apresenta uma sequência base e uma sequência ciclicamente deslocada.

[0014] A Figura 5 apresenta a transmissão de informações utilizando sequências deslocadas ciclicamente.

[0015] As Figuras 6A e 6B apresentam a transmissão de um ACK e/ou CQI.

[0016] A Figura 7 apresenta um diagrama de blocos de um eNB e um UE.

[0017] A Figura 8 apresenta um processador de controle e dados de transmissão (TX) e um modulador.

[0018] A Figura 9 apresenta um demodulador e um processador de controle e dados de recepção (RX).

[0019] A Figura 10 apresenta um processo para troca de informações.

[0020] A Figura 11 apresenta um processo para envio de informações.

[0021] A Figura 12 apresenta um processo recepção de informações.

[0022] A Figura 13 apresenta um equipamento para troca de informações.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0023] As técnicas aqui descritas podem ser usadas para vários sistemas de comunicação sem fio, tais como sistemas CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outros. Os termos "sistema" e "rede" são frequentemente usados de forma intercambiável. Um sistema CDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como Rádio Acesso Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. O UTRA inclui o CDMA de banda larga (W-CDMA) e outras variantes do CDMA. O cdma2000 inclui as normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Um sistema TDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como a do Sistema Global para Telecomunicações Móveis (GSM). Um sistema OFDMA pode implementar uma tecnologia de rádio tal como a UTRA evoluída (E-UTRA), Banda Larga Ultra Móvel (UMB) IEEE 802.11 (WiFi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA, E-UTRA e GSM são parte do Sistema de Telecomunicações Móvel Universal (UMTS). Evolução de Longo Termo 3GPP (LTE) é um próximo modelo do UMTS que usa E-UTRA, GSM, UMTS e LTE são descritos em documentos de uma organização chamada "Projeto de Parceria de 3ª Geração" (3GPP). São descritos em documentos cdma2000 e UMB de uma organização chamada "Projeto de Parceria de 3ª Geração 2" (3GPP2). Essas várias tecnologias de rádio e normas são conhecidas pelos versados na técnica. Para clareza, certos aspectos das técnicas serão descritos a seguir para o LTE, a terminologia LTE sendo usada na maior parte da descrição que se segue.

[0024] A Figura 1 apresenta um sistema de comunicação sem fio de múltiplo acesso 100 com múltiplos nós B evoluídos (eNB) 110. Um eNB pode ser uma estação fixa que se comunica com os UEs e pode também ser designado como

um Nó B, uma estação base, um ponto de acesso, etc. Cada eNB 110 provê cobertura de comunicação para uma área geográfica específica. O termo "célula" pode se referir à menor área de cobertura de um eNB e/ou um subsistema de eNB servindo a tal área de cobertura. Os UEs 120 podem estar dispersados por todo o sistema, cada UEs podendo ser estacionário ou móvel. Um UEs pode também ser designado como uma estação móvel, um terminal, um terminal de acesso, uma unidade de assinante, uma estação, etc. Um UEs pode ser um telefone celular, um assistente de dados pessoal (PDA), um modem sem fio, um dispositivo de comunicação sem fio, um dispositivo portátil, um computador laptop, um telefone sem fio, etc. Um UEs pode se comunicar com um eNB através de transmissões no downlink e no uplink. Os termos "UE" e "usuário" são aqui utilizados de forma intercambiável.

[0025] O sistema pode dar suporte à retransmissão automática híbrida (HARQ). Para HARQ no downlink, um eNB pode enviar uma transmissão para um pacote e pode enviar uma ou mais retransmissões até que o pacote seja decodificado corretamente por um UEs receptor, ou até que o número máximo de retransmissões tenha sido enviado, ou até ser encontrada alguma outra condição de término. Um pacote pode também ser designado como um bloco de transporte, uma palavra código, etc. A HARQ pode melhorar a confiabilidade da transmissão de dados.

[0026] A Figura 2 apresenta transmissões de downlink (DL) por um eNB e de uplink (UL) por um UE. O equipamento UE pode estimar periodicamente a qualidade do canal de downlink para o eNB e pode enviar um indicador de qualidade de canal (CQI) para o eNB. O eNB pode usar o CQI

e/ou outras informações para selecionar o UE para a transmissão de dados no downlink e selecionar uma taxa adequada (por exemplo, um projeto de codificação e modulação) para a transmissão de dados para o UE. O eNB pode processar e transmitir dados para o UE quando existirem dados para enviar e estão disponíveis recursos do sistema. O UE pode processar uma transmissão de dados no downlink proveniente do eNB e pode enviar uma confirmação (ACK) caso os dados sejam decodificados corretamente, ou uma confirmação negativa (NACK) caso os dados sejam decodificados com erro. O eNB pode retransmitir os dados caso um NACK seja recebido e pode transmitir novos dados caso seja recebida um ACK. O UE pode também transmitir dados no uplink para o eNB quando existirem dados a serem enviados e o UE receba recursos de uplink.

[0027] Na descrição que se segue, os termos "ACK" e "informações de ACK" se referem de um modo geral ao ACK e/ou NACK. Como é mostrado na Figura 2, o UE pode transmitir dados e/ou informações de controle, ou nenhum deles, em qualquer dado sub-quadro. As informações de controle podem compreender um ACK, CQI, etc. O tipo e quantidade de informações de controle a serem enviados podem depender de vários fatores, tais como se é usado MIMO para a transmissão, o número de pacotes a enviar, etc. Para simplicidade, muito da descrição que se segue está focado em ACK e CQI.

[0028] O LTE utiliza multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) no downlink e multiplexação por divisão de frequência de portadora única (SC-FDM) no uplink. A OFDM e SC-FDM particionam a largura de banda do

sistema em múltiplas (N) sub-portadoras ortogonais, as quais são comumente designadas como tons, faixas, etc. Cada sub-portadora pode ser modulada com dados. De um modo geral, os símbolos de modulação são enviados no domínio das frequências com OFDM e no domínio do tempo com SC-FDM. No LTE, o espaçamento entre sub-portadoras adjacentes pode ser fixo, e o número total de sub-portadoras (N) pode depender da largura de banda do sistema. Como exemplo, N pode ser igual a 128, 256, 512, 1024, ou 2048 para a largura de banda de 1,25, 2,5, 5, 10, ou 20 MHz, respectivamente.

[0029] A Figura 3 apresenta um projeto de uma estrutura de transmissão 300 que pode ser usada para o downlink e o uplink. A linha de tempo de transmissão pode ser particionada em sub-quadros. Um sub-quadro pode possuir uma duração fixa, por exemplo, um milissegundo (ms), e pode ser particionada em duas partições. Cada partição pode cobrir um número fixo ou configurável de períodos de símbolos.

[0030] Para o downlink, S blocos de recursos podem estar disponíveis em cada partição, em que S pode depender da largura de banda do sistema. Cada bloco de recursos pode compreender V sub-portadoras (por exemplo, V = 12 sub-portadoras) em uma partição. Os blocos de recursos disponíveis podem ser designados para UEs para transmissão no downlink. Em um projeto, um UE pode receber um ou mais pares de blocos de recursos em um dado sub-quadro. Cada par de blocos de recursos compreende V sub-portadoras em duas partições de um sub-quadro.

[0031] Para o uplink, o total das N sub-portadoras pode ser dividido em uma seção de dados e uma

seção de controle. Em um projeto, a seção de controle pode ser formada em uma borda da largura de banda do sistema, tal como mostrado na Figura 3. A seção de controle pode ter um tamanho configurável, o que pode ser selecionado com base na quantidade de informação de controle para enviar no uplink pelos UEs. A seção de controle pode incluir todas as sub-portadoras não incluídas na seção de controle. O projeto na Figura 3 resulta na inclusão, na seção de dados, de sub-portadoras contíguas, o que pode permitir que um único UE receba a totalidade das sub-portadoras contíguas na seção de dados.

[0032] Em um projeto, cada par de blocos de recursos no downlink é associado a um correspondente par de blocos de recursos na seção de controle no uplink, tal como mostrado na Figura 3. O tamanho do par de blocos de recursos de uplink pode ou não estar de acordo com o tamanho do par de blocos de recursos de downlink. Em um projeto, o par de blocos de recursos de uplink inclui  $V$  sub-portadoras consecutivas em cada partição de um sub-quadro. Para os dados enviados no par de blocos de recursos de downlink  $s$  no sub-quadro  $t$ , o ACK para os dados e/ou outras informações pode ser enviado através do par de blocos de recursos de uplink associado. Múltiplos pares de blocos de recursos de downlink podem ser mapeados para o mesmo par de blocos de recursos de uplink, tal como foi acima descrito.

[0033] Em um aspecto, as informações de controle podem ser enviadas usando-se sequências que são deslocadas ciclicamente por diferentes quantidades, as quais podem ser determinadas com base em um padrão de

salto. Tais sequências podem ser obtidas por deslocamento cíclico de uma sequência base possuindo boas propriedades de correlação. Vários tipos de sequências podem ser usados para a sequência base. Em um projeto, uma sequência PN pode ser usada para a sequência base. Em outro projeto, uma sequência CAZAC pode ser usada para a sequência base. Alguns exemplos de sequências CAZAC incluem uma sequência Frank, uma sequência Chu, uma sequência Zardoff-Chu, uma sequência similar a chirp generalizada (GCL), etc. Uma sequência CAZAC pode prover zero de auto correlação, o qual é um valor elevado para a correlação da sequência CAZAC com si mesma com deslocamento zero e valores de zero para todos os outros deslocamentos. A propriedade de auto correlação zero é benéfica para a detecção acurada da sequência CAZAC.

[0034] Em um projeto, pode ser usada uma sequência Zardoff-Chu para a sequência base, podendo ser expressa por:

$$x_{\lambda}(k) = e^{-j\pi\lambda k^2/K} \quad \text{para } k = 0, \dots, K-1, \quad \text{Eq(1)}$$

Onde  $k$  é um índice de amostra para a sequência;

$K$  é o comprimento da sequência;

$\lambda \in \{0, \dots, K-1\}$  é um parâmetro de sequência base; e

$x_{\lambda}(k)$  é uma sequência Zardoff-Chu para o parâmetro  $\lambda$ .

[0035] O parâmetro de sequência base  $\lambda$  pode ser selecionado de tal forma que ele seja mutuamente primo com o comprimento de sequência  $K$ , o que pode ser denotado por  $(\lambda, K) = 1$ . Podem ser definidas diferentes sequências base

com diferentes valores de  $\lambda$ . Como exemplo, caso  $K=12$ , então  $\lambda$  pode ser igual a 1, 5, 7, ou 11, e quatro sequências base podem ser definidas com estes quatro valores de  $\lambda$ . As sequências base possuem zero de correlação cruzada de forma a que a correlação de uma dada sequência base com qualquer outra sequência base seja zero (idealmente) para todos os deslocamentos.

[0036] Em um projeto, uma sequência base pode ser designada para cada célula e as células vizinhas podem receber sequências base diferentes. Para maior clareza, muito da descrição que se segue serve para uma célula, a sequência base para tal célula podendo ser denotada como  $x(k)$ . Em um projeto, a sequência base para a célula pode ser uma sequência Zardoff-Chu, de forma que  $x(k) = x_\lambda(k)$ . Em outros projetos, a sequência base para a célula pode ser de outros tipos de sequências.

[0037] A sequência base  $x(k)$  pode ser deslocada ciclicamente como se segue:

$$x(k,a) = x((k+a) \bmod K), \text{ para } k=0, \dots, K-1, \quad \text{Eq(2)}$$

Onde  $a$  é a quantidade de deslocamento cíclico;

$x(k,a)$  é uma sequência deslocada ciclicamente; e

"mod" denota uma operação módulo.

O deslocamento cíclico  $a$  pode ser qualquer valor dentro de uma faixa de 0 a  $K-1$ , ou  $0 \leq a \leq K-1$ .

[0038] A Figura 4 apresenta a sequência base  $x(k)$  e a sequência ciclicamente deslocada  $x(k,a)$ . A sequência base  $x(k)$  é composta por  $K$  amostras,  $x(0)$  a  $x(K-1)$ , para os índices de amostra 0 a  $K-1$ ,

respectivamente. A sequência ciclicamente deslocada  $x(k,a)$  é composta pelas mesmas  $K$  amostras  $x(0)$  a  $x(K-1)$ , que estão deslocadas ciclicamente por  $a$  amostras. Dessa forma, as primeiras  $K-a$  amostras,  $x(0)$  a  $x(K-a-1)$ , são mapeadas para os índices de amostra  $a$  a  $K-1$ , respectivamente, e as últimas  $a$  amostras  $x(K-a)$  a  $x(K-1)$  são mapeadas para os índices de amostra  $0$  a  $a-1$ , respectivamente. As últimas  $a$  amostras da sequência base  $x(k)$  são portanto movidas para a frente da sequência ciclicamente deslocada  $x(k,a)$ .

[0039] A quantidade de deslocamento cíclico pode variar ao longo do tempo com base em um padrão de salto que indica quanto deslocar ciclicamente a sequência base em cada intervalo de tempo. Um intervalo de tempo pode ser qualquer duração de tempo em que um dado deslocamento cíclico pode ser aplicado. Para salto de taxa de símbolos, a quantidade de deslocamento cíclico pode variar de período de símbolos a período de símbolos e  $a$  na equação (2) pode ser uma função do índice ou período de símbolos. Para salto de partições, a quantidade de deslocamento cíclico pode variar de partição a partição e  $a$  pode ser uma função do índice de partição. De um modo geral, o salto pode ocorrer durante um intervalo de tempo de qualquer duração, por exemplo um período de símbolos, múltiplos períodos de símbolos, uma partição, um sub-quadro, etc. Para maior clareza, muito da descrição que se segue serve para salto de taxas de símbolos e a sequência deslocada ciclicamente pode ser expressa por:

$$x(k, a_i(n)) = x((k + a_i(n)) \bmod K), \text{ para } k = 0, \dots, K-1 \quad \text{Eq(3)}$$

Onde  $a_i(n)$  é a quantidade de deslocamento cíclico para o usuário  $i$  no período de símbolos  $n$ ; e

$x(k, a_i(n))$  é uma sequência deslocada ciclicamente para o usuário  $i$  no período de símbolos  $n$ .

[0040] Em um projeto, a sequência deslocada ciclicamente pode ser modulada com informações como se segue:

$$y_i(k, n) = s_i(n).x(k + a_i(n)) \quad \text{Eq (4)}$$

Onde  $s_i(n)$  é um símbolo de modulação a ser enviado pelo usuário  $i$  no período de símbolos  $n$ ; e

$y_i(k, n)$  é uma sequência modulada para o usuário  $i$  no período de símbolos  $n$ .

[0041] No projeto apresentado na equação 4, cada amostra da sequência deslocada ciclicamente é multiplicada pelo símbolo de modulação  $s_i(n)$ , o qual pode ser um valor real ou complexo. Como exemplo,  $s_i(n)$  pode ser um símbolo de modulação para chaveamento de deslocamento de fase binário (BPSK), chaveamento de deslocamento de fase em quadratura (QPSK), modulação de amplitude em quadratura (QAM), etc.

[0042] A Figura 5 apresenta um projeto de transmissão de informações utilizando sequências deslocadas ciclicamente. Neste exemplo, cada partição inclui 7 períodos de símbolos e um sub-quadro inclui 14 períodos de símbolos com índices de 0 a 13. Em cada período de símbolos  $n$  pode ser obtida uma sequência ciclicamente deslocada  $x(k, a_i(n))$  com base no deslocamento cíclico  $a_i(n)$  para tal período de símbolos, tal como mostrado na equação 3, e pode

ser modulada com um símbolo de modulação  $s_i(n)$ , tal como mostrado na equação 4, para obtenção de uma sequência modulada  $y_i(k,n)$  contendo  $K$  símbolos. Os  $K$  símbolos podem ser enviados através de  $K$  sub-portadoras consecutivas usando-se LFDM, que é uma variante da SC-FDM. A transmissão em sub-portadoras contíguas pode resultar em uma razão de pico para média (PAR) mais baixa, o que é desejável. Diferentes sequências deslocadas ciclicamente podem ser usadas em diferentes períodos de símbolos e podem ser obtidas com diferentes deslocamentos cíclicos  $a_i(n)$ . Diferentes símbolos de modulação  $s_i(n)$  podem ser enviados através de diferentes sequências deslocadas ciclicamente em diferentes períodos de símbolos. As  $K$  sub-portadoras para a primeira partição podem ser diferentes das  $K$  sub-portadoras para a segunda partição, por exemplo tal como mostrado na Figura 3, porém não mostrado na Figura 5 para maior simplicidade.

[0043] O salto de sequências com diferentes sequências deslocadas ciclicamente pode deixar aleatória a interferência proveniente de outros usuários em células adjacentes. Tal aleatorização da interferência de células adjacentes pode ser benéfica para canais de controle tais como o canal ACK. O salto de sequências pode prover o único mecanismo viável para aleatorização de interferência caso as sequências deslocadas ciclicamente não sejam embaralhadas com sequências de embaralhamento específicas por célula.

[0044] Em um projeto, podem ser definidos  $M$  deslocamentos cíclicos diferentes para a sequência base que

podem receber índices de 0 a  $M-1$ . O deslocamento cíclico  $a_i(n)$  para o usuário  $i$  no período de símbolos  $n$  pode ser selecionado dentre os  $M$  deslocamentos cíclicos possíveis com base em um padrão de salto. Em cada período de símbolos, até  $M$  usuários diferentes podem enviar simultaneamente informações usando  $M$  sequências deslocadas ciclicamente geradas com  $M$  deslocamentos cíclicos diferentes. As informações provenientes de tais usuários podem ser recuperadas dado que as  $M$  sequências deslocadas ciclicamente apresentam correlação cruzada zero (idealmente).

[0045] Em um projeto, o padrão de salto para o usuário  $i$  pode ser um padrão predeterminado. Como exemplo, o padrão predeterminado pode incrementar  $a_i(n)$  por uma quantidade fixa  $v$  em cada período de símbolos podendo ser dado por  $a_i(n+1) = (a_i(n) + v) \bmod M$ . Em outro projeto, o padrão de salto para o usuário  $i$  pode ser um padrão pseudoaleatório que pode selecionar um valor pseudoaleatório para  $a_i(n)$  em cada período de símbolos.

[0046] Em um projeto, podem ser definidos  $M$  padrões de salto com base em  $M$  deslocamentos cíclicos diferentes de um padrão de salto base, como se segue:

$$a_i(n) = (a(n) + i) \bmod M, \text{ para } i \in \{0, \dots, M-1\}, \quad \text{Eq(5)}$$

Em que  $a(n)$  é o padrão de salto base. O padrão de salto base pode ser um padrão predeterminado ou um padrão pseudoaleatório, podendo ser conhecido por todos os usuários. Cada usuário pode determinar seu padrão de salto com base em seu índice  $i$  e no padrão de salto base.

[0047] Em outro projeto, podem ser definidos  $M$  padrões de salto diferentes com base em um padrão de salto específico por célula, como se segue:

$$a_i(n) = h_j((i+n) \bmod M), \quad \text{para } i \in \{0, \dots, M-1\}, \quad \text{Eq(6)}$$

Em que  $h_j(\cdot)$  é um padrão de salto específico por célula para a célula  $j$ . O padrão de salto específico por célula pode ser um padrão predeterminado ou um padrão pseudoaleatório e pode ser conhecido por todos os usuários na célula. Cada usuário pode determinar seu padrão de salto com base em seu índice  $i$  e no padrão de salto específico por célula. Diferentes células podem usar diferentes padrões de salto específicos por célula, os quais podem assegurar a aleatorização da interferência por células adjacentes.

[0048] Nos projetos apresentados nas equações 5 e 6, podem ser definidos  $M$  padrões de salto diferentes para  $M$  valores diferentes de  $i$ . Tais  $M$  padrões de salto podem ser ortogonais entre si, de forma que quaisquer dois usuários não usem o mesmo deslocamento cíclico em qualquer período de símbolos. Os  $M$  padrões de salto diferentes podem ser designados para  $M$  usuários diferentes para transmissão de informações no mesmo bloco de recursos de uplink.

[0049] No projeto apresentado na Figura 3,  $S$  pares de blocos de recursos podem estar disponíveis para o downlink em cada sub-quadro e podem ser designados para até  $S$  usuários. Caso até  $M$  usuários possam compartilhar o mesmo par de blocos de recursos de uplink, então o número

de pares de blocos de recursos de uplink para a seção de controle pode ser dado por:

$$L \leq \left\lceil \frac{S}{M} \right\rceil, \quad \text{Eq(7)}$$

Onde  $L$  é o número de pares de blocos de recursos de uplink para o segmento de controle; e

" $\lceil \cdot \rceil$ " denota um operador teto.

[0050] Cada par de recursos de downlink pode ser mapeado para um correspondente par de blocos de recursos de uplink, como se segue:

$$s = \ell \cdot M + m \quad \text{Eq(8)}$$

Onde  $s \in \{0, \dots, S-1\}$  é um índice para um par de blocos de recursos de downlink;

$\ell = 0, \dots, L-1$  é um índice para um par de blocos de recursos de uplink; e

$m = 0, \dots, M-1$  é um índice para um padrão de salto em um par de blocos de recursos de uplink.

$M$  diferentes padrões de salto podem estar disponíveis para cada par de blocos de recursos de uplink e pode selecionar  $M$  deslocamentos cíclicos diferentes em cada período de símbolos.

[0051] A cada usuário pode ser designado um par de blocos de recursos de downlink e  $M$  usuários podem compartilhar um par de blocos de recursos de uplink. Para o projeto na equação 8, um primeiro conjunto de  $M$  usuários pode receber o par de blocos de recursos de uplink 0, um segundo conjunto de  $M$  usuários pode receber o par de blocos de recursos de uplink 1, etc. Diferentes conjuntos

de usuários podem receber diferentes pares de blocos de recursos de uplink através de multiplexação por divisão de frequência (FDM). Até  $M$  usuários em cada conjunto podem compartilhar o mesmo par de blocos de recursos de uplink através de multiplexação por divisão de código (CDM). Um usuário pode receber o par de blocos de recursos de downlink  $s$  e pode também receber o padrão de salto  $m$  para o par de blocos de recursos de uplink  $l$ , em que  $s$  pode estar relacionado a  $l$  e  $m$  tal como mostrado na equação 8. Em particular,  $l$  pode ser dado por  $l = \lfloor s/M \rfloor$  e  $m$  pode ser dado por  $m = s \bmod M$ , em que " $\lfloor \ ]$ " denota um operador piso;  $a_i(n)$  pode ser igual a  $m$  em um período de símbolos designado.

[0052] A equação 8 apresenta um projeto de mapeamento de  $S$  pares de blocos de recursos de downlink para  $L$  pares de blocos de recursos de uplink e  $M$  padrões de salto. Aos usuários podem ser designados pares de blocos de recursos de downlink, pares de blocos de recursos de uplink e padrões de salto de outras maneiras. De um modo geral, a um usuário pode ser designado qualquer número de pares de blocos de recursos de downlink, qualquer número de pares de blocos de recursos de uplink e qualquer número de padrões de salto, dependendo de vários fatores, tais como os recursos disponíveis, demandas de dados do usuário, etc. Como exemplo, a um usuário pode ser designado múltiplos pares de blocos de recursos de downlink, porém apenas um padrão de salto para um par de blocos de recursos de uplink.

[0053] Como mostrado na Figura 2, um usuário pode enviar apenas ACK, ou apenas CQI, ou tanto ACK como CQI através do uplink em um dado sub-quadro. O usuário pode receber um par de blocos de recursos de uplink e um padrão de salto para envio de ACK e/ou CQI, por exemplo tal como foi acima descrito. O usuário pode enviar ACK e/ou CQI através do par de blocos de recursos de uplink designado de várias maneiras.

[0054] A Figura 6A apresenta um projeto de transmissão de ACK usando sequências deslocadas ciclicamente. Em tal projeto, o ACK pode compreender 2 bits para confirmação de um ou dois pacotes. Os dois bits para o ACK podem ser codificados para obtenção de 16 bits de código, os quais podem ser mapeados para 8 símbolos de modulação QPSK  $s_i(0)$  a  $s_i(7)$ . Cada símbolo de modulação pode ser enviado com uma sequência deslocada ciclicamente, o que pode ser denotado por  $x_i(k,n) = x(k,a_i(n)) = x((k+a_i(n)) \bmod K)$ .

[0055] No projeto apresentado na Figura 6A, os primeiros dois símbolos de modulação  $s_i(0)$  e  $s_i(1)$  podem ser enviados com duas sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,0)$  e  $x_i(k,1)$  nos períodos de símbolos 0 e 1, respectivamente. Sinais de referência podem ser enviados nos períodos de símbolos 2, 3 e 4. Os próximos quatro símbolos de modulação  $s_i(2)$  a  $s_i(5)$  podem ser enviados com quatro sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,5)$  a  $x_i(k,8)$  nos períodos de símbolos 5 a 8, respectivamente. Sinais de referência podem ser enviados nos períodos de símbolos 9, 10 e 11. Os últimos símbolos de modulação  $s_i(6)$  e  $s_i(7)$  podem ser

enviados com duas sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,12)$  e  $x_i(k,13)$  nos períodos de símbolos 12 e 13, respectivamente.

[0056] Em um projeto, o sinal de referência para cada período de símbolos pode ser uma sequência deslocada ciclicamente não modulada para tal período de símbolos. Em tal projeto, os sinais de referência para os períodos de símbolos 2 a 4 podem ser três sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,2)$  a  $x_i(k,4)$ , respectivamente, e os sinais de referência para os períodos de símbolos 9 a 11 podem ser três sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,9)$  a  $x_i(k,11)$ , respectivamente. Os sinais de referência também podem ser gerados de outras maneiras.

[0057] A Figura 6B apresenta um projeto de transmissão de ACK e CQI usando sequências deslocadas ciclicamente. O CQI pode compreender (i) um CQI base e um valor CQI diferencial para múltiplos pacotes, ou (ii) um ou mais valores CQI para um ou mais pacotes. Em um projeto, o CQI pode compreender 8 bits e o ACK pode compreender 2 bits. Caso seja enviado apenas o CQI, então os 8 bits para o CQI podem ser codificados com um código de blocos (20, 8) para obtenção de 20 bits de código, os quais podem ser mapeados para 10 símbolos de modulação QPSK  $s_i(0)$  a  $s_i(9)$ . Caso sejam enviados tanto o ACK como o CQI, então os 10 bits para o ACK e o CQI podem ser codificados com um código de blocos (20, 10) para obtenção de 20 bits de código, os quais podem ser mapeados para 10 símbolos de modulação QPSK  $s_i(0)$  a  $s_i(9)$ . Em tal projeto, o número de bits de informações muda dependendo de se são enviados somente o

CQI ou o ACK e o CQI, porém o número de símbolos de modulação permanece o mesmo. Cada símbolo de modulação pode ser enviado com uma sequência ciclicamente deslocada.

[0058] No projeto apresentado na Figura 6B, o primeiro símbolo de modulação  $s_i(0)$  pode ser enviado com uma sequência deslocada ciclicamente  $x_i(k,0)$  no período de símbolos 0. Um sinal de referência pode ser enviado no período de símbolo 1. Os próximos três símbolos de modulação  $s_i(1)$  a  $s_i(3)$  podem ser enviados com três sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,2)$  a  $x_i(k,4)$  nos períodos de símbolos 2 a 4, respectivamente. Um sinal de referência pode ser enviado no período de símbolos 5. Os próximos dois símbolos de modulação  $s_i(4)$  e  $s_i(5)$  podem ser enviados com duas sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,6)$  e  $x_i(k,7)$  nos períodos de símbolos 6 e 7, respectivamente. Um sinal de referência pode ser enviado no período de símbolos 8. Os próximos três símbolos de modulação  $s_i(6)$  a  $s_i(8)$  podem ser enviados com três sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,9)$  a  $x_i(k,11)$  nos períodos de símbolos 9 a 11, respectivamente. Um sinal de referência pode ser enviado no período de símbolos 12. O último símbolo de modulação  $s_i(9)$  pode ser enviado com uma sequência ciclicamente deslocada  $x_i(k,13)$  no período de símbolos 13. O sinal de referência para cada período de símbolos pode ser uma sequência ciclicamente deslocada não modulada para tal período de símbolos. Os sinais de referência para os períodos de símbolos 1, 5, 8 e 12 podem ser quatro

sequências deslocadas ciclicamente  $x_i(k,1)$ ,  $x_i(k,5)$ ,  $x_i(k,8)$ ,  $x_i(k,12)$ , respectivamente.

[0059] As sequências moduladas apenas para ACK, ou apenas CQI, ou tanto ACK como CQI podem ser transmitidas com diferentes níveis de potência, por exemplo diferentes deslocamentos com relação ao nível do sinal de referência. Os níveis de potência podem ser selecionados para obter a confiabilidade desejada para a transmissão de ACK e/ou CQI.

[0060] As Figuras 6A e 6B apresentam projetos específicos para a transmissão de um ACK e/ou CQI em um par de blocos de recursos de uplink compreendendo 14 períodos de símbolos. O ACK e/ou o CQI podem também ser codificados e mapeados para símbolos de modulação de outras maneiras. Os símbolos de modulação e sinais de referência podem também ser enviados em períodos de símbolos diferentes daqueles apresentados nas Figuras 6A e 6B.

[0061] De um modo geral, as informações podem ser codificadas e mapeadas para qualquer número de símbolos de modulação, e cada modulação pode ser enviada usando uma sequência deslocada ciclicamente em um período de símbolos. Para maior clareza, muito do que foi acima descrito serve à salto de taxa de símbolos e diferentes sequências deslocadas ciclicamente são usadas em diferentes períodos de símbolos. O salto de sequências pode também ocorrer em uma taxa mais lenta. Em tal caso, a mesma sequência deslocada ciclicamente pode ser usada em múltiplos períodos de símbolos, e múltiplos símbolos de modulação podem ser enviados usando a mesma sequência deslocada ciclicamente.

[0062] A Figura 7 apresenta um diagrama de blocos de um eNB 110 e um UE 120, que são um dos eNB e um dos UE na Figura 1. Em tal projeto, o UE 120 está equipado com T antenas 734a a 734t e o eNB 110 está equipado com R antenas 752a a 752r, em que, de um modo geral,  $T \geq 1$  e  $R \geq 1$ .

[0063] No UE 120, um processador de dados TX e controle 720 pode receber dados de tráfego provenientes de uma fonte de dados 712, processar (por exemplo, codificar, intercalar, embaralhar e mapear para símbolos) os dados de tráfego e prover símbolos de dados. O processador 720 pode também receber informações de controle provenientes de um controlador/processador 740, processar as informações de controle tal como foi acima descrito e prover símbolos de controle, por exemplo para sequências moduladas. As informações de controle podem compreender ACK, CQI, etc. O processador 720 pode também gerar e multiplexar símbolos de piloto com os símbolos de controle e dados. Um símbolo de dados é um símbolo para dados, um símbolo de controle é um símbolo para informações de controle, um símbolo de piloto é um símbolo para um piloto e um símbolo pode ser um valor real ou complexo. Os símbolos de dados, controle e/ou piloto podem ser símbolos de modulação provenientes de um esquema de modulação tal como PSK ou QAM. O piloto consiste de dados que são conhecidos *a priori* tanto pelo eNB como pelo UE.

[0064] Um processador MIMO TX 730 pode processar (por exemplo, pré-codificar) os símbolos provenientes do processador 720 e prover T correntes de símbolos de saída para T moduladores (MOD) 732a a 732t. O

processador MIMO TX 730 pode ser omitido caso o UE 120 esteja equipado com uma única antena. Cada modulador 732 pode processar sua corrente de símbolos de saída (por exemplo, para SC-FDM) para obtenção de uma corrente de chip de saída. Cada modulador 732 pode também condicionar (por exemplo, converter para analógica, filtrar, amplificar e converter ascendentemente) sua corrente de chip de saída para gerar um sinal de uplink. T sinais de uplink provenientes dos moduladores 732a a 732t podem ser transmitidos através de T antenas 734a a 734t, respectivamente.

[0065] No eNB 110, as antenas 752a a 752r podem receber os sinais de uplink provenientes do UE 120 e/ou outros UEs. Cada antena 752 pode prover um sinal recebido para um respectivo demodulador (DEMOD) 754. Cada demodulador 754 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter descendentemente e digitalizar) seu sinal recebido para a obtenção de amostras e pode também processar as amostras (por exemplo, para SC-FDM) para obtenção de símbolos demodulados. Um processador MIMO RX 760 pode efetuar a detecção MIMO sobre os símbolos demodulados provenientes de todos os R demoduladores 754a a 754r e prover símbolos detectados. Um processador de controle e dados RX 770 pode processar (por exemplo, demodular, deintercalar, desembaralhar e decodificar) os símbolos detectados, prover dados decodificados para um depósito de dados 772 e prover informações de controle decodificadas para um controlador/processador 790. De um modo geral, o processamento pelos processadores 760 e 770 é

complementar ao processamento pelos processadores 730 e 720, respectivamente, no UE 120.

[0066] O eNB 110 pode transmitir dados de tráfego e/ou informações de controle no downlink para o UE 120. Os dados de tráfego provenientes de uma fonte de dados 778 e/ou as informações de controle provenientes do controlador/processador 790 podem ser processadas por um processador de controle e dados MIMO TX 780 e também processados por um processador MIMO TX 782 para obtenção de R correntes de símbolos de saída. Os R moduladores 754a a 754r podem processar as R correntes de símbolos de saída (por exemplo, para OFDM) para obtenção de R correntes de chips de saída e podem também condicionar as correntes de chips de saída para obtenção de R sinais de downlink, os quais podem ser transmitidos através de R antenas 752a a 752r. No UE 120, os sinais de uplink provenientes do eNB 110 podem ser recebidos pelas antenas 734a a 734t, condicionados e processados pelos demoduladores 732a a 732t e adicionalmente processados por um processador MIMO RX 736 (caso se aplique) e um processador de controle e dados RX 738 para recuperar os dados de tráfego e informações de controle enviados para o UE 120.

[0067] Os controladores/processadores 740 e 790 podem direcionar a operação no UE 120 e no eNB 110, respectivamente. As memórias 742 e 792 podem armazenar dados e códigos de programas para o UE 120 e o eNB 110, respectivamente. Um programador 794 pode programar os UE para transmissão de dados no downlink e/ou uplink e pode designar recursos para os UEs programados.

[0068] A Figura 8 apresenta um diagrama de blocos de um processador de controle e dados TX 720 e um modulador 732a no UE 120 da Figura 7. No interior do processador 720, um processador de controle TX 820 pode receber e processar informações de controle, por exemplo ACK e/ou CQI, tal como mostrado nas Figuras 6A e 6B. O processador 820 pode gerar sequências deslocadas ciclicamente com base em um padrão de salto designado para o UE 120 e pode modular tais sequências deslocadas ciclicamente com símbolos de modulação para as informações de controle para obtenção de sequências moduladas. Um processador de dados TX 822 pode processar dados de tráfego e prover símbolos de dados. O processador MIMO TX 730 pode receber, multiplexar e processar espacialmente os símbolos provenientes dos processadores 820 e 822 e prover T correntes de símbolos de saída para T moduladores.

[0069] Cada modulador 732 pode efetuar a SC-FDM sobre sua corrente de símbolos de saída. No interior do modulador 732a, uma unidade de transformada de Fourier discreta (DFT) 832 pode receber Q símbolos de saída em cada período de símbolos, em que Q é o número de sub-portadoras a serem usadas para a transmissão. Q pode ser igual a K e corresponder ao número de sub-portadoras em um par de blocos de recursos de uplink se estiverem sendo enviadas apenas informações de controle e nenhum dado. A unidade 832 pode efetuar uma DFT de Q pontos sobre os Q símbolos de saída e prover Q símbolos no domínio das frequências. Uma unidade de conformação espectral 834 pode efetuar a conformação espectral sobre os Q símbolos no domínio das frequências e prover Q símbolos espectralmente conformados.

Uma unidade de mapeamento de símbolos para sub-portadora 836 pode mapear os  $Q$  símbolos espectralmente formatados para as  $Q$  sub-portadoras usadas para transmissão e pode mapear zero símbolos para as sub-portadoras remanescentes. Uma unidade de DFT inversa (IDFT) 838 pode efetuar uma IDFT de  $N$  pontos sobre os  $N$  símbolos mapeados para as  $N$  sub-portadoras totais e prover  $N$  chips no domínio do tempo para uma parte útil. Um gerador de prefixo cíclico 840 pode copiar os últimos  $C$  chips da parte útil e anexar tais  $C$  chips à frente da parte útil para formar um símbolo de SC-FDM contendo  $N+C$  chips. O símbolo SC-FDM pode ser enviado em um período de símbolos, o qual pode ser igual a  $N+C$  períodos de chips.

[0070] A Figura 9 apresenta um diagrama de blocos de um projeto de um demodulador 754a e um processador de controle e dados RX 770 no eNB 110 na Figura 7. No interior do demodulador 754a, uma unidade de remoção de prefixo cíclico 912 pode obter  $N+C$  amostras recebidas em cada período de símbolos, remover  $C$  amostras recebidas correspondentes ao prefixo cíclico e prover  $N$  amostras recebidas para a parte útil. Uma unidade DFT 914 pode efetuar uma DFT de  $N$  pontos sobre as  $N$  amostras recebidas e prover  $N$  símbolos recebidos para as  $N$  sub-portadoras totais. Tais  $N$  símbolos recebidos podem conter dados e informações de controle provenientes de todos os UEs transmitindo para o eNB 110. O processamento para recuperação de informações de controle provenientes do UE 120 será descrito a seguir.

[0071] Uma unidade de demapeamento de símbolos para sub-portadoras 916 pode prover  $Q$  símbolos recebidos

provenientes das  $Q$  sub-portadoras usadas pelo equipamento de usuário 120 e pode descartar os símbolos recebidos remanescentes. Uma unidade de escalonamento 918 pode escalonar os  $Q$  símbolos recebidos com base na conformação espectral efetuada pelo UE 120. Uma unidade IDFT 920 pode efetuar uma IDFT de  $Q$  pontos sobre os  $Q$  símbolos escalonados e prover  $Q$  símbolos demodulados. O processador MIMO RX 760 pode efetuar a detecção MIMO sobre os símbolos demodulados provenientes de todos os  $R$  demoduladores 754a a 754r, prover símbolos detectados para informações de controle para um processador de controle RX 930 e prover símbolos demodulados para dados para um processador de dados RX 932. O processador de controle RX 930 pode processar seus símbolos demodulados e prover informações de controle decodificadas, por exemplo ACK e/ou CQI. O processador 930 pode correlacionar os símbolos demodulados com as sequências deslocadas ciclicamente apropriadas, comparar os resultados de correlação com um ou mais limites e obter informações de controle decodificadas com base nos resultados de comparação. O processador de dados RX 932 pode processar seus símbolos demodulados e prover dados decodificados.

[0072] A Figura 10 apresenta um projeto de um processo 1000 para troca de informações em um sistema de comunicação sem fio. O processo 1000 pode ser efetuado por um UE, uma estação base (por exemplo, um eNB), ou alguma outra entidade. Uma primeira sequência pode ser gerada por deslocamento cíclico de uma sequência base por uma primeira quantidade (no bloco 1012). Uma segunda sequência pode ser gerada por deslocamento cíclico da sequência base por uma

segunda quantidade (no bloco 1014). A sequência base pode ser uma sequência CAZAC, uma sequência PN, ou alguma outra sequência possuindo boas propriedades de correlação. Os deslocamentos cíclicos para a primeira e segunda sequências podem ser determinados com base em um padrão de salto. O padrão de salto pode ser específico para uma célula e pode ser determinado com base em recursos designados para a transmissão de dados.

[0073] A primeira sequência pode ser usada para troca (por exemplo, envio ou recepção) de informações em um primeiro intervalo de tempo (no bloco 1016). A segunda sequência pode ser usada para troca de informações em um segundo intervalo de tempo, com a segunda sequência sendo um deslocamento cíclico da primeira sequência pode também ser usada para referência de sinal. O primeiro e segundo intervalos de tempo podem corresponder a diferentes períodos de símbolos, diferentes partições de múltiplos períodos de símbolos, diferentes sub-quadros, etc.

[0074] A Figura 11 apresenta um projeto de um processo 1100 efetuado por um transmissor, por exemplo um UE, para envio de informações. O processo 1100 é um projeto dos blocos 1016 e 1018 na Figura 10. Os primeiro e segundo símbolos de modulação podem ser gerados com base em ACK, CQI e/ou outras informações (no bloco 1112). Uma primeira sequência modulada pode ser gerada com base na primeira sequência e no primeiro símbolo de modulação (no bloco 1114). Uma segunda sequência modulada pode ser gerada com base na segunda sequência e no segundo símbolo de modulação (no bloco 1116). Para o bloco 1114, cada uma de K amostras para a primeira sequência pode ser multiplicada pelo

primeiro símbolo de modulação para obtenção de um símbolo correspondente dentre os  $K$  símbolos para a primeira sequência modulada. Um processamento similar pode ser efetuado para a segunda sequência modulada.

[0075] A primeira sequência modulada pode ser enviada no primeiro intervalo de tempo, por exemplo pelo envio dos  $K$  símbolos para a primeira sequência modulada através de  $K$  sub-portadoras no primeiro intervalo de tempo (no bloco 1118). A segunda sequência modulada pode ser enviada no segundo intervalo de tempo, por exemplo, pelo envio dos  $K$  símbolos para a segunda sequência modulada através de  $K$  sub-portadoras consecutivas no segundo intervalo de tempo (no bloco 1120).

[0076] A Figura 12 apresenta um projeto de um processo 1200 efetuado por um receptor, por exemplo um eNB, para a recepção de informações. O processo 1200 é outro projeto dos blocos 1016 e 1018 da Figura 10. A primeira sequência modulada pode ser recebida (por exemplo, através de  $K$  sub-portadoras consecutivas) no primeiro intervalo de tempo (no bloco 1212). A segunda sequência modulada pode ser recebida (por exemplo, através de  $K$  sub-portadoras consecutivas) no segundo intervalo de tempo (no bloco 1214). A primeira sequência modulada pode ser correlacionada com a primeira sequência para obtenção de informações enviadas no primeiro intervalo de tempo (no bloco 1216). A segunda sequência modulada pode ser correlacionada com a segunda sequência para obtenção de informações enviadas no segundo intervalo de tempo (no bloco 1218).

[0077] O eNB pode designar M padrões de salto para M UEs, com os M padrões de salto estando associados a M diferentes deslocamentos cíclicos da sequência base em cada intervalo de tempo. Em cada intervalo de tempo, o eNB pode receber informações enviadas simultaneamente pelos M UEs usando M sequências de diferentes deslocamentos cíclicos.

[0078] A Figura 13 apresenta um equipamento 1300 para troca de informações em um sistema de comunicação sem fio. O equipamento 1300 inclui meios para gerar uma primeira sequência por deslocamento cíclico de uma sequência base por uma primeira quantidade (no bloco 1012), meios para gerar uma segunda sequência por deslocamento cíclico de uma sequência base por uma segunda quantidade (no bloco 1014), meios para usar a primeira sequência para troca de informações em um primeiro intervalo de tempo (no bloco 1016) e meios para usar a segunda sequência para troca de informações em um segundo intervalo de tempo, com a segunda sequência sendo um deslocamento cíclico da primeira sequência (no bloco 1018). Os módulos na Figura 13 podem compreender processadores, dispositivos eletrônicos, dispositivos de hardware, componentes eletrônicos, circuitos lógicos, memórias, etc., ou quaisquer combinações de tais.

[0079] Os versados na técnica notarão que as informações e sinais podem ser representados usando-se quaisquer dentre uma diversidade de diferentes tecnologias e técnicas. Como exemplo, os dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos e chips que possam ter sido mencionados por toda a descrição acima podem ser

representados por tensões, correntes, ondas eletromagnéticas, campos ou partículas eletromagnéticas, campos ou partículas ópticas, ou quaisquer combinações de tais.

[0080] Os versados na técnica notarão também que os vários exemplos de blocos lógicos, módulos, circuitos e etapas de algoritmos descritos em conexão com as modalidades aqui descritas podem ser implementados na forma de hardware eletrônico, software de computadores, ou combinações de tais. Para ilustrar claramente tal intercambialidade de hardware e software, vários exemplos de componentes, blocos, módulos, circuitos e etapas foram acima descritos de um modo geral em termos de sua funcionalidade. Se tal funcionalidade é implementada na forma de um hardware ou software depende da aplicação e restrições de projeto específicas impostas ao sistema como um todo. Os versados na técnica podem implementar a funcionalidade descrita de diversas formas para cada aplicação específica, porém tais decisões de implementação não devem ser interpretadas como um afastamento do escopo da presente invenção.

[0081] Os vários exemplos de blocos lógicos, módulos e circuitos aqui descritos em conexão com as modalidades aqui apresentadas podem ser implementados ou efetivados por meio de um processador de uso geral, um processador de sinais digitais (DSP), um circuito integrado específico para aplicação (ASIC), arranjos de porta programáveis no campo (FPGA) ou outros dispositivos lógicos programáveis, portas individuais ou lógica de transistores, componentes de hardware individuais, ou quaisquer

combinações de tais projetadas para efetuar as funções aqui descritas. Um processador de uso geral pode ser um microprocessador, porém como alternativa o processador pode ser qualquer processador, controlador, micro controlador, ou máquina de estado convencionais. Um processador pode também ser implementado na forma de 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.

[0082] As etapas de um método ou algoritmo descritos em conexão com as modalidades aqui apresentadas podem ser efetivadas diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador, ou em uma combinação de ambos. Um módulo de software pode residir em uma memória RAM, memória flash, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, registradores, disco rígido, um disco removível, um CD-ROM, ou qualquer outra forma de meio de armazenamento conhecida na área. Um exemplo de meio de armazenamento pode ser acoplado ao processador de tal forma que o processador possa ler informações provenientes do, e gravar informações no, meio de armazenamento. Como alternativa, o meio de armazenamento pode estar integrado ao processador. O processador e o meio de armazenamento podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Como alternativa, o processador e o meio de armazenamento podem residir na forma de componentes individuais em um terminal de usuário.

[0083] Em um ou mais projetos exemplares, as funções aqui descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware, ou qualquer combinação de tais. Caso implementadas em software, as funções podem ser armazenadas ou transmitidas na forma de uma ou mais instruções ou códigos em um meio legível por computador. Os meios legíveis por computador incluem meios para armazenamento em computadores e meios de comunicação, incluindo qualquer meio que facilite a transferência de um programa de computador de um local para outro. Um meio para armazenamento pode ser qualquer meio disponível que possa ser acessado por um computador de uso geral ou especial. Como exemplo, mas não limitação, tais meios legíveis por computador podem compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM, ou outro armazenamento em disco óptico, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnéticos, ou qualquer outro mecanismo que possa ser usado para portar ou armazenar códigos de programa desejados na forma de instruções ou estruturas de dados que possam ser acessados por um computador de uso geral ou especial, ou um processador de uso geral ou especial. Além disso, qualquer conexão é apropriadamente designada como um meio legível por computador. Como exemplo, caso o software seja transmitido a partir de um website, servidor, ou outra fonte remota, usando-se um cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, linha digital de assinante (DSL), ou tecnologias sem fio, tais como infravermelho, rádio, e microondas, então o cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, DSL, ou tecnologias sem fio, tais como infravermelho, rádio, e microondas estão incluídos na

definição de meio. O termo disco, tal como é aqui utilizado, inclui disco compacto (CD), disco laser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disquete, e disco blu-ray, onde disco geralmente reproduz dados magneticamente. As combinações dos acima mencionados devem também ser incluídas no escopo de meios legíveis por computador.

[0084] A descrição acima da invenção é provida para permitir que os versados na técnica efetivem ou façam uso da invenção. Várias modificações dessa invenção ficarão prontamente claras para os versados na técnica e os princípios genéricos aqui definidos podem ser aplicados a outras modalidades sem o uso das faculdades inventivas. Dessa forma, a presente invenção não deve ser limitada aos exemplos e projetos aqui apresentadas, devendo receber o escopo mais amplo, consistente com os princípios e características novas aqui descritos.

## REIVINDICAÇÕES

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

usar (1016) uma primeira sequência para trocar informações em um primeiro intervalo de tempo, a primeira sequência sendo modulada por uma primeira informação, em que usar a primeira sequência para trocar informações compreende gerar uma primeira sequência modulada com base em uma primeira sequência e em um primeiro símbolo de modulação, e enviar K símbolos para a primeira sequência modulada em K subportadoras consecutivas em um primeiro intervalo de tempo;

usar (1018) uma segunda sequência para trocar informações em um segundo intervalo de tempo em que usar a segunda sequência para trocar informações compreende gerar uma segunda sequência modulada com base na segunda sequência e em um segundo símbolo de modulação, e enviar K símbolos para a segunda sequência modulada em K subportadoras consecutivas no segundo intervalo de tempo, a segunda sequência sendo um deslocamento cíclico da primeira sequência e sendo modulada pela segunda informação;

gerar a primeira sequência por deslocar ciclicamente uma sequência base por uma primeira quantidade; e

gerar a segunda sequência por deslocar ciclicamente a sequência base por uma segunda quantidade, em que o deslocamento cíclico para a primeira e a segunda sequências são determinados com base em um padrão de salto específico de célula.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o padrão de salto específico de célula é determinado com base em recursos atribuídos para transmissão de dados.

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

gerar os primeiro e segundo símbolos de modulação com base somente em informações de confirmação (ACK), ou somente em informações de indicador de qualidade de canal (CQI), ou ambas informações CQI e ACK.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que usar a primeira sequência para trocar informações compreende receber uma primeira sequência modulada no primeiro intervalo de tempo, e correlacionar a primeira sequência modulada com a primeira sequência para obter informações enviadas no primeiro intervalo de tempo, e em que usar a segunda sequência para trocar informações compreende receber uma segunda sequência modulada no segundo intervalo de tempo, e correlacionar a segunda sequência modulada com a segunda sequência para obter informações enviadas no segundo intervalo de tempo.

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

receber informações enviadas simultaneamente por M equipamentos de usuário (UEs) com M sequências de deslocamentos cíclicos diferentes no primeiro intervalo de tempo, onde M é um ou mais, e as M sequências compreendendo a primeira sequência.

6. Equipamento para comunicação sem fio, caracterizado pelo fato de que compreende:

meios para usar uma primeira sequência para trocar informações em um primeiro intervalo de tempo, a primeira sequência sendo modulada por uma primeira informação, em que os meios para usar compreendem meios para gerar uma primeira sequência modulada com base na primeira sequência e um primeiro símbolo de modulação, e meios para enviar K símbolos para a primeira sequência modulada em K subportadoras consecutivas no primeiro intervalo de tempo;

meios para usar uma segunda sequência para trocar informações em um segundo intervalo de tempo em que os meios para usar compreendem meios para gerar uma segunda sequência modulada com base na segunda sequência e um segundo símbolo de modulação, e meios para enviar K símbolos para a segunda sequência modulada em K subportadoras consecutivas no segundo intervalo de tempo, a segunda sequência sendo um deslocamento cíclico da primeira sequência e sendo modulada pela segunda informação;

meios para gerar a primeira sequência por deslocar ciclicamente uma sequência base por uma primeira quantidade; e

meios para gerar a segunda sequência por deslocar ciclicamente a sequência base por uma segunda quantidade, em que o deslocamento cíclico para a primeira e segunda sequências são determinados com base em um padrão de saltos específicos de célula.

7. Equipamento, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o padrão de saltos específicos de célula é determinado com base em recursos atribuídos para transmissão de dados.

8. Equipamento, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

mecanismos para gerar os primeiro e segundo símbolos de modulação com base somente em informações de confirmação de recebimento (ACK), ou somente em informações de indicador de qualidade de canal (CQI), ou ambas informações CQI e ACK.

9. Equipamento, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que os meios para usar a primeira sequência para trocar informações compreendem meios para receber uma primeira sequência modulada no primeiro intervalo de tempo, e meios para correlacionar a primeira sequência modulada com a primeira sequência para obter informações enviadas no primeiro intervalo de tempo, e em que os meios para usar a segunda sequência para trocar informações compreendem meios para receber uma segunda sequência modulada no segundo intervalo de tempo, e meios para correlacionar a segunda sequência modulada com a segunda sequência para obter informações enviadas no segundo intervalo de tempo.

10. Equipamento, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

meios para receber informações enviadas simultaneamente por M equipamentos de usuário (UEs) com M sequências de deslocamentos cíclicos diferentes no primeiro intervalo de tempo, onde M é um ou mais, e as M sequências compreendendo a primeira sequência.

11. Memória legível por computador caracterizada pelo fato de que contém gravado na mesma o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5.

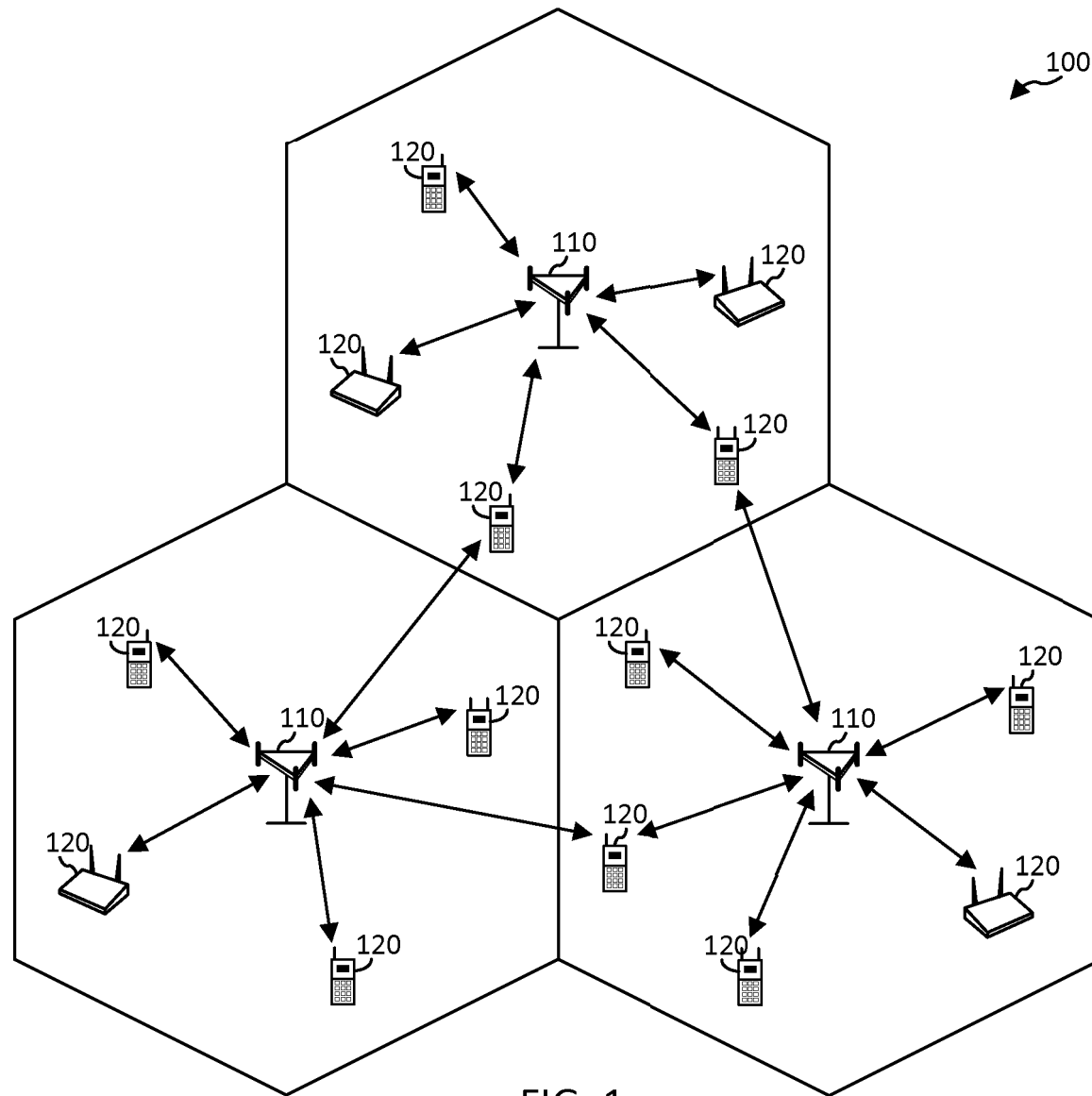


FIG. 1

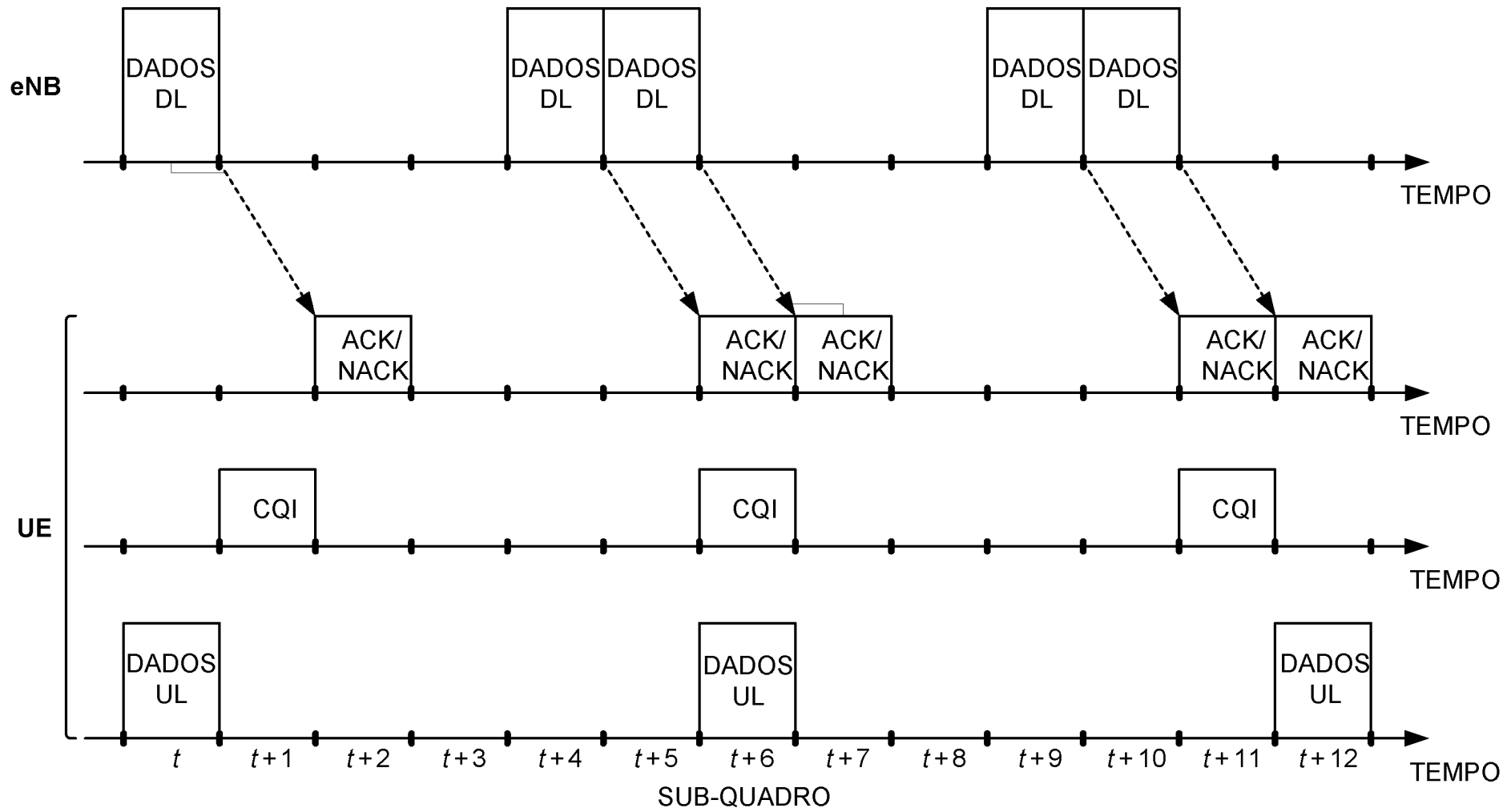


FIG. 2

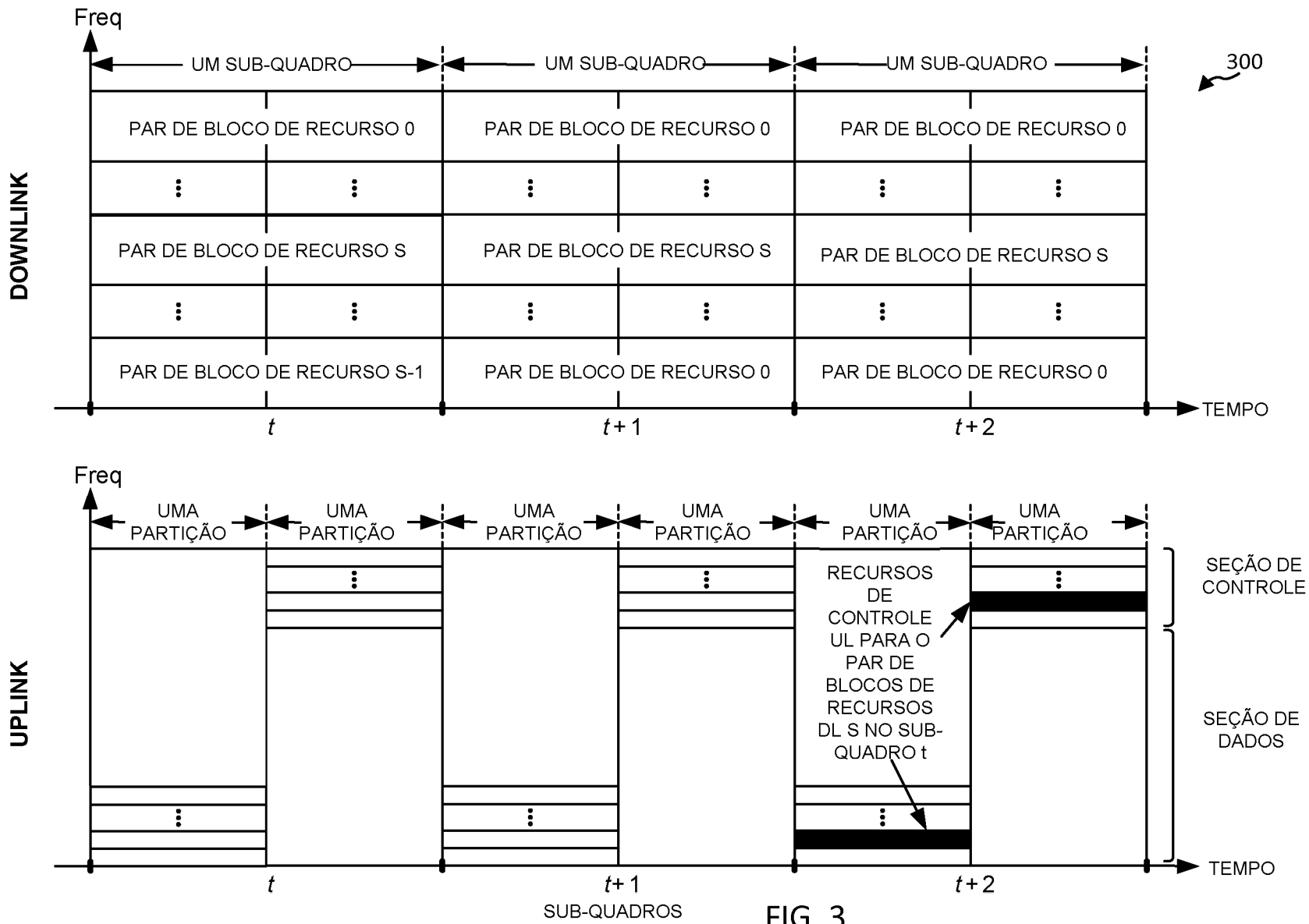
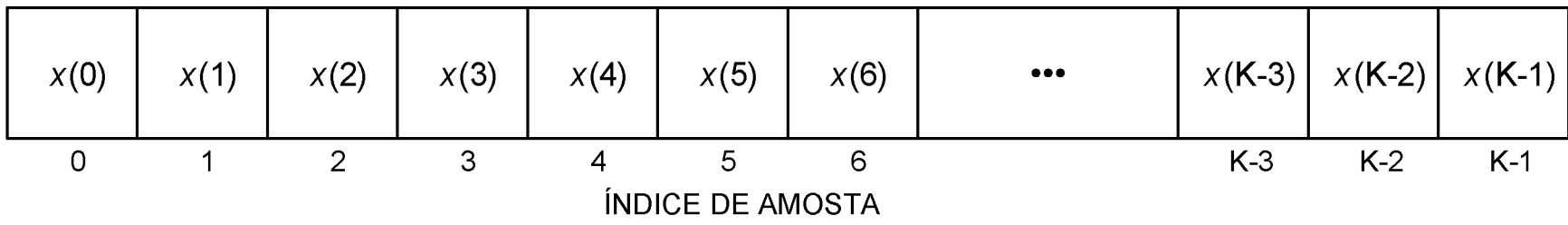


FIG. 3

SEQUÊNCIA BASE X(K)



SEQUÊNCIA DESLOCADA CICLICAMENTE  $x(k, a) = x((k+a) \text{ mod } K)$

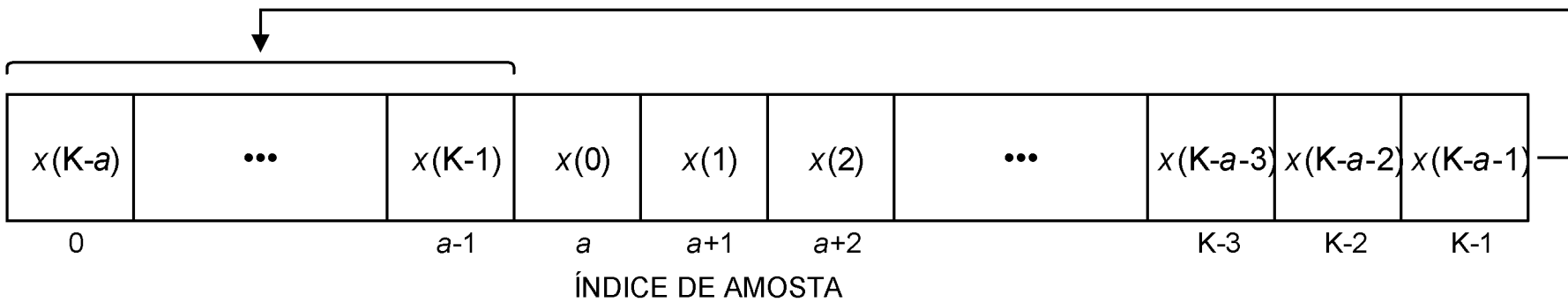


FIG. 4

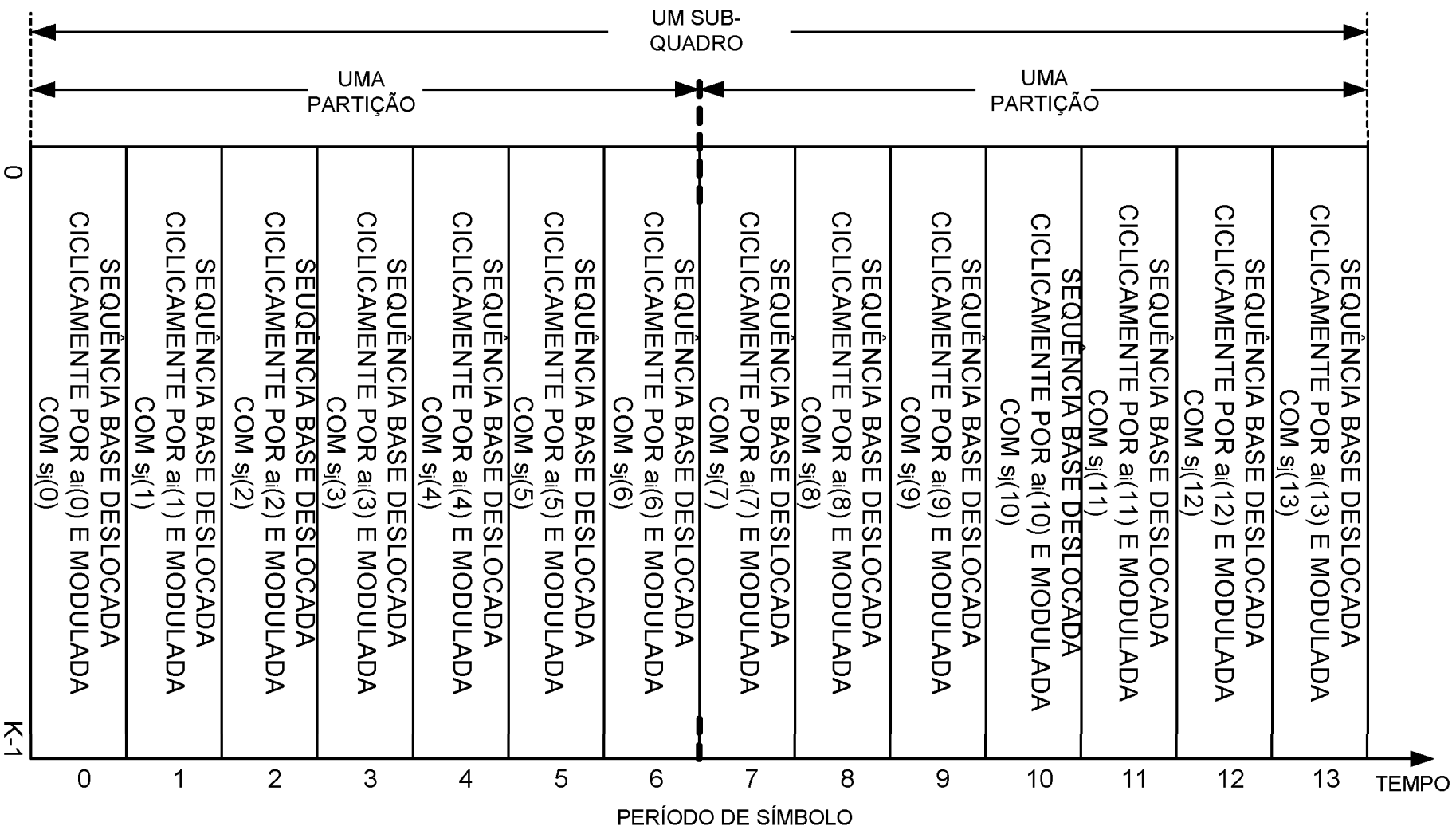


FIG. 5

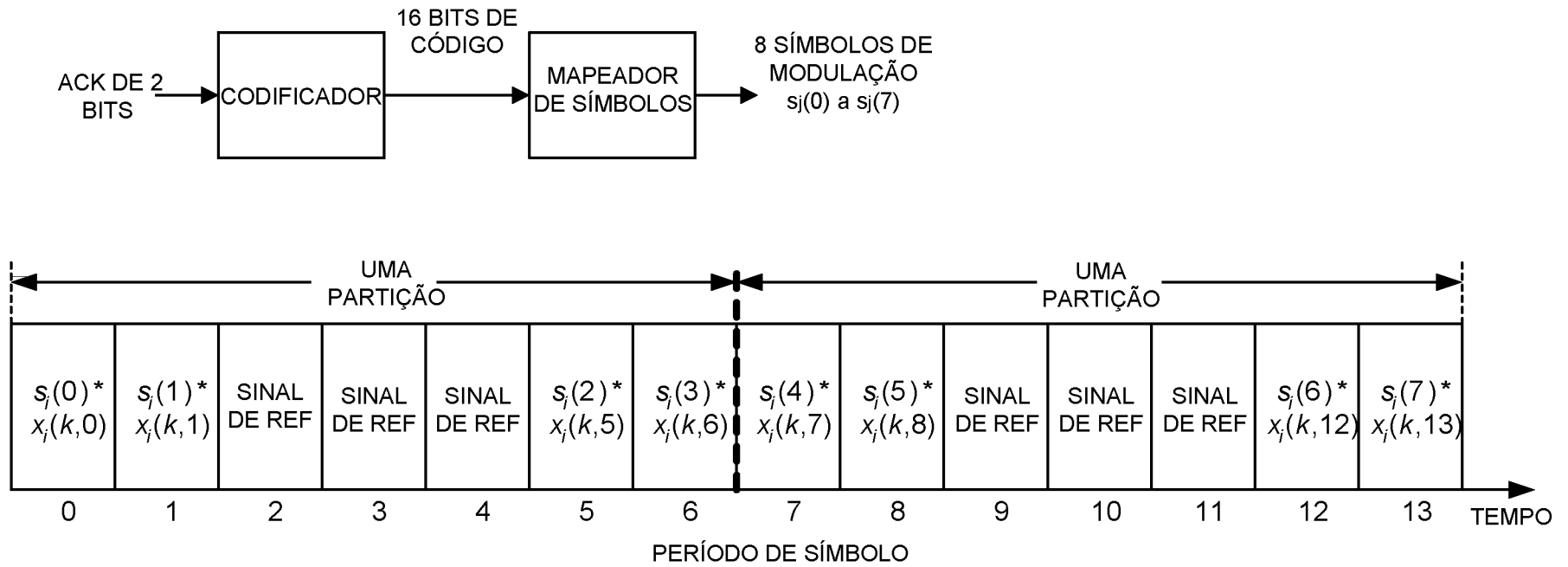


FIG. 6A

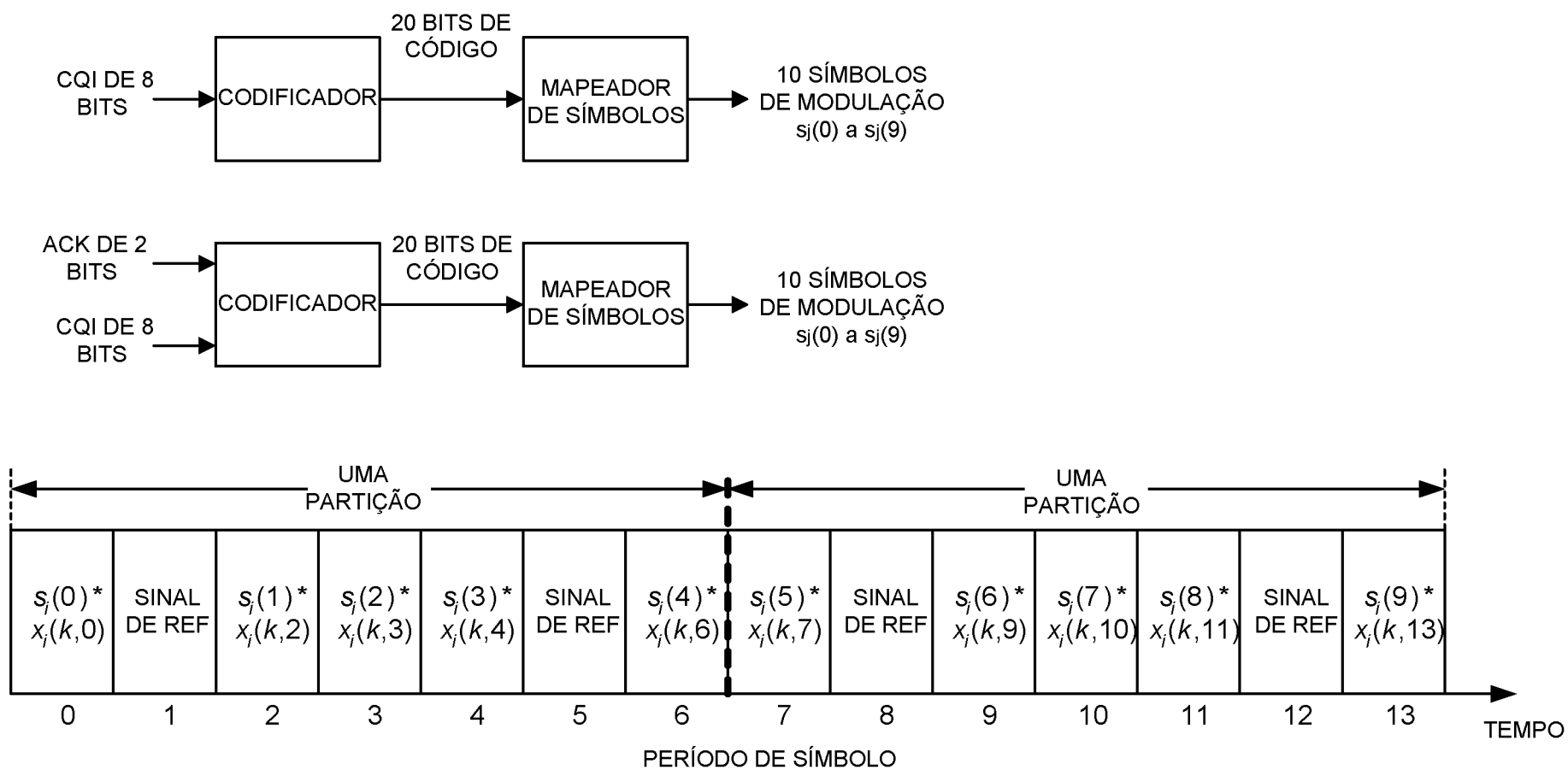


FIG. 6B

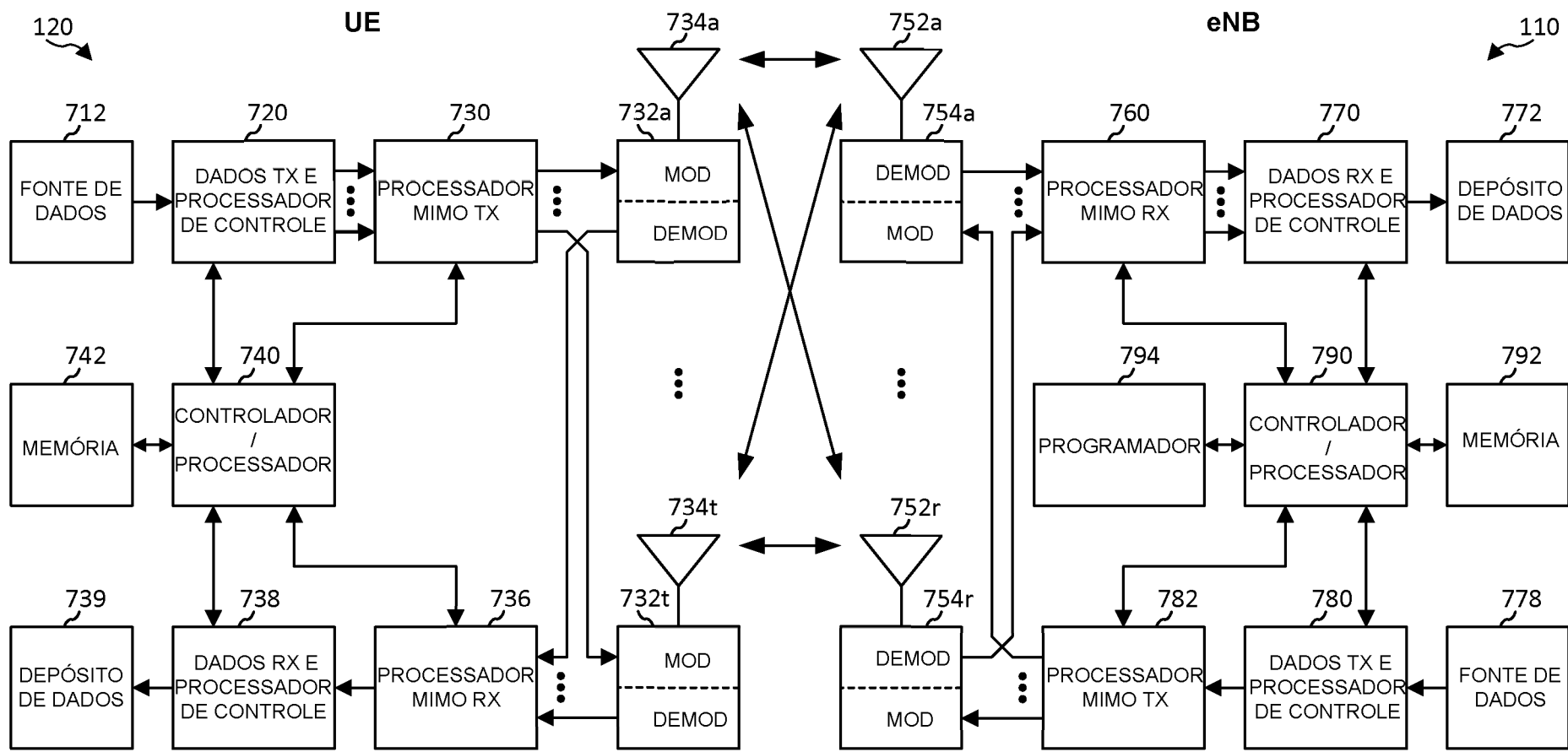


FIG. 7

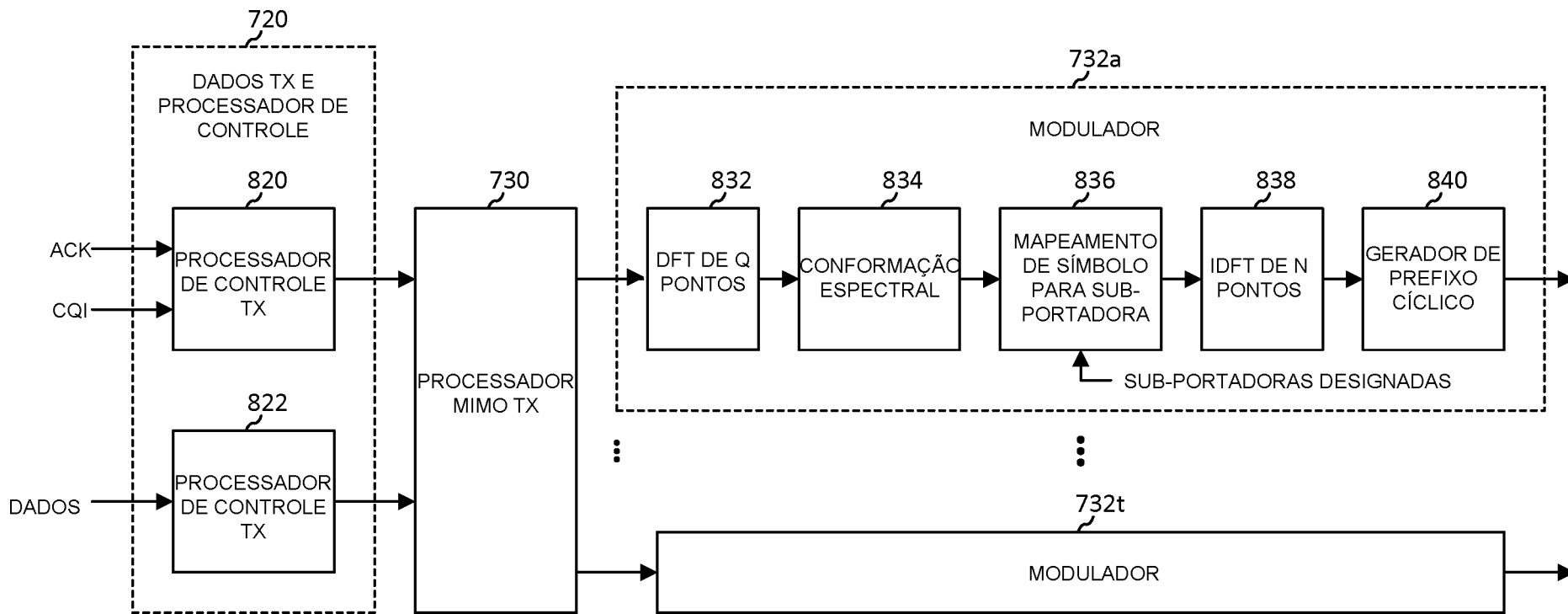


FIG. 8

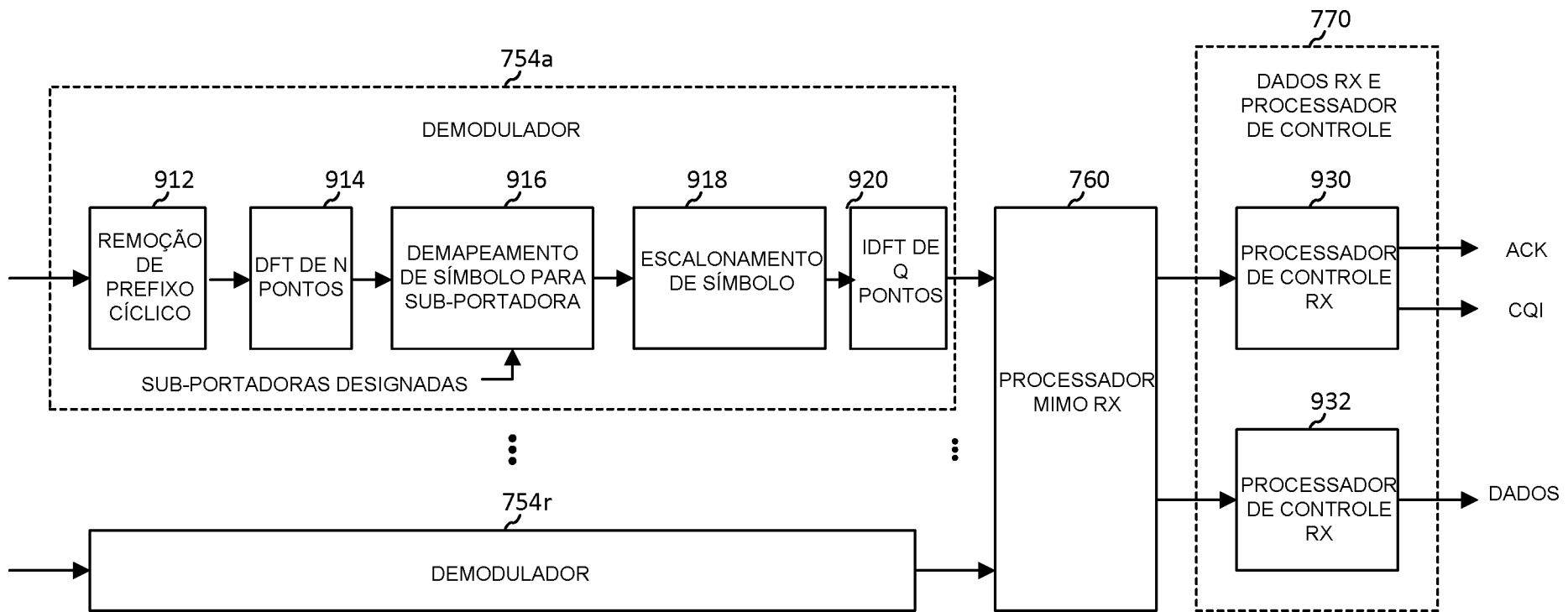


FIG. 9

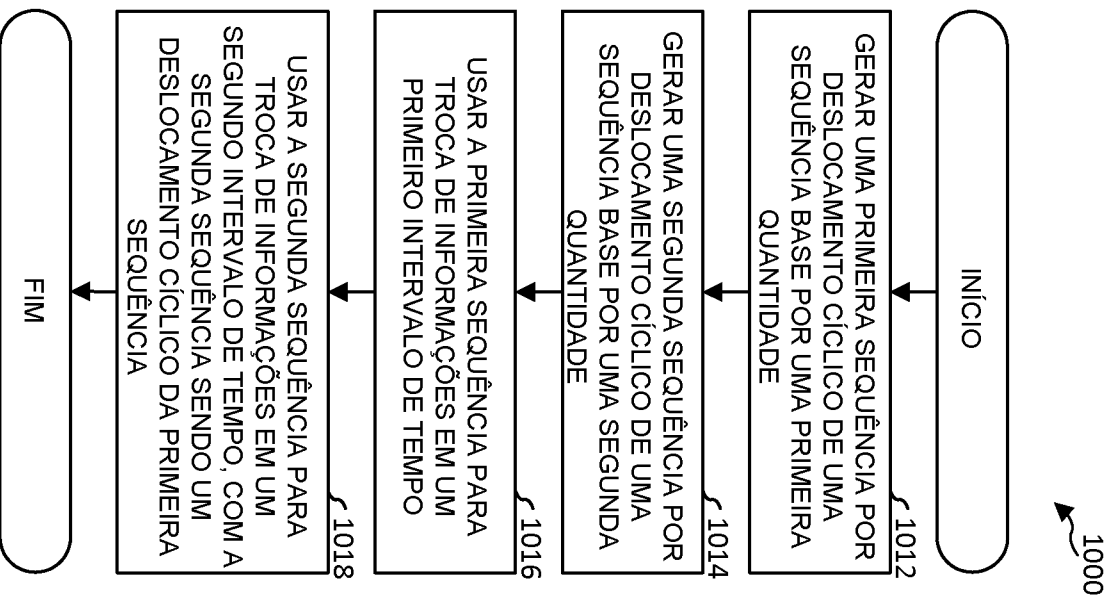


FIG. 10

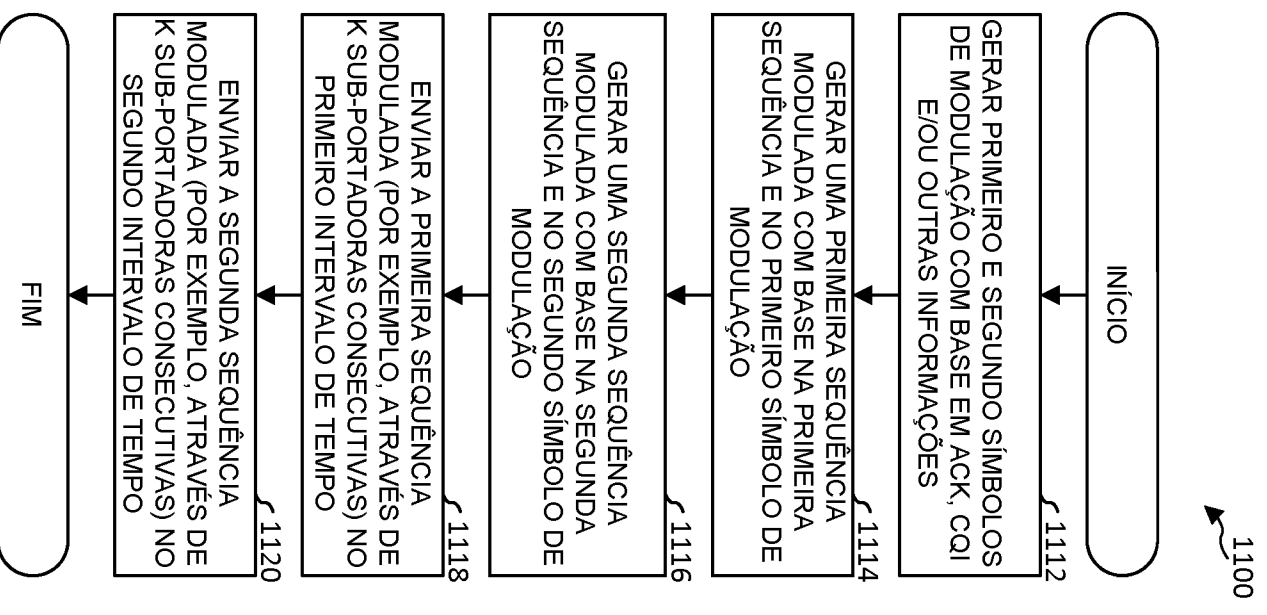


FIG. 11

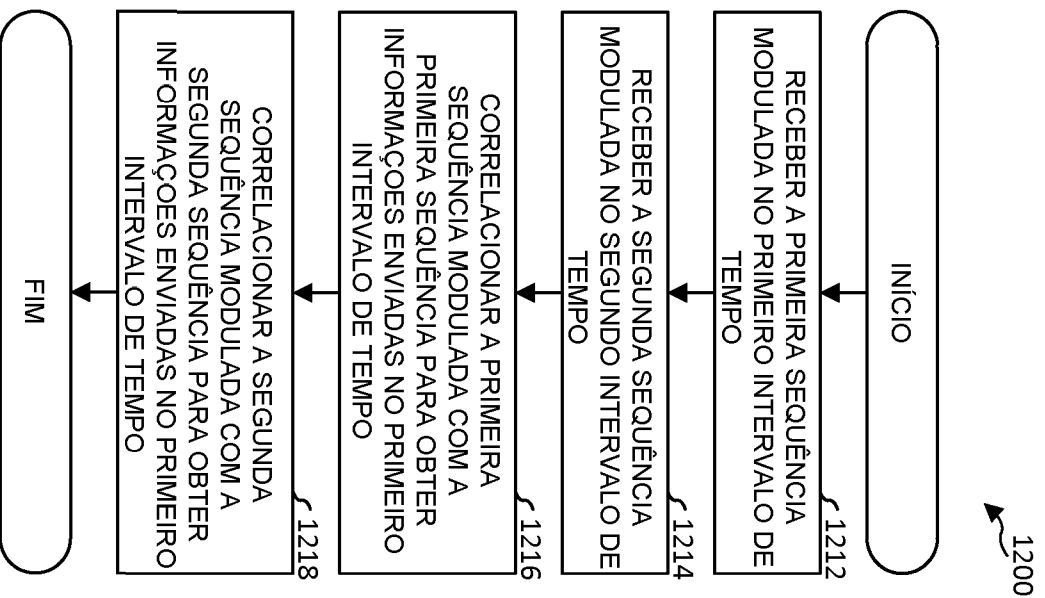


FIG. 12

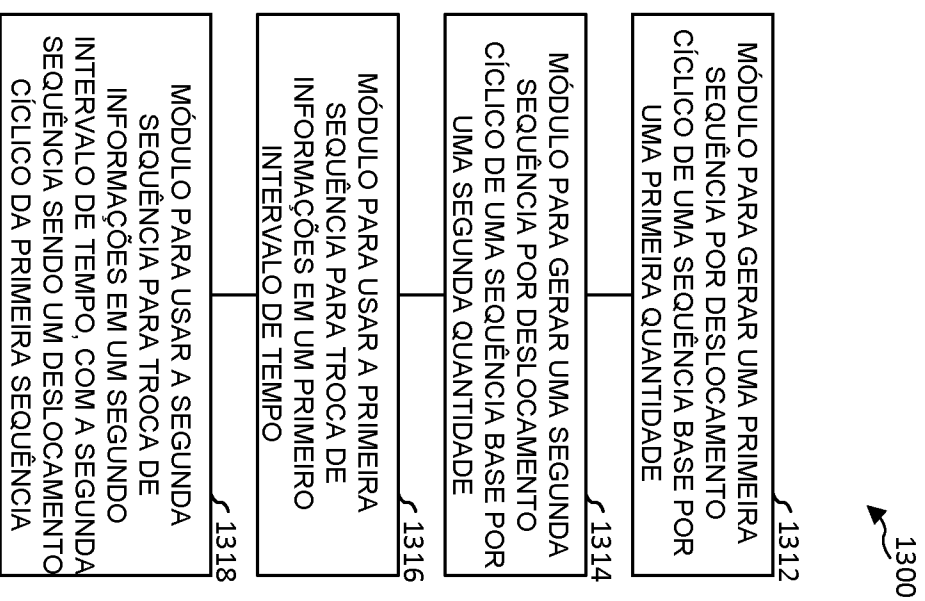


FIG. 13