



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

**(11) PI 0706360-1 B1**



**(22) Data do Depósito: 25/05/2007**

**(45) Data de Concessão: 29/10/2019**

---

**(54) Título:** EQUIPAMENTOS E MÉTODOS DE GERAÇÃO DE DOWNLINK FRAME EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E DE BUSCA DE CÉLULA E MEIO LEGÍVEL EM COMPUTADOR

**(51) Int.Cl.:** H04J 11/00; H04L 27/26.

**(52) CPC:** H04J 11/0079; H04L 27/2613; H04L 27/2656; H04L 27/2675.

**(30) Prioridade Unionista:** 28/08/2006 KR 10-2006-0081763.

**(73) Titular(es):** SK TELECOM CO. LTD..

**(72) Inventor(es):** KAP-SEOK CHANG; IL-GYU KIM; NAM-IL KIM; YOUNG-HOON KIM; SEUNG-CHAN BANG.

**(86) Pedido PCT:** PCT KR2007002556 de 25/05/2007

**(87) Publicação PCT:** WO 2008/026819 de 06/03/2008

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 07/07/2008

**(57) Resumo:** Equipamentos e Métodos de Geração de Downlink Frame em Sistema de Comunicação Sem Fio e de Busca de Célula e Meio Legível em Computador. A invenção proporciona um método de gerar um sinal de downlink e buscar uma célula na base do sinal de downlink num sistema celular baseado em OFDM. O sinal de downlink inclui uma pluralidade de blocos de sincronização tendo, cada um, uma pluralidade de subframes e um padrão de sincronização composto de uma combinação de um código de identificação de grupo de células para identificar um grupo de células e um código de identificação de sincronização de frame para indicar que é gerado um ponto de início do frame em cada um dos blocos de sincronização. Códigos diferentes de identificação de sincronização de frame são alocados aos blocos de sincronização.

**“EQUIPAMENTOS E MÉTODOS DE GERAÇÃO DE *DOWNLINK FRAME*  
EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E DE BUSCA DE CÉLULA  
E MEIO LEGÍVEL EM COMPUTADOR”**

**RELATÓRIO DESCRITIVO**

**Campo Técnico**

**[0001]** A presente invenção relaciona-se com um método e equipamento de geração de um sinal de *downlink* num sistema celular e, mais particularmente, a um método de busca de uma célula de *downlink* num sistema celular baseado em multiplexação ortogonal de divisão de frequência (OFDM).

**Técnica Antecedente**

**[0002]** Num sistema celular, para sincronização inicial, um terminal deve adquirir sincronização de contagem de tempo e sincronização de frequência na base de sinais transmitidos a partir de uma estação de base e realizar uma busca de célula. Depois da sincronização inicial, o terminal deve rastrear a contagem de tempo e frequência e realizar a contagem de tempo e a sincronização da frequência entre células adjacentes e a busca de células para *handover*.

**[0003]** Num sistema celular síncrono, todas as estações de base podem realizar a sincronização de *frames* usando informações de tempo comuns a partir de um sistema externo. Todavia, um sistema celular que foi desenvolvido por 3GPP (3º projeto de sociedade de geração) é um sistema assíncrono em que são independentes as contagens de tempo de *frame* de todas as estações de base. O sistema celular assíncrono precisa realizar um processo de busca de células, diferentemente do sistema celular síncrono.

**[0004]** Portanto, foi proposto um método de aquisição de

sincronização usando um preâmbulo separado e buscando uma célula. Todavia, o método não pode ser aplicado a um sistema sem o preâmbulo. Além disso, foi proposto um método de aquisição de sincronização e busca de células usando símbolos piloto dispostos em pontos de partida e finais de um *subframe*. Todavia, o método tem um problema na medida em que deve ser usado um grande número de pilotos.

## **Revelação da Invenção**

### **Problema Técnico**

**[0005]** A presente invenção foi feita num esforço de proporcionar um método e equipamento de busca de células que são capazes de formar uma pluralidade de canais de sincronização num *frame* para adquirir eficazmente sincronização e buscar uma célula num sistema celular baseado em OFDM.

### **Solução Técnica**

**[0006]** A fim de atingir o objetivo, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, é provido um equipamento de geração de um sinal de *downlink* num sistema celular baseado em (OFDM) de multiplexação de divisão ortogonal de frequência. O equipamento de geração de sinal de *downlink* inclui um gerador padrão e uma unidade de mapeamento de tempo-frequência. O gerador padrão gera padrões de sincronização para uma pluralidade de blocos de sincronização formando um *frame* do sinal de *downlink* e os blocos de sincronização têm, cada um, uma série contínua de *subframes*. O padrão de sincronização inclui um número de grupo de células e informações sobre um ponto de início do *frame*. A unidade de mapeamento de tempo-frequência mapeia os padrões de sincronização para um domínio de tempo-frequência gerar o sinal de *downlink*.

**[0007]** De acordo com outra modalidade exemplificativa da presente invenção, é proporcionado um equipamento para buscar uma célula incluindo um terminal num sistema celular baseado em (OFDM) de multiplexação ortogonal de divisão de frequência. O equipamento de busca de células inclui um receptor e primeiro a terceiro estimadores. O receptor recebe um *frame* de blocos de sincronização. Cada um dos blocos de sincronização tem uma pluralidade de *subframes* adjacentes e uma pluralidade de símbolos de OFDM do bloco de sincronização, tendo, cada um, um padrão de sincronização que é composto de uma combinação de um código de identificação de grupo de células para identificar um grupo de células e um código de identificação de sincronização de *frame* para indicar um ponto de início de *frame*. A combinação do código de identificação do grupo de células e o código de identificação da sincronização de *frame* é chamada de combinação de códigos. O primeiro estimador estima um ponto de início do bloco de sincronização a partir do padrão de sincronização. O segundo estimador estima o ponto de início do *frame* e um número de grupo de células do grupo de células a que a célula que inclui o terminal pertence, usando o ponto de início do bloco de sincronização. O terceiro estimador estima um número de célula da célula incluindo o terminal, usando um código de mistura de identificação de célula incluído num símbolo piloto do *frame*.

**[0008]** De acordo ainda com outra modalidade exemplificativa da invenção, é proporcionado um método de busca de uma célula que inclui um terminal em um sistema celular baseado em (OFDM) de multiplexação ortogonal de divisão de frequência. Primeiro, é recebido um *downlink frame* que inclui uma pluralidade de blocos de sincronização, tendo, cada um, um padrão de sincronização que é composto de uma combinação de um código de identificação de grupo de células para identificar um grupo de células incluindo o terminal e um código de identificação de sincronização de *frame* para indicar uma parte de início do *frame* (uma combinação de códigos) e um ponto de

início do bloco de sincronização é estimado no *downlink frame* recebido. Então, são adquiridos um número de grupo de células e sincronização de *frame* a partir do ponto de início estimado do bloco de sincronização e o padrão de sincronização e é adquirido um número de célula a partir de um código de *scrambling* de identificação de célula incluído no *downlink frame*.

### **Breve Descrição dos Desenhos**

**[0009]** A **FIG. 1** é esquematicamente de diagrama de blocos que ilustra um equipamento de geração de um sinal de *downlink* num sistema celular, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00010]** A **FIG. 2** é um diagrama que ilustra a configuração de um *downlink frame* do sistema celular, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00011]** A **FIG. 3** é um diagrama que ilustra a configuração detalhada do *downlink frame* mostrado na Figura 2.

**[00012]** A **FIG. 4** é um diagrama que ilustra uma forma de onda de sinal obtida convertendo o *downlink frame* mostrado na Figura 3 num domínio de tempo.

**[00013]** A **FIG. 5** é um diagrama que ilustra a escalabilidade da largura de faixa do *downlink frame*, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00014]** A **FIG. 6** é um diagrama que ilustra a escalabilidade da largura de faixa de um *downlink frame*, de acordo com outra modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00015]** A **FIG. 7** é um diagrama de blocos que ilustra esquematicamente um equipamento de busca de células, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00016]** A **FIG. 8** é um fluxograma que ilustra um método de busca de células, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente

invenção.

**[00017]** A **FIG. 9** é diagrama de blocos que ilustra esquematicamente a configuração de um estimador de sincronização, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00018]** A **FIG. 10** é um diagrama que ilustra um método de alocar um código de identificação de grupo de células e um código de identificação de sincronização de *frame*, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00019]** A **FIG. 11** é um diagrama que ilustra um método de alocar um código de identificação de grupo de células e um código de identificação de sincronização de *frame*, de acordo com outra modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00020]** A **FIG. 12** é um diagrama de blocos que ilustra esquematicamente a configuração de um estimador de grupo de células, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

### **Modo da Invenção**

**[00021]** Na descrição detalhada seguinte, apenas certas modalidades exemplificativas da presente invenção foram mostradas e descritas, simplesmente por via de ilustração. Todavia, a presente invenção não fica limitada às modalidades exemplificativas seguintes, mas podem ser feitas várias modificações e mudanças na invenção. Consequentemente, os desenhos e a descrição devem ser encarados como de natureza ilustrativa e não restritiva. Números de referência semelhantes designam elementos semelhantes ao longo do Relatório Descritivo.

**[00022]** Ficará entendido que os termos “compreenda” e/ou “compreendendo”, quando usados neste Relatório Descritivo, especificam a presença de características, inteiros, etapas, operações, elementos e/ou componentes declarados, mas não precluem a presença ou adição de uma ou mais outras características, inteiros, etapas,

operações, elementos, componentes e/ou grupos dos mesmos.

**[00023]** Em seguida, serão descritos em detalhe um método e um equipamento de geração de um sinal de *downlink* e um método e um equipamento de busca de célula num sistema celular de acordo com as modalidades exemplificativas da presente invenção com referência aos desenhos anexos.

**[00024]** A Figura 1 é um diagrama de blocos que ilustra esquematicamente um equipamento de geração de um sinal de *downlink* num sistema celular, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, e a Figura 2 é um diagrama que ilustra uma estrutura de *downlink frame* de um sistema celular, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00025]** Conforme mostrado na Figura 1, um equipamento gerador de sinal de *downlink* 100, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, inclui um gerador padrão 110, um gerador de código 120, uma unidade de mapeamento de tempo-frequência 130, um transmissor de OFDM 141 e uma antena de transmissão 142 e é proporcionado numa estação de base (não mostrada) do sistema celular. Segundo mostrado na Figura 2, o sinal de *downlink* gerado pelo equipamento gerador do sinal de *downlink* 100, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, inclui uma pluralidade de blocos de sincronização 210 e cada bloco de sincronização 210 inclui uma pluralidade de *subframes* 220. As informações para identificar um grupo de células e as informações para estimar a sincronização de *frame* são alocadas às primeiras durações de símbolo 230a e 230b de cada bloco de sincronização 210. Além disso, são alocados diferentes códigos de identificação de sincronização de *frame* aos blocos de sincronização 210.

**[00026]** O gerador padrão 110 gera um padrão de sincronização e um padrão piloto do sinal de *downlink* usando um conjunto de códigos ortogonais que indicam as informações de número de célula, informações de grupo de células e informações para identificar a

sincronização de *frame*. O gerador padrão 110 aloca uma série de códigos ortogonais a um número de grupo de células para identificar um grupo de células e usa a série de códigos ortogonais para reconhecer um ponto de início de *frame*. Em seguida, para melhor compreensão e facilidade de descrição, os códigos ortogonais alocados aos números de grupo de células são chamados de “códigos de identificação de grupo de células” e os códigos ortogonais usados para reconhecer os pontos de início de *frames* são referidos como “códigos de identificação de sincronização de *frame*”. O gerador padrão 120 casa os códigos de identificação de grupo de células com os códigos de identificação de sincronização de *frame* para gerar um conjunto de códigos e aloca o conjunto de códigos a um domínio de frequência de uma duração de símbolo de canal de sincronização do sinal de *downlink* para gerar um padrão de sincronização do sinal de *downlink*. O gerador padrão 110 aloca a uma duração de símbolo de canal piloto um único código *scrambling* que é alocado a cada célula, a fim de codificar um símbolo piloto comum e um símbolo de dados no sistema celular, gerando, assim, um padrão piloto do sinal de *downlink*.

**[00027]** O gerador de código 120 gera conjuntos de códigos ortogonais que são usados como códigos de identificação de grupo de células e códigos de identificação de sincronização de *frame* e transmite os conjuntos de códigos ortogonais gerados para o gerador padrão 110. Então, o gerador padrão 110 usa os conjuntos de códigos ortogonais para gerar um padrão de sincronização e um padrão piloto.

**[00028]** A unidade de mapeamento de tempo-frequência 130 mapeia os dados para um domínio de tempo-frequência, usando as informações padrão de sincronização e as informações padrão piloto geradas pelo gerador padrão 110 e as informações de estrutura de *frame* e dados de tráfego de transmissão que são transmitidos a partir do exterior, para formar um *frame* de sinais de *downlink* (número de referência 200 na Figura 2).

**[00029]** Então, o transmissor OFDM 141 recebe o sinal de *downlink*

a partir da unidade de mapeamento de tempo-frequência 130 e transmite o sinal através da antena de transmissão 142.

**[00030]** Com referência à Figura 2, um *frame* 200 de sinais de *downlink* num sistema celular, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, é composto de  $N_{\text{sync}}$  blocos de sincronização 210 e cada um dos blocos de sincronização 210 inclui  $N_{\text{sub}}$  *subframes* 220. Uma duração de símbolo OFDM 230a do sinal de *downlink* usa  $N$  subportadores, tendo, cada um, um alcance de frequência de  $\Delta f$ . Durações de símbolo piloto 240a a 240e, tendo nelas, cada uma, dados piloto, são formadas nos cabeçalhos dos *subframes* 220 formando um bloco de sincronização 210. Um primeiro *subframe* do bloco de sincronização 210 é proporcionado com durações de símbolo de sincronização 230a e 230b, tendo, cada um, dados que incluem um código de identificação de grupo de células e um código de identificação de sincronização de *frame* nele dispostos. As durações dos símbolos de sincronização 230a e 230b podem ser dispostas numa primeira duração de símbolo OFDM do primeiro *subframe* ou a última duração de símbolo OFDM do primeiro *subframe*. Cada uma das durações de símbolos de sincronização 230a e 230b é dividida em duas faixas de frequência 250 e 260 no domínio de frequência e cada uma das faixas de frequência 250 e 260 tem o código de identificação de grupo de células e o código de identificação de sincronização nela inseridos. Como mostrado na Figura 2, o gerador padrão 110 não forma um padrão de sincronização no domínio inteiro de frequência de cada uma das durações de símbolo 230a e 230b, mas aloca códigos apenas a uma parte central da largura de faixa de frequência exceto um subportador DC para formar o padrão de sincronização na parte central. Num sistema de 3GPP, o *downlink frame* 200 inclui 20 *subframes* 220 e um *subframe* 220 corresponde a um tempo de 0,5 msegundos. No caso de transmissão *unicast*, um *subframe* 220 inclui 7 durações de símbolo OFDM e, no caso de transmissão *multicast*, um *subframe* 220 inclui 6 durações de símbolo OFDM. No *downlink frame*

do sistema 3GPP, como exemplo, o bloco de sincronização 210 pode incluir 5 *subframes* 220. Neste caso, um *frame* inclui quatro durações de símbolo de canal de sincronização.

**[00031]** A seguir, será descrita em detalhe a geração do padrão de sincronização e o padrão piloto pelo gerador padrão 110 mostrado na Figura 1 com referência às Figuras 3 e 4.

**[00032]** A Figura 3 é um diagrama que ilustra os símbolos de OFDM na duração de símbolo de canal de sincronização em que o padrão de sincronização é formado e a Figura 4 é um diagrama que ilustra uma forma de onda de sinal, quando a duração de símbolo de canal de sincronização mostrada na Figura 3 é convertida num domínio de tempo.

**[00033]** Segundo mostrado na Figura 3, o gerador padrão 110 divide uma largura de faixa predeterminada numa faixa de frequência 250 para inserir o código de identificação do grupo de células e uma faixa de frequência 260 para inserir o código de identificação da sincronização de *frame* com base num subportador central na largura inteira da faixa de frequência da duração do símbolo de canal 230a e insere sequencialmente códigos ortogonais nas faixas de frequência divididas para formar o padrão de sincronização.

**[00034]** O gerador padrão 110 aloca às faixas de frequência 250 e 260 os códigos ortogonais em dois conjuntos de códigos ortogonais independentes transmitidos a partir do gerador de código 120. Com referência à Figura 3, o gerador padrão 110 aloca um conjunto de códigos ortogonais de

$$C^{(k)} = (c_0^{(k)}, c_1^{(k)}, c_2^{(k)}, \dots, c_{N_G-1}^{(k)})$$

e um conjunto de códigos ortogonais de

$$C^{(u)} = (c_0^{(u)}, c_1^{(u)}, c_2^{(u)}, \dots, c_{N_F-1}^{(u)})$$

para a faixa de frequência 250 para identificar um grupo de células e a faixa de frequência 260 para identificar a sincronização de *frame* para formar o padrão de sincronização, respectivamente. Neste caso, “k” indica um número de grupo de células, “u” indica um número de código de identificação de sincronização de *frame*, “N<sub>G</sub>” indica o comprimento do código de identificação do grupo de células e “N<sub>F</sub>” indica o comprimento do código de identificação de sincronização de *frame*. O gerador padrão 110, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, pode usar códigos GCL (generalizados semelhantes a chirp), como o código de identificação de grupo de células e o código de identificação de sincronização de *frame* e estes códigos podem ser expressos pelas seguintes Equações 1 e 2:

**[00035]** (Equação 1)

$$c_n^{(k)} = \exp \left\{ -j2\pi k \frac{n(n+1)}{2N_G} \right\}, \quad n = 0, 1, \dots, N_G - 1$$

**[00036]**

e

**[00037]** (Equação 2)

$$c_n^{(u)} = \exp \left\{ -j2\pi u \frac{n(n+1)}{2N_F} \right\}, \quad n = 0, 1, \dots, N_F - 1$$

**[00038]**

**[00039]** Os códigos ortogonais expressos pela Equação 1 e pela Equação 2 são alocados às posições mostradas na Figura 3 para gerar o padrão de sincronização. Isto é, o gerador padrão 110 não aloca sequencialmente os códigos ortogonais obtidos pelas Equações 1 e 2 a subportadores adjacentes, mas aloca subportadores de números pares ou subportadores de números ímpares nas faixas de frequência 250 e 260. Os subportadores entre os subportadores tendo os códigos ortogonais a eles alocados são usados como subportadores de anulamento para que nenhuma sequência seja alocada. Portanto, os

subportadores que incluem os portadores de anulamento que são dispostos na duração de símbolo de canal de sincronização para formar o padrão ocupam substancialmente  $2 * [(N_G + N_F) + N_B]$  (adiante referidos como  $N_S$ ) faixas de subportadores. Neste caso, “ $N_B$ ” indica o número de subportadores numa faixa de guarda.

**[00040]** Quando o padrão de sincronização é convertido num domínio de tempo, é obtida a forma de onda de sinal mostrada na Figura 4. A Figura 4 mostra a forma de onda de sinal do símbolo OFDM exceto um prefixo cíclico. Como pode ser visto a partir da Figura 4, são gerados dois padrões repetidos no domínio de tempo devido a dois tipos de códigos ortogonais inseridos.

**[00041]** Conforme mostrado na Figura 3, o equipamento de geração de sinal de *downlink* 100, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, forma um padrão de sincronização tal que existe um subportador de anulamento entre os subportadores a que são alocadas sequências acima do domínio de frequência da duração do símbolo do canal de sincronização em que são alocados o código de identificação de grupo de células e o código de identificação de sincronização, gerando, assim, sinais. Portanto, o sinal gerado tem o padrão repetido mostrado na Figura 4 e um terminal que recebeu o *downlink frame* adquire sincronização de símbolo inicial e estima uma compensação de frequência, usando o padrão de sinal mostrado na Figura 4.

**[00042]** Os comprimentos  $N_G$  e  $N_F$  do código de identificação do grupo de células e o código de identificação de sincronização inserido em cada uma das durações de símbolo do canal de sincronização do *downlink frame* podem ser diferentes uns dos outros e as informações sobre os comprimentos destes códigos de identificação e as informações sobre os padrões de sincronização dos mesmos são compartilhadas por um terminal e uma estação de base.

**[00043]** Tendo o terminal recebido o *downlink frame* 200 com o padrão de sincronização mostrado na Figura 3 desmodula as duas

faixas de frequência 250 e 260 para cada bloco de sincronização para obter informações sobre o número de grupo de células e o ponto de início do *frame*, que torna possível rápida e eficazmente buscar as células. Além disso, o domínio de frequência da duração do símbolo de canal é dividido em duas faixas de frequência e a mesma sequência ou tipos diferentes de sequências são alocadas às duas faixas de frequência divididas, o que torna possível impedir o abaixamento de um desempenho de correlação devido ao desvanecimento seletivo de frequências.

**[00044]** Na modalidade exemplificativa da presente invenção, o código de identificação de grupo de células é inserido antes do código de identificação de sincronização de *frame* num eixo de frequência da duração de símbolo do canal de sincronização, mas a invenção não é limitada a isso. Por exemplo, o código de identificação do grupo de células pode ser inserido depois do código de identificação de sincronização de *frame* para formar o padrão de sincronização. Além disso, na modalidade exemplificativa da presente invenção, é usado o mesmo tipo de código de ortogonal como código de identificação de grupo de células e código de identificação de sincronização de *frame*, mas a invenção não fica limitada a isso. Por exemplo, podem ser usados tipos diferentes de códigos ortogonais como código de identificação de grupo de células e código de identificação de sincronização de *frame*. Neste caso, os códigos ortogonais gerais, como o código Hadamard, um código KAZAC, um código de ouro, um código Golay e um código de pseudo-ruído (PN) podem ser usados como códigos de identificação.

**[00045]** A Figura 5 é um diagrama que ilustra a escalabilidade da largura de faixa de um *downlink frame*, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, e a Figura 6 é um diagrama que ilustra a escalabilidade da largura de faixa de um *downlink frame*, de acordo com outra modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00046]** As Figuras 5 e 6 mostram a comparação entre a largura de

faixa da duração de símbolo do canal de sincronização mostrada na Figura 3 com a largura de faixa inteira suportada pelo sistema celular. Segundo mostrado nas Figuras 2 e 3, o equipamento gerador do sinal de *downlink* 100, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, insere códigos ortogonais no centro da largura de faixa da frequência de geração de um padrão de sincronização. No sistema celular, visto que os terminais têm diferentes larguras de faixa suportáveis, de acordo com os seus níveis, é possível suportar a escalabilidade da largura de faixa dos terminais pela estrutura de *frame*. A Figura 5 mostra um padrão de sincronização alocado a uma faixa de 1,25 MHz dentro da largura da faixa de frequência. Os dados de tráfego não podem ser alocados a um símbolo OFDM sem um padrão de sincronização na duração do símbolo de canal e transmitidos a ele. A Figura 6 mostra um padrão de sincronização alocado a uma faixa de 1,25 MHz ou uma faixa de 5 MHz dentro da largura de faixa de frequência. Um terminal que suporta uma faixa de 5 MHz ou mais pode receber todos os padrões de sincronização transmitidos, mas terminais que suportam uma faixa de 1,25 MHz e uma faixa de 2,5 MHz podem receber alguns padrões de sincronização que são dispostos no centro da largura da faixa de frequência. De acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, é possível extrair o número de grupo de células e informações sobre o ponto de início da sincronização a partir do *downlink frame* usando apenas alguns dos padrões de sincronização recebidos e, deste modo, suportar a escalabilidade da largura de faixa.

**[00047]** A seguir, será descrito em detalhe abaixo um método de permitir que um terminal busque uma célula usando o sinal de *downlink* com referência às Figuras 7 e 8.

**[00048]** A Figura 7 é um diagrama de blocos que ilustra esquematicamente um equipamento de busca de células, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, e a Figura 8 é um fluxograma que ilustra um método de busca de células, de acordo

com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00049]** Com referência à Figura 7, um equipamento de busca de células 400, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, inclui um receptor 410, um estimador de sincronização de símbolo 420, um transformador de Fourier 430, um estimador de grupo de célula 440 e um estimador do número de célula 450. O transformador de Fourier 430 pode realizar rapidamente transformadas de Fourier (FFT).

**[00050]** Conforme mostrado na Figura 8, o receptor 410 recebe sinais transmitidos a partir de uma estação de base. O estimador de sincronização de símbolo 420 filtra o sinal recebido dentro da largura de faixa alocada a um canal de sincronização, remove um intervalo de guarda, realiza a correlação diferencial para adquirir a sincronização de símbolo ou sincronização de *subframe* e estima uma compensação de frequência (S110). Então, o transformador de Fourier 430 realiza a transformação de Fourier sobre o sinal recebido na base da sincronização de símbolo estimado pelo estimador de sincronização de símbolo 420 (S 120). O estimador de grupo de célula 440 estima um ponto de início de *frame* a partir da sequência da duração do símbolo do canal de sincronização incluída no sinal recebido que foi sujeito à transformação de Fourier, adquire a sincronização de *frame* e estima o número de grupo de células (S 130). O estimador do número de célula 440 estima o número de célula usando informações de código de *scrambling* incluídas na duração de símbolo de piloto (S 140).

**[00051]** A seguir, será descrita em detalhe a aquisição de sincronização de *subframe* e a estimação de uma compensação de frequência pelo estimador de sincronização de símbolo 420 com referência à Figura 9.

**[00052]** A Figura 9 é um diagrama de blocos que ilustra esquematicamente a estrutura do estimador de sincronização de símbolo 420, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00053]** Com referência à Figura 9, o estimador de sincronização de símbolo 420, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, inclui um filtro 421, uma unidade de atraso 422, um correlacionador 423, um detector de potência 424, um comparador 425 e um detector de compensação de frequência 426.

**[00054]** O estimador de sincronização de símbolo 420 estima a sincronização de *subframe* e a compensação de frequência a partir de um sinal recebido tendo a forma de onda do sinal de domínio de tempo mostrada na Figura 4 na duração de símbolo do canal de sincronização. O estimador de sincronização de símbolo 420 pode estimar a última duração de símbolo OFDM do *subframe* em que o padrão de sincronização é formado e uma compensação de frequência na última duração de símbolo OFDM.

**[00055]** O filtro 421 filtra o sinal de domínio de tempo dentro de uma largura de faixa alocada para o canal de sincronização e remove um intervalo de guarda para extrair faixas subportadoras  $y(n+1)$  em  $N_s$ , que são faixas subportadoras centrais, em que os padrões de sincronização são formados na faixa de frequência inteira correspondendo à duração do símbolo do canal de sincronização. O filtro 421 pode realizar filtração de passagem de faixa. O comprimento da saída  $y(n+1)$  do sinal a partir do filtro 421 corresponde a  $N$ .

**[00056]** A unidade de atraso 422 atrasa o sinal filtrado  $y(n+1)$  de um tempo que corresponde a metade do comprimento do símbolo efetivo  $N_s$ . O correlacionador 423 realiza a correlação diferencial no sinal de entrada  $y(n+1)$  e um sinal de saída  $y(n+1+N/2)$  da unidade de atraso 422 numa duração de amostra correspondendo a metade do comprimento de símbolo efetivo. A correção diferencial realizada pelo correlacionador 423 pode ser expressa pela Equação 3 dada abaixo:

**[00057]** (Equação 3)

$$Y = \sum_{l=0}^{1/2 N_s - 1} y(n+l) y^*(n+l + \frac{1}{2} N_s)$$

**[00058]**

**[00059]** O detector de potência 424 tendo recebido o resultado da correlação  $Y$  calculada pela Equação 3 calcula um valor de correlação diferencial do sinal recebido, isto é, a potência do sinal recebido. O comparador 425 seleciona o tempo, quando o detector de potência 424 dá saída a um valor máximo pela Equação 4 dada abaixo e fixa o tempo selecionado como um tempo de sincronização de símbolo inicial.

**[00060]** (Equação 4)

$$\hat{\tau} = \max_t \{|Y|^2\}$$

**[00061]** .

**[00062]** O detector de compensação de frequência 426 estima uma compensação de frequência inicial.

**[00063]** Nesta modalidade exemplificativa da presente invenção, a correlação diferencial é realizada apenas sobre os sinais de domínio de tempo que correspondem a uma duração de símbolo do canal de sincronização para detectar a sincronização de símbolo inicial e a compensação de frequência, mas a invenção não é limitada a isso. Por exemplo, os sinais de domínio de tempo numa duração de símbolo de canal de sincronização diferente numa *downlink frame* podem ser acumulados e a correlação diferencial pode ser realizada sobre os sinais acumulados. Além disso, a fim de melhorar o desempenho de estimativa, os dados obtidos a partir dos padrões de sincronização de uma pluralidade de *frames* podem ser acumulados e a correlação diferencial pode ser realizada sobre os dados acumulados.

**[00064]** O transformador de Fourier 430 realiza transformações de Fourier sobre o sinal recebido na base da sincronização de *subframe* estimada pelo estimador de sincronização de símbolo 420.

**[00065]** A estimação da sincronização de *frame* e o número de grupo de células pelo estimador de grupo de célula 440 a partir do padrão de sincronização do sinal que foi sujeito à transformação de Fourier será descrito em detalhe abaixo com referência às Figuras de 10 a 12.

Primeiro, com referência às Figuras 10 e 11, será descrito um método de geração do padrão de sincronização do *downlink frame* e estimativa do número do grupo de células e sincronização de *frame* a partir do padrão de sincronização gerado com referência à Figura 12.

**[00066]** As Figuras 10 e 11 são diagramas que ilustram um método de alocação do padrão de sincronização mostrado na Figura 3. O equipamento gerador de *downlink*, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, combina um código de identificação de grupo de células  $C^{(k)}$  com um código de identificação de sincronização de *frame*  $C^{(u)}$  para gerar um padrão de sincronização. As Figuras 10 e 11 mostram combinações dos códigos de identificação de grupo de células e os códigos de identificação de sincronização de *frame* na forma de  $(k, u)$  (A na Figura 10 e A' na Figura 11). Nas Figuras 10 e 11, é assumido que um *frame* 200 de sinais de *downlink* inclui 4 blocos de sincronização 210.

**[00067]** A Figura 10 mostra um padrão de sincronização gerado combinando códigos ortogonais usando apenas códigos de identificação de sincronização de *frame* comum  $C^{(1)}$ ,  $C^{(2)}$ ,  $C^{(3)}$  e  $C^{(4)}$  para todos os grupos de células no sistema celular. Na Figura 10, a célula n° 1 até a célula n° 4 formam o grupo de células de n° 1, a célula de n° 5 até a célula de n° 8 formam o grupo de células de n° 2 e a célula de n° 9 até a célula de n° 12 formam o grupo de células de n° 3. A Figura 10 mostra uma combinação de códigos quando  $C^{(k)}$  ( $k$  é número do grupo de células,  $k=1, 2, 3, \dots$ ) é usado como código de identificação de grupo de células. Quando o padrão de sincronização é formado como mostrado na Figura 10, o mesmo código de identificação de sincronização de *frame* é transmitido a partir de todas as células. Portanto, é possível obter um ganho macro de diversidade. Isto é, o terminal tendo recebido o *downlink frame* realiza a correlação sobre uma duração de símbolo de canal de sincronização para detectar um código de identificação de sincronização de *frame*, a fim de adquirir a sincronização de *frame*. Neste caso, visto que o mesmo código é usado para todas as células, é

melhorada uma característica de correlação e, deste modo, um desempenho de aquisição de sincronização de *frame* pode ser melhorado. Neste caso, o número de grupos de células que pode ser dividido pode ser ajustado para ser igual ao comprimento do código que é fixado para identificar os grupos de células e o comprimento do código de identificação de sincronização de *frame* pode ser menor do que o comprimento do código de identificação de grupo de células devido ao ganho de diversidade.

**[00068]** A Figura 11 mostra a formação de um *frame* 200 de sinais de *downlink* usando uma combinação de códigos que é formada alocando diferentes códigos de identificação de sincronização de *frame* para os grupos de células. Neste caso, o número de códigos de identificação de sincronização de *frame* que está disponível no sistema celular é igual ao comprimento dos códigos. Quando o padrão de sincronização é formado como mostrado na Figura 11, o número de combinações dos números de grupo de células e os códigos de identificação de sincronização de *frame* aumenta, visto que são usados vários códigos de identificação de sincronização de *frame*. Portanto, como comparado com o padrão de sincronização mostrado na Figura 10, é possível aumentar o número de grupos de células que podem ser identificadas.

**[00069]** Uma estação de base e terminais compartilham informações sobre a combinação de códigos, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, e os terminais usam as informações para buscar células.

**[00070]** A Figura 12 é um diagrama de blocos que ilustra esquematicamente de o estimador de grupo de célula 440 de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção.

**[00071]** Como mostrado na Figura 12, o estimador de grupo de células 440, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, inclui uma unidade de armazenamento de código 441, um correlacionador 442, um transformador de Fourier inverso 443 e um

comparador 444.

**[00072]** A unidade de armazenamento de códigos 441 armazena códigos ortogonais que são usados como códigos de identificação de grupo de células e códigos de identificação de sincronização de *frame* alocados à duração de símbolo de canal de sincronização e também armazena informações sobre a combinação de códigos que forma o padrão de sincronização. Entretanto, quando são antecipadamente conhecidas informações sobre a célula incluindo um terminal nela e células periféricas (informações sobre o número de célula e o grupo de células) (isto é, quando o terminal está ocupado ou num estado de *standby*), a unidade de armazenamento de código 441 pode extrair uma combinação candidata de códigos e usar a combinação extraída de códigos para buscar células.

**[00073]** O correlacionador 442 recebe os sinais na duração de símbolo de canal de sincronização que foram sujeitos à transformação de Fourier e multiplica os sinais que foram sujeitos à transformação de Fourier pelos conjugados dos códigos ortogonais incluídos numa combinação de códigos que são armazenados na unidade de armazenamento de códigos 441.

**[00074]** Isto é, quando o correlacionador 442 realiza sequencialmente uma operação conjugada sobre sequências na seção de canal de sincronização do *downlink frame* recebido sobre o domínio de frequência, uma operação para identificar um grupo de células e uma operação para estimar a sincronização de *frame* são sequencialmente realizadas, o que torna possível encurtar o tempo de busca de células.

**[00075]** O transformador de Fourier inverso 443 realiza transformações de Fourier inversas sobre uma faixa de identificação de grupo de células e uma faixa de identificação de sincronização de *frame* entre a saída de sinais a partir do correlacionador 442 para gerar sinais de domínio de tempo. Neste caso, o transformador de Fourier inverso 443 pode realizar rapidamente a transformação de Fourier inversa

(IFFT). O comparador 444 seleciona o valor máximo a partir da saída de sinais de domínio de tempo a partir do transformador de Fourier inverso 443 e extrai informações sobre uma combinação de códigos tendo o valor máximo da unidade de armazenamento de código 441, identificando, assim, o número de grupo de células e a sincronização de *frame*. Como pode ser visto a partir da Figura 10, como exemplo, quando as informações sobre uma combinação de códigos extraídos pelo comparador 444 são (1, 2), a célula atual pertence ao grupo de células n° 1 e o terminal começa a estimar a sincronização de *frame* no segundo bloco de sincronização do *downlink frame*. Deste modo, é possível estimar um ponto de início de *frame*.

**[00076]** Finalmente, o terminal estima o número de células que usam informações de *scrambling* incluídas na duração de símbolo piloto. Visto que o terminal conhece as informações de grupo de células, o terminal estima o número de células na base das informações de *scramble* das células que pertencem ao grupo de células correspondente. Neste caso, pode ser usado um método de estimativa geral, tal como um método de uso da soma das potências de um conjunto de subportadores do símbolo piloto, para estimar o número da célula.

**[00077]** Nesta modalidade exemplificativa da presente invenção, o número de célula é estimado a partir das informações de *scrambling* da duração de símbolo piloto, mas a invenção não é limitada a isso. Por exemplo, o número de célula pode ser estimado usando símbolos numa seção de canal comum incluindo informações de sistema de uma estação de base.

**[00078]** Além disso, nesta modalidade exemplificativa da presente invenção, o código de identificação do grupo de células é alocado a o padrão de sincronização, mas a invenção não é limitada a isso. Em vez do código de identificação de grupo de células, pode ser alocado um código de identificação de célula para uma de duas faixas da duração de símbolo de sincronização para gerar um *downlink frame*. Neste caso, a

estimação do número de célula usando o código de *scramble* pode ser usada para verificar informações de número de célula obtidas a partir do padrão de sincronização.

**[00079]** Os elementos constituintes, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, podem ser implementados por pelo menos um componente de hardware composto de um elemento de lógica programável, tal como um processador DSP (processo de sinal digital), um controlador, um ASIC (circuito de aplicação integrada específica) ou um FPGA (arranjo de campo de porta programável), outros dispositivos eletrônicos ou uma combinação dos mesmos. Além disso, pelo menos uma parte da função ou procedimento de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção pode ser executada por software e o software pode ser gravado num meio de gravação. Além disso, os elementos constituintes, a função e o procedimento de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção podem ser implementados por uma combinação de hardware e software.

**[00080]** Embora esta invenção tenha sido descrita com relação ao que é presentemente considerado serem modalidades exemplificativas práticas, deve ficar entendido que a invenção não é limitada às modalidades descritas, mas, pelo contrário, pretende cobrir várias modificações e disposições equivalente incluídos no espírito e âmbito das reivindicações anexadas.

**[00081]** Conforme descrito acima, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, é possível usar uma pluralidade de padrões de sincronização formados num *frame* para buscar um grupo de células e estimar a sincronização de *frame*. Além disso, é possível usar os padrões de sincronização para estimar a sincronização de *subframe*.

## REIVINDICAÇÕES

**1 - Método de Geração de *Downlink Frame*, (200)**, incluindo uma duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b), compreendendo:

gerar um padrão de sincronização por combinação de um primeiro código e um segundo código, **caracterizado** por que o primeiro código e o segundo código são códigos para identificar um número de grupo de células; e

alocar o padrão de sincronização a um domínio de frequência da duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b) para gerar um sinal de sincronização,

em que o número do grupo de células é determinado com base na combinação do primeiro código e do segundo código e o número do grupo de células não é determinado com base em apenas um do primeiro código e o segundo código,

em que o primeiro e segundo códigos são atribuídos a diferentes subportadores no domínio de frequência, e

em que a duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b) corresponde a uma duração de símbolo de Multiplexagem de Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM).

**2 - Método de Geração de *Downlink Frame*, (200)**, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o primeiro código é diferente do segundo código.

**3 - Método de Geração de *Downlink Frame*, (200)**, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que um *downlink frame* (200) inclui uma pluralidade de durações de símbolo de canal de sincronização

(230a ou 230b).

**4 - Método de Geração de *Downlink Frame***, (200), de acordo com a Reivindicação 3, **caracterizado** por que um padrão de sincronização incluído numa primeira duração de símbolo de canal de sincronização (230a) dentro de uma duração de *downlink frame* é diferente de um padrão de sincronização incluído numa segunda duração de símbolo de canal de sincronização (230b) dentro da mesma duração de *downlink frame*.

**5 - Método de Geração de *Downlink Frame***, (200), de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o primeiro código é alocado a subportadores de número par no domínio de frequência e o segundo código é alocado a subportadores de número ímpar no domínio de frequência.

**6 - Método de Geração de *Downlink Frame***, (200), de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que um comprimento do primeiro código é idêntico a um comprimento do segundo código.

**7 - Equipamento de Geração de *Downlink Frame***, (200), **em Sistema de Comunicação Sem Fio**, compreendendo:

um gerador padrão (110) para gerar um padrão de sincronização por combinação de um primeiro código e um segundo código, **caracterizado** por que o primeiro código e o segundo código são códigos para identificar um número de grupo de células; e

uma unidade de mapeamento (130) para mapear o padrão de sincronização gerado pelo gerador padrão para um domínio de frequência de uma duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b) do *downlink frame*,

em que o número do grupo de células é determinado com

base na combinação do primeiro código e do segundo código e o número do grupo de células não é determinado com base em apenas um do primeiro código e o segundo código,

em que o primeiro e segundo códigos são atribuídos a diferentes subportadores no domínio de frequência, e

em que a duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b) corresponde a uma duração de símbolo de Multiplexagem de Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM).

**8 - Equipamento de Geração de *Downlink Frame*, (200), em Sistema de Comunicação Sem Fio**, de acordo com a Reivindicação 7, **caracterizado** por que o primeiro código é diferente do segundo código.

**9 - Equipamento de Geração de *Downlink Frame*, (200), em Sistema de Comunicação Sem Fio**, de acordo com a Reivindicação 7, **caracterizado** por que o padrão de sincronização é alocado a uma duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b), em que uma *downlink frame* (200) inclui uma pluralidade de durações de símbolo de canal de sincronização (230a, 230b).

**10 - Equipamento de Geração de *Downlink Frame*, (200), em Sistema de Comunicação Sem Fio**, de acordo com a Reivindicação 9, **caracterizado** por que um padrão de sincronização incluído numa primeira duração de símbolo de canal de sincronização (230a) dentro de uma duração de *downlink frame* é diferente de um padrão de sincronização incluído em uma segunda duração de símbolo de canal de sincronização (230b) dentro da mesma duração de *downlink frame*.

**11 - Equipamento de Geração de *Downlink Frame*, (200), em Sistema de Comunicação Sem Fio**, de acordo com a Reivindicação 7, **caracterizado** por que o primeiro código é alocado a subportadores de número par no domínio de frequência e o segundo código é alocado a

subportadores de número ímpar no domínio de frequência.

**12 - Equipamento de Geração de *Downlink Frame*, (200), em Sistema de Comunicação Sem Fio**, de acordo com a Reivindicação 7, **caracterizado** por que um comprimento do primeiro código é idêntico a um comprimento do segundo código.

**13 - Método de Busca de Célula**, compreendendo:

receber um símbolo de Multiplexagem de Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM) incluindo um padrão de sincronização formado por combinação de um primeiro código e um segundo código, **caracterizado** por que o primeiro código e o segundo código são códigos para identificar um número de grupo de células; e

identificar o número de grupo de células com base na combinação do primeiro código e do segundo código, em que o número do grupo de células não é determinado com base em apenas um do primeiro código e o segundo código.

**14 - Método de Busca de Célula**, de acordo com a Reivindicação 13, **caracterizado** por que o padrão de sincronização é alocado numa duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b) e um *frame* (200) inclui uma pluralidade de durações de símbolo de canal de sincronização (230a, 230b).

**15 - Método de Busca de Célula**, de acordo com a Reivindicação 13, **caracterizado** por que o primeiro código é alocado a subportadores de número par no domínio de frequência e o segundo código é alocado a subportadores de número ímpar no domínio de frequência.

**16 - Equipamento de Busca de Célula**, compreendendo:

um receptor (410) para receber um símbolo de

Multiplexagem de Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM) incluindo um padrão de sincronização formado por combinação de um primeiro código e um segundo código, **caracterizado** por que o primeiro código e o segundo código são códigos para identificar um número de grupo de células; e

um estimador de grupo de células (420) para estimar o número de grupo de células com base na combinação do primeiro código e do segundo código e o número de grupo de células não está determinado com base em apenas um do primeiro código e segundo código.

**17 - Equipamento de Busca de Célula**, de acordo com a Reivindicação 16, **caracterizado** por que o padrão de sincronização é alocado a uma duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b) e um *frame* (200) inclui uma pluralidade de durações de símbolo de canal de sincronização (230a, 230b).

**18 - Equipamento de Busca de Célula**, de acordo com a Reivindicação 16, **caracterizado** por que o primeiro código é alocado a subportadores de número par no domínio de frequência e o segundo código é alocado a subportadores de número ímpar no domínio de frequência.

**19 - Meio Legível em Computador Não Transitório**, que armazena um programa que é executável por um computador para realizar um método, compreendendo:

gerar um padrão de sincronização por combinação de um primeiro código e um segundo código, **caracterizado** por que o primeiro código e o segundo código são códigos para identificar um número de grupo de células; e

alocar o padrão de sincronização a um domínio de frequência da duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou

230b) para gerar um sinal de sincronização,

em que o número do grupo de células é determinado com base na combinação do primeiro código e do segundo código e o número do grupo de células não é determinado com base em apenas um do primeiro código e o segundo código,

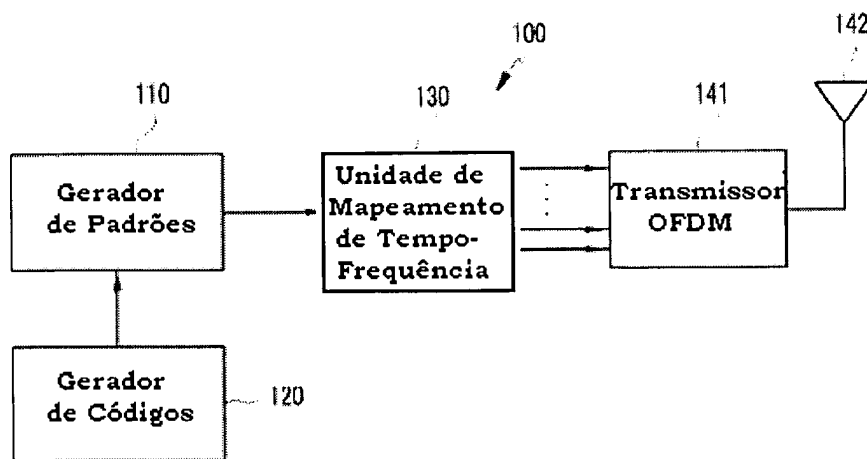
em que o primeiro e segundo códigos são atribuídos a diferentes subportadores no domínio de frequência, e

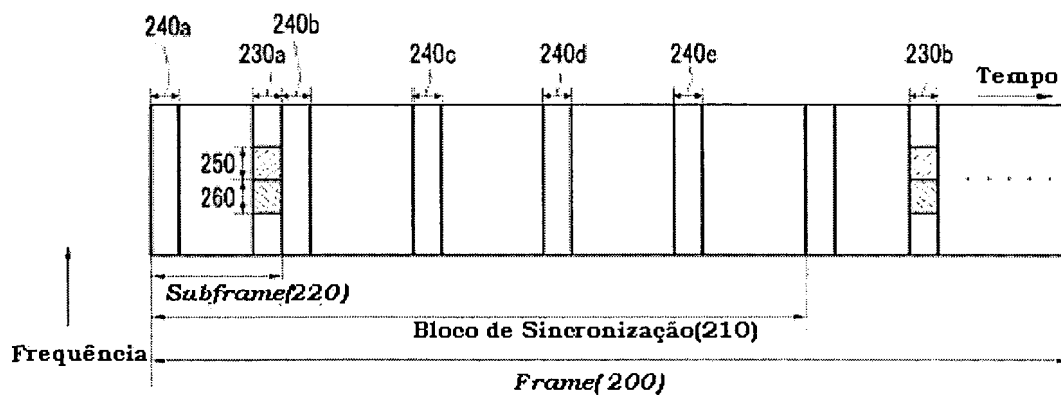
em que a duração de símbolo de canal de sincronização (230a ou 230b) corresponde a uma duração de símbolo de Multiplexagem de Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM).

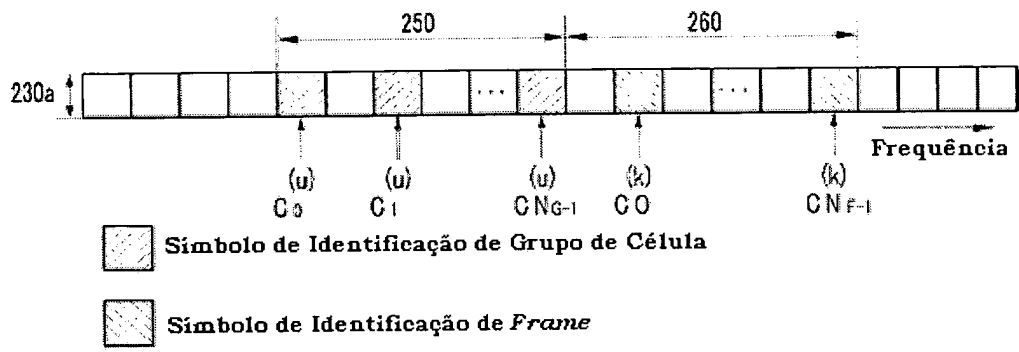
**20 - Meio Legível em Computador Não Transitório**, de acordo com a Reivindicação 19, **caracterizado** por que o primeiro código é diferente do segundo código.

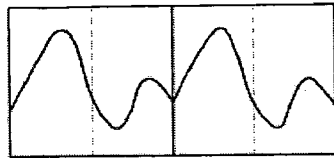
**21 - Meio Legível em Computador Não Transitório**, de acordo com a Reivindicação 19, **caracterizado** por que um *frame* (200) inclui uma pluralidade de durações de símbolo de canal de sincronização (230a, 230b).

**22 - Meio Legível em Computador Não Transitório**, de acordo com a Reivindicação 21, **caracterizado** por que um padrão de sincronização incluído numa primeira duração de símbolo de canal de sincronização (230a) dentro de uma duração de *frame* é diferente de um padrão de sincronização incluído numa segunda duração de símbolo de canal de sincronização (230b) dentro da mesma duração de *frame*.



**Figura 2**





**Figura 4**

