



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

(11) PI 0720770-0 B1



(22) Data do Depósito: 07/12/2007

(45) Data de Concessão: 04/02/2020

(54) Título: MÉTODOS E APARELHOS PARA INDICAR E PARA DETECTAR PARÂMETROS DE TEMPORIZAÇÃO E UMA IDENTIDADE DE UM GRUPO DE CÉLULA PARTICULAR

(51) Int.Cl.: H04B 7/26; H04J 11/00; H04J 13/00; H04J 13/10; H04J 13/16; (...).

(52) CPC: H04B 7/2681; H04J 11/0076; H04J 13/0077; H04J 13/107; H04J 13/16; (...).

(30) Prioridade Unionista: 08/01/2007 US 60/883,898.

(73) Titular(es): TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON [PUBL].

(72) Inventor(es): ROBERT BALDEMAIR; ERIK DAHLMAN; BENGT LINDOFF.

(86) Pedido PCT: PCT EP2007063493 de 07/12/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/083886 de 17/07/2008

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

(57) Resumo: MÉTODOS E APARELHOS PARA INDICAR E PARA DETECTAR PARÂMETROS DE TEMPORIZAÇÃO E UMA IDENTIDADE DE UM GRUPO DE CÉLULA PARTICULAR Parâmetros de temporização e uma identidade de um particular dentre um número de grupos de célula são indicados em um sinal transmitido em um sistema de comunicação celular possuindo um quadro de rádio em uma camada física, o quadro de rádio compreendendo um número de intervalo de tempo. Em um intervalo de tempo conhecido dos intervalos de tempo ' um sinal de sincronização s1 é transmitido, o qual compreende um par de seqüências (I) arranjadas em uma primeira ordenação. Em um outro intervalo de tempo dos intervalos de tempo conhecido, um sinal de sincronização s2 é transmitido, o qual compreende o par de seqüências (II) arranjadas em uma segunda ordenação. O par de seqüências selecionadas é univocamente identificado com o grupo de célula particular, e a primeira ordenação das seqüências é usada somente para transmissão no conhecido dos intervalos de tempo, e a segunda ordenação de seqüências é usada somente para transmissão no citado outro dos intervalos de tempo conhecido.

MÉTODOS E APARELHOS PARA INDICAR E PARA DETECTAR PARÂMETROS DE TEMPORIZAÇÃO E UMA IDENTIDADE DE UM GRUPO DE CÉLULA PARTICULAR

FUNDAMENTOS

[001] A presente invenção relaciona-se a métodos e aparelhos para identificar células em um sistema celular de comunicação.

[002] Na futura evolução dos padrões de celular móvel como o Sistema Global para comunicações Móveis (GSM) e Múltiplo Acesso por Divisão de Código de Faixa Larga (WCDMA), novas técnicas de transmissão como Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM) são prováveis de ocorrer. Ainda mais, no sentido de ter uma migração suave dos sistemas celulares existentes para o novo sistema de alta capacidade e alta taxa de dados no espectro radio existente, um novo sistema tem que ser capaz de utilizar uma largura de faixa de tamanho variável. Uma proposta para tal novo sistema celular flexível, chamada Evolução de Longa Duração de Terceira Geração (3G LTE) pode ser vista como uma evolução do padrão 3G WCDMA. Este sistema usará OFDM como a técnica de acesso múltiplo (chamada OFDMA) no enlace descendente e será capaz de operar em larguras de faixa variando de 1,25 MHz a 20 MHz. Ainda mais, taxas de dados até 100 Mb/s serão suportadas para a maior largura de faixa. Entretanto, é esperado que 3G LTE será usado não só para serviços de taxa alta, como também para serviços de taxa baixa como voz. Uma vez que 3G LTE é projetado para Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo Internet (TCP/IP), Voz Sobre IP (VoIP) será provavelmente o serviço que trafega voz.

[003] A camada física de um sistema 3G LTE inclui um quadro de rádio genérico possuindo uma geração de 10ms. Figura 1 ilustra um tal quadro 100. Cada quadro possui 20 intervalos (numerados de 0 a 19) cada intervalo tendo uma duração de 0,5ms. Um sub-quadro é feito de dois intervalos adjacentes, e portanto, tem a duração de 1ms.

[004] Um aspecto importante do LTE é a função de mobilidade. Daí, símbolos de sincronização e procedimentos de busca de célula são de maior importância na ordem para o Equipamento de Usuário (UE) detectar e sincronizar com outras células. Para facilitar a busca de célula e procedimentos de sincronização, sinais definidos incluem sinais de sincronização primário e secundário (P-SyS e S-SyS, respectivamente), que são transmitidos em um Canal de Sincronização Primário (P-SCH) e um Canal de Sincronização Secundário (S-SCH), respectivamente. Os P-SySs e S-SySs são transmitidos cada um duas vezes por quadro: uma vez no sub-quadro 0 e novamente no sub-quadro 5, conforme mostrado na Figura 1.

[005] O esquema de busca de célula proposto correntemente para LTE é conforme segue:

[006] 1. Detectar um dentre três símbolos P-SyS possíveis, indicando deste modo a temporização de 5ms e ID de célula dentro de um grupo de célula correntemente desconhecido.

[007] 2. Detectar temporização de quadro e grupo de célula usando o S-SyS. Isto em combinação com os resultados da etapa 1, produz uma indicação do ID de célula plena.

[008] 3. Usar os símbolos de referência (também chamados pilotos CQI) para detectar o ID de célula. O leitor interessado é referido ao documento R1-062990, intitulado “*Outcome of cell search drafting session*”, TSG-RAN WG1 #46bis, October 9-13, 2006 para mais informação sobre esta proposta.

[009] 4. Ler o Canal de Radiodifusão (BCH) para receber a informação de sistema específico da célula.

[0010] Os sinais SyS transmitidos no S-SCH são construídos como um par de sequências, S1, S2 (ver Figura 1). As sequências são definidas no domínio da frequência. Os sinais a serem transmitidos no S-SCH deveriam ser construídos de tal modo que o par SyS S1, S2 definiria univocamente o grupo

de célula e temporização de quadro de 10ms, uma vez detectado pelo UE, de tal modo que a sequência pn de grupo de célula é detectada e o UE pode começar a etapa de verificação (estágio 3) do processo acima descrito (isto é, verificação do ID de célula detectado a partir do processamento do estágio 1 e estágio 2).

[0011] Ainda mais, no sentido de minimizar o tempo de interrupção ao executar medições de Inter-frequência e Tecnologia de Acesso Inter-Rádio (InterRAT), é desejável que seja também possível detectar o grupo de célula usando somente um SyS (isto é, S1 ou S2 isoladamente).

[0012] Consequentemente, há uma necessidade de um projeto de sequência S-SyS que satisfaça ambas exigências.

SUMÁRIO

[0013] Deveria ser enfatizado que os termos “compreende” e “compreendendo” quando usados nesta especificação, são considerados para especificar a presença das características, inteiros, etapas ou componentes declarados; porém o uso destes termos não impede a presença ou adição de uma ou mais de outras características, inteiros, etapas, componentes ou grupos destes.

[0014] De acordo com um aspecto da presente invenção, os precedentes e outros objetivos são alcançados em métodos e aparelhos que indicam parâmetros de temporização e uma identidade de um grupo de célula particular a partir de um número, M de grupos de célula possíveis em um sinal transmitido em um sistema de comunicação celular que emprega um quadro de rádio em uma camada física, o quadro de rádio compreendendo um número de intervalos de tempo. Indicar estes parâmetros envolve transmitir, em um intervalo de tempo conhecido dos intervalos de tempo do quadro de rádio, um sinal de sincronização, S_1 , que compreende um par de sequências, $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ arranjadas em uma primeira ordenação; e transmitir em um outro intervalo de tempo dos intervalos de tempo conhecidos do quadro de rádio,

um sinal de sincronização, S_2 , que compreende o par de sequências, $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ arranjado em uma segunda ordenação, onde:

cada elemento do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é selecionado de um grupo compreendendo pelo menos

$$N_{seq} = \text{ceil}\left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2}\right)$$

sequências diferentes; e

o par selecionado de sequências é univocamente identificado no grupo de célula particular, onde $i, j \in [1, \dots, N_{seq}]$ e $\tilde{S}_i \neq \tilde{S}_j$.

[0015] A primeira ordenação das sequências é usada somente para transmissão em um dos intervalos de tempo conhecido do quadro de rádio, e a segunda ordenação das sequências é usada somente para transmissão no citado outro dos intervalos de tempo conhecido. Consequentemente, a detecção da ordenação de apenas um par de sequências pode ser usada por um receptor como um identificador de intervalo de tempo, que por sua vez permite que a temporização do quadro de rádio seja determinada.

[0016] Em algumas realizações, a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é efetuada transmitido a sequência $\tilde{S}_i$ antes de transmitir a sequência $\tilde{S}_j$; e a segunda ordenação de par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é efetuada transmitido a sequência $\tilde{S}_j$ antes de transmitir a sequência $\tilde{S}_i$. Em tais casos, S_1 e S_2 podem ser de extensão n e cada uma das sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ pode ser de extensão $n/2$.

[0017] Em realizações alternativas, nas quais a camada física do sistema de comunicação celular emprega Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal, a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ em um segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras. Inversamente, a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ no primeiro

conjunto de uma ou mais sub-portadoras e transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ no segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras.

[0018] Ainda em outras realizações alternativas, a ordenação do par de sequências pode ser efetuada gerando os sinais de sincronização S_1 e S_2 de acordo com:

$$S_1 = \alpha\tilde{S}_i + \beta\tilde{S}_j; \text{ e}$$

$$S_2 = \beta\tilde{S}_i + \alpha\tilde{S}_j,$$

onde:

α é um primeiro multiplicando;

β é um segundo multiplicando, $\alpha \neq \beta$.

[0019] Cada um dos multiplicandos, α e β , pode por exemplo, ser um valor escalar e corresponder a uma quantidade de amplitude de sinal. Alternativamente, cada um dos multiplicandos α e β , pode corresponder a uma quantidade de potência de sinal.

[0020] Em algumas de tais realizações, os sinais de sincronização S_1 e S_2 e as sequências $\tilde{S}_i$ e $\tilde{S}_j$ podem todos ser de extensão igual.

[0021] Em algumas variações de tais realizações, transmitir o sinal de sincronização S_1 compreende transmitir $\alpha\tilde{S}_i$ e $\beta\tilde{S}_j$ simultaneamente; e transmitir o sinal de sincronização S_2 compreende transmitir $\beta\tilde{S}_i$ e $\alpha\tilde{S}_j$ simultaneamente.

[0022] Vários aspectos da invenção são também refletidos no lado do receptor do sistema de comunicação, no qual métodos e aparelhos são providos, os quais detectam parâmetros de temporização e uma identidade de um grupo de célula particular a partir de um número, M , de possíveis grupos de célula em um sinal recebido em um sistema de comunicação celular que emprega um quadro de rádio em uma camada física, o quadro de rádio compreendendo um número de intervalos de tempo incluindo dois intervalos de tempo associados a um canal de sincronização. Tal detecção inclui receber, em um dos intervalos de tempo associado ao canal de sincronização, um

dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização S_1 e S_2 , onde o primeiro sinal de sincronização S_1 compreende um par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas em uma primeira ordenação e o segundo sinal de sincronização S_2 compreende o par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas em uma segunda ordenação. É então determinado qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_i$, qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_j$, e se o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ foi arranjado na primeira ordenação ou na segunda ordenação, onde o número de sequências pré-definidas é selecionado de um grupo compreendendo pelo menos $N_{seq} = \text{ceil}\left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2}\right)$ sequências diferentes.

[0023] O grupo de célula particular é identificado executando um processo de identificação de grupo de célula que inclui determinar a qual grupo de célula do par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ está associado univocamente. É também determinado em qual dos intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido, usando informação que indica se as sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ foram recebidas na primeira ordenação ou na segunda ordenação.

[0024] Em um outro aspecto, identificar o grupo de célula particular determinando com qual grupo de célula o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ está univocamente associado, compreende usar o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ para localizar uma entrada em uma tabela de consulta.

[0025] Ainda em um outro aspecto, usando informação sobre as sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ terem sido arranjadas na primeira ordenação ou na segunda ordenação, para determinar em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de sincronização um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização recebidos foi recebido, compreende usar o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ para localizar uma entrada em uma tabela de consulta.

[0026] Em um outro aspecto, confiar em apenas um ou ambos sinais de sincronização recebidos, pode ser tornado dependente do tipo de busca de célula sendo efetuado. Por exemplo, tais realizações podem incluir receber, em um outro intervalo de tempo dos intervalos de tempo associados ao canal de sincronização um outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização. É então determinado se um tipo de procedimento de busca de célula a ser efetuado é um procedimento de busca de célula inter-frequência, um procedimento de busca de célula de tecnologia de acesso inter-rádio ou um procedimento de busca intra-célula. Se o tipo de procedimento de busca de célula a ser efetuado é nenhum destes, então é determinado qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_i$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização, qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização, e se o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi arranjado na primeira ordenação ou na segunda ordenação. Em tais casos, o processo de identificação de grupo de célula inclui adicionalmente determinar a qual grupo de célula o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização é univocamente associado.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0027] Os objetivos e vantagens da invenção serão entendidos pela leitura da seguinte descrição detalhada, em conjunto com os desenhos, nos quais:

[0028] Figura 1 é um quadro de rádio típico adequado para sistemas de comunicações como o sistema 3G LTE.

[0029] Figuras 2(a) e 2(d) ilustram um número de meios alternativos típicos de construir os símbolos S_i ($1 \leq i \leq 2$) a partir das sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ de acordo com um aspecto das realizações consistentes com a invenção.

[0030] Figuras 2(b) e 2(c) mostram arranjos alternativos no domínio da frequência de sub-sequências que compõe cada uma das sequências SyS S1 e S2 de acordo com um aspecto de realizações alternativas consistentes com a invenção.

[0031] Figura 3 é um fluxograma de processos/etapas típicos executados por circuitos em um UE para utilizar os símbolos de sincronização secundários inventivos para determinar de grupo de célula e temporização de quadro, de acordo com outras realizações consistentes com a invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0032] As várias características da invenção serão agora descritas com referência às figuras, nas quais partes iguais são identificadas com os mesmos caracteres de referência.

[0033] Os vários aspectos da invenção serão agora descritos em maior detalhe, em conexão com o número de realizações típicas. Para facilitar um entendimento da invenção, muitos aspectos da invenção são descritos em termos de sequências de ações a serem executadas por elementos de um sistema de computador ou outro hardware, capaz de executar instruções programadas. Será reconhecido que em cada uma das realizações, as várias ações poderiam ser executadas por circuitos especializados (por exemplo, portas lógicas discretas interconectadas para executar uma função especializada), por instruções de programa executadas por um ou mais processadores, ou por uma combinação de ambos. Ainda mais, a invenção pode adicionalmente ser considerada para ser realizada inteiramente dentro de qualquer forma de portador legível por computador, tal como uma memória de estado sólido, disco magnético ou disco óptico contendo um conjunto apropriado de instruções de computador que fariam com que um processador realizasse as técnicas aqui descritas. Então, os vários aspectos da invenção podem ser realizados de muitas formas diferentes e todas estas formas são contempladas para estarem dentro do escopo da invenção. Para cada um dos

vários aspectos da invenção, qualquer forma de realizações pode ser referida aqui como “lógica configurada para” executar uma ação descrita, ou alternativamente como “lógica que” executa uma ação descrita.

[0034] Um aspecto de realizações consistentes com a invenção é a provisão de uma quantidade mínima de sequências S-SyS necessárias para satisfazer a exigência de que o par $[S_1, S_2]$ defina univocamente o grupo de célula e temporização de quadro e ao mesmo tempo também torna possível detectar o grupo de célula usando somente um S-SyS (isto é, somente um elemento do par $[S_1, S_2]$).

[0035] Um outro aspecto é a provisão de métodos e aparelhos que utilizam as sequências S-SyS acima mencionadas para detecção de grupo de célula.

[0036] Para facilitar um melhor entendimento dos vários aspectos da invenção, a descrição a seguir supõe um processo de estágio 2 típico no procedimento de busca de célula LTE; isto é, detecção de grupo de célula. Entretanto, a invenção não está limitada a esta realização típica, mas ao invés disso é aplicável a qualquer ambiente de rádio comunicações comparável.

[0037] Ainda mais, as sequências descritas abaixo podem ser definidas e detectadas em ambos domínios do tempo e da frequência, e as sequências exatas utilizadas (por exemplo, Hadamard, pn, Zadoff-Chu, sequências M, etc.) não estão limitadas pela invenção.

[0038] Para começar a discussão suponha que M grupos de célula únicos são necessários e que cada grupo de célula é univocamente associado a um par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$. Ainda mais considerando 3G LTE como um exemplo não limitante, suponha que os símbolos S-SyS que são transmitidos em duas localizações por quadro 100 (por exemplo, nos sub-quadros 0 e 5, a primeira transmissão dentro do quadro sendo rotulada como S_1 e a segunda transmissão dentro do quadro sendo rotulada como S_2) são criados, cada um, como uma função destas sequências. Isto é, $S_1 = f_1(\tilde{S}_1, \tilde{S}_2)$ e $S_2 = f_2(\tilde{S}_1, \tilde{S}_2)$. A

detecção de pelo menos uma destas sequências deveria também dar informação sobre onde o sub-quadro 0 é colocado. O número mais baixo de sequências que provê todas as informações acima pode ser determinado conforme segue: Seja N_{Seq} o número de sequências necessárias para representar M grupos de célula. O número de combinações possíveis destas sequências, consideradas duas de cada vez, é dado pela expressão $N_{Seq} \cdot (N_{Seq} - 1) \div 2$. O valor mínimo de N_{Seq} que permitirá que M grupos de célula sejam representados, pode então ser encontrado de acordo com:

$$\frac{N_{Seq} \cdot (N_{Seq} - 1)}{2} = M \quad (1)$$

[0039] Isto conduz à seguinte equação quadrática:

$$N_{Seq}^2 - N_{Seq} - 2M = 0 \quad (2)$$

[0040] Aplicando a fórmula quadrática bem conhecida para encontrar as raízes de uma equação quadrática, encontra-se que o valor positivo de N_{Seq} que satisfaz às exigências acima é dados por:

$$N_{Seq} = \frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2} \quad (3)$$

[0041] Na prática, não pode ser permitido que N_{Seq} seja um número não inteiro, assim o valor inteiro mínimo aceitável de N_{Seq} é dado por:

$$N_{Seq} = \text{ceil}\left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2}\right) \quad (4)$$

onde $\text{ceil}()$ é uma função que arredonda seu argumento até o inteiro mais próximo.

[0042] Usando o acima em um exemplo simples, suponha que é desejado representar $M = 340$ grupos de célula diferentes com combinações únicas (pares) de valores de sequência. O número mínimo de sequências requerido nesta instância é:

$$N_{Seq} = \text{ceil}\left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8 \cdot 340}}{2}\right) = \text{ceil}\left(\frac{1 + \sqrt{1 + 2720}}{2}\right) = 27 \quad (5)$$

[0043] Uma razão pela qual é desejável minimizar o número de

sequências necessárias, é para reduzir a complexidade do processamento requerido no UE para detectar o grupo de célula. Figuras 2(a) e 2(d) ilustram um número de meios alternativos típicos para construir os símbolos S_i ($1 \leq i \leq 2$) a partir de $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$.

[0044] Com referência à Figura 2(a), uma primeira realização típica envolve transmitir, como o símbolo S_i associado ao grupo de célula particular, o correspondente par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ ($i \neq j$) com a ordem do par (em cada um dos domínios do tempo ou frequência) indicando se o símbolo transmitido é S_1 ou S_2 . A extensão de cada $\tilde{S}_i$ e $\tilde{S}_j$ é, neste exemplo, metade da extensão de S_i . (Na teoria, $\tilde{S}_i$ e $\tilde{S}_j$ não precisam ser de extensão igual, porém na prática são escolhidos para isto). Por exemplo, uma realização no domínio do tempo incluiria transmitir como os sinais de sincronização secundários $S_1 = \tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ (isto é, transmitir primeiramente $\tilde{S}_i$ e então transmitir $\tilde{S}_j$) e $S_2 = \tilde{S}_j, \tilde{S}_i$ (isto é, transmitir primeiro $\tilde{S}_j$ e então transmitir $\tilde{S}_i$) em cada quadro de rádio.

[0045] Alternativamente, realizações no domínio da frequência aplicando o princípio ilustrado na Figura 2(a) transmitem as sequências $\tilde{S}_i$ e $\tilde{S}_j$ simultaneamente, por exemplo, com a transmissão do símbolo S_1 sendo efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um conjunto inferior de frequências e a sequência $\tilde{S}_j$ sendo transmitida em um conjunto maior de frequência. A transmissão do símbolo S_2 é o oposto, com a sequência $\tilde{S}_j$ sendo transmitida no conjunto inferior de frequências e a sequência $\tilde{S}_i$ sendo transmitida no conjunto mais alto de frequências. Este arranjo é ilustrado na Figura 2(b).

[0046] Em outras realizações no domínio da frequência aplicando o princípio ilustrado na Figura 2(a), as sequências $\tilde{S}_i$ e $\tilde{S}_j$ são transmitidas simultaneamente por meio de intercalamento. Por exemplo, dados dos conjuntos de frequências que são intercalados um com o outro, a transmissão do símbolo S_1 pode ser efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um “mais baixo” dos conjuntos de frequências intercaladas e transmitindo a sequência

$\tilde{S}_j$ em um “mais alto” dos conjuntos de frequências. (Aqui, as palavras “mais alto” e “mais baixo” não se referem a conjuntos de frequências como um único grupo contíguo, mas ao invés disso a pares de elementos de recursos associados às frequências intercaladas, de tal modo que um elemento de recurso associado a $\tilde{S}_i$ está em uma frequência mais baixa que o elemento de recurso vizinho associado a $\tilde{S}_j$). A transmissão do símbolo S_2 é o oposto com a sequência $\tilde{S}_j$ sendo transmitida em um mais baixo dos conjuntos de frequências e a sequência $\tilde{S}_i$ sendo transmitida em um mais alto dos conjuntos de frequências. Este arranjo é ilustrado na Figura 2(c).

[0047] Em qualquer caso (isto é, realização no domínio do tempo ou realização no domínio da frequência), o detector (UE) preferivelmente inclui uma tabela de consulta que associa cada par de sequência e ordenação a um identificador de grupo de célula e informação de temporização de quadro (isto é, se a ordenação do par de sequência indica sub-quadro 0 ou sub-quadro 5) de tal modo que o detector pode identificar facilmente o grupo de célula e temporização de quadro.

[0048] Com referência à Figura 2(d), uma outra realização típica alternativa envolve gerar cada símbolo S_i como uma soma ponderada do par de sequência $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ ($i \neq j$), com cada par particular sendo associado univocamente a um dos M grupos de célula. Ainda mais, a quantidade de ponderação aplicada a cada uma das sequências indica se o par de sequência está sendo transmitido no sub-quadro 0 (S_1) ou sub-quadro 5 (S_2). Isto é, os símbolos de sincronização secundários para cada quadro de rádio podem ser representados conforme segue:

$$\begin{aligned} S_1 &= \alpha \tilde{S}_i + \beta \tilde{S}_j \text{ (para sub-quadro 0)} \\ S_2 &= \beta \tilde{S}_i + \alpha \tilde{S}_j \text{ (para sub-quadro 5)} \end{aligned} \quad (6)$$

[0049] Em tais realizações, a extensão de cada sequência $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ pode ser a mesma que a extensão do símbolo S_i , e ambas sequências são transmitidas ao mesmo tempo. As diferentes ponderações (α e β , com $\alpha \neq \beta$)

que indicam em qual sub-quadro o símbolo está sendo transmitido, podem ser obtidas transmitindo as sequências em diferentes amplitudes e/ou potências em relação uma à outra.

[0050] Nesta realização, o detector (UE) preferivelmente inclui uma tabela de consulta que associa cada par de sequência e ponderação relativa das sequências (por exemplo, conforme indicado pela amplitude de sinal e/ou potência) a um identificador de grupo de célula e informação de temporização de quadro (isto é, se os multiplicandos α e β aplicados indicam o sub-quadro 0 ou o sub-quadro 5) de tal modo que o detector pode identificar facilmente o grupo de célula e temporização de quadro. Em realizações alternativas, um circuito lógico associado associa cada par de sequência e ponderação relativa das sequências a pelo menos um identificador de grupo e informação de temporização de quadro, de tal modo que o detector pode identificar facilmente o grupo de célula e temporização de quadro.

[0051] Uma possibilidade para construir os multiplicando α e β é interpretá-los como matrizes diagonais, isto é:

$$\alpha \begin{bmatrix} \alpha_1 & & & \\ & \alpha_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \alpha_N \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0052] Daí, $S_1 = \alpha \tilde{S}_i + \beta \tilde{S}_j$ pode ser interpretada como multiplicação em forma de elemento, isto é:

$$S_{1,k} = \alpha_k \tilde{S}_{i,k} + \beta_k \tilde{S}_{j,k}, \quad (8)$$

onde k é o k-ésimo elemento do vetor.

[0053] Um meio alternativo para construir os multiplicandos α e β é permitir que β seja uma função da sequência diante de α na fórmula para S_1 , isto é,

$$\begin{aligned} S_1 &= \alpha \tilde{S}_i + \beta(\tilde{S}_i) \tilde{S}_j \text{ (para sub-quadro 0)} \\ S_2 &= \beta(\tilde{S}_j) \tilde{S}_i + \alpha \tilde{S}_j \text{ (para sub-quadro 5)} \end{aligned} \quad (9)$$

[0054] Nesta realização, o UE deveria primeiramente correlacionar à

sequência $\tilde{S}_i$ e detectá-la. Então, com base na sequência S_i detectada, o UE procura, por exemplo, em uma tabela de consulta para determinar a sequência β , e então correlaciona e detecta a sequência $\tilde{S}_j$.

[0055] Ainda uma outra alternativa é similar à recém descrita, mas permite que α seja uma função da sequência diante de β .

[0056] Será verificado que várias realizações podem ser implementadas em ambientes OFDM bem como não OFDM. Em um sistema OFDM, por exemplo, uma primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ pode ser efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e transmitir a sequência $\tilde{S}_j$ em um segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras. Uma segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ pode ser efetuada transmitido a sequência $\tilde{S}_j$ no primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e transmitir a sequência $\tilde{S}_i$ no segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras.

[0057] Em um ambiente não OFDM, a camada física do sistema de comunicação celular pode ainda envolver os símbolos do sinal de sincronização S_1 sendo separado em um domínio da frequência. Em tais realizações, a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ pode ser efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um primeiro conjunto de frequência, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ em um segundo conjunto de frequência. A segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ pode ser efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ no primeiro conjunto de frequências, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ no segundo conjunto de frequências.

[0058] Figura 3 é um fluxograma de processos/etapas típicos executados por circuitos em um UE (por exemplo, um detector) para utilizar os símbolos de sincronização secundários acima descritos para determinar grupo de célula e temporização de quadro de acordo com realizações consistentes com a invenção. Os vários blocos mostrados na Figura 3 podem também ser considerados para representar a lógica dos UE configurada para

executar a função indicada.

[0059] O UE começa a executar o processamento do estágio 1, que inclui iniciar a busca de célula e detectar uma temporização de intervalo de célula recém encontrada (por exemplo, temporização de 5ms) e ID de célula dentro de um grupo de célula desconhecido usando os sinais P-SyS recebidos no P-SCH (etapa 301). Técnicas para executar esta etapa são bem conhecidas e além do escopo da invenção.

[0060] O UE agora está pronto para executar o processamento do estágio 2. Entretanto, de acordo com um aspecto de realizações consistentes com a invenção, o tipo de busca de célula sendo efetuado determinará se ambas S_1 e S_2 são usadas, ou se apenas uma destas é usada. Mais particularmente, há um número de tipos diferentes de buscas de célula (por exemplo, busca de célula inicial, busca de célula vizinha, busca de célula inter-frequência e busca de célula de tecnologia de acesso inter-rádio), e cada uma executa o processamento do estágio 2 para detectar temporização de quadro e para identificar um grupo de célula de uma célula. Os procedimentos de busca de célula são essencialmente os mesmos para os diferentes tipos, porém há algumas diferenças. Por exemplo, para uma busca de célula inter-frequência o UE pode executar busca de célula simultaneamente com recepção de dados da célula de serviço. Entretanto, para buscas de célula de inter-frequência ou tecnologia de acesso inter-rádio (estacionando em um sistema GSM e executando busca de célula em um portador de sistema LTE) o UE precisa interromper sua recepção de dados da célula de serviço ao mudar frequências de portadora para a busca de célula. No sentido de reduzir a extensão de interrupção (isto é, interrupção na recepção de dados) deseja-se se capaz de detectar toda informação de célula em um quadro de sincronização. Isto elimina a possibilidade de acumular informação de busca de célula ao longo de um número de quadros de sincronização e portanto, resulta em buscas de célula de tecnologia de acesso inter-frequência e inter-

rádio possuindo desempenho pior que buscas de célula intra-frequência. Para acomodar isto, redes são tipicamente planejadas para tolerar busca de célula mais lenta para a busca de célula de tecnologia inter-frequência e inter-rádio do que para busca de célula intra-frequência.

[0061] Como para os procedimentos de buscas de célula iniciais, o erro de frequência pode ser grande. Isto cria uma necessidade de executar uma etapa de correção de erro de frequência, tipicamente entre estágios 1 e 2. O desempenho de busca de célula inicial tipicamente não é tão bom quanto aquele da busca de célula vizinha, porém busca de célula inicial é efetuada somente quando o UE é ligado, e assim este não afeta seriamente o desempenho global do UE.

[0062] Retornando agora a uma discussão da Figura 3, se é determinado que o tipo de busca de célula efetuado é uma busca de célula inter-frequência (“IF”), inter-célula (“IC”) ou tecnologia de acesso inter-rádio (IRAT) (o caminho “SIM” para fora do bloco de decisão 303), o estágio de processamento 2 é requerido, o qual usa somente um S-SyS (S_1 ou S_2) por quadro de rádio, para detectar grupo de célula e temporização de quadro (etapa 305). O par de sequência $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ maximizando a potência de correlação é escolhido como um indicador do grupo de célula detectado. Dependendo de qual realização é implementada, a ordem específica das sequências ou alternativamente a ordem da relação de potência de $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ determina a temporização de quadro (por exemplo, a temporização de 10ms em um sistema LTE).

[0063] Entretanto, se é determinado que o tipo de busca de célula sendo efetuado não é uma busca de célula inter-frequência, inter-célula ou tecnologia de acesso inter-rádio (o caminho “NÃO” fora do bloco de decisão 303), isto significa que o UE está executando uma busca de célula que requer uma determinação mais precisa da temporização de quadro e grupo de célula, tal como uma busca de célula inicial ou uma busca de célula vizinha.

Consequentemente, o processamento do estágio 2 é requerido, o qual usa ambos S-SyS (isto é, ambas S_1 e S_2) por quadro de rádio para detectar grupo de célula e temporização de quadro (etapa 307).

[0064] Os resultados obtidos do processamento do estágio 2 (etapa 305 ou etapa 307) são então usados do modo usual para facilitar o processamento do estágio 3. Em algumas realizações, isto pode incluir verificar o ID de célula obtido de processamento anterior, usando símbolos de referência associados ao grupo de célula identificado (etapa 309). Isto é, os símbolos de referência usados para detecção de ID de célula são desmisturados usando o código de mistura determinado pelo grupo de célula e ID de célula.

[0065] Para completar o exemplo, Figura 3 também mostra o processamento do estágio 4 (isto é, ler o BCH para obter informação de sistema específica de célula) é também executado. Entretanto, nem o processamento do estágio 3 nem do estágio 4 são um aspecto essencial da invenção, e portanto, não são descritos aqui em grandes detalhes.

[0066] A invenção foi descrita com referência a realizações particulares. Entretanto, será facilmente aparente aos especialistas na técnica que é possível realizar a invenção de formas específicas diferentes daquelas das realizações aqui descritas. As realizações descritas são meramente ilustrativas e não deveriam ser consideradas restritivas de modo algum. O escopo da invenção é dado pelas reivindicações anexas ao invés da descrição precedente, e todas as variações equivalentes que caem dentro da faixa das reivindicações são destinadas a serem aqui abrangidas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para indicar parâmetros de temporização e uma identidade de um grupo de célula particular a partir de um número, M , de grupos de célula possíveis em um sinal transmitido em um sistema de comunicação celular que emprega um quadro de rádio em uma camada física, o quadro de rádio compreendendo um número de intervalos de tempo, caracterizado pelo fato de compreender:

transmitir, em um intervalo de tempo conhecido dos intervalos de tempo do quadro de rádio, um sinal de sincronização, S_1 , que compreende um par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas em uma primeira ordenação; e

transmitir em um outro intervalo de tempo dos intervalos de tempo conhecidos do quadro de rádio, um sinal de sincronização, S_2 , que compreende o par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjado em uma segunda ordenação;

onde:

cada elemento do par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ é selecionado de um grupo compreendendo N_{Seq} sequências diferentes, em que N_{Seq} é pelo menos $\text{ceil}\left(\frac{1+\sqrt{1+8M}}{2}\right)$ sequências diferentes;

o par selecionado de sequências é univocamente identificado no grupo de célula particular, onde $i, j \in [1, \dots, N_{\text{Seq}}]$ e $\tilde{S}_i \neq \tilde{S}_j$; e

a primeira ordenação das sequências é usada somente para transmissão em um dos intervalos de tempo conhecido do quadro de rádio, e a segunda ordenação das sequências é usada somente para transmissão no citado outro dos intervalos de tempo conhecido.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a camada física do sistema de comunicação celular emprega Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal;

a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ é efetuada

transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ em um segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras; e

a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ no primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras e transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ no segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras.

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

na camada física do sistema de comunicação celular, símbolos do sinal de sincronização, S_1 , são separados em um domínio da frequência;

a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um primeiro conjunto de frequências, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ em um segundo conjunto de frequências; e

a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é efetuada transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ no primeiro conjunto de frequências, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ no segundo conjunto de frequências.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o uso da primeira ordenação das sequências somente para transmissão no intervalo de tempo conhecido dos intervalos de tempo do quadro de rádio, e o uso da segunda ordenação de sequências somente para transmissão no citado outro intervalo de tempo conhecido dos intervalos de tempo, habilita detecção da temporização de quadro de rádio usando apenas um dos sinais de sincronização S_1 e S_2 .

5. Método para detectar parâmetros de temporização e uma identidade de um grupo de célula particular a partir de um número, M , de possíveis grupos de célula em um sinal recebido em um sistema de comunicação celular que emprega um quadro de rádio em uma camada física, o quadro de rádio compreendendo um número de intervalos de tempo

incluindo dois intervalos de tempo associados a um canal de sincronização, caracterizado pelo fato de compreender:

receber, em um dos intervalos de tempo associado ao canal de sincronização, um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização S_1 e S_2 , onde o primeiro sinal de sincronização S_1 compreende um par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas em uma primeira ordenação e o segundo sinal de sincronização S_2 compreende o par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas em uma segunda ordenação;

determinar qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_i$, qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_j$, e se o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ foi arranjado na primeira ordenação ou na segunda ordenação, onde o número de sequências pré-definidas é selecionado de um grupo compreendendo N_{Seq} sequências diferentes, em que N_{Seq} é pelo menos $\text{ceil}\left(\frac{1+\sqrt{1+8M}}{2}\right)$ sequências diferentes;

identificar o grupo de célula particular executando um processo de identificação de grupo de célula que inclui determinar a qual grupo de célula do par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ está associado univocamente; e

determinar em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido, usando informação que indica se as sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ foram recebidas na primeira ordenação ou na segunda ordenação.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que:

a camada física do sistema de comunicação celular emprega Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal;

a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ faz com que

a sequência $\tilde{S}_i$ seja recebida em um primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e a sequência $\tilde{S}_j$ a ser recebida em um segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras; e

a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ faz com que a sequência $\tilde{S}_j$ seja recebida no primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e a sequência $\tilde{S}_i$ a ser recebida no segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o primeiro e segundo sinais de sincronização S_1 e S_2 e as sequências $\tilde{S}_i$ e $\tilde{S}_j$ são de extensão igual.

8. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que:

na camada física do sistema de comunicação celular símbolos do sinal de sincronização S_1 são separados em um domínio da frequência;

a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ faz com que a sequência $\tilde{S}_i$ seja recebida em um primeiro conjunto de frequências, e a sequência $\tilde{S}_j$ a ser recebida em um segundo conjunto de frequências; e

a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ faz com que a sequência $\tilde{S}_j$ seja recebida no primeiro conjunto de frequências, e a sequência $\tilde{S}_i$ a ser recebida no segundo conjunto de frequências.

9. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que receber, em um dos intervalos de tempo associado ao canal de sincronização, um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização S_1 e S_2 , compreende:

receber o par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ simultaneamente.

10. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de compreender:

detectar temporização de quadro de rádio usando informação que indica em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de

sincronização, o um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido.

11. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que identificar o grupo de célula particular determinando a qual grupo de célula o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ está univocamente associado, compreende usar o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ para localizar uma entrada em uma tabela de consulta.

12. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que identificar o grupo de célula particular determinando a qual grupo de célula o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é associado univocamente é executado por circuitos de cálculo.

13. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que usar informação sobre as sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ terem sido arranjadas na primeira ordenação ou na segunda ordenação, para determinar em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, um recebido dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido, compreende usar o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ para localizar uma entrada em uma tabela de consulta.

14. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que usar informação sobre as sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ terem sido arranjadas na primeira ordenação ou na segunda ordenação, para determinar em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, um recebido dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido, é executado por circuitos de cálculo.

15. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de compreender:

receber, em um outro intervalo de tempo dos intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, um outro sinal de sincronização dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização;

determinar se um tipo de procedimento de busca de célula a ser efetuado é um procedimento de busca de célula inter-frequência;

determinar (303) se o tipo de procedimento de busca de célula a ser executado é um procedimento de busca de célula de tecnologia de acesso inter-rádio;

determinar (303) se o tipo de procedimento de busca de célula a ser efetuado é um procedimento de busca intra-célula;

se o tipo de procedimento de busca de célula a ser efetuado é nenhum dentre o procedimento de busca de célula inter-frequência, o procedimento de busca de célula de tecnologia de acesso inter-rádio ou o procedimento de busca intra-célula, então executar:

determinar (307) qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_i$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização, qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização, e se o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi arranjado na primeira ordenação ou na segunda ordenação,

onde o processo de identificação de grupo de célula inclui adicionalmente determinar a qual grupo de célula o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização é univocamente associado.

16. Aparelho para indicar parâmetros de temporização e uma identidade de um grupo de célula particular a partir de um número, M, de grupos de célula possíveis em um sinal transmitido em um sistema de comunicação celular que emprega um quadro de rádio em uma camada física, o quadro de rádio compreendendo um número de intervalos de tempo, caracterizado pelo fato de compreender:

lógica configurada para transmitir, em um intervalo de tempo

conhecido dos intervalos de tempo do quadro de rádio, um sinal de sincronização, S_1 , que compreende um par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas em uma primeira ordenação; e

lógica configurada para transmitir em um outro intervalo de tempo dos intervalos de tempo conhecidos do quadro de rádio, um sinal de sincronização, S_2 , que compreende o par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjado em uma segunda ordenação,

onde:

cada elemento do par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ é selecionado de um grupo compreendendo N_{Seq} sequências diferentes, em que N_{Seq} é pelo menos $\text{ceil}\left(\frac{1+\sqrt{1+8M}}{2}\right)$ sequências diferentes;

o par selecionado de sequências é univocamente identificado no grupo de célula particular, onde $i, j \in [1, \dots, N_{\text{Seq}}]$ e $\tilde{S}_i \neq \tilde{S}_j$; e

o aparelho é configurado para operar tal que a primeira ordenação das sequências é usada somente para transmissão em um dos intervalos de tempo conhecido do quadro de rádio, e a segunda ordenação das sequências é usada somente para transmissão no citado outro dos intervalos de tempo conhecido.

17. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que:

a camada física do sistema de comunicação celular emprega Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal;

a lógica configurada para transmitir, em um dos intervalos de tempo conhecido do quadro de rádio, o sinal de sincronização S_1 que compreende o par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas na primeira ordenação, efetua a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ em um segundo conjunto de uma ou mais sub-

portadoras; e

a lógica configurada para transmitir, no citado outro dos intervalos de tempo conhecido do quadro de rádio, o sinal de sincronização S_2 que compreende o par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ arranjadas na segunda ordenação, efetua a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ no primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ no segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras.

18. Aparelho, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o primeiro e segundo sinais de sincronização, S_1 e S_2 e as sequências $\tilde{S}_i$ e $\tilde{S}_j$ são todos de extensão igual.

19. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que:

na camada física do sistema de comunicação celular, símbolos do sinal de sincronização S_1 são separados em um domínio da frequência;

a lógica configurada para transmitir, em um intervalo de tempo conhecido dos intervalos de tempo do quadro de rádio, o sinal de sincronização S_1 que compreende o par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ arranjadas na primeira ordenação, efetua a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ em um primeiro conjunto de frequências, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ em um segundo conjunto de frequências; e

a lógica configurada para transmitir, no citado outro dos intervalos de tempo conhecido do quadro de rádio, o sinal de sincronização S_2 que compreende o par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ arranjadas na segunda ordenação, efetua a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ transmitindo a sequência $\tilde{S}_j$ no primeiro conjunto de frequências, e transmitindo a sequência $\tilde{S}_i$ no segundo conjunto de frequências.

20. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o uso da primeira ordenação das sequências somente para

transmissão no conhecido dos intervalos de tempo do quadro de rádio, e o uso da segunda ordenação de sequências somente para transmissão no citado outro conhecido dos intervalos de tempo, habilita detecção da temporização de quadro de rádio usando apenas um dos sinais de sincronização S_1 e S_2 .

21. Aparelho para detectar parâmetros de temporização e uma identidade de um grupo de célula particular a partir de um número, M , de possíveis grupos de célula em um sinal recebido em um sistema de comunicação celular que emprega um quadro de rádio em uma camada física, o quadro de rádio compreendendo um número de intervalos de tempo incluindo dois intervalos de tempo associados a um canal de sincronização, caracterizado pelo fato de compreender:

lógica configurada para receber, em um dos intervalos de tempo associado ao canal de sincronização, um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização S_1 e S_2 , onde o primeiro sinal de sincronização S_1 compreende um par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas em uma primeira ordenação e o segundo sinal de sincronização S_2 compreende o par de sequências $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ arranjadas em uma segunda ordenação;

lógica configurada para determinar qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_i$, qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_j$, e se o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ foi arranjado na primeira ordenação ou na segunda ordenação, onde o número de sequências pré-definidas é selecionado de um grupo compreendendo N_{Seq} sequências diferentes, em que N_{Seq} é pelo menos $\text{ceil}\left(\frac{1+\sqrt{1+8M}}{2}\right)$ sequências diferentes;

lógica configurada para identificar o grupo de célula particular executando um processo de identificação de grupo de célula que inclui determinar a qual grupo de célula do par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ está

associado univocamente; e

lógica configurada para determinar em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido, usando informação que indica se as sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ foram recebidas na primeira ordenação ou na segunda ordenação.

22. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que:

a camada física do sistema de comunicação celular emprega Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal;

a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ faz com que a sequência $\tilde{S}_i$ seja recebida em um primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e a sequência $\tilde{S}_j$ a ser recebida em um segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras; e

a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ faz com que a sequência $\tilde{S}_j$ seja recebida no primeiro conjunto de uma ou mais sub-portadoras, e a sequência $\tilde{S}_i$ a ser recebida no segundo conjunto de uma ou mais sub-portadoras.

23. Aparelho, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o primeiro e segundo sinais de sincronização S_1 e S_2 e as sequências $\tilde{S}_i$ e $\tilde{S}_j$ são de extensão igual.

24. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que:

na camada física do sistema de comunicação celular símbolos do sinal de sincronização S_1 são separados em um domínio da frequência;

a primeira ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ faz com que a sequência $\tilde{S}_i$ seja recebida em um primeiro conjunto de frequências, e a sequência $\tilde{S}_j$ a ser recebida em um segundo conjunto de frequências; e

a segunda ordenação do par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ faz com que

a sequência $\tilde{S}_j$ seja recebida no primeiro conjunto de frequências, e a sequência $\tilde{S}_i$ a ser recebida no segundo conjunto de frequências.

25. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a lógica configurada para receber, em um dos intervalos de tempo associado ao canal de sincronização, um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização S_1 e S_2 , compreende:

lógica configurada para receber o par de sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ simultaneamente.

26. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de compreender:

lógica configurada para detectar temporização de quadro de rádio usando informação que indica em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, o um dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido.

27. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a lógica configurada para identificar o grupo de célula particular determinando a qual grupo de célula o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ está univocamente associado, compreende lógica configurada para usar o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ para localizar uma entrada em uma tabela de consulta.

28. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a lógica configurada para identificar o grupo de célula particular determinando a qual grupo de célula o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ é associado univocamente compreende circuitos de cálculo.

29. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a lógica configurada para determinar em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, o um sinal de sincronização dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido, usando informação que indica se as sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ foram

recebidas na primeira ordenação ou na segunda ordenação compreende:

uma tabela de consulta; e

lógica configurada para usar o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ para localizar uma entrada na tabela de consulta.

30. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a lógica configurada para determinar em qual dos dois intervalos de tempo associados ao canal de sincronização, um sinal de sincronização dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi recebido, usando informação que indica se as sequências $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$ foram recebidas na primeira ordenação ou na segunda ordenação compreende:

circuitos de cálculo que consideram como entrada o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_j$.

31. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de compreender:

lógica configurada para receber, em um outro intervalo de tempo dos intervalos de tempo associados ao canal de sincronização um outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização;

lógica configurada para determinar se um tipo de procedimento de busca de célula a ser efetuado é um procedimento de busca de célula inter-frequência;

lógica configurada para determinar se o tipo de procedimento de busca de célula a ser executado é um procedimento de busca de célula de tecnologia de acesso inter-rádio;

lógica configurada para determinar se o tipo de procedimento de busca de célula a ser efetuado é um procedimento de busca intra-célula;

lógica configurada para responder ao tipo de procedimento de busca de célula a ser efetuado sendo nenhum dentre o procedimento de busca de célula inter-frequência, o procedimento de busca de célula de tecnologia de acesso inter-rádio ou o procedimento de busca intra-célula, executando:

determinar qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_i$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização, qual dentre o número de sequências pré-definidas coincide melhor com a sequência recebida $\tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização, e se o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização foi arranjado na primeira ordenação ou na segunda ordenação,

onde o processo de identificação de grupo de célula inclui adicionalmente determinar a qual grupo de célula o par de sequências recebidas $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ do outro dentre o primeiro e segundo sinais de sincronização é univocamente associado.

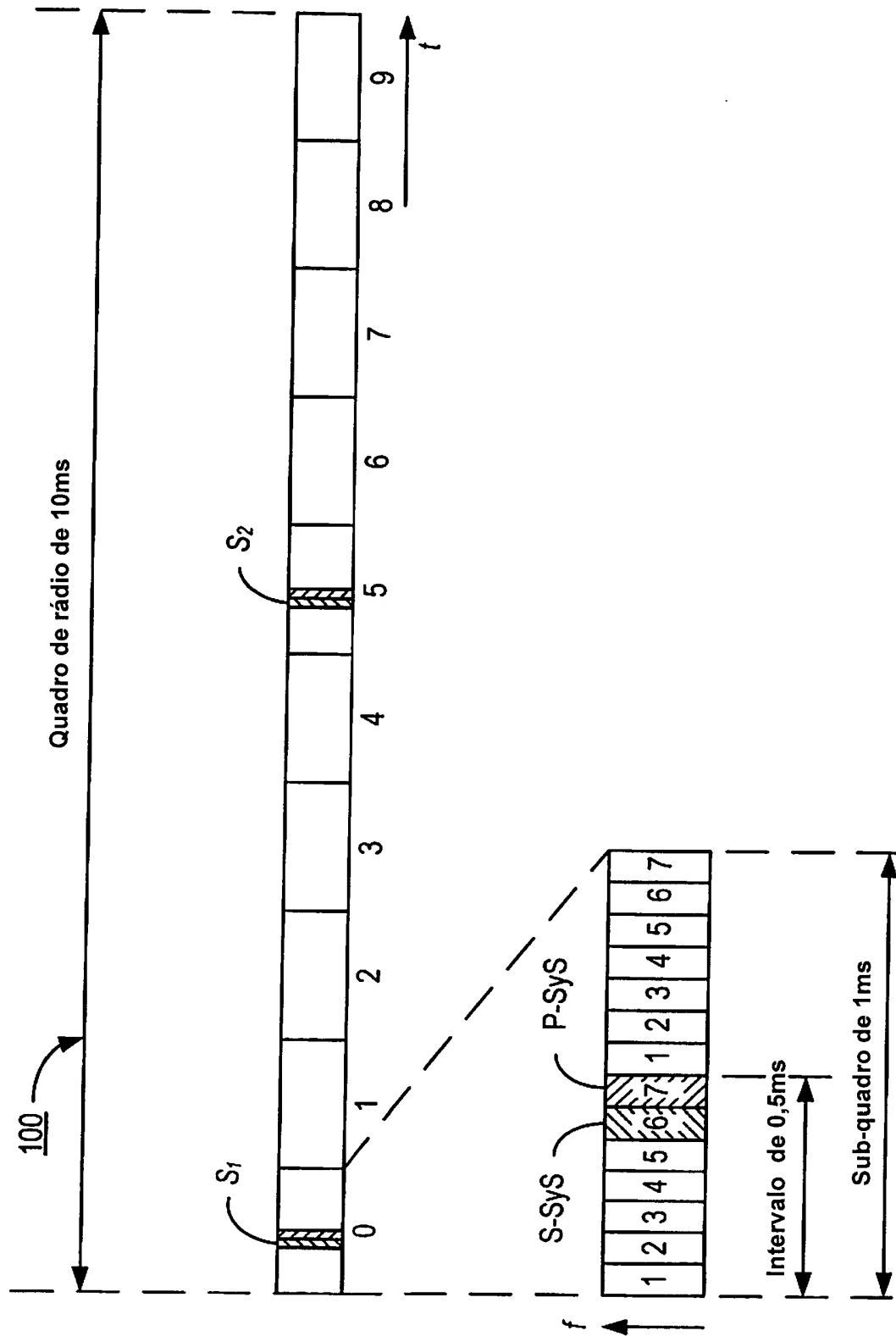


FIG. 1

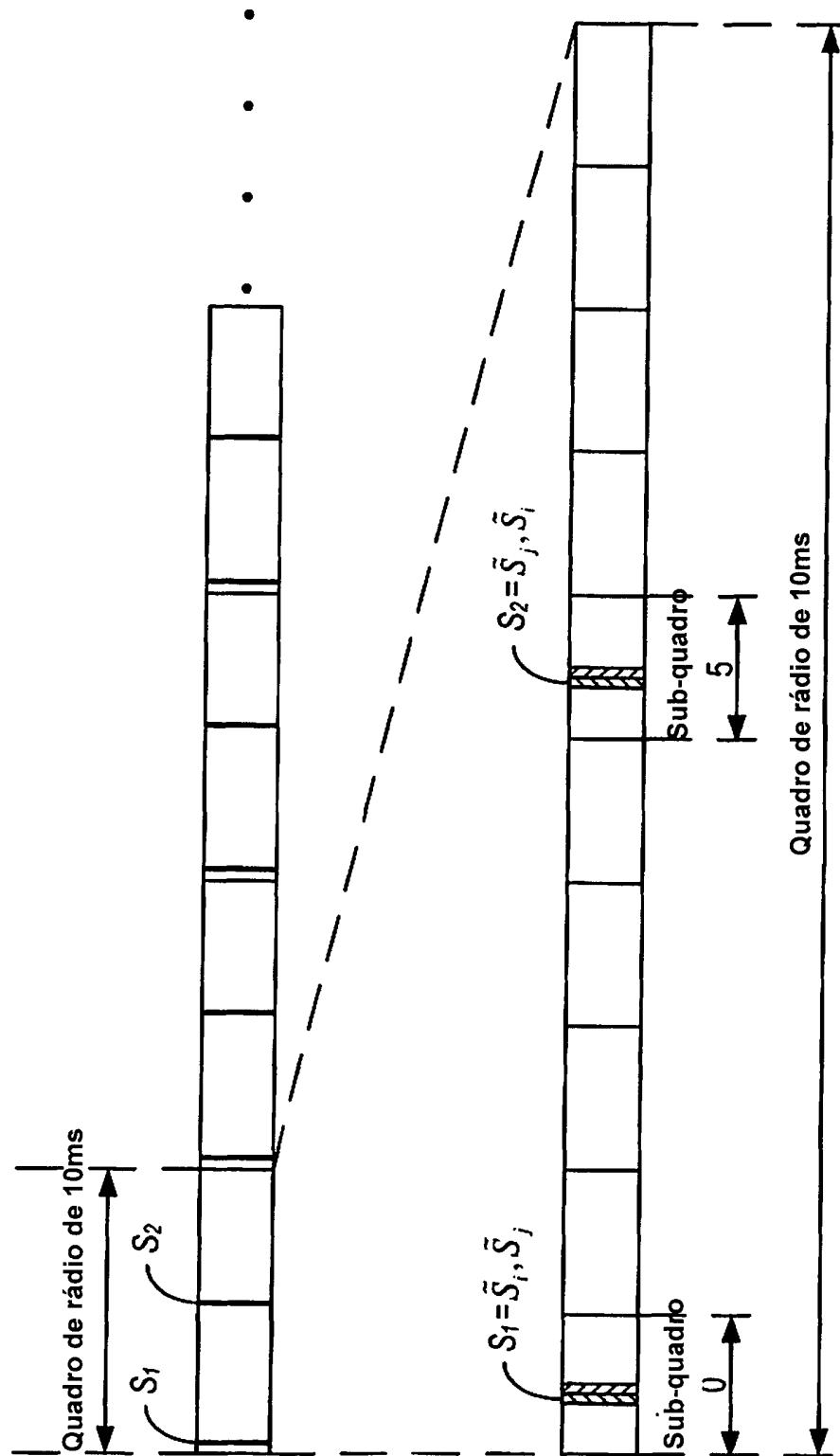
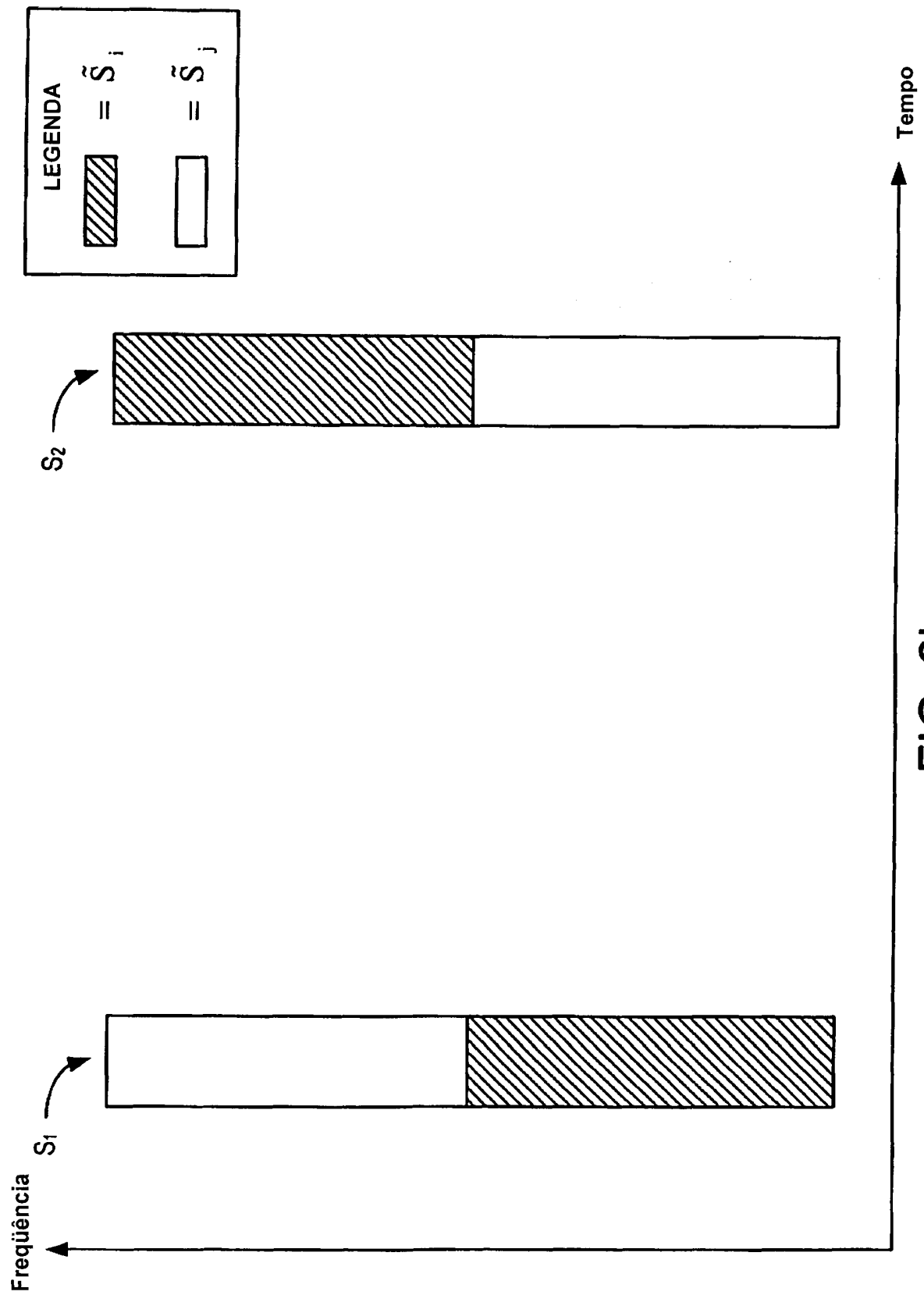
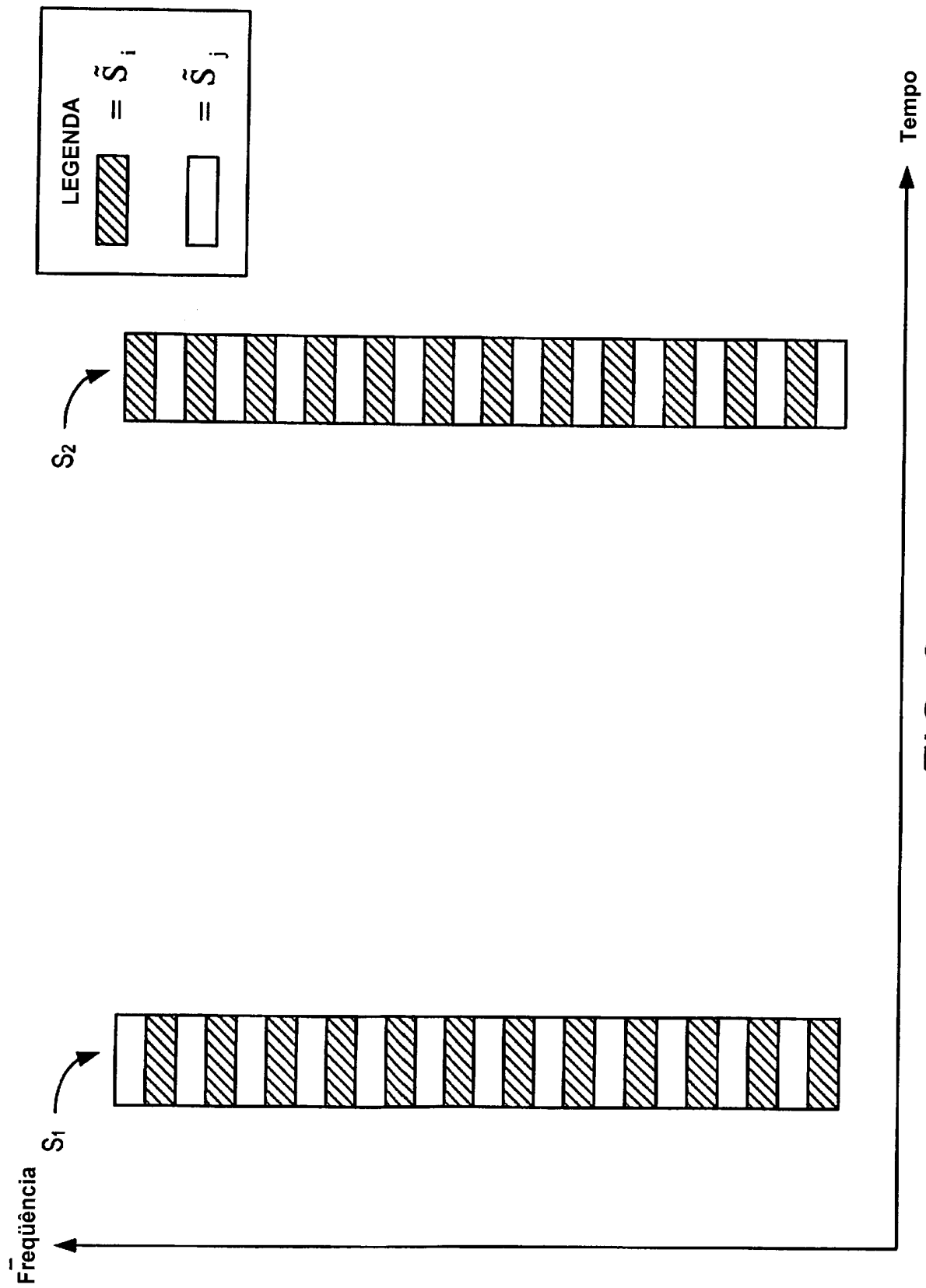


FIG. 2(a)





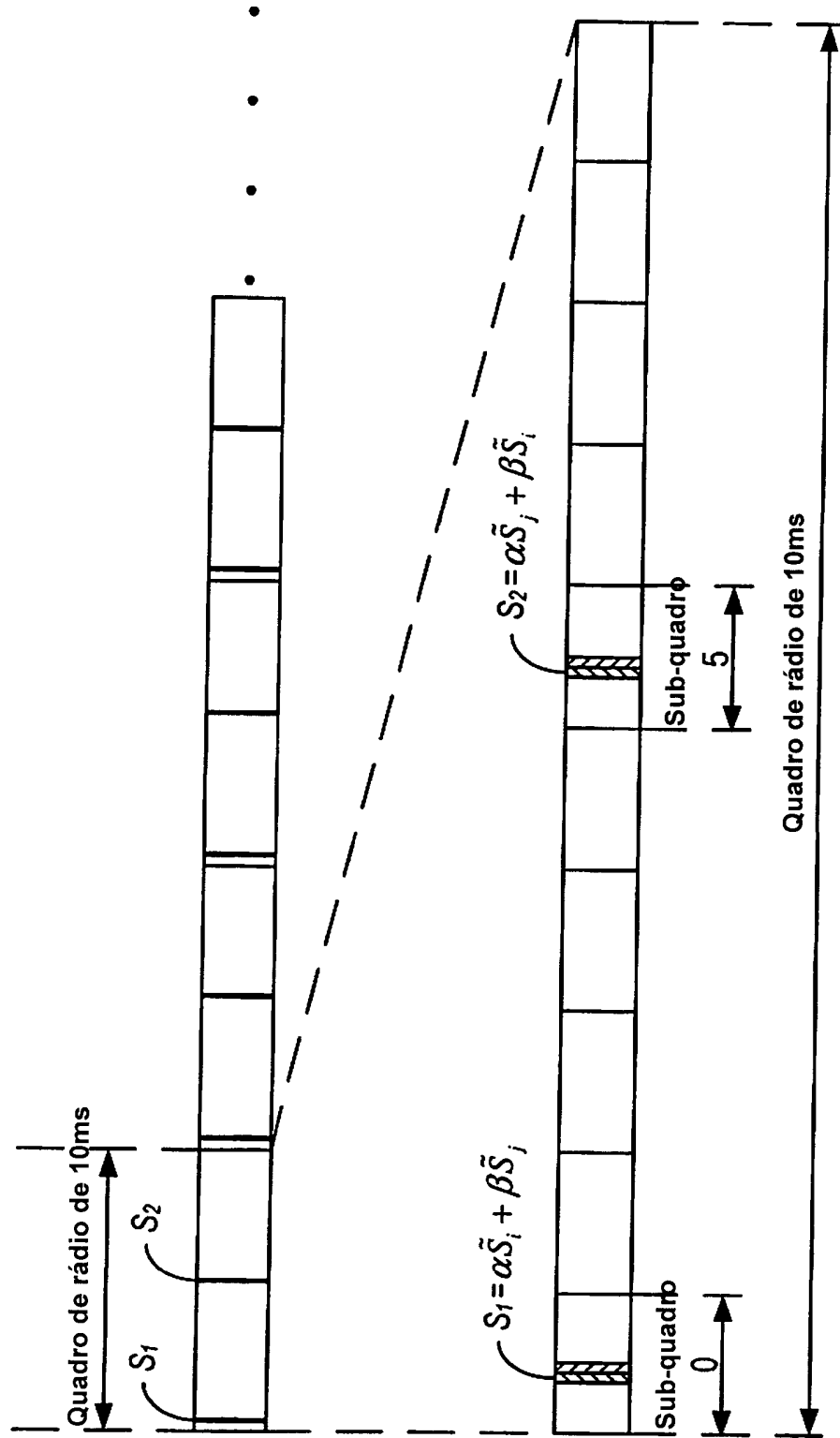


FIG. 2(d)

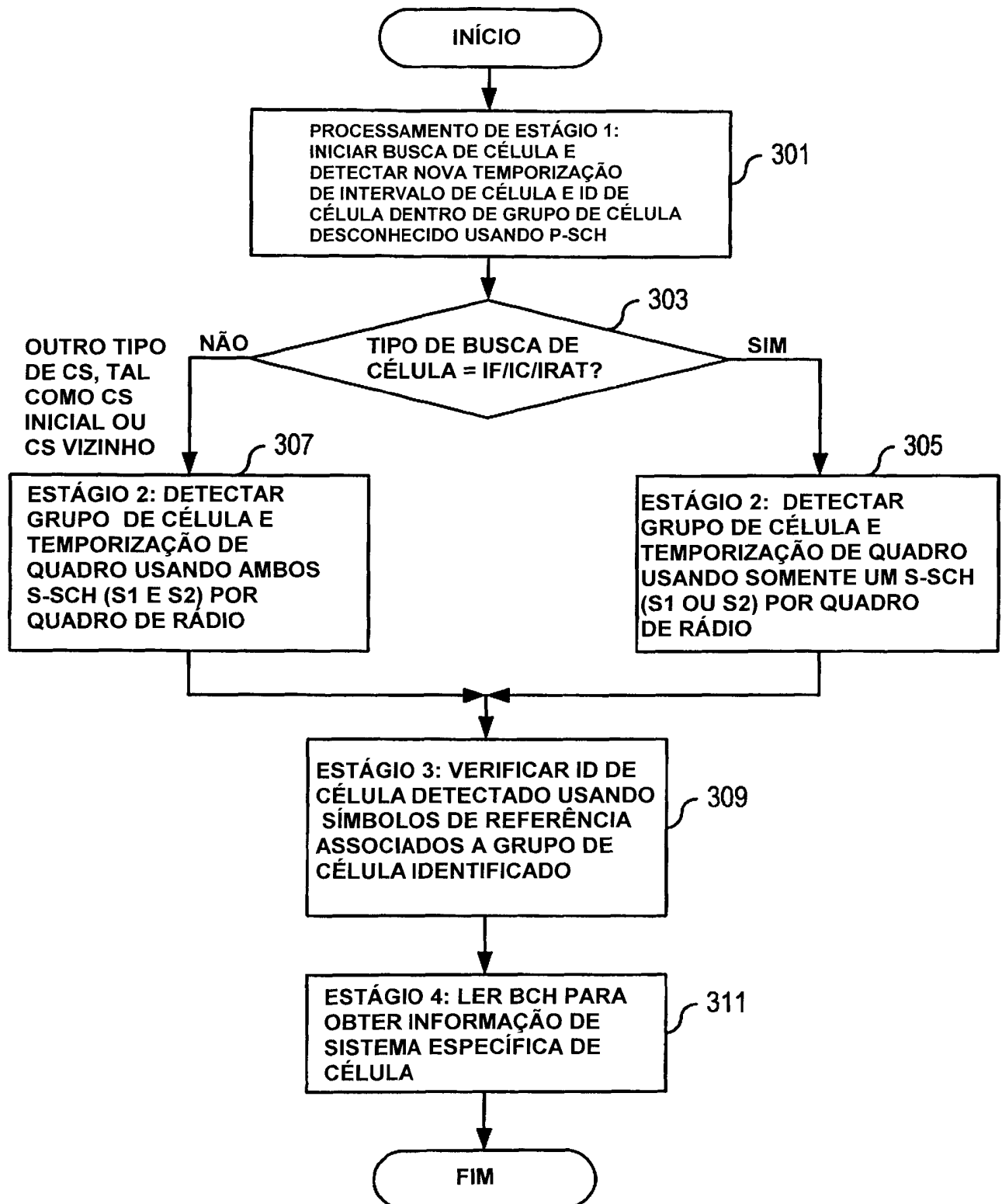


FIG. 3