



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0716730-0 A2



\* B R P I 0 7 1 6 7 3 0 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 13/09/2007  
(43) Data da Publicação: 03/09/2013  
(RPI 2226)

(51) Int.Cl.:  
H04L 27/26  
H04B 1/713

(54) **Título:** BUSCA DE CÉLULA ASSISTIDA POR SINALIZADOR EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO

(30) **Prioridade Unionista:** 11/09/2007 US 11/853,704, 03/10/2006 US 60/828,051, 14/09/2006 US 60/845,268, 11/09/2007 US 11/853,704, 11/09/2007 US 11/853,704, 03/10/2006 US 60/828,051, 03/10/2006 US 60/828,051, 14/09/2006 US 60/845,268

(73) **Titular(es):** Qualcomm Incorporated

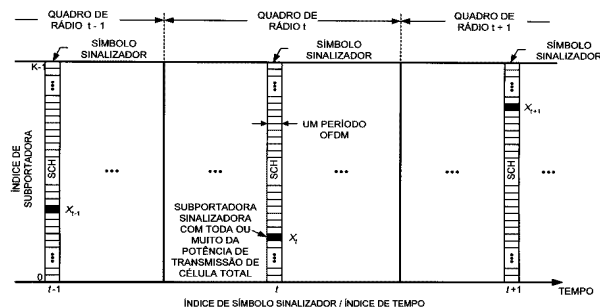
(72) **Inventor(es):** Byoung-Hoon Kim, Durga Prasad Malladi, Juan Montojo, Junyi Li

(74) **Procurador(es):** Montaury Pimenta, Machado & Lioce

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2007078369 de 13/09/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/033985de 20/03/2008

(57) **Resumo:** BUSCA DE CÉLULA ASSISTIDA POR SINALIZADOR EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO. Técnicas para transmitir sinais de sincronização para assistir equipamentos do usuário (UEs) a realizar buscas de célula são descritas. Em um projeto, uma estação base para uma célula pode gerar e transmitir um sinal de sincronização primário e um sinal de sincronização secundário, que podem ser usados pelos UEs para busca inicial de célula ao ligar. A estação base pode também gerar e transmitir um ou mais sinais sinalizadores, que podem ser usados pelos UEs para busca de célula vizinha para detectar células vizinhas. O número de sinais sinalizadores para transmitir e o conjunto de subportadoras utilizáveis para cada sinal sinalizador podem ser determinados com base na largura de banda do sistema. Cada sinal sinalizador pode ser mapeado em uma subportadora no conjunto de subportadoras em cada período de símbolo sinalizador. Esta subportadora pode ser determinada com base em um padrão de salto de sinalizador ou um código de sinalizador e pode ser dependente de um identificador (ID) de célula.



## **"BUSCA DE CÉLULA ASSISTIDA POR SINALIZADOR EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO"**

O pedido atual reivindica a prioridade ao Pedido Provisional U.S. No. de série 60/845.268, intitulado "A  
5 METHOD AND APPARATUS FOR USING SCALABLE BEACON SIGNALING  
BASED ON SYSTEM BANDWIDTH", depositado em 14 de setembro de  
2006; Pedido Provisional U.S. No. de série 60/828.051,  
intitulado "A METHOD AND APPARATUS FOR P-SCH FOR E-UTRA",  
depositado em 3 de outubro de 2006; e Pedido U.S. No.  
10 11/853.704, intitulado "BEACON ASSISTED CELL SEARCH IN A  
WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM", depositado em 11 de  
setembro de 2007, cada um atribuído ao cessionário do mesmo  
e incorporado em sua totalidade aqui por referência.

### **FUNDAMENTOS**

#### 15 I. Campo

A revelação atual refere-se em geral a  
comunicação, e mais especificamente a técnicas para buscar  
por células em um sistema de comunicação sem fio.

#### II. Fundamentos

20 Os sistemas de comunicação sem fio são amplamente  
desenvolvidos para fornecer vários conteúdos de comunicação  
tal como voz, vídeo, dados em pacote, troca de mensagem,  
broadcast, etc. Estes sistemas sem fio podem ser sistemas  
de acesso múltiplo capazes de suportar múltiplos usuários  
25 compartilhando os recursos de sistema disponíveis. Os  
exemplos de tais sistemas de acesso múltiplo incluem  
sistemas de Acesso Múltiplo por Divisão de Códigos (CDMA),  
sistemas de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA),  
sistemas de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência  
30 (FDMA), sistemas FDMA Ortogonal (OFDMA), e sistemas FDMA  
Portadora Única (SC-FDMA).

Um sistema de comunicação sem fio pode incluir  
qualquer número de estações base que podem suportar

comunicação para qualquer número de equipamentos de usuário (UEs). Um UE (por exemplo, um telefone celular) pode estar dentro da cobertura de zero, de uma, ou de múltiplas estações base em qualquer dado momento. O UE pode apenas  
5 ter acabado de se ligar ou pode ter perdido a cobertura e assim não pode saber que estações base podem ser recebidas. O UE pode realizar a busca de célula para detectar estações base e para adquirir temporização e outras informações para as estações base detectadas. O UE pode também estar em  
10 comunicação com uma ou mais estações base e pode ser móvel. O UE pode realizar a busca de célula para detectar as melhores estações base para servir o UE.

Cada estação base pode transmitir sinais de sincronização para assistir ao UEs para realizar a busca de  
15 célula. Em geral, um sinal de sincronização pode ser qualquer sinal que permita um receptor detectar um transmissor e obter informações, por exemplo, temporização e identificação, do transmissor. Os sinais de sincronização representam overhead e devem ser transmitidos tão  
20 eficientemente quanto possível. Além disso, os sinais de sincronização devem permitir que o UEs execute a busca da célula tão rapidamente e eficientemente como possível.

### **SUMÁRIO**

As técnicas para transmitir sinais de  
25 sincronização para assistir a UEs de realizar buscas de célula são descritas aqui. Em um projeto, uma estação base para uma célula pode gerar e transmitir um sinal de sincronização primário e um sinal de sincronização secundário, que podem ser usados pelos UEs para busca  
30 inicial de célula ao ligar. A estação base pode também gerar e transmitir um ou mais sinais sinalizadores (beacon), que podem ser usados pelo UEs para que a busca de célula vizinha para detectar células vizinhas

enquanto os UEs estiverem em estados ociosos e ativos. Um sinal sinalizador é um sinal em que toda ou uma grande fração da potência de transmissão de célula total é usada para uma ou poucas subportadoras. O número de  
5 sinais sinalizadores para transmitir e o conjunto de subportadoras úteis para cada sinal sinalizador podem ser determinados com base na largura de banda de sistema. Em um projeto, cada sinal sinalizador pode ser mapeado em uma subportadora (que é referida como uma  
10 subportadora de orientação) no conjunto de subportadoras em cada período de símbolo em que o sinal sinalizador é transmitido. A subportadora de orientação pode ser determinada com base em um padrão de salto de orientação ou em um código de orientação e pode ser dependente de  
15 um identificador de célula (ID) e/ou de outras informações que estão sendo enviadas no sinal sinalizador. Os sinais sinalizadores podem ser enviados com multiplexação por divisão de tempo (TDM) ou multiplexação por divisão de frequência (FDM).

20 Em um projeto, um UE pode realizar a busca inicial de célula com base nos sinais de sincronização primários e secundários transmitidos pelas células no sistema. O UE pode determinar a largura de banda de sistema, por exemplo, com base nas informações de sistema  
25 recebidas a partir de uma célula detectada. O UE pode determinar um conjunto de subportadoras úteis para os sinais sinalizadores com base na largura de banda de sistema. Enquanto operando no estado ocioso ou ativo, o UE pode periodicamente realizar a busca de célula vizinha para  
30 detectar sinais sinalizadores a partir das células vizinhas com base no conjunto de subportadoras.

Os vários aspectos e características da revelação são descritos em detalhe adicional abaixo.

**BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

A Fig. 1 mostra um sistema de comunicação sem fio.

5 A Fig. 2 mostra a transmissão de sinal de sincronização para um projeto de TDM.

As Figs. 3A-3C mostram transmissão de orientação TDM para larguras de banda de sistema diferentes.

A Fig. 4 mostra transmissão de sinal de sincronização para um projeto de FDM.

10 As Figs. 5A-5C mostram transmissão de orientação de FDM para larguras de banda de sistema diferentes.

A Fig. 6 mostra um sinal sinalizador para uma célula.

15 A Fig. 7 mostra sinais sinalizadores para três células.

A Fig. 8 mostra um diagrama de blocos de um Nó B e um UE.

A Fig. 9 mostra um diagrama de blocos de um gerador de sinal sinalizador no Nó B.

20 A Fig. 10 mostra um diagrama de blocos de um processador de orientação no UE.

A Fig. 11 mostra um processo para a transmissão de orientação pelo Nó B.

25 A Fig. 12 mostra um equipamento para a transmissão de orientação.

A Fig. 13 mostra um processo para detecção de orientação pelo UE.

A Fig. 14 mostra um equipamento para detecção de orientação.

30 A Fig. 15 mostra um processo para transmissão de sinal de sincronização pelo Nó B.

A Fig. 16 mostra um equipamento para transmissão de sinal de sincronização.

A Fig. 17 mostra um processo para realizar buscas de célula pelo UE.

A Fig. 18 mostra um equipamento para realizar buscas de célula.

5 A Fig. 19 mostra um processo para transmissão de orientação FDM pelo Nó B.

A Fig. 20 mostra um equipamento para transmissão de orientação FDM.

10 A Fig. 21 mostra um processo para recepção de orientação FDM pelo UE.

A Fig. 22 mostra um equipamento para recepção de orientação FDM.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA**

As técnicas descritas aqui podem ser usadas para  
15 vários sistemas de comunicação sem fio tais como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA e outros sistemas. Os termos "sistema" e "rede" são usados frequentemente de forma intercambiável. Um sistema CDMA pode implementar uma tecnologia via rádio tal como o Acesso de Rádio Terrestre  
20 Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA inclui CDMA de banda larga (W-CDMA) e Taxa de Chip Baixa (LCR). cdma2000 cobre os padrões IS-2000, IS-95 e IS-856. Um sistema TDMA pode implementar uma tecnologia via rádio tal como o Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM). Um sistema OFDMA  
25 pode implementar uma tecnologia via rádio tal como UTRA Evoluído (E-UTRA), Banda Ultra Larga Móvel (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA, E-UTRA e GSM são parte do Sistema de Telecomunicação Móvel Universal (UMTS). A Evolução de Longo  
30 Prazo (LTE) 3GPP é uma próxima versão do UMTS que usa E-UTRA, que emprega OFDMA no downlink e SC-FDMA no uplink. UTRA, E-UTRA, a GSM, UMTS e LTE são descritos nos documentos de uma organização nomeada "3rd Generation

Partnership Project" (3GPP). cdma2000 e UMB são descritos em documentos de uma organização nomeada "3rd Generation Partnership Project" (3GPP2). Estas várias tecnologias e padrões via rádio são conhecidos na técnica. Para maior  
5 clareza, determinados aspectos das técnicas são descritos abaixo para LTE, e a terminologia LTE é muito usada na descrição abaixo.

LTE utiliza multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) no downlink e a multiplexação  
10 por divisão de frequência de portadora única (SC-FDM) no uplink. OFDM e SC-FDM particionam a largura de banda de sistema em múltiplas (K) subportadoras ortogonais, que são referidas também em geral como tons, faixas, etc. O espaçamento entre subportadoras adjacentes pode ser fixo, e  
15 o número total de subportadoras (K) pode ser dependente da largura de banda de sistema. Cada subportadora pode ser modulada com dados. Em geral, símbolos de modulação são enviados no domínio de frequência com OFDM e no domínio de tempo com SC-FDM. Para gerar um símbolo de OFDM, símbolos  
20 com valores diferentes de zero podem ser mapeados em subportadoras usadas para transmissão, e símbolos com valores de zero podem ser mapeados em subportadoras restantes. Os K símbolos podem ser transformados para o domínio de tempo para obter K amostras de domínio de tempo.  
25 As últimas C amostras podem ser copiadas e anexadas à parte dianteira das K amostras para obter um símbolo OFDM que contém K + C amostras. As amostras copiadas são referidas como um prefixo cíclico, e C é o comprimento de prefixo cíclico.

30 A Fig. 1 mostra um sistema de comunicação sem fio com múltiplo Nós Bs 110. Um Nó B pode ser uma estação fixa usada para se comunicar com os UEs e pode também ser referido como um Nó B evoluído (eNB), uma estação base, um

ponto de acesso, etc. Cada Nó B 110 fornece a cobertura de comunicação para uma área geográfica particular. A área total de cobertura de cada Nó B 110 pode ser dividida em múltiplas (por exemplo, três) áreas menores. Em 3GPP, o termo "célula" pode se referir a menor área de cobertura de um Nó B e/ou de um subsistema de Nó B servindo esta área de cobertura. Em outros sistemas, o termo "setor" pode se referir a menor área de cobertura e/ou o subsistema servindo esta área de cobertura. Para maior clareza, o conceito 3GPP de célula é usado na descrição abaixo.

Os UEs 120 podem ser dispersados durante todo o sistema. Um UE pode ser estacionário ou móvel e pode também ser referido como uma estação móvel, um terminal, um terminal de acesso, uma unidade de assinante, uma estação, etc. Um UE pode ser um telefone celular, um assistente digital pessoal (PDA), um modem sem fio, um dispositivo de comunicação sem fio, um dispositivo de mão, um computador laptop, um telefone sem fio, etc. Um UE pode se comunicar com um ou mais Nós Bs através de transmissões no downlink e uplink. O downlink (ou link direto) se refere ao link de comunicação a partir dos Nós Bs aos UEs, e o uplink (ou link reverso) se refere ao link de comunicação a partir dos UEs aos nós Bs. Na Fig. 1, uma linha contínua com setas duplas indica uma comunicação entre um Nó B e um UE. Uma linha quebrada com uma seta simples indica um UE recebendo um sinal de downlink a partir de um Nó B. Um UE pode realizar a busca de célula com base nos sinais de downlink transmitidos pelos nós Bs.

No sistema 100, os nós Bs 110 podem periodicamente transmitir sinais de sincronização para permitir que os UEs 120 detectem os Nós Bs e para obter informações tal como temporização, offset de frequência, ID de célula, etc. A tabela 1 lista três tipos

de sinais de sincronização que podem ser transmitidos por um Nó B e fornecem uma descrição sucinta para cada tipo de sinal de sincronização.

Tabela 1

Símbolo	Sinal de sincronização	Descrição
PSC	Sinal de sincronização primário	Um sinal de sincronização usado para detecção de célula durante busca inicial de célula.
SSC	Sinal de sincronização secundário	Um sinal de sincronização usado para identificação de célula durante busca inicial de célula.
BSC	Sinal sinalizador	Um sinal de sincronização usado para busca de célula vizinha para detectar por células vizinhas.

5 Um sinal de sincronização primário pode ser gerado com base em uma seqüência de código de sincronização primário (PSC), enviado em um canal de sincronização primário (P-SCH), e referido como um sinal PSC. A seqüência PSC pode ser uma seqüência CAZAC (auto correlação de  
 10 amplitude zero constante), uma seqüência de número pseudo-aleatório (PN), etc. Algumas seqüências CAZAC exemplares incluem uma seqüência Chu, uma seqüência Zadoff-Chu, uma seqüência Frank, uma seqüência tipo chirp generalizada (GCL), etc. Um sinal de sincronização secundário pode ser  
 15 gerado com base em uma seqüência secundária de código de sincronização (SSC), enviado sobre um canal secundário de sincronização (S-SCH), e referido como um sinal de SSC. A seqüência de SSC pode ser uma seqüência de comprimento máximo (seqüência-M), uma seqüência PN, uma seqüência  
 20 binária, etc. Um sinal sinalizador pode ser gerado com base em um código de orientação ou em um padrão de salto de orientação e enviado sobre um canal de sincronização de

orientação (B-SCH). O sinal de sincronização primário, o sinal de sincronização secundário, e o sinal sinalizador podem também ser referidos como simplesmente o PSC, o SSC e o BSC, respectivamente. O sinal sinalizador pode também ser referido como um sinal de sincronização de orientação, uma orientação, um sinal BSC, etc.

O PSC e o SSC para E-UTRA podem ser gerados como descrito em 3GPP TS 36.211, intitulado "Physical Channels and Modulation", Junho de 2007. O PSC e o SSC para UTRA podem ser gerados como descrito em 3GPP TS 25.213, intitulado "Spreading and Modulation", Maio de 2007. Os documentos 3GPP estão publicamente disponíveis. O PSC e o SSC podem também ser gerados em outras maneiras, por exemplo, como descrito no Pedido Provisional U.S. No. de Série 60/828.051 acima mencionado. O BSC pode ser gerado e transmitido como descrito abaixo.

O BSC pode ser transmitido com TDM ou FDM. Para um projeto de TDM, o BSC pode ocupar a largura de banda de sistema inteira em cada período de símbolo em que o BSC é transmitido. Para um projeto de FDM, o BSC pode ocupar uma parte da largura de banda de sistema em cada período de símbolo em que o BSC é transmitido.

A Fig. 2 mostra a transmissão exemplar dos três sinais de sincronização na Tabela 1 de acordo com um projeto de TDM. A linha de tempo de transmissão para o downlink pode ser dividida em unidades de quadros de rádio. Cada quadro de rádio pode ainda ser dividido em múltiplo (S) subquadros, e cada subquadro pode incluir múltiplos (T) períodos de símbolo. Em um projeto, cada quadro de rádio tem uma duração de 10 milissegundos (ms) e é dividido em  $S = 10$  subquadros, cada subquadro tem uma duração de 1 ms e é dividido em duas partições, e cada partição cobre 6 ou 7 períodos de símbolo dependendo do comprimento de prefixo

cíclico. Os quadros de rádio podem também ser divididos em outras maneiras.

Em um projeto, o PSC é transmitido no último símbolo da primeira partição em cada um dos subquadros 0 e 5, que estão no início e meio de um quadro de rádio. O SSC é transmitido imediatamente antes do PSC no subquadro 0, e o BSC é transmitido imediatamente antes do PSC no subquadro 5. Em geral, o PSC, SSC e BSC podem cada um ser transmitidos em qualquer taxa (por exemplo, algum número de vezes em cada quadro de rádio) e podem ser transmitidos na mesma ou em taxas diferentes. O SSC pode ser enviado perto do PSC de modo que uma estimativa de canal possa ser derivada com base no PSC e usada para a detecção coerente do SSC. O BSC pode ser enviado em qualquer posição conhecida em um quadro de rádio.

Em um projeto, todas as células no sistema podem transmitir a mesma seqüência PSC para permitir que os UEs detectem para a presença destas células. As células diferentes podem transmitir seqüências diferentes de SSC para permitir que os UEs identifiquem estas células. As células diferentes podem também transmitir o BSC usando padrões diferentes de salto de orientação para permitir que os UEs identifiquem estas células.

Um UE pode operar em um dentre diversos estados tais como estados LTE Destacado, LTE Ocioso e LTE Ativo. No estado LTE Destacado, o UE não acessou o sistema e não é conhecido pelo sistema. O UE pode ligar no estado LTE Destacado e pode depois disso efetuar transição ao estado LTE Ocioso ou ao estado LTE Ativo quando acessando o sistema e realizando registro. No estado LTE Ocioso, o UE pode ter se registrado com o sistema mas pode estar ocioso e não ter nenhum dado para trocar no downlink ou uplink. No estado LTE Ocioso, o UE e o sistema podem ter as

informações de contexto pertinentes para permitir rapidamente o UE de efetuar transição ao estado LTE Ativo. O UE pode efetuar transição ao estado LTE Ativo quando há dados a enviar ou receber. No estado LTE Ativo, o UE pode  
5 ativamente comunicar-se com o sistema no downlink e/ou uplink.

O UE pode realizar busca inicial de célula, por exemplo, no estado LTE Destacado ao ligar, usando um processo de três estágios. Em um projeto, o processo de  
10 três estágios pode incluir:

1. Estágio de detecção de PSC -
  - a. Detectar células com base no PSC transmitido pelas células,
  - b. Obter temporização de símbolo para cada célula  
15 detectada, e
  - c. Estimar offset de frequência e resposta de canal para cada célula detectada;
2. Estágio de detecção de SSC -
  - a. Obter temporização de quadro para cada célula  
20 detectada, e
  - b. Identificar cada célula detectada com base no SSC transmitido pela célula; e
3. Estágio de demodulação de canal de broadcast (BCH) -
  - a. Obter largura de banda de sistema, comprimento  
25 de prefixo cíclico, e outras informações de sistema a partir do BCH de uma célula detectada.

Para o estágio de detecção de PSC, a temporização de símbolo e de quadro pode ser desconhecida, assim o UE pode correlacionar um sinal recebido com uma seqüência PSC  
30 localmente gerada em hipóteses de temporização diferentes (ou offsets de tempo) a fim de detectar as seqüências PSC transmitidas pelas células. Para o estágio de detecção de SSC, a temporização do símbolo pode ser conhecida a partir

do estágio de detecção de PSC, mas pode haver muitas hipóteses de SSC (por exemplo, IDs de célula) para testar. O UE pode correlacionar o sinal recebido com diferentes seqüências possíveis de SSC a fim de detectar a seqüência SSC transmitida por cada célula detectada pelo estágio de  
5 detecção de PSC.

Depois da busca inicial de célula, uma célula pode ser selecionada para servir o UE. O UE pode se comunicar com esta célula servidora no estado LTE Ativo ou  
10 pode acampar (camp on) nesta célula no estado LTE Ocioso.

O UE puder realizar busca de célula vizinha, por exemplo, enquanto no estado LTE Ocioso ou no estado LTE Ativo, para procurar melhores células do que a célula atual servidora. Para a busca de célula vizinha, o UE pode já ter  
15 certas informações tal como a largura de banda de sistema, temporização de símbolo e quadro, e o comprimento de prefixo cíclico. Em um projeto, o UE pode procurar por células vizinhas correlacionando o sinal recebido com as diferentes seqüências possíveis de SSC na mesma maneira que  
20 para a busca inicial de célula. Entretanto, a busca de célula vizinha contínua com base na correlação pode consumir potência de bateria em excesso no UE. A busca de célula inicial pode ser realizada somente uma vez ao ligar, e o elevado consumo de potência de bateria por um curto  
25 período de tempo pode ser aceitável. O UE pode continuamente realizar busca de célula vizinha enquanto estiver ligado. Por conseguinte, a baixa complexidade de busca pode ser altamente desejável para busca de célula vizinha a fim de reduzir o consumo de potência de bateria.

30 Em um aspecto, a busca de célula vizinha pode ser realizada com base nos sinais sinalizadores transmitidos pelas células. Um sinal sinalizador inclui os componentes de banda estreita do sinal de alta potência (por exemplo,

em uma ou poucas subportadoras) que podem ser muito mais elevados em potência se comparado a outros sinais tais como sinais de dados de usuário. O sinal sinalizador pode ser composto de uma seqüência de símbolos sinalizadores. Em um  
5 projeto, um símbolo sinalizador para um sinal sinalizador é um símbolo OFDM em que toda ou uma grande fração da potência de transmissão de célula total é usada para uma subportadora. Em outros projetos, um símbolo sinalizador pode ter toda ou uma grande fração de potência de  
10 transmissão de célula total em um pequeno número de subportadoras. Para maior clareza, a seguinte descrição é para o projeto em que um sinal sinalizador usa uma subportadora em cada período de símbolo em que o sinal sinalizador é transmitido. Uma vez que uma grande  
15 quantidade de energia é transmitida em apenas uma subportadora, um sinal sinalizador pode confiantemente ser detectado mesmo na baixa relação sinal/ruído (SNR).

Em um projeto, a busca de célula vizinha pode incluir:

- 20 1. Detecção de orientação -
  - a. Detectar subportadoras candidatas com alta qualidade de sinal recebido, e
  - b. Identificar as células vizinhas com base nas subportadoras candidatas.

25 Após detectar uma célula vizinha, o UE pode medir a qualidade de canal de downlink para a célula vizinha com base em um canal piloto transmitido pela célula. O UE pode relatar qualidades de canal de downlink para todas as células vizinhas detectadas para o sistema, que pode fazer  
30 decisões de handover para o UE com base no relatório.

O sistema pode ter uma largura de banda de sistema configurável, que pode ser selecionada a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema possíveis. Em

um projeto, as larguras de banda de sistema possíveis incluem 1,25, 2,5, 5, 7,5, 10, 15 e 20 MHz. Outras larguras de banda de sistema possíveis podem também ser suportadas. Os UEs podem também ter capacidades diferentes, que podem  
5 ser caracterizadas pelas larguras de banda suportadas por estes UEs. Em um projeto, o UEs é assumido para suportar uma largura de banda mínima de 10 MHz.

Em um projeto, o número de sinais sinalizadores para transmitir por uma célula pode ser configurável e  
10 determinado com base na largura de banda de sistema e na capacidade de largura de banda de UE. Em geral, a célula pode transmitir um número suficiente de sinais sinalizadores dentro da largura de banda de sistema tais que um UE com a capacidade de largura de banda mínima pode  
15 receber pelo menos um sinal sinalizador a partir da célula.

A Fig. 3A mostra um projeto de transmissão de orientação TDM para uma largura de banda de sistema de 20 MHz. Neste projeto, a largura de banda de sistema pode ser dividida em uma metade esquerda de 10 MHz e uma metade  
20 direita de 10 MHz. Um sinal sinalizador pode ser transmitido na metade esquerda, um outro sinal sinalizador pode ser transmitido na metade direita, e cada sinal sinalizador pode cobrir 10 MHz. O PSC e o SSC podem ser transmitidos no centro de 1,25 MHz da largura de banda de  
25 sistema. Um UE capaz de 10 MHz pode operar ou na metade esquerda ou na metade direita da largura de banda de sistema e poderia então ser capaz de receber um dos dois sinais sinalizadores.

A Fig. 3B mostra um projeto de transmissão de orientação TDM para uma largura de banda de sistema de 15 MHz. Neste projeto, a largura de banda de sistema pode ser dividida em uma metade esquerda de 7,5 MHz e uma metade  
30 direita de 7,5 MHz. Um sinal sinalizador pode ser

transmitido a cada metade, e cada sinal sinalizador pode cobrir 7,5 MHz. O PSC e o SSC podem ser transmitidos no centro da largura de banda de sistema. Um UE capaz de 10 MHz pode operar sobre a metade esquerda ou direita da largura de banda de sistema.

Quando múltiplos sinais sinalizadores são transmitidos, por exemplo, como mostrado nas Figs. 3A e 3B, o mesmo ou sinais diferentes de orientação podem ser transmitidos em partes diferentes da largura de banda de sistema. Entretanto, transmitir o mesmo sinal sinalizador pode simplificar a operação.

A Fig. 3C mostra um projeto de transmissão de orientação TDM para uma largura de banda de sistema de 10 MHz. Neste projeto, um sinal sinalizador pode ser transmitido através da largura de banda de sistema inteira e pode cobrir 10 MHz. O PSC e o SSC podem ser transmitidos no centro da largura de banda de sistema. Um UE capaz de 10 MHz podem operar sobre a largura de banda de sistema inteira.

A transmissão de orientação TDM para larguras de banda de sistema de 7,5, 5, 2,5 e 1,25 MHz pode ser similar à transmissão de orientação TDM para uma largura de banda de sistema de 10 MHz. Para cada largura de banda de sistema que é igual ou menor do que a capacidade de largura de banda de UE, um sinal sinalizador pode ser transmitido através da largura de banda de sistema inteira.

A Fig. 4 mostra transmissão exemplar dos três sinais de sincronização na Tabela 1 de acordo com um projeto FDM. Em um projeto, um quadro de rádio inclui 10 subquadros, o PSC é transmitido em cada um dos subquadros 0 e 5, e o SSC é transmitido imediatamente antes do PSC. O BSC pode ser transmitido com o PSC e também com o SSC, como mostrado na Fig. 4. Alternativamente, o BSC pode ser

transmitido somente com o PSC ou somente com o SSC. Em geral, o PSC, o SSC e o BSC podem cada um ser transmitidos em qualquer taxa.

5 A Fig. 5A mostra um projeto de transmissão de orientação FDM para uma largura de banda de sistema de 20 MHz. Neste projeto, a largura de banda de sistema pode ser dividida em uma metade esquerda de 10 MHz e em uma metade direita de 10 MHz. O PSC e o SSC podem ser transmitidos no centro de 1,25 MHz da largura de banda de sistema. Um sinal  
10 sinalizador pode ser transmitido na parte da metade esquerda que não é ocupada pelo PSC e pelo SSC. Um outro sinal sinalizador pode ser transmitido na parte da metade direita que não é ocupada pelo PSC e pelo SSC.

A Fig. 5B mostra um projeto da transmissão de orientação FDM para uma largura de banda de sistema de 15  
15 MHz. Neste projeto, a largura de banda de sistema pode ser dividida em uma metade esquerda de 7,5 MHz e em uma metade direita de 7,5 MHz. O PSC e o SSC podem ser transmitidos no centro de 1,25 MHz da largura de banda de sistema. Um sinal  
20 sinalizador pode ser transmitido em cada metade na parte que não é ocupada pelo PSC e pelo SSC.

A Fig. 5C mostra um projeto de transmissão de orientação FDM para uma largura de banda de sistema de 10  
25 MHz. O PSC e o SSC podem ser transmitidos no centro de 1,25 MHz da largura de banda de sistema. Um sinal sinalizador pode ser transmitido na parte restante da largura de banda de sistema que não é ocupada pelo PSC e pelo SSC. A transmissão de orientação FDM para larguras de banda de sistema de 7,5, 5 e 2,5 MHz pode ser similar à transmissão  
30 de orientação FDM para uma largura de banda de sistema de 10 MHz.

Como mostrado nas Figs. 4 a 5C, o BSC podem ser multiplexado por divisão de frequência com o PSC e o SSC no

mesmo símbolo de OFDM quando a largura de banda de sistema é maior que 1,25 MHz. O overhead geral de BSC pode ser evitado usando FDM.

Em um projeto de orientação FDM, a potência de  
5 transmissão de célula total pode ser dividida uniformemente  
através das  $K$  subportadoras totais. A quantidade de  
potência de transmissão para usar para cada subportadora de  
orientação pode então ser determinada com base no número de  
subportadoras úteis. Para a largura de banda de sistema de  
10 20 MHz, 1/8-ésimo da potência de transmissão de célula  
total pode ser usado para o PSC ou o SSC, o 7/16-ésimo da  
potência de transmissão de célula total pode ser usado para  
a subportadora de orientação à esquerda do PSC/SSC, e o  
7/16-ésimo restante da potência de transmissão de célula  
15 total pode ser usado para a subportadora de orientação à  
direita do PSC/SSC. Para a largura de banda de sistema de  
10 MHz, 1/4-ésimo da potência de transmissão de célula  
total pode ser usado para o PSC ou o SSC, e o 3/4-ésimo  
restante da potência de transmissão de célula total pode  
20 ser usado para a subportadora de orientação à direita ou à  
esquerda do PSC/SSC. A potência de transmissão de célula  
total pode também ser alocada aos sinais sinalizadores e ao  
PSC/SSC em outras maneiras.

Nos projetos mostrados nas Figs. 3A a 3C e as  
25 Figs. 5A a 5C, o PSC e SSC são enviados em 1,25 MHz e estão  
situados no centro da largura de banda de sistema. Isto  
permite que um UE realize busca inicial da célula com base  
no PSC e no SSC sem considerar a largura de banda de  
sistema. O PSC e o SSC podem também ser transmitidos em  
30 outras maneiras, por exemplo, enviado sobre uma largura de  
banda diferente e/ou colocados em outras posições dentro da  
largura de banda de sistema.

Após ter terminado a busca de célula inicial e realizar outros procedimentos, um UE pode ser orientar para operar sobre toda ou uma parte da largura de banda de sistema. As células podem transmitir sinais sinalizadores tais que o UE pode detectar estas células sem ter que comutar a frequência. Por exemplo, para uma largura de banda de sistema de 15 ou 20 MHz, um UE capaz de 10 MHz operando tanto de um lado quanto de outro da largura de banda de sistema poderia ser capaz de receber os sinais sinalizadores a partir das células vizinhas sem comutar frequência.

Em um projeto, o espaçamento entre subportadoras adjacentes é fixo em 15 KHz, e o número total de subportadoras é dependente da largura de banda de sistema. A Tabela 2 lista um conjunto de larguras de banda de sistema possíveis e o número total de subportadoras (K) para cada largura de banda de sistema de acordo com um projeto.

Tabela 2

Largura de Banda de Sistema (MHz)	Tamanho de FFT N	Número Total de Subportadoras K	Número de Subportadoras Utilizáveis M	Largura de Banda de Sinal sinalizador (MHz)
1,25	128	75	24	1,08
2,5	256	150	48	2,16
5	512	300	92	4,32
7,5	768	450	144	6,48
10	1024	600	184	8,64
15	1536	900	144	6,48
20	2048	1200	184	8,64

Uma subportadora utilizável é uma subportadora que pode ser usada para enviar um sinal sinalizador. Um conjunto de M subportadora utilizáveis pode ser definido

com base nas  $K$  subportadoras totais, onde em geral  $M \leq K$ . Em um projeto, todas as  $K$  subportadoras totais podem ser usadas para enviar um ou mais sinais sinalizadores. Em outros projetos, um subconjunto das  $K$  subportadoras pode ser usado para enviar um ou mais sinais sinalizadores.

Em um projeto, o número de subportadoras utilizáveis para um sinal sinalizador é graduável e varia em função da largura de banda de sistema. Para o projeto de orientação TDM mostrado na Tabela 2, cada terceira subportadora pode ser usada para enviar um sinal sinalizador, e as subportadoras utilizáveis são espaçadas distante por 45 KHz. Para uma largura de banda de sistema de 10 MHz ou menos, um sinal sinalizador pode ser enviado, e o número de subportadoras utilizáveis pode ser aproximadamente um terço do número total de subportadoras, ou  $M \approx K/3$ . Para uma largura de banda de sistema de mais de 10 MHz, dois sinais sinalizadores podem ser enviados, e o número de subportadoras utilizáveis para cada sinal sinalizador pode ser aproximadamente um sexto do número total de subportadoras, ou  $M \approx K/6$ . O número maior de subportadoras utilizáveis para larguras de banda de sistema maiores pode ser usado para suportar mais IDs de célula, reduzir o comprimento do padrão de salto de orientação, reduzir o tempo de busca de célula vizinha, etc.

Em um outro projeto, cada outra subportadora pode ser usada para emitir um sinal sinalizador, e as subportadoras utilizáveis são espaçadas distante por 30 KHz. Um múltiplo inteiro de 32 subportadoras pode ser utilizável para o sinal sinalizador dependendo da largura de banda de sistema.

Em ainda outro projeto, o número de subportadoras utilizáveis para um sinal sinalizador pode ser fixo, e o espaçamento entre subportadoras utilizáveis pode variar em

função da largura de banda de sistema. Por exemplo, o espaçamento útil da subportadora pode ser 45 KHz para a largura de banda de sistema de 1,25 MHz, 90 KHz para a largura de banda de sistema de 2,5 MHz, etc.

5           Em geral, qualquer número de subportadoras utilizáveis pode ser definido, e as subportadoras utilizáveis podem ser espaçadas distante por qualquer quantidade. O número de subportadoras utilizáveis e o espaçamento útil de subportadora podem ser selecionados com  
10 base no número total de subportadoras, no número mínimo desejado de subportadoras utilizáveis, no espaçamento mínimo desejado entre subportadoras utilizáveis, etc. O mesmo número de subportadoras utilizáveis e o mesmo espaçamento podem ser usados para todos os símbolos  
15 sinalizadores. Alternativamente, o número de subportadoras utilizáveis e/ou o espaçamento podem variar para símbolos diferentes de orientação.

A Fig. 6 mostra um sinal sinalizador para uma célula de acordo com um projeto de FDM. Neste projeto, o  
20 sinal sinalizador é composto de um símbolo sinalizador em cada quadro de rádio. Em um projeto, um símbolo sinalizador pode ser enviado em um período de símbolo reservado para a transmissão de orientação, por exemplo, como mostrado na Fig. 2. Em um outro projeto, um símbolo sinalizador pode  
25 substituir (ou puncionar) um outro símbolo de OFDM. Em todo caso, os símbolos sinalizadores podem ser transmitidos nas posições que são conhecidas a priori pelo UEs.

Uma subportadora de orientação é uma subportadora que tem toda ou muito da potência de transmissão usada para  
30 um sinal sinalizador. Uma subportadora de orientação pode ser selecionada a partir do conjunto de subportadoras utilizáveis. Como mostrado na Fig. 6, as subportadoras de orientação diferentes podem ser usados para símbolos

sinalizadores diferentes, e a subportadora de orientação pode variar a partir de um símbolo sinalizador ao seguinte. No exemplo mostrado na Fig. 6, a subportadora  $X_{t-1}$  é usada para o símbolo sinalizador transmitido no quadro de rádio  $t - 1$ , a subportadora  $X_t$  é usada para o símbolo sinalizador transmitido no quadro de rádio  $t$ , a subportadora  $X_{t+1}$  é usada para o símbolo sinalizador transmitido no quadro de rádio  $t + 1$ , etc.

Desde que toda ou uma grande parte da potência de transmissão de célula total pode ser usada para uma subportadora em um símbolo sinalizador, uma SNR muito elevada pode ser conseguida para a subportadora de orientação. Por exemplo, a SNR da subportadora de orientação pode ser aumentada por  $10\log_{10}(75) = 18,75$  dB se uma das 75 subportadoras é usada para a subportadora de orientação com uma largura de banda de sistema de 1,25 MHz, aumentado por  $10\log_{10}(300) = 24,77$  dB se uma das 300 subportadoras é usada para a subportadora de orientação com uma largura de banda de sistema de 5 MHz, etc. Além disso, o overhead para o sinal sinalizador pode ser relativamente pequeno. Por exemplo, se um símbolo sinalizador é transmitido em um período de símbolo em cada quadro de rádio de 140 períodos de símbolo (por exemplo, com 10 subquadros/quadro de rádio e 14 períodos de símbolo/subquadro), então o overhead de orientação é somente de 0,7%.

A Fig. 7 mostra transmissões de orientação exemplares para três células A, B e C de acordo com um projeto de FDM. Neste projeto, cada célula pode transmitir um símbolo sinalizador em um período de símbolo em cada quadro de rádio, e todas as três células podem transmitir seus símbolos sinalizadores no mesmo período de símbolo. Entretanto, as três células podem transmitir seus símbolos

sinalizadores nas subportadoras de orientação diferentes, que podem ser determinados com base nos padrões de salto de orientação ou nos códigos de orientação para estas células. Em um outro projeto, as células diferentes podem transmitir  
5 seus símbolos sinalizadores em períodos diferentes de símbolo a fim de evitar a colisão de suas subportadoras de orientação.

Em geral, qualquer tipo de informação e qualquer quantidade de informação podem ser enviados em um sinal  
10 sinalizador. O número de bits de informação ( $L$ ) que pode ser enviado no sinal sinalizador pode ser determinado pelo número de subportadoras utilizáveis ( $M$ ) para o sinal sinalizador e o número de símbolos sinalizadores ( $Q$ ) em que as informações são enviadas. Como um exemplo, se o sinal  
15 sinalizador é enviado em 24 subportadoras utilizáveis, então um dos  $24^2 = 576$  valores possíveis (ou um valor de 9 bits) pode ser enviado em dois símbolos sinalizadores. Como outro exemplo, se o sinal sinalizador é enviado em 32 subportadoras utilizáveis, então um dos  $32^2 = 1024$  valores  
20 possíveis (ou um valor de 10 bits) pode ser enviado em dois símbolos sinalizadores. Alternativamente, um valor de 9 bits pode ser enviado com 32 subportadoras utilizáveis (por exemplo, espaçado distante por 30 KHz) para um símbolo sinalizador e com 16 subportadoras utilizáveis (por  
25 exemplo, espaçados distante por 60 KHz) para um outro símbolo sinalizador. Em geral, até  $\lfloor \log_2(M^Q) \rfloor$  bits de informação podem ser enviados no sinal sinalizador em  $M$  subportadoras utilizáveis em  $Q$  símbolos sinalizadores. As informações podem ser enviadas em mais do que o número  
30 mínimo de ( $Q$ ) símbolos sinalizadores a fim de melhorar a confiabilidade, aumentar a diversidade de frequência, e melhorar a taxa de alarme falso para uma dada probabilidade de detecção.

Em um projeto, um sinal sinalizador carrega um ID de célula de uma célula. Para o projeto mostrado na Tabela 2 com  $M = 24$  para uma largura de banda de sistema de 1,25 MHz, um ID de célula de 9 bits pode ser enviado no sinal  
5 sinalizador em dois símbolos sinalizadores. O sinal sinalizador pode também carregar outras informações.

Em um projeto, cada célula é atribuída com um padrão de salto de orientação de célula específica que indica que subportadora a se usar para a subportadora de  
10 orientação em cada símbolo sinalizador. Por exemplo, 512 padrões diferentes de salto de orientação podem ser definidos e associados com os 512 IDs possíveis de célula, um padrão de salto de orientação para cada ID de célula. Conjuntos diferentes de 512 padrões de salto de orientação  
15 podem também ser definidos para as larguras de banda de sistema diferentes, um conjunto para cada largura de banda de sistema. Cada célula pode transmitir seu sinal sinalizador usando o padrão de salto de orientação para seu ID de célula. Os padrões de salto de orientação podem ser  
20 definidos tais que para quaisquer dois símbolos consecutivos de orientação, os IDs de célula diferentes estão associados com os pares exclusivos de subportadoras de orientação. Por exemplo, os 512 IDs de célula podem ser associados com os 512 pares exclusivos de subportadoras de  
25 orientação em dois símbolos consecutivos de orientação. Isto permitiria então que um UE detectasse todas as células vizinhas com quaisquer dois símbolos sinalizadores.

As células no sistema podem ser atribuídas a padrões de salto de orientação tais que suas subportadoras  
30 de orientação não colidem. Por exemplo, se há  $M = 24$  subportadoras utilizáveis, então até 24 células diferentes podem transmitir seus sinais sinalizadores em 24 subportadoras diferentes em um dado período de símbolo. O

comprimento dos padrões de salto de orientação pode ser dependente do número de subportadoras utilizáveis e do número de IDs possíveis da célula. Uma largura de banda de sistema maior pode fornecer mais subportadoras mais  
5 utilizáveis e permitir o uso de padrões de salto de orientação mais curtos, que possam reduzir o tempo de busca de célula vizinha.

Para detecção de orientação, um UE pode realizar demodulação OFDM para cada período de símbolo em que um  
10 símbolo sinalizador é enviado e obter K símbolos recebidos para as K subportadoras totais. O UE pode determinar a qualidade de sinal recebido de cada subportadora com base no símbolo recebido para essa subportadora, comparar a qualidade de sinal recebido de cada subportadora de com a  
15 um limite, e reter subportadoras candidatas com a qualidade de sinal recebido excedendo o limite. O UE pode também usar a potência recebida e/ou alguma outra métrica para identificar subportadoras candidatas. O UE pode manter uma lista de subportadoras candidatas para símbolos  
20 sinalizadores diferentes. O UE pode então identificar as células vizinhas com base na lista de subportadoras candidatas e dos padrões de salto de orientação de célula específica conhecidos para todos os IDs de célula possíveis.

25 Em um outro projeto, cada célula é atribuída com um código de orientação de célula específica que indica que subportadora se usar para a subportadora de orientação em cada símbolo sinalizador. O código de orientação pode ser um código separável de distância máxima (MDS), que pode  
30 gerar palavras-código que têm a distância mínima possível maior entre palavras-código e fornecer assim a maior capacidade de correção de erro para uma dada quantidade de redundância. O código de Reed-Solomon é um exemplo de um

código MDS. Alguns códigos polinomiais podem também ter determinadas características de um código MDS.

Em um projeto de código Reed-Solomon exemplar, M subportadoras são usadas para transmitir um sinal 5 sinalizador e são atribuídos índices de 0 a M - 1, onde M pode ser dependente da largura de banda de sistema. Os símbolos sinalizadores são transmitidos em tempos diferentes dados pelo índice t, onde  $0 \leq t < \infty$ . Para um símbolo sinalizador com índice t, o sinal sinalizador pode 10 ser transmitido em uma subportadora com índice  $X_t$ , que pode ser expresso como:

$$X_t = p_1^{\alpha_1 + Zt} \oplus p_1^{\alpha_2} p_2^{Zt}, \quad \text{Eq(1)}$$

onde  $p_1$  é um elemento primitivo do campo  $Z_M$  e  $p_2 = p_1^2$ ,

$\alpha_1$  e  $\alpha_2$  são fatores exponenciais determinados com base 15 no ID de célula,

Z é um final superior da faixa para  $\alpha_1$ , e

$\oplus$  denota adição de módulo.

O campo  $Z_M$  contém M elementos de 0 a M - 1. Um elemento primitivo do campo  $Z_M$  é um elemento de  $Z_M$  que pode 20 ser usado para gerar todos os M - 1 elementos não-zero de  $Z_M$ . Como um exemplo, para o campo  $Z_7$  contendo sete elementos de 0 a 6, 5 é um elemento primitivo de  $Z_7$  e pode ser usado para gerar todos os seis elementos não-zero de  $Z_7$  como se segue:  $5^0 \text{ mod } 7 = 1$ ,  $5^1 \text{ mod } 7 = 5$ ,  $5^2 \text{ mod } 7 = 4$ ,  $5^3$  25  $\text{ mod } 7 = 6$ ,  $5^4 \text{ mod } 7 = 2$ , e  $5^5 \text{ mod } 7 = 3$ .

Na equação (1), operações aritméticas estão sobre o campo  $Z_M$ . Por exemplo, a adição de A e B pode ser dada por  $(A + B) \text{ mod } M$ , a multiplicação de A com B pode ser dada por  $(A \cdot B) \text{ mod } M$ , A elevado à potência de B pode ser dado 30 por  $A^B \text{ mod } M$ , etc. As adições dentro dos expoentes são adições de inteiro módulo-M.

Código de orientação diferentes podem ser definidos com valores diferentes de  $Z$  e  $M$ . O código de orientação mostrado na equação (1) é periódico com um período de  $P = M/Z$  símbolos. Portanto,  $X_t = X_{t+P}$  para qualquer dado  $t$ .

Os fatores exponenciais  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  podem ser definidos como:

$$0 \leq \alpha_1 < Z, \text{ e} \quad \text{Eq(2)}$$

$$0 \leq \alpha_2 < (M - 1).$$

Um ID de célula (ou uma mensagem) pode ser mapeada em  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  como se segue:

$$\text{ID de célula} = (M - 1) \cdot \alpha_1 + \alpha_2, \text{ ou} \quad \text{Eq(3)}$$

$$\text{ID de célula} = \alpha_1 + (Z - 1) \cdot \alpha_2$$

Um UE pode recuperar um ID de célula enviado em sinal sinalizador com dois símbolos sinalizadores consecutivos na presença de uma célula mesmo sem informações de tempo. Por exemplo, o UE pode receber dois símbolos sinalizadores  $x_1$  e  $x_2$  em tempos  $t$  e  $t + 1$ . Os símbolos sinalizadores recebidos podem ser expressos como:

$$x_1 = p_1^{\alpha_1+Zt} \oplus p_1^{\alpha_2} p_2^{Zt}, \text{ e} \quad \text{Eq(4)}$$

$$x_2 = p_1^{\alpha_1+Z(t+1)} \oplus p_1^{\alpha_2} p_2^{Z(t+1)} = p_1^Z p_1^{\alpha_1+Zt} \oplus p_2^Z p_1^{\alpha_2} p_2^{Zt}$$

O conjunto da equação (4) pode ser expresso na forma de matriz como se segue:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ p_1^Z & p_2^Z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1^{\alpha_1+Zt} \\ p_1^{\alpha_2} p_2^{Zt} \end{pmatrix} = \underline{\mathbf{A}} \begin{pmatrix} p_1^{\alpha_1+Zt} \\ p_1^{\alpha_2} p_2^{Zt} \end{pmatrix}, \quad \text{Eq(5)}$$

onde  $p_1^Z$  e  $p_2^Z$  são iguais a dois elementos específicos do campo  $Z_M$ .

O UE pode solucionar por termos  $p_1^{\alpha_1+Zt}$  e  $p_1^{\alpha_2} p_2^{Zt}$  na equação (5), como se segue:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \underline{\mathbf{A}}^{-1} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1^{\alpha_1+Zt} \\ p_1^{\alpha_2} p_2^{Zt} \end{pmatrix} \quad \text{Eq(6)}$$

O UE pode obter o expoente de  $p_1^{\alpha_1 + Zt}$  como se segue:

$$z_1 = \log(y_1)/\log(p_1) = (\alpha_1 + Zt) \text{ mod } M \quad \text{Eq(7)}$$

O logaritmo na equação (7) é sobre o campo  $Z_M$ . Um dado valor de  $y$  mapeia em um valor específico de  $z$ . O mapeamento de  $y$  em  $z$  pode ser realizado com uma tabela de consulta ou de alguma outra maneira. O fator exponencial  $\alpha_1$  e o índice de tempo  $t$  pode ser obtido da equação (7), como se segue:

$$\alpha_1 = z_1 \text{ mod } Z, \text{ e} \quad \text{Eq(8a)}$$

$$t = z_1 \text{ div } Z. \quad \text{Eq(8b)}$$

O UE pode também recuperar o ID de célula a partir do sinal sinalizador com quaisquer dois símbolos sinalizadores não-consecutivos na presença de uma célula. Os elementos da matriz **A** são dependentes dos símbolos sinalizadores recebidos pelo UE. O UE pode também recuperar os IDs de célula dos sinais sinalizadores transmitidos por duas células com três símbolos sinalizadores consecutivos.

O código de orientação mostrado na equação (1) pode ser usado para gerar padrões de salto de orientação para todos os IDs possíveis de célula. Outros códigos de orientação podem também ser usados para o sinal sinalizador.

A Fig. 8 mostra um diagrama de blocos de um projeto do Nó B 110 e do UE 120, que são um dos Nós Bs e um dos UEs na Fig. 1. Neste projeto, o Nó B 110 é equipado com  $T$  antenas 824a a 824t, e UE 120 é equipado com  $R$  antenas 852a a 852r, onde em geral  $T \geq 1$  e  $R \geq 1$ .

No Nó B 110, um processador de dados de transmissão (TX) 814 pode receber dados de tráfego para um ou mais UEs a partir de uma fonte de dados 812. O processador de dados TX 814 pode processar (por exemplo, formatar, codificar, e intercalar) os dados de tráfego para

cada UE com base em um ou mais esquemas de codificação selecionados para aquele UE para obter dados codificados. O processador de dados TX 814 pode então modular (ou mapear em símbolo) os dados codificados para cada UE com base em  
5 um ou mais esquemas de modulação (por exemplo, BPSK, QSPK, PSK ou QAM) selecionados para aquele UE para obter símbolos de modulação.

Um processador MIMO TX 820 pode multiplexar os símbolos de modulação para todos os UEs com símbolos de  
10 piloto usando algum esquema de multiplexação. O piloto é tipicamente dado conhecido que é processado em uma maneira conhecida e pode ser usado por um receptor para estimação de canal e outras finalidades. O processador MIMO TX 820 pode processar (por exemplo, pré-codificar) os símbolos de  
15 modulação multiplexados e os símbolos de piloto e fornecer T fluxos de símbolos de saída aos T transmissores (TMTR) 822a a 822t. Em determinados projetos, o processador MIMO TX 820 pode aplicar pesos de formação de feixe aos símbolos de modulação para direcionar espacialmente estes símbolos.  
20 Cada transmissor 822 pode processar um respectivo fluxo de símbolos de saída (por exemplo, para OFDM) para obter um fluxo de chip de saída. Cada transmissor 822 pode mais processar (por exemplo, converter em analógico, amplificar, filtrar, e converter ascendentemente) o fluxo de chip de  
25 saída para obter um sinal de downlink. Os T sinais de downlink dos transmissores 822a a 822t podem ser transmitidos através das T antenas 824a a 824t, respectivamente.

No UE 120, as antenas 852a a 852r podem receber  
30 os sinais de downlink a partir do Nó B 110 e fornecer sinais recebidos aos receptores (RCVR) 854a a 854r, respectivamente. Cada receptor 854 pode condicionar (por exemplo, filtrar, amplificar, converter descendentemente, e

digitalizar) um respectivo sinal recebido para obter amostras e pode ainda processar as amostras (por exemplo, para OFDM) para obter símbolos recebidos. Um detector MIMO 860 pode receber e processar os símbolos recebidos a partir de todos os R receptores 854a a 854r com base em uma técnica de processamento de receptor MIMO para obter os símbolos detectados, que são estimativas dos símbolos de modulação transmitidos pelo Nó B 110. Um processador de dados de recepção (RX) 862 pode então processar (por exemplo, demodular, deintercalar, e decodificar) os símbolos detectados e fornecer dados decodificados para UE 120 a um depósito de dados 864. Em geral, o processamento pelo detector MIMO 860 e processador de dados RX 862 é complementar ao processamento pelo processador MIMO TX 820 e processador de dados TX 814 no Nó B 110.

No uplink, em UE 120, dados de tráfego a partir de uma fonte de dados 876 e sinalização podem ser processados por um processador de dados TX 878, adicionalmente processados por um modulador 880, condicionados pelos transmissores 854a a 854r, e transmitidos ao Nó B 110. No Nó B 110, os sinais de uplink a partir do UE 120 podem ser recebidos pelas antenas 824, condicionados pelos receptores 822, demodulados por um demodulador 840, e processados por um processador de dados RX 842 para obter os dados de tráfego e a sinalização transmitidos pelo UE 120.

Os controladores/processadores 830 e 870 podem orientar a operação no Nó B 110 e no UE 120, respectivamente. As memórias 832 e 872 podem armazenar dados e códigos de programa para o Nó B 110 e o UE 120, respectivamente. Um processador de sincronização (Sync) 874 pode realizar busca inicial de célula e busca de célula vizinha com base nas amostras a partir dos receptores 854 e

pode fornecer IDs de célula e outras informações para células detectadas. Um programador 834 pode programar UEs para transmissão de downlink e/ou uplink e pode fornecer atribuições de recursos para os UEs programados.

5           A Fig. 9 mostra um diagrama de blocos de um projeto de um gerador de sinal sinalizador 900, que inclui um gerador de símbolo sinalizador 910 e um modulador OFDM 930. O gerador 910 pode ser parte do processador de dados TX 814 no Nó B 110, e o modulador OFDM 930 pode ser parte  
10 de cada transmissor 822.

Dentro do gerador de símbolo sinalizador 910, uma unidade 912 pode receber a largura de banda de sistema e determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para um sinal sinalizador com base na largura de banda de sistema.  
15 Uma unidade 914 pode receber um ID de célula e/ou outras informações e determinar um padrão de salto de orientação ou um código de orientação com base nas informações recebidas. Para cada símbolo sinalizador, um seletor 916 pode selecionar uma subportadora de orientação a partir do  
20 conjunto dos subportadoras utilizáveis com base no padrão de salto de orientação ou código de orientação. Um ou múltiplos sinais sinalizadores podem ser transmitidos, dependendo da largura de banda de sistema. Para cada símbolo sinalizador, um mapeador 918 pode mapear um símbolo  
25 de alta potência na subportadora de orientação para cada sinal sinalizador e pode mapear símbolos com valores zero em subportadoras restantes. Um multiplexador (Mux) 920 pode multiplexar os símbolos a partir do gerador 910 com outros símbolos para TDM ou FDM.

30           Dentro do modulador OFDM 930, uma unidade de transformada Fourier discreta inversa (IDFT) 932 pode realizar um IDFT em K símbolos do multiplexador 920 para cada período de símbolo sinalizador e fornecer K amostras

de domínio de tempo. Uma unidade de inserção de prefixo cíclico 934 pode anexar um prefixo cíclico às K amostras de domínio de tempo copiando as últimas C amostras e adicionando estas C amostras à parte da frente das K amostras. A unidade 934 pode fornecer um símbolo OFDM contendo um símbolo de alta potência em cada subportadora de orientação e valores zero nas subportadoras restantes usadas para os sinais sinalizadores.

A Fig. 10 mostra um diagrama de blocos de um projeto de um processador de orientação 1000, que inclui um demodulador OFDM 1010 e um detector de orientação 1020. O demodulador OFDM 1010 pode ser parte de cada receptor 854 no UE 120, e o detector de orientação 1020 pode ser parte do processador de sincronização 874.

Dentro do demodulador OFDM 1010, para cada símbolo recebido de OFDM, uma unidade de remoção de prefixo cíclico 1012 pode remover o prefixo cíclico e fornecer K amostras recebidas. Uma unidade de transformada de Fourier discreta (DFT) 1014 pode realizar uma DFT nas K amostras recebidas e fornecer K símbolos recebidos.

Dentro do detector de orientação 1020, uma unidade 1022 pode detectar subportadoras candidatas em cada símbolo sinalizador. Dentro da unidade 1022, uma unidade 1024 pode computar a qualidade de sinal de cada símbolo recebido e fornecer a qualidade de sinal recebido da subportadora correspondente. Um comparador 1026 pode comparar a qualidade de sinal recebido de cada subportadora com um limite e fornecer subportadoras qualidade de sinal recebido que excede o limite como subportadoras candidatas. Uma unidade 1028 pode receber a largura de banda de sistema e determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis com base na largura de banda de sistema. Um detector de padrão de orientação 1030 pode detectar IDs de célula com base nas

subportadoras candidatas, no conjunto de subportadoras utilizáveis, e nos padrões de salto de orientação para todos os IDs possíveis de célula. Alternativamente, o detector 1030 pode detectar os IDs de célula com base no código de orientação.

A Fig. 11 mostra um projeto de um processo 1100 para transmissão de orientação. O processo 1100 pode ser realizado por um transmissor tal como um Nó B, um repetidor, uma estação de broadcast, etc. A largura de banda de sistema pode ser determinada a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema possíveis (bloco 1112). Um conjunto de subportadoras utilizáveis para um sinal sinalizador pode ser determinado com base na largura de banda de sistema (bloco 1114). As subportadoras utilizáveis podem ter um espaçamento predeterminado, e o número de subportadoras utilizáveis pode ser dependente da largura de banda de sistema, por exemplo, como mostrado na Tabela 2. Alternativamente, o número de subportadoras utilizáveis pode ser fixo, e o espaçamento entre subportadoras utilizáveis pode ser dependente da largura de banda de sistema. Em todo caso, o sinal sinalizador pode ser gerado com base no conjunto de subportadoras (bloco 1116). O sinal sinalizador pode ser transmitido para ajudar receptores em detectar o transmissor/célula, por exemplo, para ajudar os UEs de realizar busca de célula vizinha para detectar células vizinhas quando os UEs estiverem em estados ocioso e ativo (bloco 1118). Uma célula pode corresponder a qualquer tipo de transmissor.

Em um projeto do bloco 1116, o sinal sinalizador pode ser mapeado em uma subportadora (ou uma subportadora de orientação) no conjunto de subportadoras em cada período de símbolo em que o sinal sinalizador é transmitido. Em um projeto, um padrão de salto de orientação pode ser

determinado com base em um ID de célula, e a subportadora de orientação pode ser selecionada a partir do conjunto de subportadoras com base no padrão de salto de orientação. Em um outro projeto, a subportadora de orientação pode ser  
5 selecionada a partir do conjunto de subportadoras com base em um código de orientação que pode indicar que subportadora a se usar para o sinal sinalizador em cada período de símbolo sinalizador. Em geral, uma ou mais subportadoras podem ser selecionadas a partir do conjunto  
10 de subportadoras em cada período de símbolo sinalizador com base em qualquer esquema.

O sinal sinalizador pode ser enviado usando TDM, e somente o sinal sinalizador pode ser mapeado na largura de banda de sistema em cada período de símbolo sinalizador.  
15 O sinal sinalizador pode também ser enviado usando FDM, e o sinal sinalizador e pelo menos um outro sinal podem ser mapeados nas partes diferentes da largura de banda de sistema em cada período de símbolo sinalizador.

O número de sinais sinalizadores para transmitir  
20 pode ser determinado com base na largura de banda de sistema. Por exemplo, um sinal sinalizador pode ser transmitido se a largura de banda de sistema é igual ou menor do que um valor predeterminado, e os múltiplos sinais sinalizadores podem ser transmitidos se a largura de banda  
25 de sistema é maior do que o valor predeterminado.

A Fig. 12 mostra um projeto de um equipamento 1200 para a transmissão de orientação. O equipamento 1200 inclui meios para determinar a largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema  
30 possíveis (módulo 1212), meios para determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para um sinal sinalizador com base na largura de banda de sistema (módulo 1214), meios para gerar o sinal sinalizador com base no conjunto de

subportadoras (módulo 1216), e meios para transmitir o sinal sinalizador para ajudar os UEs de realizar busca de célula vizinha para detectar células vizinhas (módulo 1218).

5           A Fig. 13 mostra um projeto de um processo 1300 para a detecção de orientação. O processo 1300 pode ser realizado por um receptor tal como um UE, etc. A largura de banda de sistema pode ser determinada a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema possíveis, por  
10 exemplo, com base nas informações de sistema recebidas de uma célula detectada durante a busca de célula inicial (bloco 1312). Um conjunto de subportadoras utilizáveis para sinais sinalizadores pode ser determinado com base na largura de banda de sistema (bloco 1314). Os sinais  
15 sinalizadores podem ser detectados com base no conjunto de subportadoras (bloco 1316). O receptor pode periodicamente realizar a busca vizinha de célula para detectar sinais sinalizadores a partir das células vizinhas enquanto operando em um estado ocioso ou em um estado ativo.

20           Em um projeto do bloco 1316, a demodulação pode ser realizada para cada período de símbolo em que os sinais sinalizadores são transmitidos para obter símbolos recebidos. As subportadoras candidatas com a qualidade de sinal recebido excedendo um limite podem ser determinadas  
25 com base nos símbolos recebidos. As células transmitindo os sinais sinalizadores podem ser identificadas com base nas subportadoras candidatas e nos padrões de salto de orientação para IDs possíveis diferentes ou um código de orientação indicando que subportadora a se usar para um  
30 sinal sinalizador em cada período de símbolo para cada ID possível. A detecção de orientação no bloco 1316 pode ser baseada nos sinais sinalizadores recebidos (i) da largura de banda de sistema inteira se é igual ou menor do que a um

valor predeterminado ou (ii) uma parte da largura de banda de sistema se é maior do que o valor predeterminado.

A Fig. 14 mostra um projeto de um equipamento 1400 para a detecção de orientação. O equipamento 1400  
5 inclui meios para determinar a largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema possíveis (módulo 1412), meios para determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para os sinais sinalizadores com base na largura de banda de sistema (módulo 1414), e  
10 meios para detectar para os sinais sinalizadores com base no conjunto de subportadoras (módulo 1416).

A Fig. 15 mostra um projeto de um processo 1500 para a transmissão de sinal de sincronização por um Nó B. Um sinal de sincronização primário de banda larga usado por  
15 UEs para a detecção de célula durante a busca inicial de célula pode ser gerado, por exemplo, com base em uma seqüência PSC (bloco 1512). Um sinal de sincronização secundário de banda larga usado pelos UEs para identificação de célula durante a busca inicial de célula  
20 pode também ser gerado, por exemplo, com base em uma seqüência SSC ou em uma seqüência pseudo-aleatória para uma identificação de célula (bloco 1514). Um sinal sinalizador de banda estreita usado pelos UEs para busca de célula vizinha pode ser gerado, por exemplo, com base em um padrão  
25 de salto de orientação ou em um código de orientação para o ID de célula (bloco 1516). Os sinais primários e secundários de sincronização de banda larga podem ser enviados, por exemplo, em uma parte fixa da largura de banda de sistema (bloco 1518). O sinal de banda estreita de  
30 orientação pode ser enviado, por exemplo, em subportadoras diferentes nos períodos diferentes do símbolo em que o sinal sinalizador é transmitido (bloco 1520).

A Fig. 16 mostra um projeto de um equipamento 1600 para a transmissão de sinal de sincronização. O equipamento 1600 inclui meios para gerar um sinal de sincronização primário de banda larga usado por UEs para a  
5 detecção de célula durante a busca inicial de célula (módulo 1612), meios para gerar um sinal de sincronização secundário de banda larga usado pelos UEs para identificação de célula durante busca inicial de célula (módulo 1614), meios para gerar um sinal sinalizador de  
10 banda estreita usado pelos UEs para busca vizinha de célula (módulo 1616), meios para enviar os sinais de sincronização primários e secundários de banda larga, por exemplo, em uma parte fixa da largura de banda de sistema (módulo 1618), e de meios para enviar o sinal sinalizador de banda estreita,  
15 por exemplo, em subportadoras diferentes nos períodos de símbolo diferentes em que o sinal sinalizador é transmitido (módulo 1620).

A Fig. 17 mostra um projeto de um processo 1700 para realizar buscas de célula por um UE. Os sinais  
20 primários e/ou secundários de sincronização de banda larga podem ser recebidos a partir de uma parte fixa da largura de banda de sistema (bloco 1712). Os sinais sinalizadores de banda estreita podem ser recebidos a partir das subportadoras diferentes nos períodos de símbolo diferentes  
25 em que os sinais sinalizadores são transmitidos (bloco 1714). A busca inicial de célula pode ser realizada com base nos sinais de sincronização primários e secundários de banda larga transmitidos pelas células. As células podem ser detectadas com base nos sinais de sincronização  
30 primários de banda larga transmitidos por estas células (bloco 1716). As células detectadas podem ser identificadas com base nos sinais de sincronização secundários de banda larga transmitidos por estas células (bloco 1718). A busca

de célula vizinha pode ser realizada com base nos sinais sinalizadores de banda estreita transmitidos pelas células (bloco 1720). Os sinais de sincronização secundários de banda larga podem ser detectados com base em seqüências pseudo-aleatórias para um conjunto de IDs possíveis de célula. Os sinais sinalizadores de banda estreita podem ser detectados com base em um conjunto de padrões de salto de orientação para o conjunto de IDs possíveis de célula.

A Fig. 18 mostra um projeto de um equipamento 1800 para realizar buscas de célula. O equipamento 1800 inclui meios para receber os sinais de sincronização primários e/ou secundários de banda larga a partir de uma parte fixa da largura de banda de sistema (módulo 1812), meios para receber sinais sinalizadores de banda estreita a partir das subportadoras diferentes nos períodos de símbolo diferentes em que os sinais sinalizadores são transmitidos (módulo 1814), meios para detectar células com base nos sinais de sincronização primários de banda larga transmitidos por estas células (módulo 1816), meios para identificar células detectadas com base nos sinais de sincronização secundários de banda larga transmitidos por estas células (módulo 1818), e meios para realizar busca de célula vizinha com base nos sinais sinalizadores de banda estreita transmitidos pelas células (módulo 1820).

A Fig. 19 mostra um projeto de um processo 1900 para a transmissão de orientação FDM por um Nó B. Um sinal sinalizador pode ser gerado, por exemplo, com base em um padrão de salto de orientação ou em um código de orientação (bloco 1912). Pelo menos outro um sinal pode também ser gerado (bloco 1914). O sinal sinalizador e pelo menos um outro sinal podem ser multiplexados por divisão de freqüência em partes diferentes da largura de banda de sistema (bloco 1916). O sinal sinalizador pode ser mapeado

em subportadoras diferentes em uma primeira parte da largura de banda de sistema nos períodos de símbolo diferentes em que o sinal sinalizador é transmitido. O pelo menos um outro sinal pode ser mapeado em uma segunda parte da largura de banda de sistema nos períodos de símbolo em que o sinal sinalizador é transmitido. O pelo menos um outro sinal pode compreender (i) um sinal de sincronização primário usado para detecção de célula durante a busca inicial de célula e/ou (ii) um sinal de sincronização secundário usado para identificação de célula durante a busca inicial de célula. A largura de banda do sinal sinalizador pode ser graduável e determinada com base na largura de banda de sistema. A potência de transmissão do sinal sinalizador e a potência de transmissão do pelo menos um outro sinal podem ser determinadas com base nas frações da largura de banda de sistema usada para estes sinais.

A Fig. 20 mostra um projeto de um equipamento 2000 para a transmissão de orientação FDM. O equipamento 2000 inclui meios para gerar um sinal sinalizador, por exemplo, com base em um padrão de salto de orientação ou um código de orientação (módulo 2012), meios para gerar pelo menos outro um sinal (módulo 2014), e meios para multiplexar por divisão de frequência o sinal sinalizador e pelo menos um outro sinal em partes diferentes da largura de banda de sistema (módulo 2016).

A Fig. 21 mostra um projeto de um processo 2100 para recepção de orientação FDM por um UE. Os sinais sinalizadores podem ser recebidos a partir de uma primeira parte da largura de banda de sistema (bloco 2112). Outros sinais podem ser recebidos a partir de uma segunda parte da largura de banda de sistema (bloco 2114). Os sinais sinalizadores e os outros sinais podem ser multiplexados por divisão de frequência. Os outros sinais podem

compreender (i) sinais de sincronização primários usados para detecção de célula durante a busca inicial de célula e/ou (ii) sinais de sincronização secundários usados para identificação de célula durante a busca inicial de célula.

5           A Fig. 22 mostra um projeto de um equipamento 2200 para recepção de orientação FDM. O equipamento 2200 inclui meios para receber sinais sinalizadores a partir de uma primeira parte da largura de banda de sistema (módulo 2212), e meios para receber outros sinais de uma segunda  
10 parte da largura de banda de sistema, com os sinais sinalizadores e os outros sinais que são multiplexados por divisão de frequência (módulo 2214).

Os módulos nas Figs. 12, 14, 16, 18, 20 e 22 podem compreender processadores, dispositivos de  
15 eletrônica, dispositivos de hardware, componentes de eletrônica, circuitos lógicos, memórias, etc., ou qualquer combinação desses.

Aqueles versados na técnica compreenderiam que as informações e os sinais podem ser representados usando  
20 algumas de uma variedade de tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informações, sinais, bits, símbolos, e chips que podem ser providas durante toda a descrição acima podem ser representados por tensões, correntes, ondas  
25 eletromagnéticas, campo ou partículas magnéticos, campos ou partículas óticas, ou qualquer combinação desses.

Aqueles versados apreciariam ainda que os vários blocos, módulos, circuitos, e etapas lógicos ilustrativos do algoritmo descritos em relação à revelação aqui podem  
30 ser executados como hardware eletrônico, software de computador, ou combinações de ambos. Para ilustrar claramente esta permutabilidade de hardware e de software, os vários componentes ilustrativos, blocos, módulos,

5 circuitos, e as etapas foram descritos acima em geral nos termos de sua funcionalidade. Se tal funcionalidade é implementada como hardware ou software dependem da aplicação particular e de restrições de projeto impostas no sistema total. Os versados na técnica podem implementar a funcionalidade descrita em várias maneiras para cada aplicação particular, mas tais decisões de implementação não devem ser interpretadas como a causa de um afastamento do escopo da presente revelação.

10 Os vários blocos lógicos, módulos, e circuitos ilustrativos descritos em relação à revelação aqui podem ser implementados ou realizados com um processador de propósito geral, um processador de sinal digital (DSP), um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), um  
15 arranjo de porta programável em campo (FPGA) ou outro dispositivo de lógica programável, lógica de porta discreta ou de transistor, componentes de hardware discretos, ou qualquer combinação projetada desses para realizar as funções descritas aqui. Um processador de propósito geral  
20 pode ser um microprocessador, mas na alternativa, o processador pode ser qualquer processador, controlador, microcontrolador, ou máquina de estado convencional. Um processador pode também ser executado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação  
25 de um DSP e de um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores conjuntamente com um núcleo de DSP, ou qualquer outra tal configuração.

30 As etapas de um método ou de um algoritmo descritas em relação à revelação aqui podem ser incorporadas diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador, ou em uma combinação dos dois. Um módulo de software pode residir na memória

RAM, memória Flash, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, registradores, disco rígido, em um disco removível, em um CD-ROM, ou em qualquer outra forma de meio de armazenamento conhecido na técnica. Um meio de armazenamento exemplar é acoplado ao processador tal que o processador pode ler as informações de, e escrever informações para, o meio de armazenamento. Na alternativa, o meio de armazenamento pode ser integrado ao processador. O processador e o meio de armazenamento podem residir em um ASIC. O ASIC pode residir em um terminal de usuário. Na alternativa, o processador e o meio de armazenamento podem residir como componentes discretos em um terminal de usuário.

Em um ou mais projetos exemplares, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware, ou em qualquer combinação desses. Se implementado em software, as funções podem ser armazenadas em ou transmitido sobre uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. Os meios legíveis por computador incluem tanto o meio de armazenamento de computador como os meios de comunicação que incluem qualquer meio que facilita transferência de um programa de computador a partir de um lugar a outro. Os meios de armazenamento podem ser quaisquer meios disponíveis que podem ser acessados por um computador do uso geral ou da finalidade especial. Como exemplo, e não limitação, tais meios legíveis por computador podem compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento de disco ótico, armazenamento de disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outro meio que pode ser usado para carregar ou armazenar meios de código de programa desejados sob a forma de instruções ou estruturas de dados e que pode ser acessado por um computador de

propósito geral ou de propósito especial, ou um processador de propósito geral ou de propósito especial. Também, qualquer conexão é denominada adequadamente um meio legível por computador. Por exemplo, se o software é transmitido a partir de uma página da Web, servidor, ou de outra fonte remota usando um cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, linha de assinante digital (DSL), ou tecnologias sem fio tais como o infravermelho, rádio, e microondas, a seguir o cabo coaxial, cabo de fibra óptica, par trançado, DSL, ou tecnologias sem fio tais como o infravermelho, rádio, e microondas são incluídas na definição de meio. Disquete e disco, como usados aqui, incluem disco compacto (CD), disco laser, disco óptico, disco digital versátil (DVD), disquete flexível e disco blu-ray onde discos usualmente reproduzem dados magneticamente, enquanto discos reproduzem dados óticamente com lasers. Combinações dos acima deveriam também ser incluídas dentro do escopo dos meios legíveis por computador.

A descrição anterior da revelação é fornecida para habilitar qualquer pessoa versada na técnica de fazer ou usar a revelação. Várias modificações à revelação serão prontamente aparentes àqueles versados na técnica, e os princípios definidos aqui podem ser aplicados a outras variações sem se afastar do espírito ou escopo da revelação. Dessa forma, a revelação não pretende ser limitada aos exemplos e projetos descritos aqui mas deve ser acordado o escopo mais amplo consistente com os princípios e características novas reveladas aqui.

## REIVINDICAÇÕES

1. Um equipamento para comunicação sem fio, compreendendo:

5 pelo menos um processador configurado para determinar largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema, para determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para um sinal sinalizador com base na largura de banda de sistema, e para gerar o sinal sinalizador com base no conjunto de  
10 subportadoras; e

uma memória acoplada ao pelo menos um processador.

2. O equipamento, de acordo com a reivindicação 1, em que o pelo menos um processador é configurado para mapear o sinal sinalizador em uma subportadora no conjunto  
15 de subportadoras em cada período de símbolo no qual o sinal sinalizador é transmitido.

3. O equipamento, de acordo com a reivindicação 2, em que o pelo menos um processador é configurado para determinar um padrão de salto de orientação com base em um  
20 identificador (ID) de célula, e para selecionar a uma subportadora a partir do conjunto de subportadoras com base no padrão de salto de orientação.

4. O equipamento, de acordo com a reivindicação 2, em que o pelo menos um processador é configurado para selecionar a uma subportadora a partir do conjunto de  
25 subportadoras com base em um código de orientação indicando qual subportadora utilizar para o sinal sinalizador em cada período de símbolo no qual o sinal sinalizador é  
30 transmitido.

5. O equipamento, de acordo com a reivindicação 1, em que as subportadoras utilizáveis para o sinal sinalizador têm um espaçamento predeterminado, e em que o

número de subportadoras utilizáveis para o sinal sinalizador é variável e determinado com base na largura de banda de sistema.

5 6. O equipamento, de acordo com a reivindicação 1, em que o número de subportadoras utilizáveis para o sinal sinalizador é fixo, e em que as subportadoras utilizáveis para o sinal sinalizador têm espaçamento variável determinado com base na largura de banda de sistema.

10 7. O equipamento, de acordo com a reivindicação 1, em que o pelo menos um processador é configurado para determinar o número de sinais sinalizadores para transmitir com base na largura de banda de sistema.

15 8. O equipamento, de acordo com a reivindicação 1, em que o pelo menos um processador é configurado para gerar um sinal sinalizador se a largura de banda de sistema é igual a ou menor que um valor predeterminado, e para gerar múltiplos sinais sinalizadores se a largura de banda de sistema é maior que o valor predeterminado.

20 9. Um método para comunicação sem fio, compreendendo:

determinar largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema;

25 determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para um sinal sinalizador com base na largura de banda de sistema; e

gerar o sinal sinalizador com base no conjunto de subportadoras.

30 10. O método, de acordo com a reivindicação 9, em que a geração do sinal sinalizador compreende mapear o sinal sinalizador em uma subportadora no conjunto de subportadoras em cada período de símbolo no qual o sinal sinalizador é transmitido.

11. O método, de acordo com a reivindicação 10, em que a geração do sinal sinalizador compreende adicionalmente:

5           determinar um padrão de salto de orientação com base em um identificador (ID) de célula, e  
          selecionar a uma subportadora a partir do conjunto de subportadoras com base no padrão de salto de orientação.

12. O método, de acordo com a reivindicação 9, compreendendo adicionalmente:

          determinar o número de sinais sinalizadores para transmitir com base na largura de banda de sistema.

13. Um equipamento para comunicação sem fio, compreendendo:

15           meios para determinar largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema;

          meios para determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para um sinal sinalizador com base na largura de banda de sistema; e

20           meios para gerar o sinal sinalizador com base no conjunto de subportadoras.

14. O equipamento, de acordo com a reivindicação 13, em que os meios para gerar o sinal sinalizador compreendem meios para mapear o sinal sinalizador em uma subportadora no conjunto de subportadoras em cada período de símbolo no qual o sinal sinalizador é transmitido.

15. O equipamento, de acordo com a reivindicação 14, em que os meios para gerar o sinal sinalizador compreendem adicionalmente:

30           meios para determinar um padrão de salto de orientação com base em um identificador (ID) de célula, e

meios para selecionar a uma subportadora a partir do conjunto de subportadoras com base no padrão de salto de orientação.

16. Um meio legível por computador compreendendo 5 instruções que, quando executadas pela máquina, fazem com que a máquina realize operações incluindo:

determinar largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema;

determinar um conjunto de subportadoras 10 utilizáveis para um sinal sinalizador com base na largura de banda de sistema; e

gerar o sinal sinalizador com base no conjunto de subportadoras.

17. O meio legível por máquina, de acordo com a 15 reivindicação 16 que, quando executadas pela máquina, fazem com que a máquina realize operações incluindo adicionalmente:

mapear o sinal sinalizador em uma subportadora no conjunto de subportadoras em cada período de símbolo no 20 qual o sinal sinalizador é transmitido.

18. O meio legível por máquina, de acordo com a reivindicação 17, que, quando executadas pela máquina, fazem com que a máquina realize operações incluindo adicionalmente:

25 determinar um padrão de salto de orientação com base em um identificador (ID) de célula, e

selecionar a uma subportadora a partir do conjunto de subportadoras com base no padrão de salto de orientação.

30 19. Um equipamento para comunicação sem fio, compreendendo:

pelo menos um processador configurado para determinar largura de banda de sistema a partir de um

conjunto de larguras de banda de sistema, para determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para sinais sinalizadores com base na largura de banda de sistema, e para detectar os sinais sinalizadores com base no conjunto de subportadoras; e

5                   uma memória acoplada ao pelo menos um processador.

20. O equipamento, de acordo com a reivindicação 19, em que o pelo menos um processador é configurado para realizar demodulação para cada período de símbolo no qual os sinais sinalizadores são transmitidos para obter símbolos recebidos, para determinar subportadoras candidatas com qualidade de sinal recebido excedendo um limite com base nos símbolos recebidos, e para identificar células transmitindo os sinais sinalizadores nas subportadoras candidatas.

21. O equipamento, de acordo com a reivindicação 20, em que o pelo menos um processador é configurado para identificar as células transmitindo os sinais sinalizadores com base adicionalmente em padrões de salto de orientação para diferentes identificadores (ID) de célula possíveis.

22. O equipamento, de acordo com a reivindicação 20, em que o pelo menos um processador é configurado para identificar as células transmitindo os sinais sinalizadores com base adicionalmente em um código de orientação indicando qual subportadora utilizar para um sinal sinalizador em cada período de símbolo para cada identificador (ID) de célula possível.

23. O equipamento, de acordo com a reivindicação 19, em que o pelo menos um processador é configurado para detectar sinais sinalizadores recebidos a partir de uma largura de banda de sistema inteira se a largura de banda de sistema é igual a ou menor que um valor predeterminado,

e para detectar sinais sinalizadores recebidos a partir de uma parte da largura de banda de sistema se a largura de banda de sistema é maior que o valor predeterminado.

24. O equipamento, de acordo com a reivindicação 5 19, em que o pelo menos um processador é configurado para realizar busca de célula inicial com base em sinais de sincronização transmitidos por células, e para determinar a largura de banda de sistema com base em informações de sistema recebidas a partir de uma célula detectada pela 10 busca de célula inicial.

25. O equipamento, de acordo com a reivindicação 19, em que o pelo menos um processador é configurado para realizar periodicamente busca de célula vizinha enquanto operando em um estado ocioso ou em estado ativo para 15 detectar sinais sinalizadores a partir de células vizinhas.

26. Um método para comunicação sem fio, compreendendo:

determinar largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema;

20 determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para sinais sinalizadores com base na largura de banda de sistema; e

detectar os sinais sinalizadores com base no conjunto de subportadoras.

25 27. O método, de acordo com a reivindicação 26, em que a detecção dos sinais sinalizadores compreende:

realizar demodulação para cada período de símbolo no qual os sinais sinalizadores são transmitidos para obter símbolos recebidos,

30 determinar subportadoras candidatas com qualidade de sinal recebido excedendo um limite com base nos símbolos recebidos, e

identificar células transmitindo os sinais sinalizadores nas subportadoras candidatas.

28. O método, de acordo com a reivindicação 27, em que a detecção dos sinais sinalizadores compreende  
5 adicionalmente identificar as células transmitindo os sinais sinalizadores com base adicionalmente em padrões de salto de orientação para diferentes identificadores (ID) de célula possíveis.

29. O equipamento, de acordo com a reivindicação  
10 26, em que a detecção dos sinais sinalizadores compreende:

detectar sinais sinalizadores recebidos a partir de uma largura de banda de sistema inteira se a largura de banda de sistema é igual a ou menor que um valor predeterminado, e

15 detectar sinais sinalizadores recebidos a partir de uma parte da largura de banda de sistema se a largura de banda de sistema é maior que o valor predeterminado.

30. Um equipamento para comunicação sem fio, compreendendo:

20 meios para determinar largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema;

meios para determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para sinais sinalizadores com base na largura de banda de sistema; e

25 meios para detectar os sinais sinalizadores com base no conjunto de subportadoras.

31. O equipamento, de acordo com a reivindicação 30, em que os meios para detectar os sinais sinalizadores compreendem:

30 meios para realizar demodulação para cada período de símbolo no qual os sinais sinalizadores são transmitidos para obter símbolos recebidos,

meios para determinar subportadoras candidatas com qualidade de sinal recebido excedendo um limite com base nos símbolos recebidos, e

5 meios para identificar células transmitindo os sinais sinalizadores nas subportadoras candidatas.

32. O equipamento, de acordo com a reivindicação 31, em que os meios para detectar os sinais sinalizadores compreendem adicionalmente meios para identificar as células transmitindo os sinais sinalizadores com base  
10 adicionalmente em padrões de salto de orientação para diferentes identificadores (ID) de célula possíveis.

33. Um meio legível por máquina compreendendo instruções que, quando executadas por uma máquina, fazem com que a máquina realize operações incluindo:

15 determinar largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda de sistema;

determinar um conjunto de subportadoras utilizáveis para sinais sinalizadores com base na largura de banda de sistema; e

20 detectar os sinais sinalizadores com base no conjunto de subportadoras.

34. O meio legível por máquina, de acordo com a reivindicação 33 que, quando executadas pela máquina, fazem com que a máquina realize operações incluindo  
25 adicionalmente:

realizar demodulação para cada período de símbolo no qual os sinais sinalizadores são transmitidos para obter símbolos recebidos;

30 determinar subportadoras candidatas com qualidade de sinal recebido excedendo um limite com base nos símbolos recebidos; e

identificar células transmitindo os sinais sinalizadores nas subportadoras candidatas.

35. O meio legível por máquina, de acordo com a reivindicação 34 que, quando executadas pela máquina, fazem com que a máquina realize operações incluindo adicionalmente:

5            identificar as células transmitindo os sinais sinalizadores com base adicionalmente em padrões de salto de orientação para diferentes identificadores (ID) de célula possíveis.

36. Um equipamento para comunicação sem fio,  
10 compreendendo:

          peelo menos um processador configurado para gerar um sinal de sincronização de banda larga usada por equipamentos de usuário (UEs) para busca de célula inicial, para gerar um sinal sinalizador de banda estreita usado  
15 pelos UEs para busca de célula inicial, e para enviar o sinal de sincronização de banda larga e o sinal sinalizador de banda estreita; e

          uma memória acoplada ao pelo menos um processador.

20            37. O equipamento, de acordo com a reivindicação 36, em que o pelo menos um processador é configurado para mapear o sinal de sincronização de banda larga em uma parte fixa da largura de banda de sistema, e para mapear o sinal sinalizador de banda estreita em diferentes subportadoras  
25 em diferentes períodos de símbolo nos quais o sinal sinalizador de banda estreita é transmitido.

38. O equipamento, de acordo com a reivindicação 36, em que o sinal de sincronização de banda larga compreende um sinal de sincronização secundário, e em que o  
30 pelo menos um processador é configurado para gerar o sinal de sincronização secundário com base em uma sequência pseudo-aleatória para um identificador (ID) de célula, e

para gerar o sinal sinalizador de banda estreita com base em um padrão de salto de orientação para o ID de célula.

39. O equipamento, de acordo com a reivindicação 36, em que o sinal de sincronização de banda larga compreende um sinal de sincronização usado pelos UEs para detecção de célula durante busca de célula inicial.

40. Um equipamento para comunicação sem fio, compreendendo:

pelo menos um processador configurado para realizar busca de célula inicial em sinais de sincronização de banda larga transmitidos pelas células em um sistema de comunicação sem fio, e para realizar busca de célula vizinha com base em sinais sinalizadores de banda estreita transmitidos pelas células; e

uma memória acoplada ao pelo menos um processador.

41. O equipamento, de acordo com a reivindicação 40, em que o pelo menos um processador é configurado para receber os sinais de sincronização de banda larga a partir de uma parte fixa da largura de banda de sistema, e para receber os sinais sinalizadores de banda estreita a partir de diferentes subportadoras em diferentes períodos de símbolo nos quais os sinais sinalizadores de banda estreita são transmitidos.

42. O equipamento, de acordo com a reivindicação 40, em que o sinal de sincronização de banda larga compreende sinais de sincronização secundários, e em que o pelo menos um processador é configurado para detectar os sinais de sincronização secundários com base em sequências pseudo-aleatórias para um conjunto de identificadores (IDs) de célula possíveis, e para detectar os sinais sinalizadores de banda estreita com base em um conjunto de

padrões de salto de orientação para o conjunto de IDs de célula possíveis.

43. O equipamento, de acordo com a reivindicação 40, em que os sinais de sincronização de banda larga compreendem sinais de sincronização primários, e em que o pelo menos um processador é configurado para detectar células durante busca de célula inicial com base nos sinais de sincronização primários transmitidos pelas células.

44. Um equipamento para comunicação sem fio, compreendendo:

pelo menos um processador configurado para gerar um sinal sinalizador, para gerar pelo menos um outro sinal, e para multiplexar por divisão de frequência o sinal sinalizador e o pelo menos um outro sinal em diferentes partes da largura de banda de sistema; e

uma memória acoplada ao pelo menos um processador.

45. O equipamento, de acordo com a reivindicação 44, em que o pelo menos um outro sinal compreende um sinal de sincronização secundário usado para busca inicial de célula.

46. O equipamento, de acordo com a reivindicação 44, em que o pelo menos um outro sinal compreende um sinal de sincronização primário usado para detecção de célula durante busca inicial de célula.

47. O equipamento, de acordo com a reivindicação 44, em que o pelo menos um processador é configurado para mapear o sinal sinalizador em diferentes subportadoras em uma primeira parte da largura de banda de sistema em diferentes períodos de símbolo nos quais o sinal sinalizador é transmitido, e para mapear o pelo menos um outro sinal em uma segunda parte da largura de banda de

sistema nos períodos de símbolo nos quais o sinal sinalizador é transmitido.

48. O equipamento, de acordo com a reivindicação 47, em que o pelo menos um processador é configurado para  
5 determinar uma primeira fração da potência de transmissão total para usar para o sinal sinalizador com base na primeira parte da largura de banda de sistema, e para determinar uma segunda fração da potência de transmissão total para usar para o pelo menos um outro sinal com base  
10 na segunda parte da largura de banda de sistema.

49. O equipamento, de acordo com a reivindicação 44, em que o pelo menos um processador é configurado para determinar a largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda possíveis, e para determinar  
15 largura de banda do sinal sinalizador com base na largura de banda de sistema.

50. Um equipamento para comunicação sem fio, compreendendo:

pelo menos um processador configurado para  
20 receber sinais sinalizadores a partir de uma primeira parte da largura de banda de sistema, e para receber outros sinais a partir de uma segunda parte da largura de banda de sistema, os sinais sinalizadores e os outros sinais sendo multiplexados por divisão de frequência; e

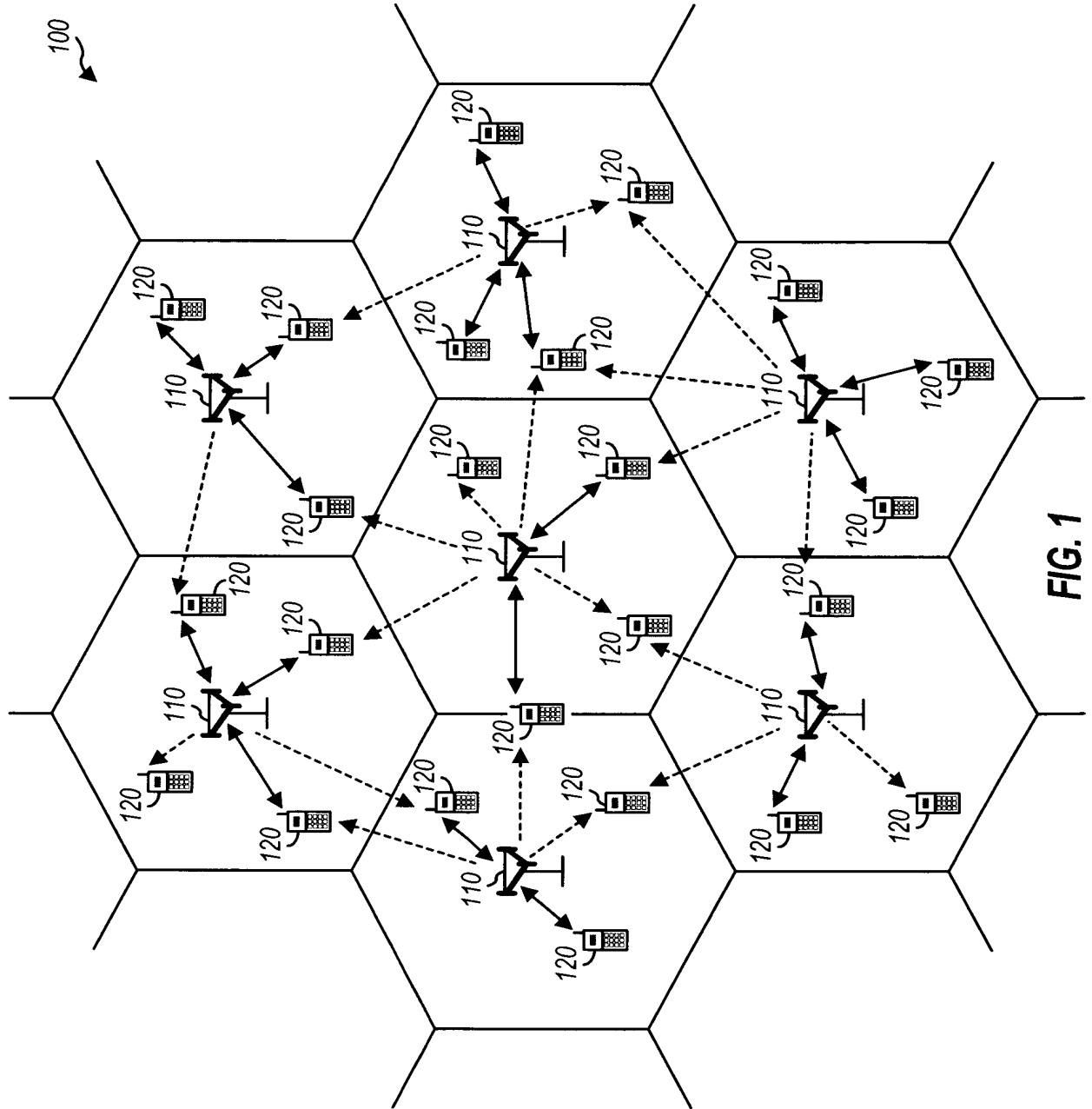
25 uma memória acoplada ao pelo menos um processador.

51. O equipamento, de acordo com a reivindicação 50, em que os outros sinais compreendem sinais de sincronização secundários, e em que o pelo menos um  
30 processador é configurado para realizar busca inicial de célula com base nos sinais de sincronização secundários e para realizar busca de célula vizinha nos sinais sinalizadores.

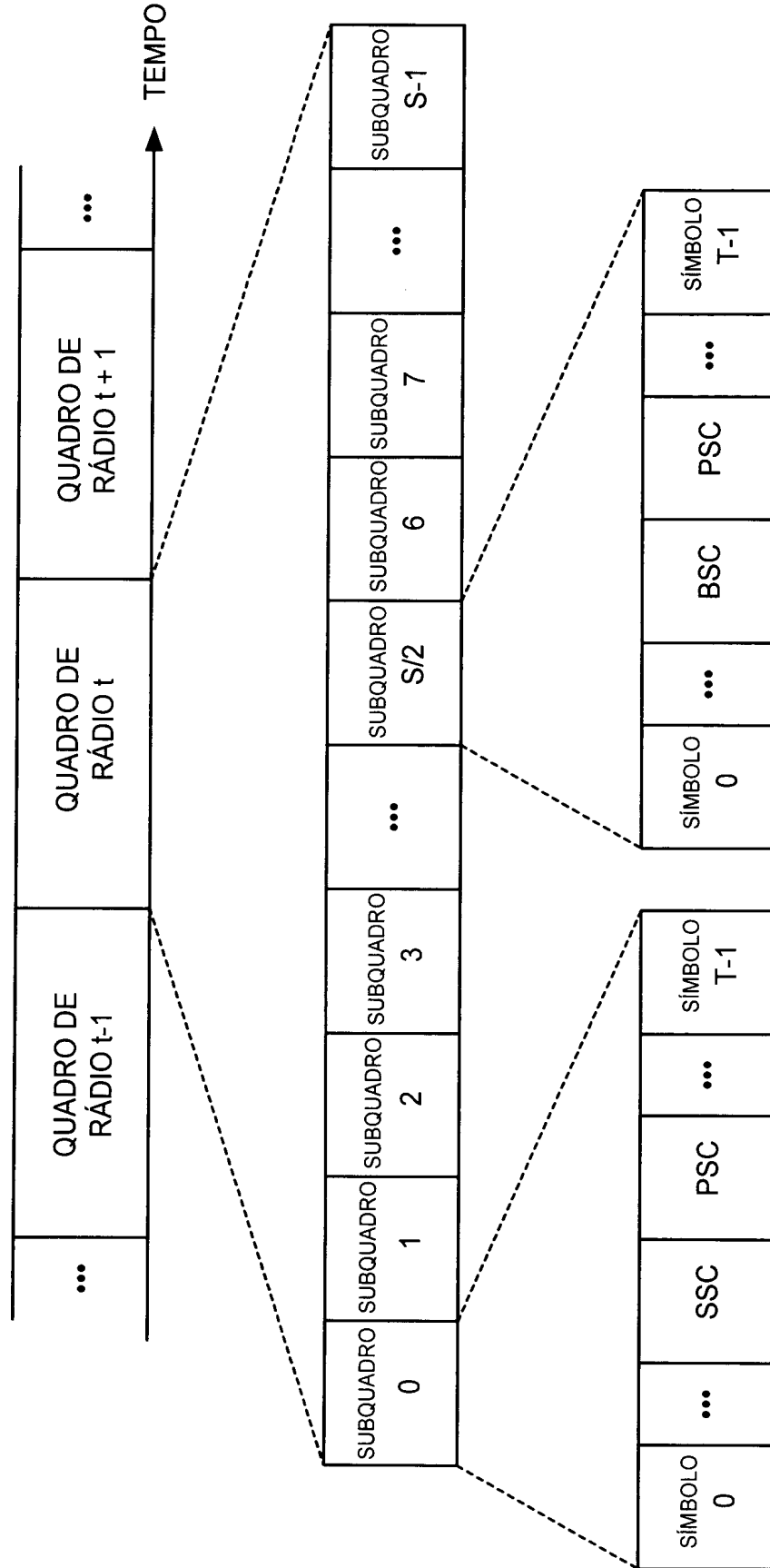
52. O equipamento, de acordo com a reivindicação 50, em que os outros sinais compreendem sinais de sincronização primários, e em que o pelo menos um processador é configurado para detectar células durante  
5 busca inicial de célula com base nos sinais de sincronização primários, e para realizar busca inicial de célula com base nos sinais sinalizadores.

53. O equipamento, de acordo com a reivindicação 50, em que o pelo menos um processador é configurado para  
10 receber os sinais sinalizadores a partir de diferentes subportadoras em uma primeira parte da largura de banda de sistema em diferentes períodos de símbolo nos quais os sinais sinalizadores são transmitidos, e para receber os outros sinais a partir de uma segunda parte da largura de  
15 banda de sistema nos períodos de símbolo nos quais os sinais sinalizadores são transmitidos.

54. O equipamento, de acordo com a reivindicação 50, em que o pelo menos um processador é configurado para  
20 determinar a largura de banda de sistema a partir de um conjunto de larguras de banda possíveis, e para determinar largura de banda dos sinais sinalizadores com base na largura de banda de sistema.



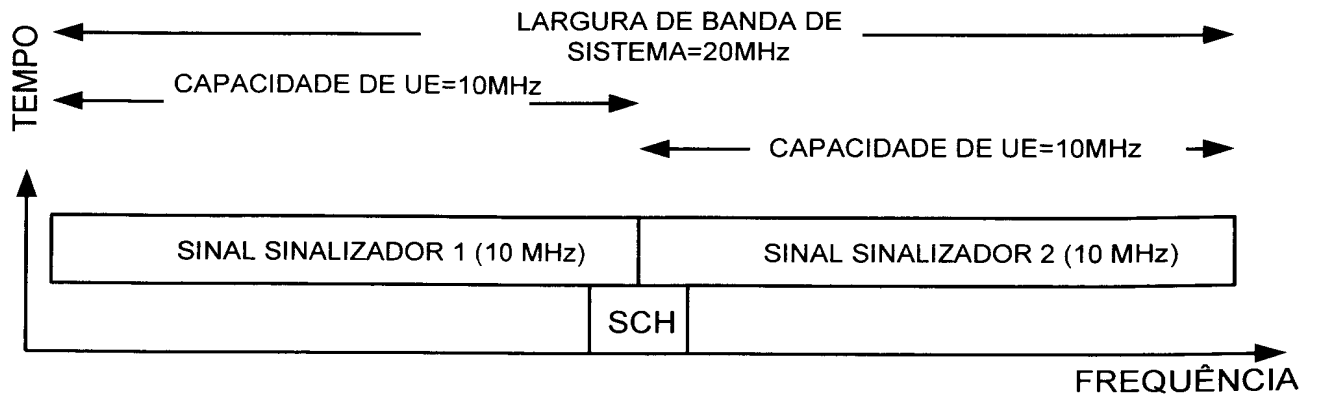
**FIG. 1**



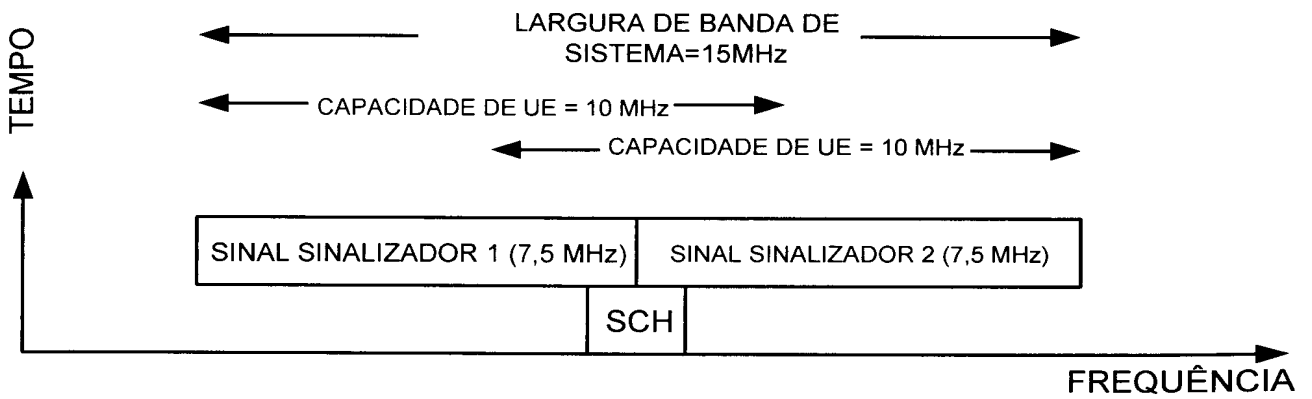
PSC = SINAL DE SINCRONIZAÇÃO PRIMÁRIO  
 SSC = SINAL DE SINCRONIZAÇÃO SECUNDÁRIO  
 BSC = SINAL SINALIZAÇÃO

**FIG. 2**

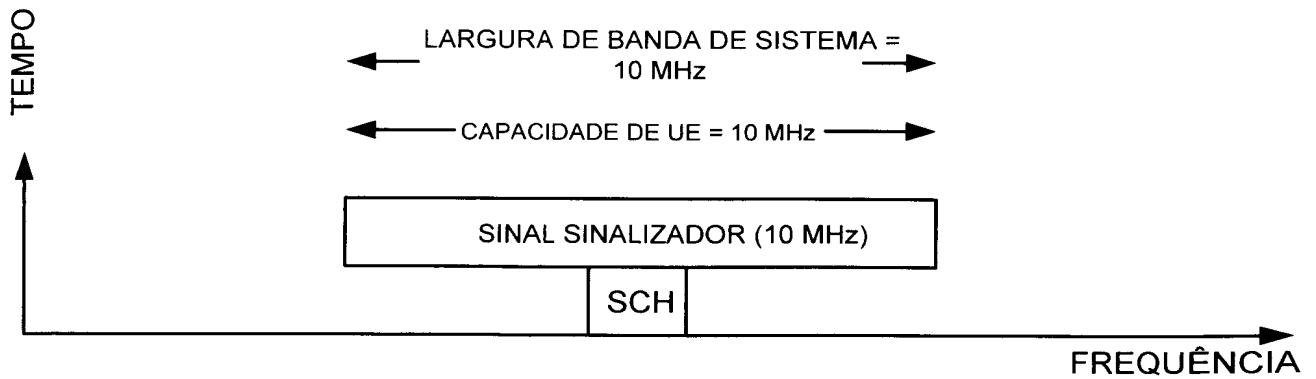
SCH = SINAL DE SINCRONIZAÇÃO PRIMÁRIO OU SECUNDÁRIO



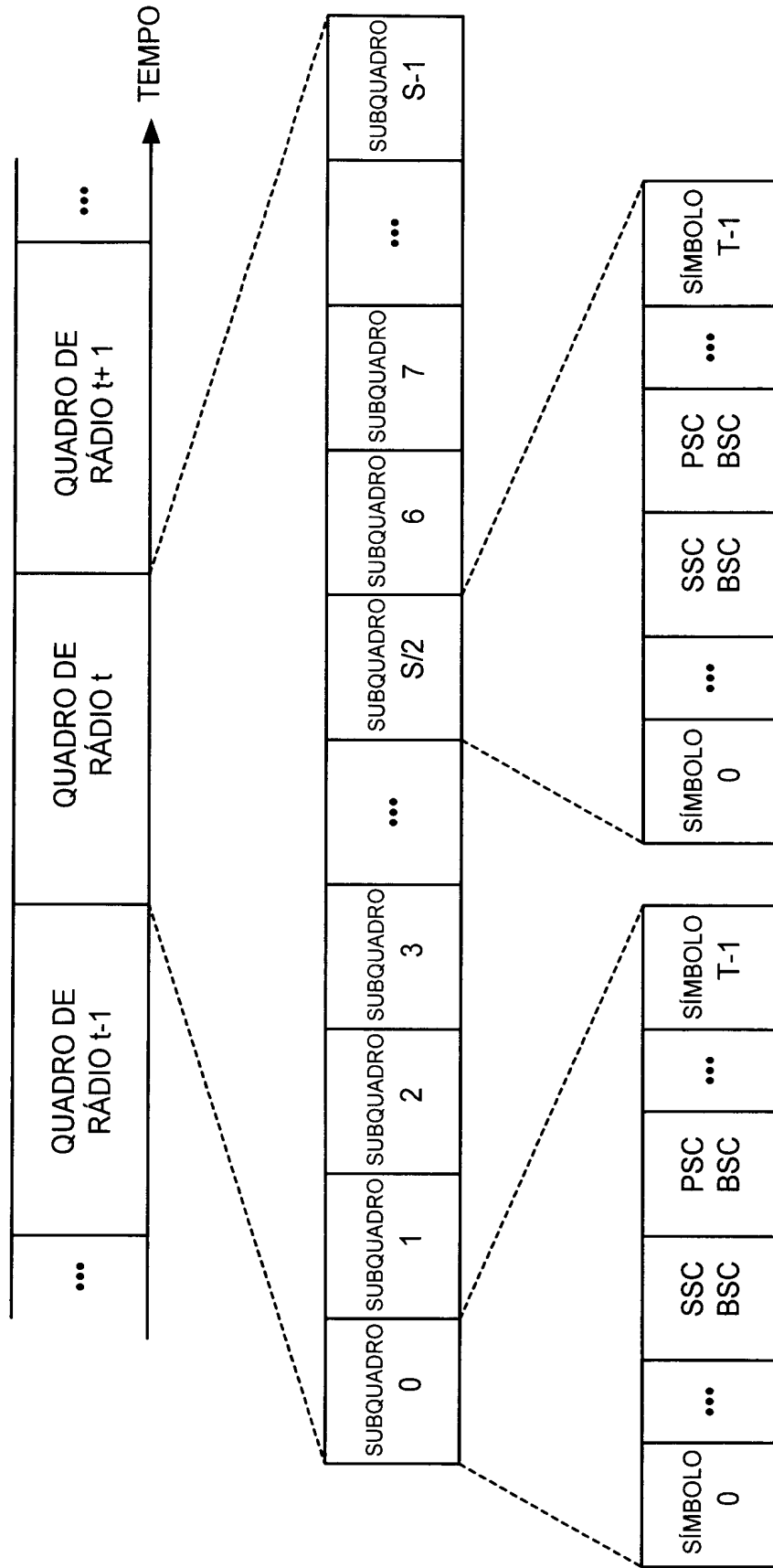
**FIG. 3A**



**FIG. 3B**

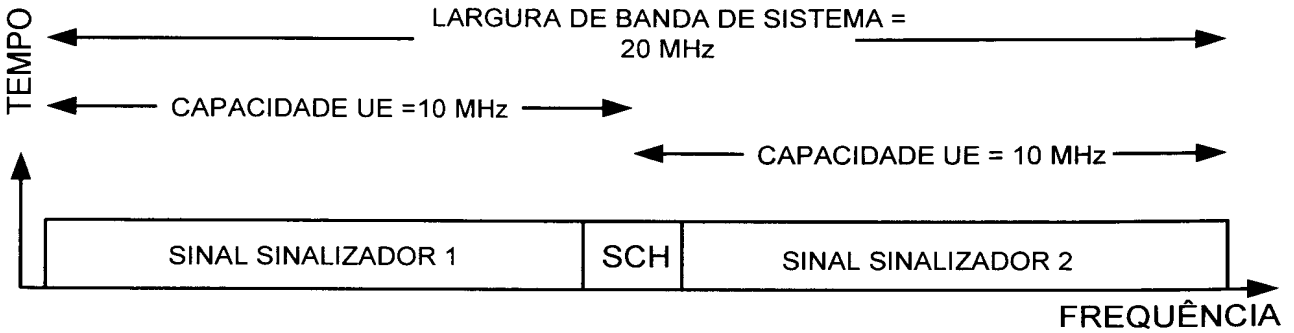


**FIG. 3C**

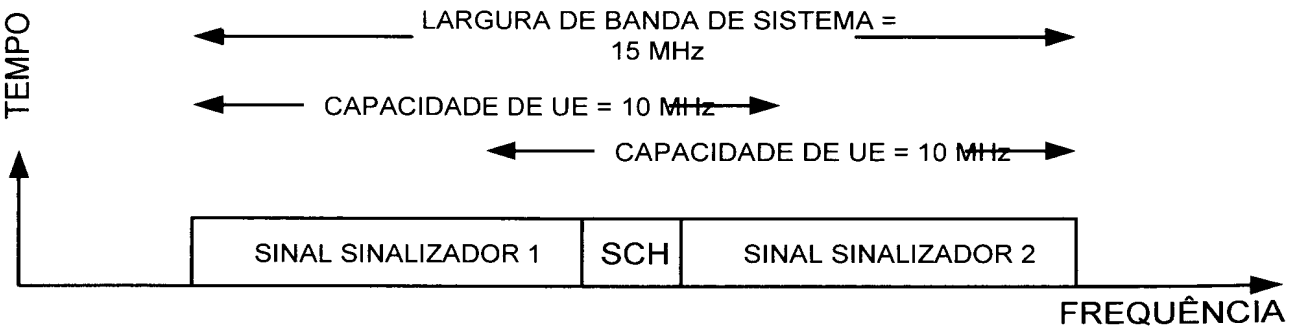


**FIG. 4**

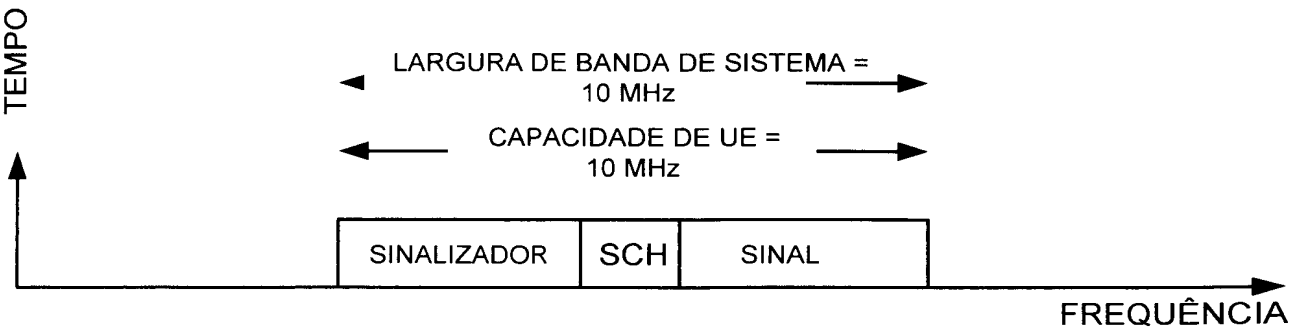
SCH = SINAL DE SINCRONIZAÇÃO PRIMÁRIO OU SECUNDÁRIO



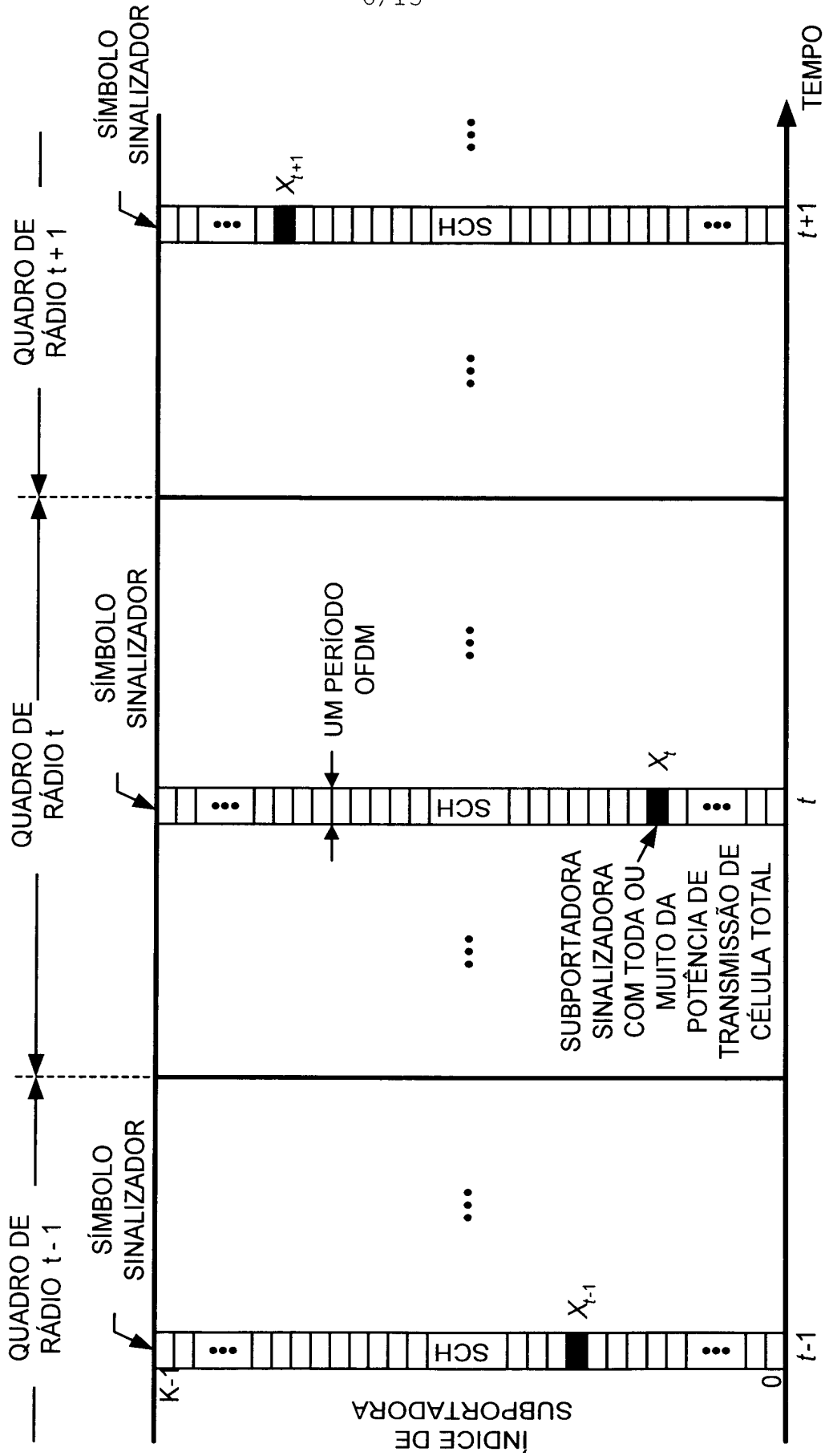
**FIG. 5A**



**FIG. 5B**



**FIG. 5C**



ÍNDICE DE SÍMBOLO SINALIZADOR / ÍNDICE DE TEMPO

FIG. 6

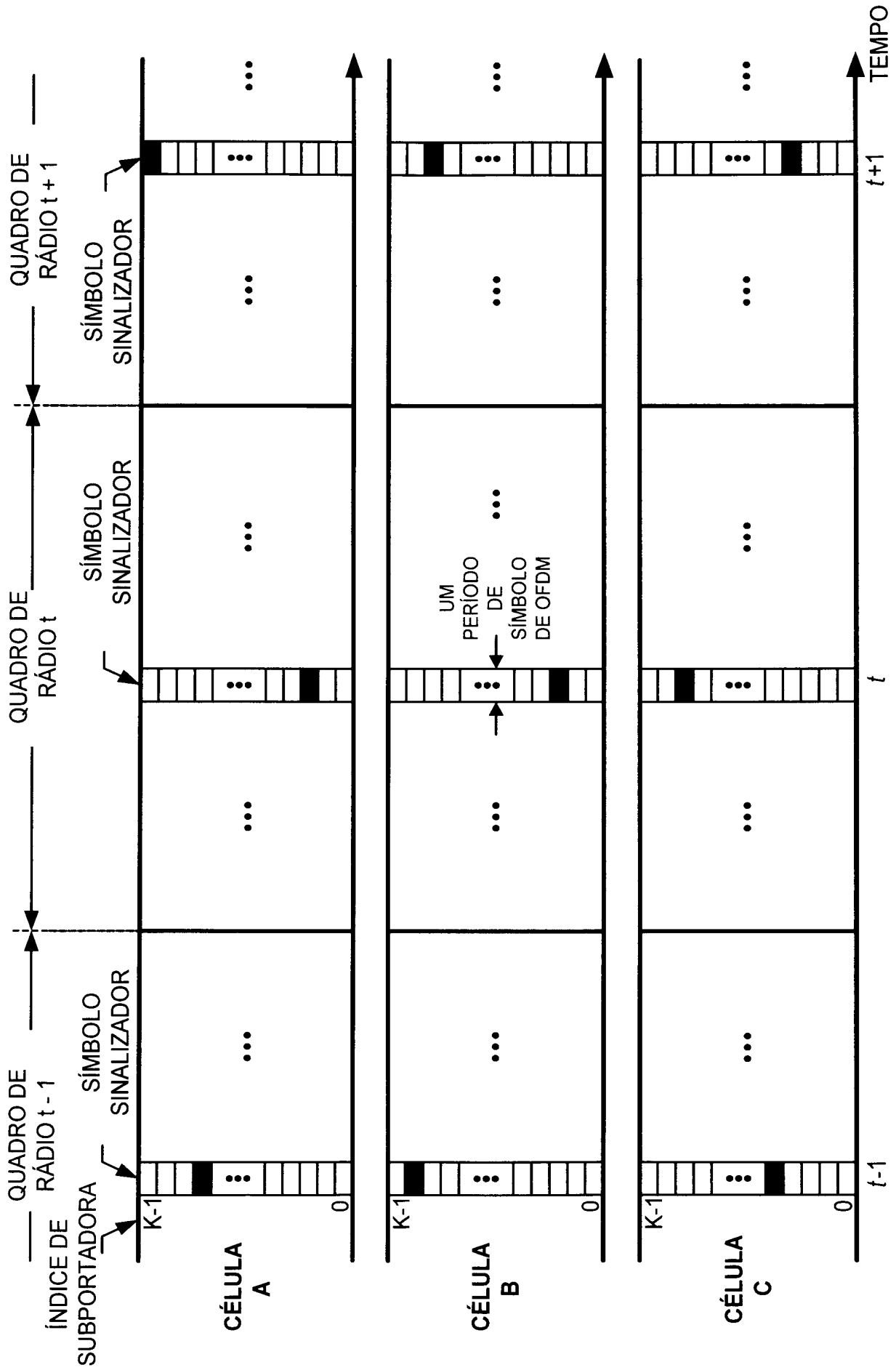


FIG. 7

ÍNDICE DE SÍMBOLO SINIALIZADOR / ÍNDICE DE TEMPO

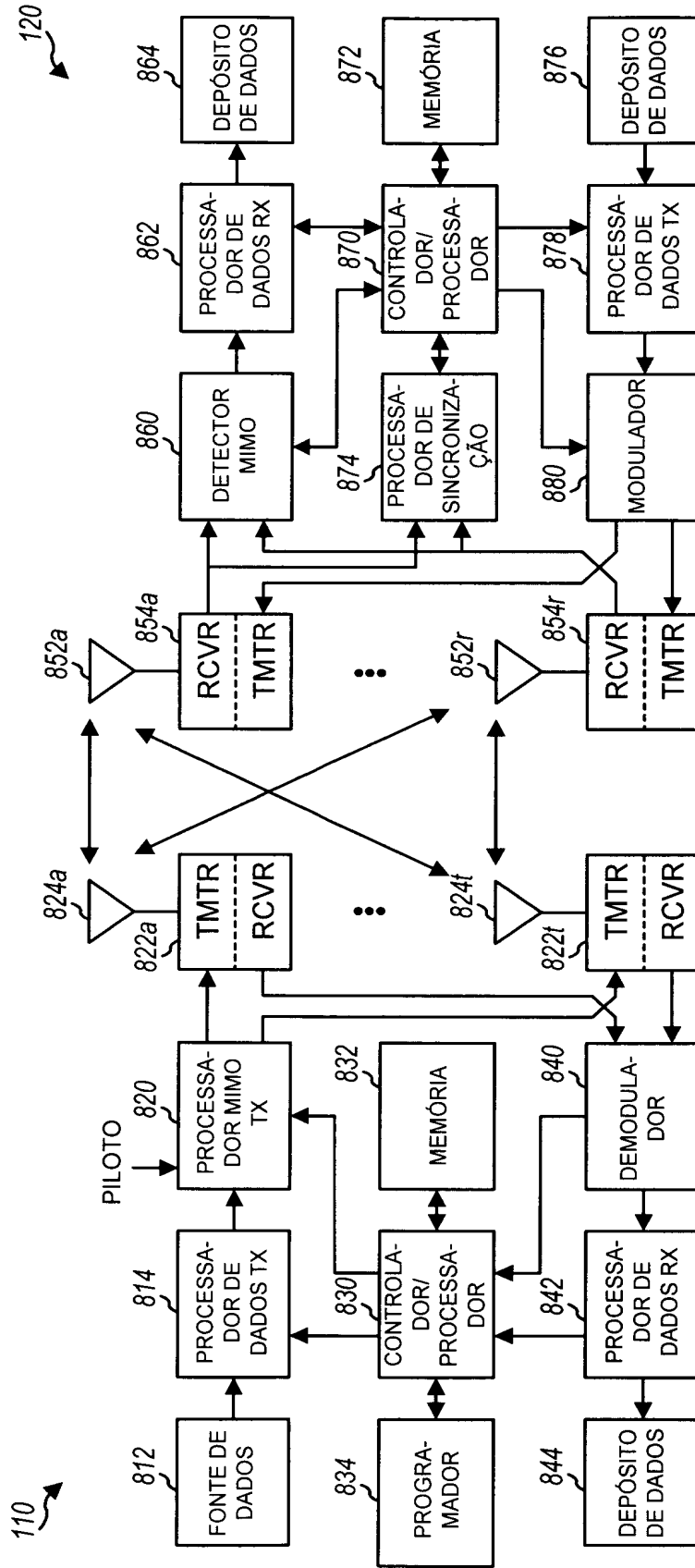


FIG. 8

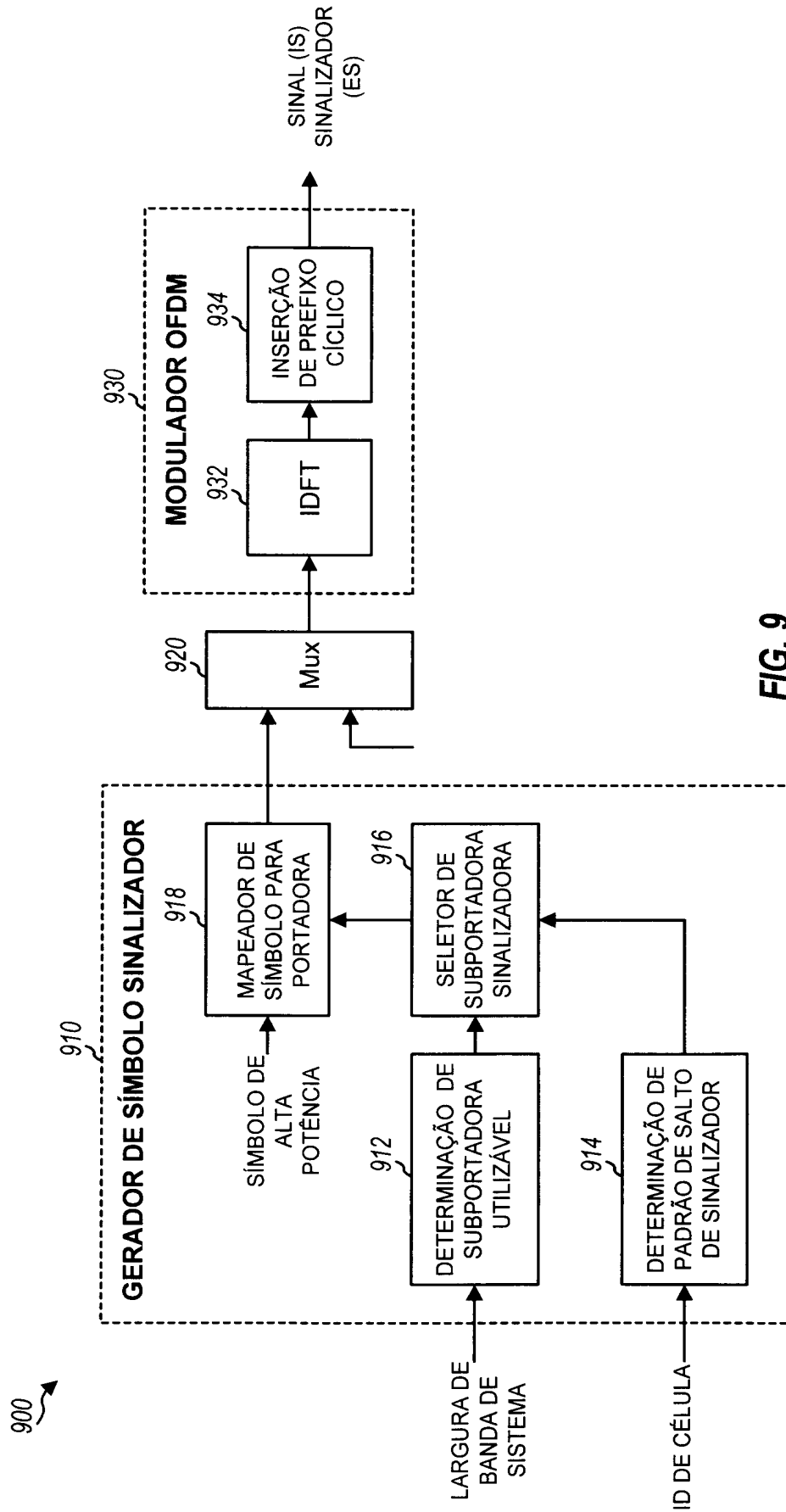


FIG. 9

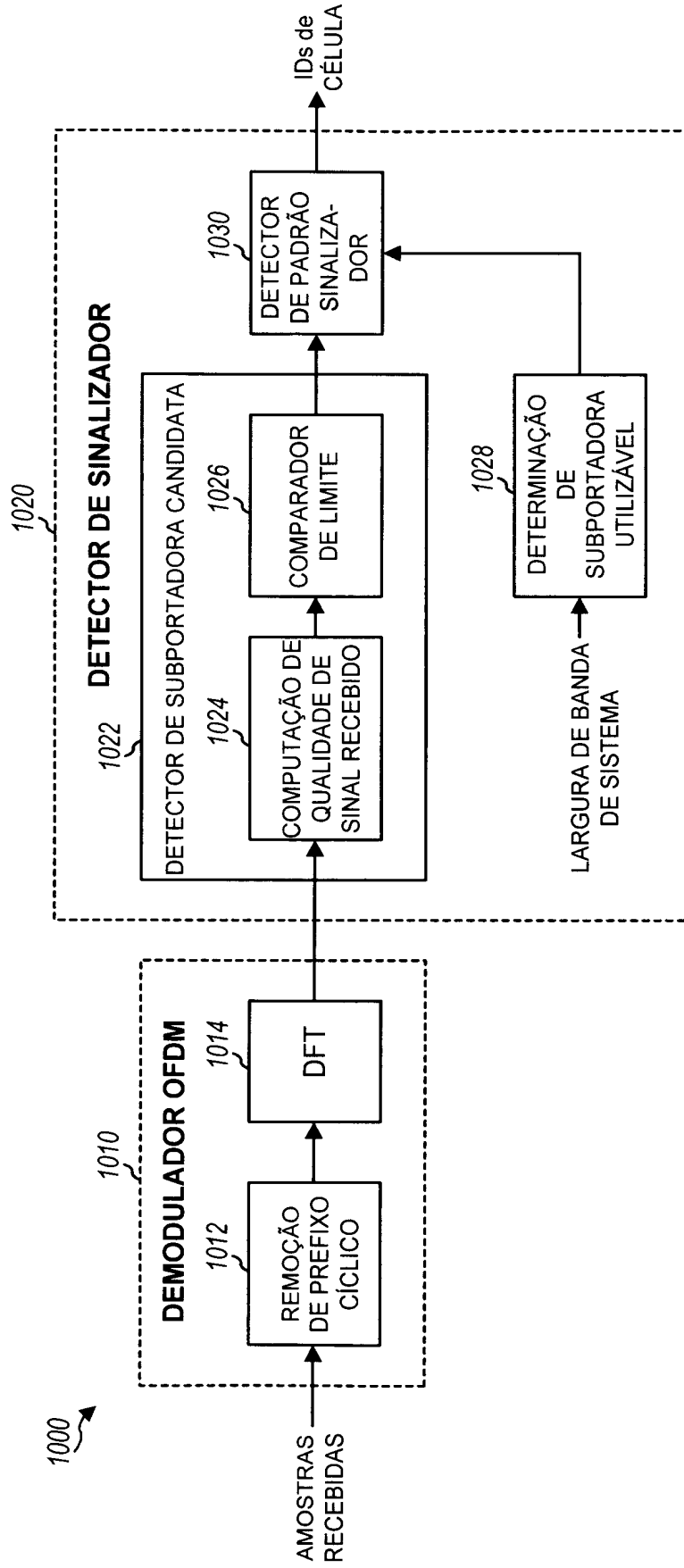
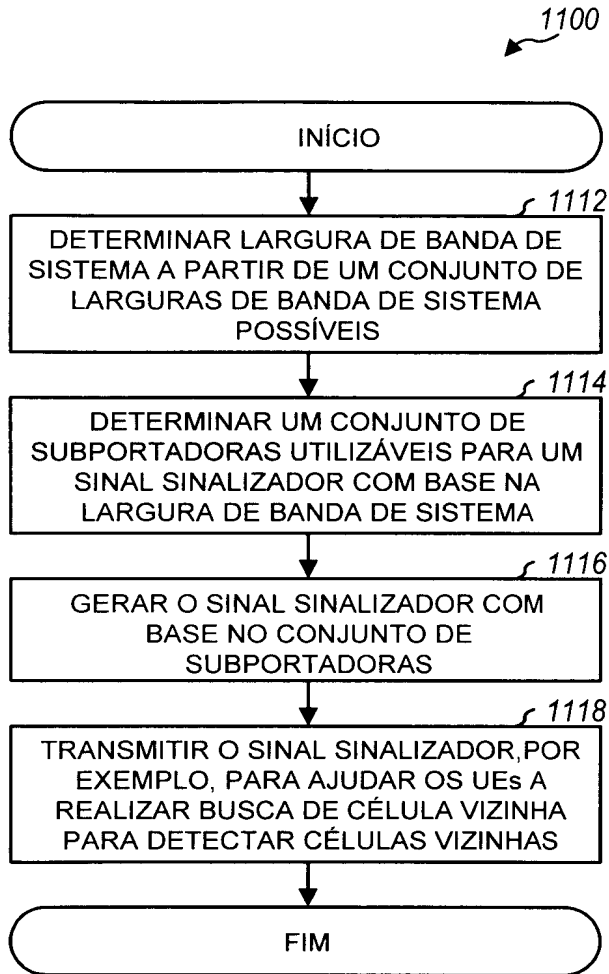
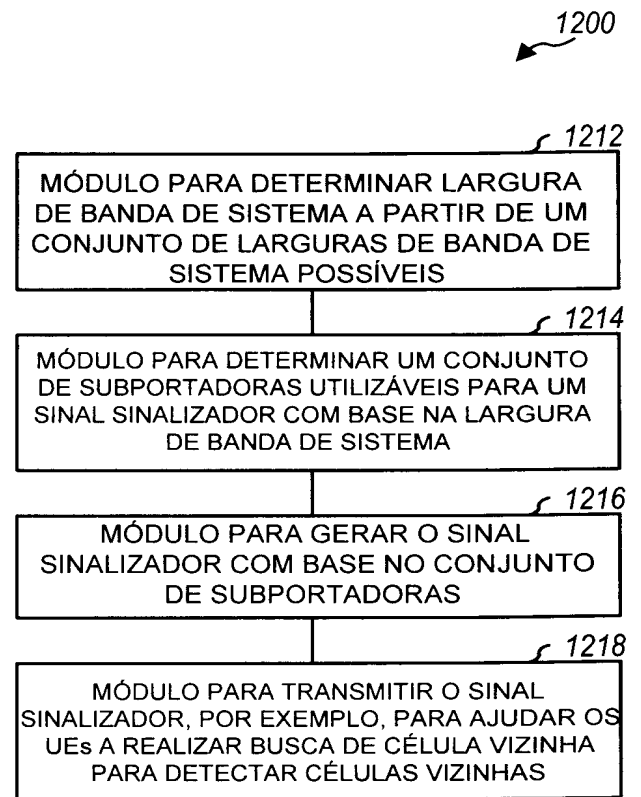


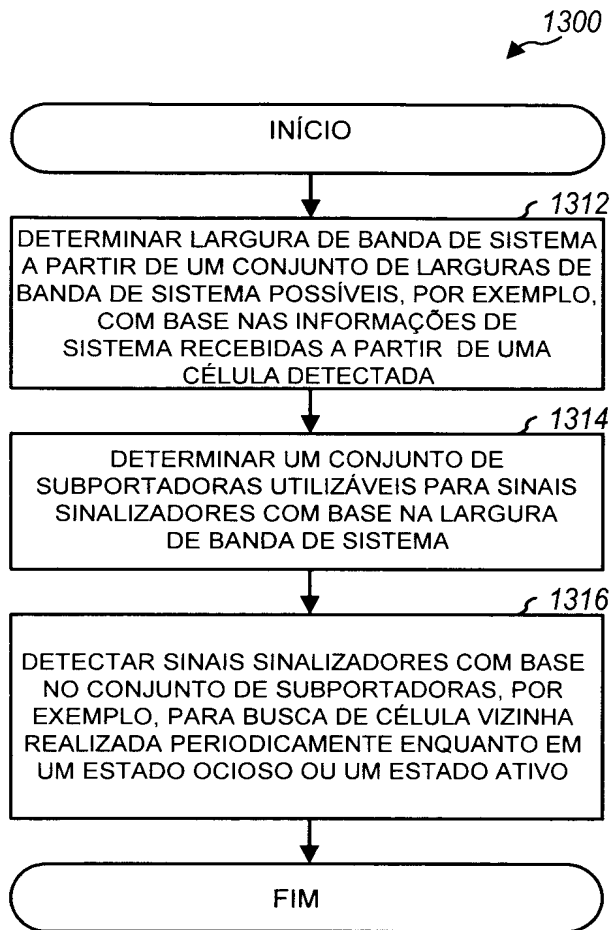
FIG. 10



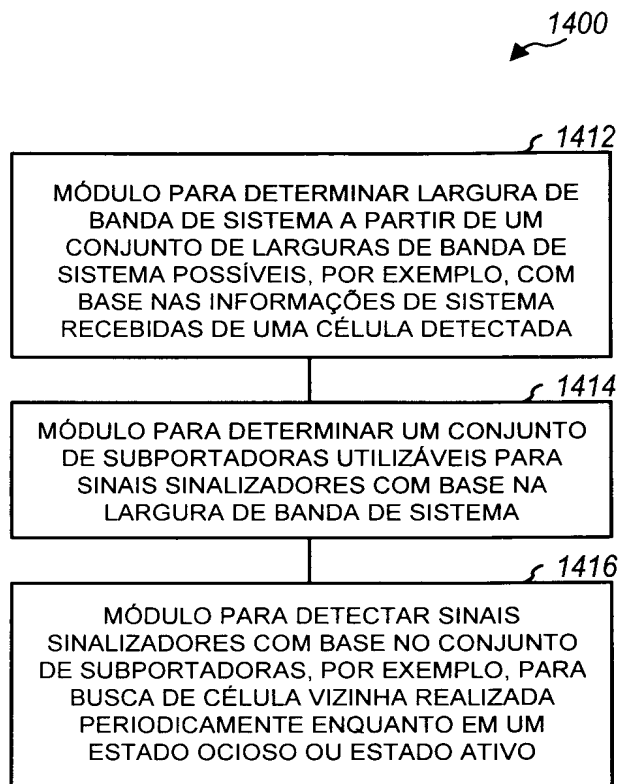
**FIG. 11**



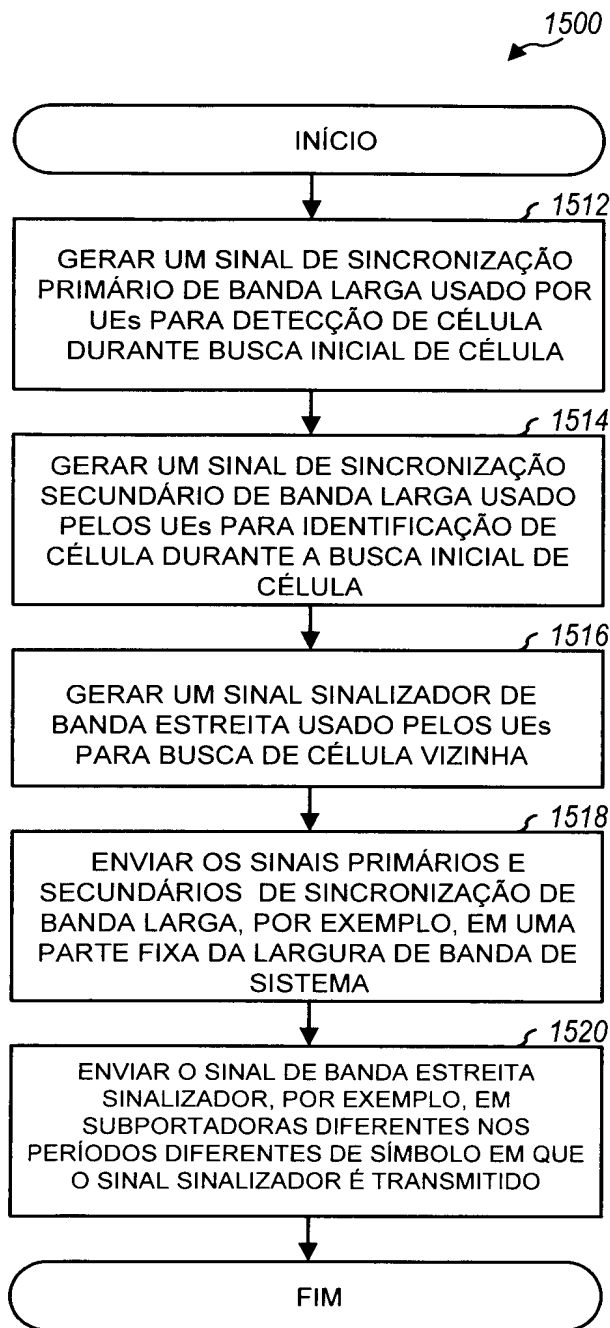
**FIG. 12**



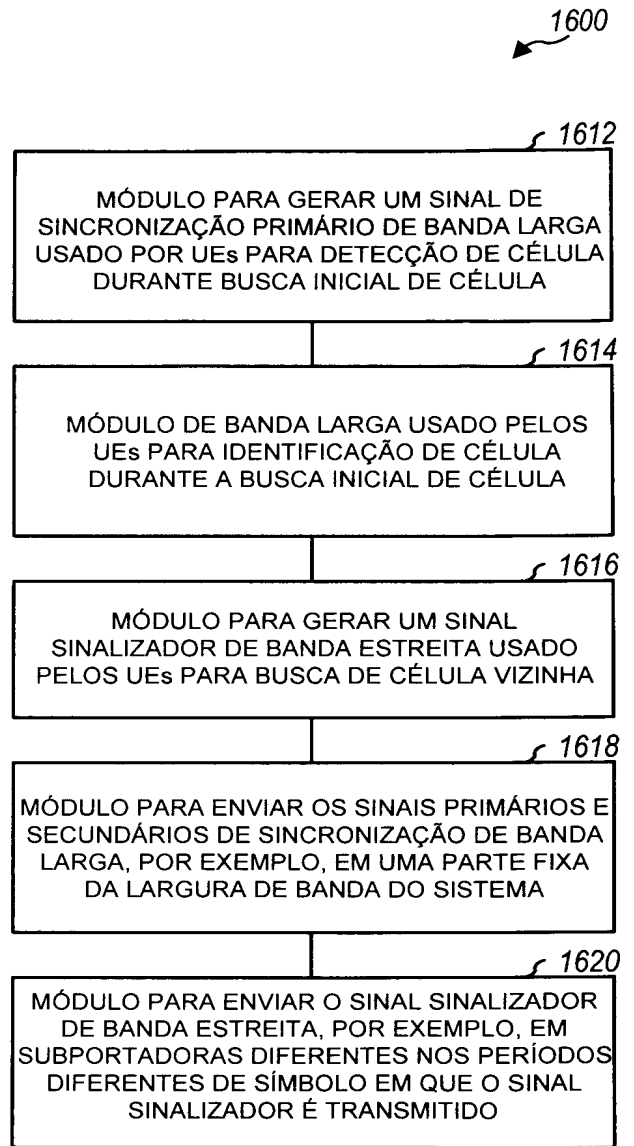
**FIG. 13**



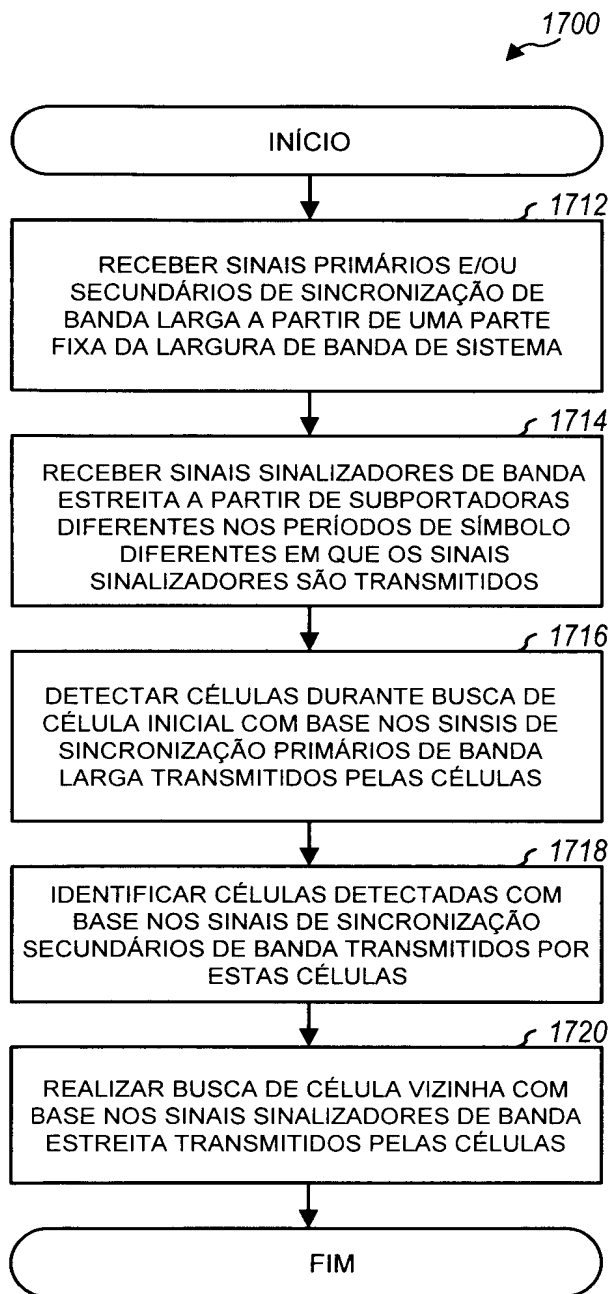
**FIG. 14**



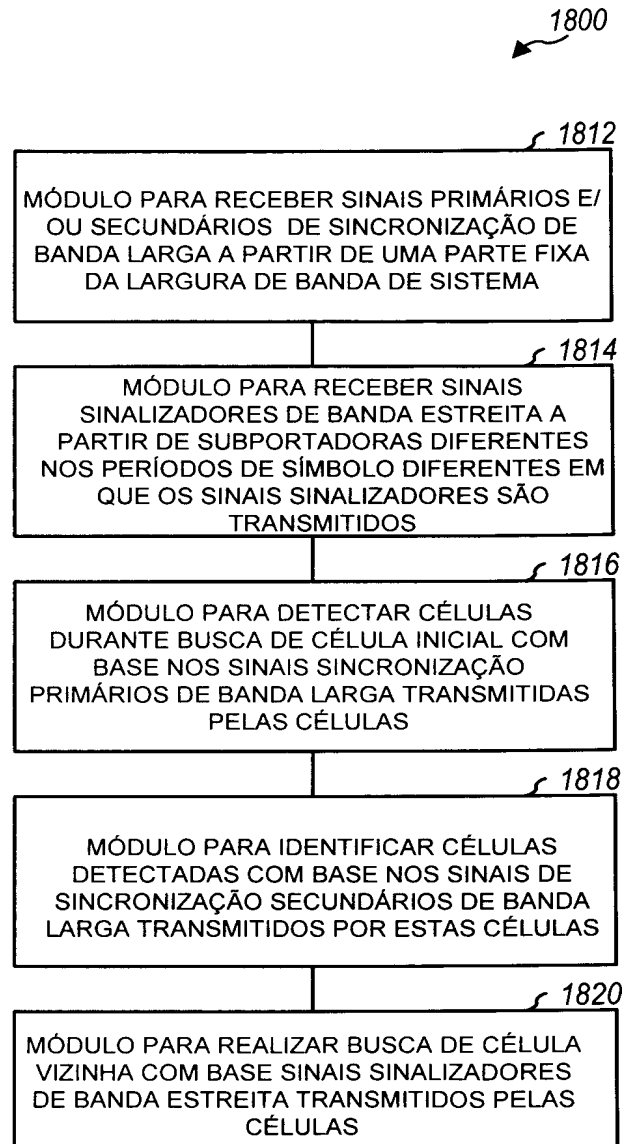
**FIG. 15**



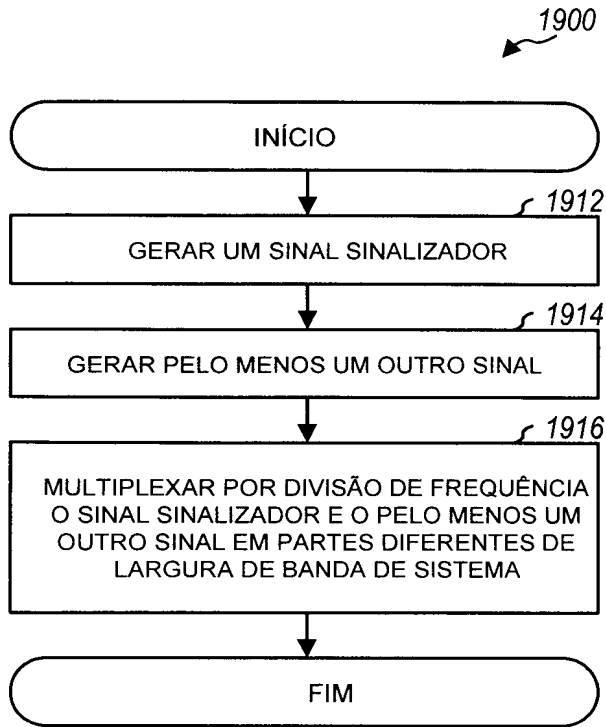
**FIG. 16**



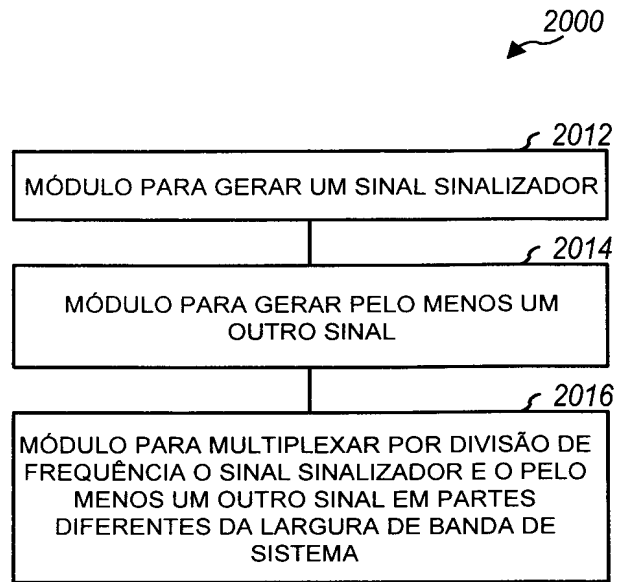
**FIG. 17**



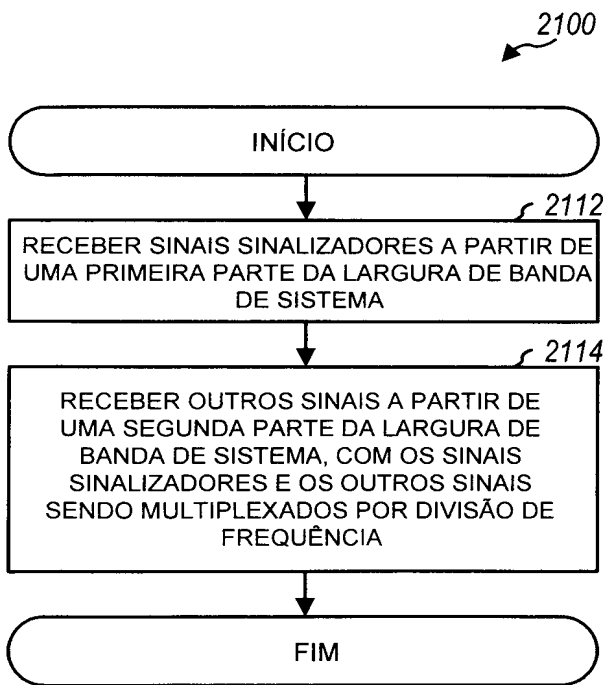
**FIG. 18**



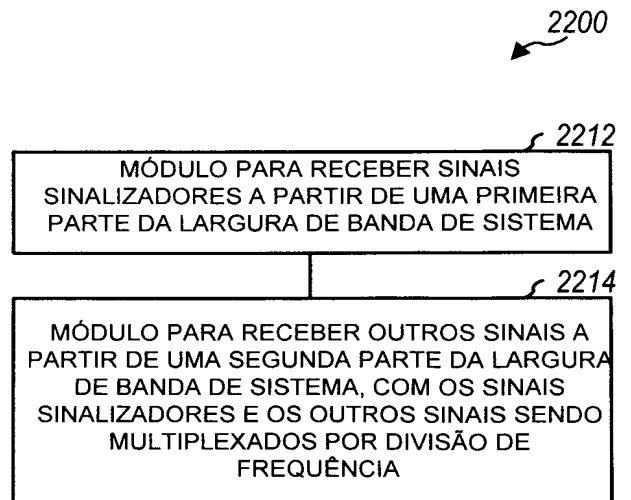
**FIG. 19**



**FIG. 20**



**FIG. 21**



**FIG. 22**

## RESUMO

### **"BUSCA DE CÉLULA ASSISTIDA POR SINALIZADOR EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO"**

Técnicas para transmitir sinais de sincronização para assistir equipamentos de usuário (UEs) a realizar buscas de célula são descritas. Em um projeto, uma estação base para uma célula pode gerar e transmitir um sinal de sincronização primário e um sinal de sincronização secundário, que podem ser usados pelos UEs para busca inicial de célula ao ligar. A estação base pode também gerar e transmitir um ou mais sinais sinalizadores, que podem ser usados pelos UEs para busca de célula vizinha para detectar células vizinhas. O número de sinais sinalizadores para transmitir e o conjunto de subportadoras utilizáveis para cada sinal sinalizador podem ser determinados com base na largura de banda do sistema. Cada sinal sinalizador pode ser mapeado em uma subportadora no conjunto de subportadoras em cada período de símbolo sinalizador. Esta subportadora pode ser determinada com base em um padrão de salto de sinalizador ou um código de sinalizador e pode ser dependente de um identificador (ID) de célula.