



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

(11) PI 0820595-7 B1

(22) Data do Depósito: 31/01/2008

(45) Data de Concessão: 07/04/2020



(54) Título: MÉTODO, APARELHO E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR PARA IDENTIFICAR UMA SEQUÊNCIA DE PREÂMBULO E PARA ESTIMAR UM DESLOCAMENTO DE FREQUÊNCIA DA PORTADORA INTEIRO

(51) Int.Cl.: H04L 27/26.

(52) CPC: H04L 27/2659.

(30) Prioridade Unionista: 12/12/2007 US 11/955,062.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): JONG HYEON PARK; JU WON PARK; JE WOO KIM.

(86) Pedido PCT: PCT US2008052720 de 31/01/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/075898 de 18/06/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/06/2010

(57) Resumo: MÉTODO, APARELHO E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR PARA IDENTIFICAR UMA SEQUÊNCIA DE PREÂMBULO E PARA ESTIMAR UM DESLOCAMENTO DE FREQUÊNCIA DA PORTADORA INTEIRO De acordo com um método para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro, um sinal que compreende uma sequência de preâmbulo de um conjunto de sequências de preâmbulo possíveis é recebido. Um conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro pode ser determinado. As operações de correlação cruzada podem ser realizadas com relação ao sinal recebido e aos múltiplos sinais candidatos transmitidos. Cada sinal transmitido candidato pode incluir uma dentre o conjunto de sequências de preâmbulo possíveis. Adicionalmente, cada sinal candidato transmitido pode corresponder a um dentre o conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro. Múltiplos valores de correlação podem ser determinados como resultado das operações de correlação cruzada. Os valores de correlação podem ser utilizados para identificar a sequência de preâmbulo e para estimar CFO inteiro.

"MÉTODO, APARELHO E MEMÓRIA LEGÍVEL POR COMPUTADOR PARA IDENTIFICAR UMA SEQUÊNCIA DE PREÂMBULO E PARA ESTIMAR UM DESLOCAMENTO DE FREQUÊNCIA DA PORTADORA INTEIRO"

Campo da Invenção

[0001] A presente descrição refere-se geralmente a sistemas de comunicação sem fio. Mais especificamente, a presente descrição se refere a métodos e aparelho para a identificação de uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro em um sistema de comunicação sem fio.

Descrição da Técnica Anterior

[0002] Os dispositivos de comunicação sem fio têm se tornado menores e mais poderosos a fim de corresponder às necessidades do consumidor e para aperfeiçoar a portabilidade e conveniência. Os consumidores têm se tornado dependentes dos dispositivos de comunicação sem fio tal como telefones celulares, assistentes digitais pessoais (PDAs), computadores laptop, e similares. Os consumidores têm esperado um serviço confiável, áreas expandidas de cobertura e funcionalidade aumentada. Os dispositivos de comunicação sem fio podem ser referidos como estações móveis, estações, terminais de acesso, terminais de usuário, terminais, unidades de assinante, equipamento de usuário, etc.

[0003] Um sistema de comunicação sem fio pode suportar simultaneamente a comunicação para múltiplos dispositivos de comunicação sem fio. Um dispositivo de comunicação sem fio pode se comunicar com uma ou mais estações base (que podem ser alternativamente referidas como pontos de acesso, Nós B, etc.) através das transmissões em enlace ascendente e enlace descendente. Enlace ascendente

(ou enlace reverso) se refere ao enlace de comunicação a partir dos dispositivos de comunicação sem fio para as estações base, e enlace descendente (ou enlace direto) se refere ao enlace de comunicação a partir das estações base para os dispositivos de comunicação sem fio.

[0004] Os sistemas de comunicação sem fio podem ser sistemas de acesso múltiplo capazes de suportar a comunicação com múltiplos usuários pelo compartilhamento de recursos de sistema disponíveis (por exemplo, largura de banda de potência de transmissão). Exemplos de tais sistemas de acesso múltiplo incluem sistemas de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA), sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência (FDMA), e sistemas de acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal (OFDMA).

[0005] Como indicado acima, a presente descrição se refere geralmente aos sistemas de comunicação sem fio. Mais especificamente, a presente descrição se refere a métodos e aparelho para identificação de uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro em um sistema de comunicação sem fio.

Breve Descrição dos Desenhos

[0006] Figura 1 - ilustra um exemplo de um sistema de comunicação sem fio;

[0007] Figura 2 - ilustra um exemplo de um transmissor e um exemplo de um receptor para um sistema OFDM/OFDMA;

[0008] Figuras 3a a 3d - ilustram um exemplo de uma estrutura de quadro para um sistema OFDM/OFDMA;

[0009] Figura 4 - ilustra um exemplo de um receptor OFDM/OFDMA que é configurado para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro (CFO);

[0010] Figuras 5a e 5b - ilustram exemplos de sequências de preâmbulo que podem ser definidas para um sistema OFDM/OFDMA;

[0011] Figura 5c - ilustra uma representação de domínio de frequência de um preâmbulo de enlace descendente para um sistema OFDM/OFDMA IEEE 802.16c;

[0012] Figura 6 - ilustra outro exemplo de um receptor OFDM/OFDMA que é configurado para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro (CFO);

[0013] Figura 7 - ilustra um método para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar CFO inteiro;

[0014] Figura 8 - ilustra blocos de dispositivo-função correspondente ao método ilustrado na Figura 7;

[0015] Figura 9 - ilustra um exemplo de uma tabela de segmento virtual; e

[0016] Figura 10 - ilustra vários componentes que podem ser utilizados em um dispositivo sem fio.

Sumário da Invenção

[0017] Um método de identificação de uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro é descrito. O método pode incluir a determinação de um conjunto reduzido de CFO candidatos correspondendo a um sinal recebido que inclui uma sequência de preâmbulo a partir de um conjunto de possíveis sequências de preâmbulo. O método também pode incluir a realização das

operações de correlação com relação ao sinal recebido e múltiplos sinais transmitidos candidatos. Cada sinal transmitido candidato pode incluir um dentre um conjunto de possíveis sequências de preâmbulo. Cada sinal transmitido candidato pode corresponder a um dentre o conjunto reduzido de candidatos CFO inteiros. Os valores de correlação podem ser determinados como resultado das operações de correlação. O método também pode incluir a utilização de valores de correlação para identificar a sequência de preâmbulo e para estimar o CFO inteiro.

[0018] Um dispositivo sem fio que é configurado para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro também é descrito. O dispositivo sem fio pode incluir um processador e memória em comunicação eletrônica com o processador. Instruções podem ser armazenadas na memória. As instruções podem ser executáveis para determinar um conjunto reduzido de CFO candidatos correspondentes a um sinal recebido que inclui uma sequência de preâmbulo a partir de um conjunto de possíveis sequências de preâmbulo. As instruções também podem se executáveis para realizar as operações de correlação com relação ao sinal recebido e múltiplos sinais transmitidos candidatos. Cada sinal transmitido candidato pode incluir uma dentre um conjunto de possíveis sequências de preâmbulo. Cada sinal transmitido candidato pode corresponder a um dentre o conjunto de candidatos CFO inteiros. Os valores de correlação podem ser determinados como resultado das operações de correlação. As instruções também podem ser executáveis para uso dos valores de correlação para

identificar a sequência de preâmbulo e para estimar o CFO inteiro.

[0019] Um aparelho que é configurado para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro também é descrito. O aparelho pode incluir mecanismos para determinar um conjunto reduzido de candidatos CFO inteiros correspondentes a um sinal recebido que inclui uma sequência de preâmbulo a partir de um conjunto de possíveis sequências de preâmbulo. O aparelho pode incluir também mecanismos para realizar as operações de correlação com relação ao sinal recebido e múltiplos sinais transmitidos candidatos. Cada sinal transmitido candidato pode incluir uma dentre o conjunto de possíveis sequências de preâmbulo. Cada sinal transmitido candidato pode corresponder a um dentre o conjunto reduzido de candidatos CFO inteiros. Os valores de correlação podem ser determinados como resultado das operações de correlação. O aparelho também pode incluir mecanismos para utilizar os valores de correlação para identificar a sequência de preâmbulo e para estimar o CFO inteiro.

[0020] Um produto de programa de computador para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro também é descrito. O produto de programa de computador inclui um meio legível por computador possuindo instruções no mesmo. As instruções podem incluir códigos para determinar um conjunto reduzido de candidatos CFO correspondentes a um sinal recebido que inclui uma sequência de preâmbulo a partir de um conjunto de possíveis sequências de preâmbulo. As

instruções também podem incluir códigos para a realização de operações de correlação com relação ao sinal recebido e múltiplos sinais transmitidos candidatos. Cada sinal transmitido candidato pode incluir uma dentre o conjunto de possíveis sequências de preâmbulo. Cada sinal transmitido candidato pode corresponder a um dentre o conjunto reduzido de candidatos CFO inteiros. Os valores de correlação podem ser determinados como resultado das operações de correlação. As instruções também podem incluir códigos para utilização dos valores de correlação para identificação da sequência de preâmbulo e para estimar o CFO inteiro.

Descrição Detalhada da Invenção

[0021] Os métodos e aparelho da presente descrição podem ser utilizados em um sistema de comunicação sem fio de banda larga. O termo "sem fio de banda larga" se refere à tecnologia que fornece acesso à rede de dados, Internet, voz sem fio em alta velocidade através de uma área ampla.

[0022] WiMAX, que representa a Interoperacionalidade Mundial para Acesso por Microondas é uma tecnologia sem fio de banda larga com base em padrões que fornece conexões de banda larga de alto rendimento através de longas distâncias. Existem dois aplicativos principais de WiMAX hoje em dia: WiMAX fixo e WiMAX móvel. Aplicativos WiMAX fixo são acesso de banda larga permitindo ponto para múltiplos pontos para residências e empresas. WiMAX móvel oferece a mobilidade total de redes celulares para velocidades de banda larga.

[0023] WiMAX móvel é baseado em tecnologia OFDM e OFDMA. OFDM é uma técnica de modulação de múltiplas portadoras digital que foi recentemente teve adoção ampla em uma variedade de sistemas de comunicação de alta taxa de

dados. Com OFDM, uma sequência de bits de transmissão é dividida em múltiplas subsequências de taxa mais baixa. Cada subsequência é modulada com uma dentre múltiplas subportadoras ortogonais e enviadas através de um dentre uma pluralidade de subcanais paralelos. OFDMA é uma técnica de acesso múltiplo, na qual usuários recebem subportadoras designadas em diferentes intervalos de tempo. OFDMA é uma técnica de acesso múltiplo flexível que pode acomodar muitos usuários com aplicativos amplamente variáveis, taxas de dados e exigências de qualidade de serviço.

[0024] IEEE 802.16x é uma organização de padrão emergente para definir uma interface aérea para sistemas de acesso sem fio de banda larga móvel e fixa (BWA). IEEE 802.16x aprovou "IEEE P802.16-REVd/D5-2004" em maio de 2004 para sistemas BWA fixos e publicou "IEEE P802.16e/D12 Oct. 2005" em outubro de 2005 para sistemas BWA móveis. Esses dois padrões definiram quatro camadas físicas diferentes (PHYs) e uma camada de controle de acesso ao meio (MAC). OFDM e OFDMA PHY das quatro PHYs são os mais populares nas áreas BWA fixas e móveis, respectivamente.

[0025] Determinados aspectos da presente descrição serão descritos com relação aos sistemas BWA com base na tecnologia OFDM/OFDMA. No entanto, o escopo da presente descrição não está limitado a tais sistemas. Os métodos e aparelho descritos aqui podem ser utilizados em outros tipos de sistemas de comunicação sem fio.

[0026] A Figura 1 ilustra um exemplo de um sistema de comunicação sem fio 100. O sistema de comunicação sem fio 100 pode ser um sistema de comunicação sem fio de banda larga 100. O sistema de comunicação sem fio 100 fornece comunicação

para várias células 102, cada uma das quais é servida por uma estação base 104. Uma estação base 104 pode ser uma estação fixa que se comunica com as estações remotas 106. A estação base 104 pode alternativamente ser referida como um ponto de acesso, um Nó B, ou alguma outra terminologia.

[0027] A Figura 1 ilustra várias estações remotas 106 distribuídas através do sistema 100. As estações remotas 106 podem ser fixas (isto é, estacionárias) ou móveis. As estações remotas 106 podem, alternativamente, ser referidas como terminais de usuário, terminais de acesso, terminais, unidades de assinante, estações móveis, estações, etc. As estações remotas 106 podem ser dispositivos sem fio, telefones celulares, assistentes digitais pessoais (PDAs), dispositivos portáteis, modems sem fio, computadores laptop, computadores pessoais, etc.

[0028] Uma variedade de algoritmos e métodos pode ser utilizada para transmissões no sistema de comunicação sem fio 100 entre as estações base 104 e as estações remotas 106. Por exemplo, os sinais podem ser enviados e recebidos entre as estações base 104 e as estações remotas 106 de acordo com as técnicas OFDM/OFDMA. Se esse for o caso, o sistema de comunicação sem fio 100 pode ser referido como um sistema OFDM/OFDMA 100.

[0029] Um enlace de comunicação que facilita a transmissão de uma estação base 104 para uma estação remota 106 pode ser referida como enlace descendente 108 e um enlace de comunicação que facilita a transmissão de uma estação remota 106 para uma estação base 104 pode ser referida como enlace ascendente 110. Alternativamente, enlace descendente 108 pode ser referido como enlace direto ou um canal direto,

e enlace ascendente 110 pode ser referido como um enlace reverso ou um canal reverso.

[0030] Uma célula 102 pode ser dividida em múltiplos setores 112. Um setor 112 é uma área de cobertura física dentro de uma célula 102. As estações base 104 dentro de um sistema OFDM/OFDMA 100 pode utilizar antenas que concentram o fluxo de potência dentro de um setor particular 112 da célula 102. Tais antenas podem ser referidas como antenas direcionais.

[0031] A Figura 2 ilustra um exemplo de um transmissor 202 para um sistema OFDM/OFDMA 100. O transmissor 202 pode ser implementado em uma estação base 104, para transmitir dados para uma estação remota 106 em enlace descendente 108. O transmissor 202 também pode ser implementado em uma estação remota 106, para transmitir dados para uma estação base 104 em enlace ascendente 110.

[0032] Os dados 206 a serem transmitidos são ilustrados sendo fornecidos como entrada para um conversor serial para paralelo (S/P) 208. O conversor S/P 208 divide os dados de transmissão em N sequências de dados paralelos 210.

[0033] As N sequências de dados paralelas 210 podem então ser fornecidas como entrada para um mapeador 212. O mapeador 212 mapeia as N sequências de dados paralelas 210 em N pontos de constelação. O mapeamento pode ser feito utilizando alguma constelação de modulação, tal como BPSK, QPSK, 8PSK, QAM, etc. Dessa forma, o mapeador 212 envia N sequências de símbolo paralelas 216, cada sequência de símbolo 216 corresponde a uma das N subportadoras ortogonais. Essas N sequências de símbolo paralelas 216 são representadas

no domínio de frequência, e podem ser convertidas em N sequências de amostras de domínio do tempo paralelas 218 por um componente de transformada de Fourier rápida invertida (IFFT) 220.

[0034] As N sequências de amostra de domínio de tempo paralelas 218 podem ser convertidas em uma sequência serial de símbolos OFDM/OFDMA 222 por um conversor paralelo para serial (P/S) 224. Um componente de inserção de guarda 226 pode inserir um intervalo de guarda entre sucessivos símbolos OFDM/OFDMA na sequência de símbolo OFDM/OFDMA 222. A saída do componente de inserção de guarda 226 pode então ser convertida ascendentemente para uma banda de frequência de transmissão desejada por um RF (frequência de rádio) front end 228. Uma antena 230 pode então transmitir o sinal resultante 232.

[0035] A Figura 2 também ilustra um exemplo de um receptor 204 a partir de um sistema OFDM/OFDMA 100. O receptor 204 pode ser implementado em uma estação remota 106, para receber dados a partir de uma estação base 104 em um enlace descendente 108. O receptor 204 também pode ser implementado em uma estação base 104, para o recebimento de dados a partir de uma estação remota 106 em um enlace ascendente 110.

[0036] O sinal transmitido 232 é ilustrado percorrendo através de um canal sem fio 234. Quando um sinal 232' é recebido por uma antena 230', o sinal recebido 232' pode ser convertido descendentemente para um sinal de banda de base por um RF front end 228'. Um componente de remoção de guarda 226' pode então remover o intervalo de guarda que

foi inserido entre os símbolos OFDM/OFDMA pelo transmissor 202.

[0037] A saída do componente de remoção de guarda 226' pode ser fornecida para um conversor S/P 224'. O conversor S/P 224' pode dividir a sequência de símbolo OFDM/OFDMA 222' dentro das N sequências de amostra de domínio de tempo paralelas 218'. Um componente de transformada de Fourier rápida (FFT) 220' converte as N sequências de amostra de domínio de tempo paralelas 218' em domínio de frequência, e envia N sequências de símbolo de domínio da frequência paralelas (modulação) 216'.

[0038] Um demapeador 212' realiza o inverso da operação de mapeamento de símbolo que foi realizada pelo mapeador 212, enviando dessa forma N sequências de dados paralelas 210'. Um conversor P/S 208' combina as N sequências de dados paralelas 210' em uma única sequência de dados 206'. De forma ideal, essa sequência de dados 206' corresponde a dados 206 que foram fornecidos como entrada para o transmissor 202.

[0039] As Figuras 3a a 3d ilustram um exemplo de uma estrutura de quadro para um sistema OFDM/OFDMA 100. Com referência inicial à Figura 3a, um quadro OFDM/OFDMA 306 é ilustrado com relação a um eixo geométrico de tempo 308. O quadro OFDM/OFDMA 306 pode ser transmitido a partir de uma estação base 104 para uma estação remota 106 em enlace descendente 108.

[0040] O quadro OFDM/OFDMA 306 é ilustrado com um símbolo de preâmbulo 310 e múltiplos símbolos de dados 312. Apesar de apenas um símbolo de preâmbulo 310 ser ilustrado

na Figura 3a, um quadro OFDM/OFDMA 306 pode incluir múltiplos símbolos de preâmbulo 310.

[0041] As Figuras 3b e 3c ilustram exemplos de representações de domínio de frequência de um símbolo de preâmbulo 310. Essas representações de domínio de frequência são ilustradas com relação a um eixo geométrico de subportadora 316. Uma região de subportadora utilizada 318 é ilustrada. Duas regiões de proteção 320 também são ilustradas.

[0042] Na Figura 3b, a região de subportadora utilizada 318 inclui subportadoras piloto 314a alternadas com subportadoras não moduladas 314b. Na Figura 3c, cada subportadora na região de subportadora utilizada 318 é uma subportadora piloto 314a.

[0043] A Figura 3d ilustra um exemplo de uma representação de domínio de frequência de um símbolo de dados 312. O símbolo de dados 312 inclui ambas as subportadoras de dados 314c e subportadoras piloto 314a. Um receptor 204 pode realizar a estimativa de canal utilizando as subportadoras piloto 314a de um símbolo de preâmbulo 310 e/ou subportadoras piloto 314a de um símbolo de dados 312.

[0044] A Figura 4 ilustra um receptor OFDM/OFDMA 404 que é configurado para identificar uma sequência de preâmbulo 406 e para estimar um CFO inteiro 408. O receptor 404 pode ser implementado em uma estação remota 106 em um sistema OFDM/OFDMA 100. Em adição aos componentes que são ilustrados na Figura 4, o receptor 404 também pode incluir os componentes que são ilustrados com relação ao receptor OFDM/OFDMA 204 da Figura 2.

[0045] O receptor 404 é ilustrado recebendo um sinal 432 que foi transmitido por um transmissor OFDM/OFDMA 202. O sinal recebido 432 inclui uma sequência de preâmbulo 406. O sinal recebido 432 é ilustrado sendo processado pelo receptor OFDM/OFDMA 404 para fins de identificação de sequência de preâmbulo, estimativa de CFO inteiro, e identificação de segmento. O receptor 404 é ilustrado com um componente de identificação de sequência de preâmbulo 416, um componente de estimativa CFO inteiro 418, e um componente de identificação de segmento 420.

[0046] As múltiplas sequências de preâmbulo 406 podem ser definidas para um sistema OFDM/OFDMA 100. A identificação de sequência de preâmbulo é o processo de determinação de qual sequência de preâmbulo 406, a partir de todas as possíveis sequências de preâmbulo 406, é incluída no sinal recebido 432.

[0047] CFO se refere à diferença na frequência entre as subportadoras do receptor 404 e as subportadoras do transmissor 202. A estimativa CFO inteiro é o processo de estimativa de CFO inteiro 408. A estimativa de CFO inteiro pode ser realizada a fim de se aperfeiçoar o desempenho do receptor 204.

[0048] Cada sequência de preâmbulo 406 que é definida para um sistema OFDM/OFDMA 100 pode ser associada com um segmento 410. A identificação de segmento é o processo de determinação de com qual segmento 410 a sequência de preâmbulo 406 está associada.

[0049] Um segmento 410 pode corresponder a um setor 112. Por exemplo, no caso de uma configuração de rede com base em três setores, BS0 (setor 0) pode utilizar o segmento

0, BS1 (setor 1) pode utilizar o segmento 1 e BS2 (setor 2) pode utilizar o segmento 2.

[0050] A identificação de sequência de preâmbulo, estimativa de CFO inteiro, e identificação de segmento podem ser realizadas em uma situação de "partida a frio" (*cold start*), isso é, uma situação na qual uma estação remota 106 é energizada, mas a estação remota 106 ainda não está associada com m segmento 410 de uma estação base 104. A fim de associar com um segmento 410 de uma estação base 104, uma estação remota 106 pode tentar detectar uma sequência de preâmbulo específica 406 em um sinal 432 que é transmitido pela estação base 104 e recebida pela estação remota 106. A identificação de sequência de preâmbulo, estimativa de CFO inteiro, e identificação de segmento podem ser realizadas simultaneamente.

[0051] As Figuras 5a e 5b ilustram exemplos de sequências de preâmbulo 506a, 506b que podem ser definidas para um sistema OFDM/OFDMA 100. Essas sequências de preâmbulo 506a, 506b são definidas na especificação padrão para um sistema OFDM/OFDMA IEEE.16e 100. As sequências de preâmbulo 506a ilustradas na Figura 5a corresponde a um sistema OFDM/OFDMA que utiliza 1024 subportadoras. As sequências de preâmbulo 506b ilustradas na Figura 5b correspondem a um sistema OFDM/OFDMA que utiliza 512 subportadoras.

[0052] Cada sequência de preâmbulo 506a, 506b é associada com um segmento 510a, 510b. Cada sequência de preâmbulo 506a, 506b também é associada com uma célula 102, que é identificada por um identificador de célula (IDcell) 512a, 512b. Cada sequência de preâmbulo 506a, 506b também é

associada com um índice 516a, 516b que pode ser referido como um índice de preâmbulo 516a, 516b.

[0053] Conjuntos diferentes de subportadoras 220 podem ser designados para diferentes segmentos 410. Como utilizado aqui, o termo PA_{cset} pode se referir ao conjunto de subportadoras 220 que é designado para o segmento s (onde $s = 0, 1$ ou 2) para transmissão de um sinal 432 que inclui uma sequência de preâmbulo 406. PA_{cset} pode ser fornecido como:

$$PA_{cset} = s + 3z \quad (1)$$

[0054] O termo z representa um índice de funcionamento iniciando com 0 até $M - 1$, onde M é o comprimento da sequência de preâmbulo 406. Dessa forma, se o número de subportadoras 220 for igual a 1024 ($M=284$), então as seguintes subportadoras 220 podem ser designadas para o segmento 0: 0, 3, 6, 9...849. As seguintes subportadoras 220 podem ser designadas para o segmento 1: 1, 4, 7, 10,..., 850. As seguintes subportadoras 220 podem ser designadas para o segmento 2: 2, 5, 8, 11,...,851. (Nesses exemplos numéricos, o primeiro subportadora na região de subportadora utilizada 318 é o subportadora designado 0).

[0055] Um formato com base em índice de deslocamento de frequência (FOI) de PA_{cset} pode ser definido como a seguir:

$$i_{s,m} = \text{convert_to_FOI_index_format}(PA_{cset}), \quad m = 1, 2, \dots, M \quad (2)$$

[0056] O termo $i_{s,m}$ é o índice de subportadora m (com base em FOI) do preâmbulo que é associado com o segmento s . O preâmbulo resultante depois da designação das subportadoras como descrito acima é ilustrado na Figura 5c. Assumindo-se uma FFT de ponto N (ou IFFT), existem N subportadoras a partir da primeira subportadora para o

subportadora N. Na numeração com base em FOI, o primeiro subportadora é associado com a frequência mais baixa, o subportadora N é associado com a frequência mais alta, e o subportadora DC é posicionado no centro.

[0057] No exemplo da Figura 5c, as subportadoras são numeradas SC(1) a SC(N). Alternativamente, essas subportadoras podem ser numeradas SC(0) e SC(N-1).

[0058] Como utilizado aqui, o termo N_{pn} se refere ao número total de sequências de preâmbulo 406 que são definidos para um sistema OFDM/OFDMA particular 100. O termo N_{pnseg} se refere ao número total de sequências de preâmbulo 406 que corresponde a um segmento específico 410. O termo N_{seg} se refere ao número de segmentos 410. A especificação padrão para um sistema OFDM/OFDMA IEEE802.16e 100 define os valores a seguir para os sistemas OFDM/OFDMA 100 que utilizam 1024 subportadoras:

$$N_{pn} = 114, N_{pnseg} = 38, \text{ e } N_{seg} = 3.$$

[0059] O conjunto das sequências de preâmbulo 406 que são definidas para um sistema OFDM/OFDMA particular 100 pode ser expresso como:

Conj. de sequências de preâmbulo = $[PA_1, PA_2, \dots, PA_j, \dots, PA_{N_{pn}}]$

PA_j ; j-ésima sequência de preâmbulo

$j = 1, 2, \dots, N_{pn}$; índice de sequência de preâmbulo (3)

[0060] Cada sequência de preâmbulo PA_j inclui os códigos de pseudoruído de comprimento M (PN). Isso é expresso na equação (4) abaixo. Como expressado na equação (5), cada sequência de preâmbulo 406 possui seu próprio número de segmento 's' e conjunto subportadora " $i_{s,m}$ " dependendo do número de segmento.

$$PA_j = [c_1, c_2, \dots, c_m, \dots, c_M]$$

c_m ; m ésimo código da sequência de preâmbulo (4)

$i_{s,m}$; índice com base em FOI do segmento (conjunto subportadora PA) s

$m = 1, 2, \dots, M$

$s = 0, 1, 2$; segmento (conjunto subportadora PA) (5)

[0061] Para fins da presente discussão, deixe $X(k;j)$ ser uma representação do domínio de frequência de um sinal transmitido 232 que inclui a sequência de preâmbulo j 406 a partir do conjunto de todas as possíveis sequências de preâmbulo 406. Deixe $x(n;j)$ ser o sinal de domínio de tempo correspondente de $X(k;j)$. Deixe $y(n;j)$ ser o sinal recebido 432, no domínio de tempo, correspondendo a $x(n;j)$. Deixe $Y(k;j)$ ser o sinal de domínio de frequência correspondente de $y(n;j)$. Para fins da presente discussão, será considerado que $X(k;j)$ e $Y(k;j)$ sejam ordenados em FOI (índice de deslocamento de frequência).

$X(k;j)$ = sinal de preâmbulo no domínio de frequência,
 $k = 1, 2, \dots, N$ (6)

$x(n,j)=\text{ifft}\{\text{fftshif}(X(k;j))\},$
 $n=1, 2, \dots, N, \quad k=1, 2, \dots, N$ (7)

$y(n;j)=\text{sinal recebido no domínio do tempo, } n = 1, 2, \dots, N$
 $= x(n;j)*h(n)+\eta(n)$ (8)

$Y(k;j)=\text{fftshift}(\text{fft}(y(n;j))),$
 $n = 1, 2, \dots, N, \quad k = 1, 2, \dots, N$ (9)

[0062] No caso da situação de "partida a frio" descrita acima, uma abordagem para a identificação de sequência de preâmbulo pode ser a busca por sequências de

preâmbulo 406 para todos os possíveis candidatos CFO inteiros. Como indicado acima, pode haver um número relativamente grande de possíveis sequências de preâmbulo 406 (por exemplo, 114 possíveis sequências de preâmbulo nos sistemas OFDM/OFDMA que utilizam 1024 ou 512 subportadoras). Para cada sequência de preâmbulo 406, $2 \times Z_i$ candidatos CFO inteiros são possíveis, onde Z_i é o valor CFO inteiro máximo permitido. Dessa forma, a busca para as sequências de preâmbulo 406 para todos os candidatos CFO inteiros pode incluir um número significativo de computações.

[0063] Ambas a identificação de sequência de preâmbulo e a estimativa CFO inteiro podem ser realizadas simultaneamente como seguindo o processo de correlação cruzada:

$$C(z; j) = \sum_{m=1}^{m=M} X(i_{s,m}; j) * Y(i_{s,m} + z; j)$$

$z = -Z_i : 1 : Z_i;$ faixa CFO inteiro possível
 $j = 1, 2, \dots, N_{pn};$ seqüências de preâmbulo possíveis
 $i_{s,m};$ índice de seqüência PA de s
 $m = 1, 2, \dots, M$
 $s = 0, 1, 2;$ segmento

(10)

[0064] Na equação (10), o termo Z_i é o valor de CFO inteiro máximo permitido, o termo M é o comprimento de uma sequência de preâmbulo 406, e o termo $i_{s,m}$ é o índice de subportadora m que é associado com o segmento s , no formato FOI.

[0065] Utilizando-se os resultados acima, pode ser possível se estimar o CFO inteiro 408 normalizado pelo espaçamento de frequência de subportadora. Pode ser possível também se identificar a sequência de preâmbulo 406 (ou, mais

especificamente, o índice de preâmbulo 516a, 516b correspondente à sequência de preâmbulo 406). Isso é ilustrado nas equações (11) a (14) abaixo. Uma vez que a sequência de preâmbulo 406 é conhecida, o segmento 410 também pode ser extraído da tabela adequada das sequências de preâmbulo 406 (por exemplo, as tabelas ilustradas nas Figuras 5a e 5b).

$$[z_c, j_c] = \underset{z, j}{\operatorname{argmax}} \{C(z, j)\} \quad (11)$$

$$\Delta f_{\text{int}}^N = z_c \quad (12)$$

$$J_{\text{PAindex}} = j_c \quad (13)$$

$$s = \text{de } J_{\text{PAindex}} \quad (14)$$

[0066] A equação (10) para determinação da correlação cruzada pode não funcionar adequadamente em alguns ambientes onde existe uma temporização de símbolo imperfeita ou efeitos de canal. Para mitigar os efeitos da rotação de fase causados pelo deslocamento de temporização de canal ou símbolo, um esquema de correlação parcial pode ser utilizado como se segue:

$$C(z, j) = \sum_{b=1}^B \left| \sum_{m=(b-1)N_b+1}^{\min(bN_b, M)} X(i_{s,m}; j) * Y(i_{s,m} + z, j) \right|$$

$z = -Z_i : 1 : Z_i$; faixa CFO inteiro possível
 $j = 1, 2, \dots, N_{\text{pn}}$; seqüências de preâmbulo possíveis
 $i_{s,m}$; índice de seqüência PA de s
 $m = 1, 2, \dots, M$
 $s = 0, 1, 2$; segmento

$$B = \text{teto} \left(\frac{M}{N_b} \right)$$

N_b # amostras de uma correlação parcial (15)

[0067] Na equação (15), o termo N_b é o número de amostras da correlação parcial. O termo M é o comprimento de uma sequência de preâmbulo 406. O termo B é o número de correlação parcial. O valor de N_b pode se encontrar dentro da faixa de 4 a 16 para a correlação parcial.

[0068] A Figura 6 ilustra outro receptor OFDM/OFDMA 604 que é configurado para identificar uma sequência de preâmbulo 606 e para estimar um CFO inteiro 608. O receptor 604 é um exemplo de uma implementação do receptor 404 ilustrado na Figura 4. O receptor 404 pode ser implementado em uma estação remota 106 em um sistema OFDM/OFDMA 100.

[0069] O receptor 604 é ilustrado recebendo um sinal 632 que foi transmitido por um transmissor OFDM/OFDMA 202. Em uma situação de partida a frio, o receptor 604 pode realizar inicialmente a detecção de sinal e detecção de preâmbulo com relação ao sinal recebido 632. A detecção de sinal envolve a determinação de se existe um sinal de entrada 632 ou não, e a detecção de preâmbulo envolve a determinação de se o sinal de entrada 632 inclui uma sequência de preâmbulo 606 ou não. O receptor 604 é ilustrado com um componente de detecção de sinal 618 e um componente de detecção de preâmbulo 620.

[0070] Depois da detecção de sinal e da detecção de preâmbulo terem sido realizadas, a detecção de limite de símbolo pode ser realizada. A detecção de limite de símbolo envolve a detecção do limite de símbolo OFDM/OFDMA. O receptor 604 é ilustrado com um componente de detecção de limite de símbolo 622.

[0071] Uma vez que a detecção de sinal, detecção de preâmbulo e detecção de limite de símbolo são realizadas,

então a compensação CFO fracionada pode ser realizada no domínio de tempo. O receptor 604 é ilustrado com um componente de compensação CFO fracionado 624.

[0072] A saída do componente de compensação CFO fracionado 624 pode ser convertido do domínio do tempo em domínio da frequência. Isso pode ser realizado por um componente FFT 626. A saída do componente FFT 626 pode ser referida como um sinal recebido processador 628.

[0073] Como indicado acima, o sinal recebido 632 pode incluir uma sequência de preâmbulo 606. A transmissão da sequência de preâmbulo 606 pode ter sido alcançada pela modulação da sequência de preâmbulo 606 em múltiplas subportadoras ortogonais. A potência das subportadoras pode ser determinada de acordo com a equação (16) abaixo.

$$P(k) = |Y(k)|^2, \quad k = K_{\min} : 1 : K_{\max}$$

$$K_{\min} = \min(i_{s,m=1}) - Z_i$$

$$K_{\max} = \max(i_{s,m=M}) + Z_i$$

$$z = -Z_i : 1 : Z_i; \quad \text{faixa CFO inteiro possível} \quad (16)$$

[0074] O receptor 604 é ilustrado com um componente de medição de potência 630 que recebe o sinal recebido processado 628 como entrada, e que envia valores de potência 634 correspondentes as subportadoras. O sinal recebido processado 628 pode corresponder a $Y(k)$ na equação (16). Os valores de potência 634 podem corresponder a $P(k)$ na equação (16).

[0075] Várias alternativas à equação (16) são possíveis. Por exemplo, para se reduzir a complexidade, apenas alguns dos exemplos podem ser utilizados ao invés de

todas as possíveis amostras. Como outro exemplo, ao invés de determinar a potência das subportadoras, o valor absoluto do sinal recebido processado 628 pode ser determinado.

[0076] Um segmento virtual 636 pode ser determinado com base nos valores de potência 634 das subportadoras. O segmento virtual 636 indica a posição de deslocamento das subportadoras mais ativas começando com $K_{\min}$ (como $K_{\min}$ é definido na equação (16) acima). O segmento virtual 636 pode ser determinado de acordo com as equações (17) e (18).

$$P(v) = \text{soma}(P(K_{\min} + v : 3 : K_{\max})) \quad (17)$$

$v = 0, 1, 2$; segmento virtual

$$v_s = \underset{v}{\operatorname{argmax}}(P(v)); \text{ segmento virtual decidido} \quad (18)$$

$v = 0, 1, 2$; segmento virtual

[0077] O receptor 604 é ilustrado com um componente de detecção de segmento virtual 638 que recebe os valores de potência 634 como entrada, e que envia o segmento virtual 636. O segmento virtual 636 pode corresponder a v_s na equação (18).

[0078] Um conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640 (isto é, um conjunto de candidatos CFO inteiro que seja menor do que um conjunto completo de candidatos CFO inteiro 642) pode ser determinado. O conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640 pode ser determinado com base no segmento virtual 636 que é determinado. Uma tabela de segmento virtual 644 também pode ser utilizada para determinar o conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640. Um exemplo de uma tabela de segmento virtual 644 é ilustrado na Figura 9 e será discutido abaixo.

[0079] O receptor 604 é ilustrado com um possível componente de extração de CFO inteiro 646. O Possível componente de extração de CFO inteiro 646 pode ser configurado para determinar o conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640 com base no segmento virtual 636 que é determinado, e também com base na tabela de segmento virtual 644.

[0080] As operações de correlação cruzada podem ser realizadas com relação ao sinal recebido 632 e múltiplos sinais transmitidos candidatos 648. Cada sinal transmitido candidato 648 pode incluir uma sequência de preâmbulo particular 606 selecionada a partir do conjunto de todas as possíveis sequências de preâmbulo 650. Adicionalmente, cada sinal transmitido candidato 648 pode corresponder a um possível candidato CFO inteiro selecionado a partir do conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640.

[0081] As operações de correlação cruzada podem ser realizadas de acordo com a equação (19).

$$C(z; j) = \sum_{b=1}^B \left| \sum_{m=(b-1)N_b+1}^{\min(bN_b, M)} X(i_{s,m}; j) * Y(i_{s,m} + z; j) \right|$$

$z = -Z_i + v_s - s : 3 : Z_i;$ faixa CFO inteiro possível
 $v_s = 0 \text{ ou } 1 \text{ ou } 2;$ segmento virtual decidido
 $j = 1, 2, \dots, N_{pn};$ sequências de preâmbulo possíveis
 $i_{s,m};$ índice de sequência PA de s
 $m = 1, 2, \dots, M$
 $s = 0, 1, 2;$ segmento

$$B = \text{teto} \left(\frac{M}{N_b} \right)$$

$N_b \#$ amostras de uma correlação parcial (19)

[0082] Na equação (19), o termo v_s se refere o segmento virtual 636. A possível faixa de CFO inteiro (isso é, $-Z_i + v_i - s:3:Z_i$) corresponde ao conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640. O termo $X()$ corresponde a um sinal transmitido candidato 648. O termo $Y()$ corresponde ao sinal recebido processado 628.

[0083] O receptor 604 é ilustrado com um componente de correlação cruzada 652 que recebe o sinal recebido processado 628 e os sinais transmitidos candidatos 648 como entrada, e que envia valores de correlação 654. Os valores de correlação 654 podem corresponder a $C(z;j)$ na equação (19).

[0084] Os valores de correlação 654 podem ser utilizados para identificar a sequência de preâmbulo 606 dentro do sinal recebido 632 e estimar o CFO inteiro 608 do sinal recebido 632. Uma vez que a sequência de preâmbulo 606 é identificada, o segmento 610 que corresponde à sequência de preâmbulo 606 também pode ser identificada. A identificação da sequência de preâmbulo, estimativa de CFO inteiro, e identificação de segmento podem ser realizadas de acordo com as equações (11) a (14) acima.

[0085] O receptor 604 é ilustrado com um componente de detecção de pico 656. O componente de detecção de pico 656 é ilustrado recebendo os valores de correlação 654 como entrada, e enviando uma sequência de preâmbulo 606, um CFO inteiro estimado 608, e um segmento 610 correspondente à sequência de preâmbulo identificada 606. A sequência de preâmbulo 606 pode ser identificada pelo índice de preâmbulo adequado 516a, 516b.

[0086] Na equação (19) acima, a correlação é realizada no domínio de frequência. No entanto, outro esquema de correlação pode ser utilizado para os candidatos reduzidos. Por exemplo, um esquema de detecção de pico de domínio de tempo pode ser utilizado.

[0087] A Figura 7 ilustra um método 700 de identificação de uma sequência de preâmbulo 606 e para estimar um CFO inteiro 608. O método 700 pode ser realizado por um receptor 604, que pode ser implementado em uma estação remota 106 em um sistema OFMD/OFDMA 100.

[0088] Em resposta a um sinal 632 sendo recebido, a detecção de sinal pode ser realizada 702 no sinal recebido 632. A detecção de preâmbulo também pode ser realizada 704 no sinal recebido 632. A detecção limite de símbolo também pode ser realizada 706 no sinal recebido 632. A compensação de CFO fracionado também pode ser realizada 708 no sinal recebido 632. Uma operação FFT também pode ser realizada 710 no sinal recebido 632. Nesse estágio, o sinal recebido 632 pode ser referido como um sinal de recebimento processado 628.

[0089] Como indicado acima, o sinal recebido 632 pode incluir uma sequência de preâmbulo 606. A transmissão da sequência de preâmbulo 606 pode ter sido alcançada pela modulação da sequência de preâmbulo 606 em múltiplas subportadoras ortogonais. O método 700 pode incluir a determinação 712 da potência das subportadoras. Isso pode ser realizado de acordo com a equação (16) acima.

[0090] Um segmento virtual 636 pode então ser determinado 714 com base na potência das subportadoras. Isso pode ser feito de acordo com as equações (17) e (18) acima.

Um conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640 pode então ser determinado 716 com base no segmento virtual 636.

[0091] As operações de correlação cruzada podem ser realizadas 718 com relação ao sinal recebido 632 e múltiplos sinais transmitidos candidatos 648. Cada sinal transmitido candidato 648 pode incluir uma sequência de preâmbulo particular 606 selecionada a partir do conjunto de todas as possíveis sequências de preâmbulo 650. Adicionalmente, cada sinal transmitido candidato 648 pode corresponder a um candidato CFO inteiro possível selecionado a partir do conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640. As operações de correlação cruzada podem ser realizadas de acordo com a equação (19) acima.

[0092] Os valores de correlação 654 que são obtidos como resultado da realização das operações de correlação cruzada podem ser utilizados para identificar a sequência de preâmbulo 606 (por exemplo, pela identificação de um índice de preâmbulo 516a, 516b correspondendo à sequência de preâmbulo 606) e para estimar o CFO inteiro 608 do sinal recebido 632. Uma vez que a sequência de preâmbulo 606 é identificada, o segmento 610 que corresponde à sequência de preâmbulo 606 também pode ser identificado. A identificação da sequência de preâmbulo 606, a estimativa do CFO inteiro 608, e a identificação do segmento 610 que corresponde à sequência de preâmbulo 606 podem ser realizadas simultaneamente.

[0093] O método 700 da Figura 7 descrito acima pode ser realizado por vários componentes de hardware e/ou software e/ou módulos correspondentes aos blocos de dispositivo-mais-função 800 ilustrados na Figura 8. Em

outras palavras, os blocos 702 a 720 ilustrados na Figura 7 correspondem a blocos de dispositivo-mais-função 802 a 820 ilustrados na Figura 8.

[0094] A Figura 9 ilustra um exemplo de uma tabela de segmento virtual 944. Como indicado acima, a tabela de segmento virtual 944 pode ser utilizada para determinar um conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640. A tabela de segmento virtual 944 indica as relações entre os segmentos virtuais 636 e os conjuntos reduzidos dos candidatos CFO inteiro 640. Por exemplo, o conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro 640 que corresponde ao segmento virtual zero são marcados por um "O" dentro da parte destacada 912 da tabela. Apesar de a tabela de segmento virtual 944 ser ilustrada na forma de uma tabela, pode haver muitos outros tipos de estruturas de dados que podem ser utilizadas para representar a informação contida aqui.

[0095] Como indicado acima na equação (19), o conjunto reduzido de candidatos CFO inteiro para um determinado segmento s é fornecido por $z = -Z_i + v_s - s : 3 : Z_i$. Como ilustrado na Figura 9, os conjuntos reduzidos de candidatos CFO inteiro para diferentes segmentos podem ser como a seguir:

$$\begin{aligned} v_s = 0 \text{ e } s = 0; & \quad z = \dots -3 \quad 0 \quad 3 \quad 6 \dots \\ v_s = 0 \text{ e } s = 1; & \quad z = \dots -4 \quad -1 \quad 2 \quad 5 \dots \\ v_s = 0 \text{ e } s = 2; & \quad z = \dots -5 \quad -2 \quad 1 \quad 4 \dots \end{aligned}$$

[0096] Uma vez que o segmento virtual é escolhido, os possíveis CFO inteiros são limitados a cada segmento como ilustrado na tabela da Figura 9 ("O" indica um candidato possível, enquanto "x" indica um candidato impossível). O segmento real não é conhecido nesse momento, mas todas as

possíveis sequências de preâmbulo que são definidas (ver, por exemplo, as Figuras 5a e 5b como adequado) serão buscadas com o número de segmento correspondente. Por exemplo, assumindo-se que o segmento virtual seja igual a 0, uma busca pode prosseguir como se segue para o índice de preâmbulo 0 que corresponde ao segmento 0 a partir da tabela na Figura 9:

A sequência de preâmbulo de referência do índice 0: $X(i_{s,m};j)$, $i_{s,m} = 87, 90, \dots$ (ver Figura 5c), $j = 0$ (índice 0).

Preâmbulo recebido: $Y(i_{s,m}+z;j)$, $z = \dots -3, 0, 3, \dots$

Correlação para $z = -3$; $X^*(87) \times Y(84) + X^*(90) \times Y(87) + \dots$

Correlação para $z = 0$; $X^*(87) \times Y(87) + X^*(90) \times Y(90) + \dots$

Correlação para $z = 3$; $X^*(87) \times Y(90) + X^*(90) \times Y(93) + \dots$

[0097] Nesse exemplo, $z = \dots -2, -1, 1, 2, \dots$ não foram considerados, visto que nesse exemplo essas posições não são permitidas como um CFO inteiro possível se o segmento virtual for igual a "0" e o segmento real for igual a "0" com base na tabela na Figura 9 e as definições de sequência de preâmbulo nas Figuras 5a e 5b.

[0098] O esquema de correlação cruzada parcial representado pela equação (19) é utilizado nesse exemplo. No entanto, como mencionado acima, outros esquemas de correlação podem ser utilizados.

[0099] A Figura 10 ilustra vários componentes que podem ser utilizados em um dispositivo sem fio 1002. O dispositivo sem fio 1002 é um exemplo de um dispositivo que pode ser configurado para implementar os vários métodos descritos aqui. O dispositivo sem fio 1002 pode ser uma estação base 104 ou uma estação remota 106.

[0100] O dispositivo sem fio 1002 pode incluir um processador 1004 que controla a operação do dispositivo sem fio 1002. O processador 1004 também pode ser referido como uma unidade de processamento central (CPU). A memória 1006, que pode incluir ambas a memória de leitura (ROM) e a memória de acesso randômico (RAM), fornece instruções e dados para o processador 1004. Uma parte da memória 1006 também pode incluir memória de acesso randômico não volátil (NVRAM). O processador 1004 realiza tipicamente operações lógicas e aritméticas com base nas instruções de programa armazenadas dentro da memória 1006. As instruções na memória 1006 podem ser executáveis para implementar os métodos descritos aqui.

[0101] O dispositivo sem fio 1002 também pode incluir um alojamento 1008 que pode incluir um transmissor 1010 e um receptor 1012 para permitir a transmissão e recepção de dados entre o dispositivo sem fio 1002 e uma localização remota. O transmissor 1010 e o receptor 1012 podem ser combinados em um transceptor 1014. Uma antena 1016 pode ser anexada ao alojamento 1008 e eletricamente acoplada ao transceptor 1014. O dispositivo sem fio 1002 também pode incluir (não ilustrado) múltiplos transmissores, múltiplos receptores, múltiplos transceptores e/ou múltiplas antenas.

[0102] O dispositivo sem fio 1002 também pode incluir um detector de sinal 1018 que pode ser utilizado para detectar e quantificar o nível de sinais recebidos pelo transceptor 1014. O detector de sinal 1018 pode detectar tais sinais como energia total, energia piloto por chips PN, densidade espectral de potência, e outros sinais. O dispositivo sem fio 1002 também pode incluir um DSP 1020 para uso no processamento de sinal.

[0103] Os vários componentes do dispositivo sem fio 1002 podem ser acoplados juntos por um sistema de barramento 1022 que pode incluir um barramento de potência, um barramento de sinal de controle e um barramento de sinal de situação em adição a um barramento de dados. No entanto, para fins de brevidade, os vários barramentos são ilustrados na Figura 10 como o sistema de barramento 1022.

[0104] Como utilizado aqui, o termo "determinação" (e as variações gramaticais do mesmo) é utilizado em um sentido extremamente amplo. O termo "determinação" engloba uma ampla variedade de ações e, portanto, "determinação" pode incluir cálculo, computação, processamento, derivação, investigação, consulta (por exemplo, consulta de uma tabela, uma base de dados ou outra estrutura de dados), determinação e similares. Além disso, a "determinação" pode incluir o recebimento (por exemplo, recebimento de informação), acesso (por exemplo, acesso de dados em uma memória) e similares. Além disso, "determinação" pode incluir solução, determinação escolha, estabelecimento e similares.

[0105] A informação e os sinais podem ser representados utilizando-se qualquer uma dentre uma variedade de tecnologias e técnicas diferentes. Por exemplo, dados, instruções, comandos, informação, sinais e similares que podem ser referidos através da descrição acima podem ser representados por voltagens, correntes, ondas eletromagnéticas, partículas ou campos magnéticos, partículas ou campos óticos ou qualquer combinação dos mesmos.

[0106] Os vários blocos lógicos, módulos e circuitos ilustrativos descritos com relação à presente descrição

podem ser implementados ou realizados com um processador de propósito geral, um DS, um circuito integrado de aplicação específica (ASIC), um sinal de conjunto de porta programável em campo (FPGA) ou outro dispositivo lógico programável, porta discreta ou lógica de transistor, componentes de hardware discretos ou qualquer combinação dos mesmos projetada para realizar as funções descritas aqui. Um processador de propósito geral pode ser um microprocessador, mas na alternativa, o processador pode ser qualquer processador comercialmente disponível, controlador, microcontrolador ou máquina de estado. Um processador também pode ser implementado como uma combinação de dispositivos de computação, por exemplo, uma combinação de um DSP e um microprocessador, uma pluralidade de microprocessadores, um ou mais microprocessadores em conjunto com um núcleo DSP ou qualquer outra configuração similar.

[0107] As etapas de um método ou algoritmo descritos com relação à presente descrição podem ser consubstanciadas diretamente em hardware, em um módulo de software executado por um processador ou em uma combinação dos dois. Um módulo de software pode residir em qualquer forma de meio de armazenamento que seja conhecido da técnica. Alguns exemplos de mídia de armazenamento que podem ser utilizadas incluem memória RAM, memória flash, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, registros, disco rígido, disco removível, CD-ROM e assim por diante. Um módulo de software pode compreender uma única instrução ou muitas instruções, e pode ser distribuído através de vários segmentos de código diferentes, entre diferentes programas e através de múltiplas mídias de armazenamento. Um meio de armazenamento

pode ser acoplado a um processador de forma que o processador possa ler informação a partir de e escrever informação no meio de armazenamento. Na alternativa, o meio de armazenamento pode ser integral ao processador.

[0108] Os métodos descritos aqui compreendem uma ou mais etapas ou ações para alcançar o método descrito. As etapas do método e/ou ações podem ser intercambiadas uma com a outra sem se distanciar do escopo das reivindicações. Em outras palavras, a menos que uma ordem específica das etapas ou ações seja especificada, a ordem e/ou uso das etapas específicas e/ou ações pode ser modificada sem se distanciar do escopo das reivindicações.

[0109] As funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware ou qualquer combinação dos mesmos. Se implementadas em software, as funções podem ser armazenadas em ou transmitidas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. O meio legível por computador inclui ambos o meio de armazenamento em computador e o meio de comunicação incluindo qualquer meio que facilite a transferência de um programa de computador de um lugar para outro. Um meio de armazenamento pode ser qualquer meio disponível que possa ser acessado por um computador. Por meio de exemplo, e não limitação, tal meio legível por computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento em disco ótico, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou qualquer outro meio que possa ser utilizado para portar ou armazenar o código de programa desejado na forma de instruções ou estruturas de dados e que possa ser acessado por um computador. Além disso, qualquer conexão é

adequadamente chamada de meio legível por computador. Por exemplo, se o software for transmitido a partir de um sítio da rede, servidor, ou outra fonte remota utilizando um cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par torcido, linha de assinante digital (DSL), ou outras tecnologias tal como infravermelho, rádio e microondas, então o cabo coaxial, o cabo de fibra ótica, o par trançado, DSL, ou tecnologias sem fio tal como infravermelho, rádio e microondas são incluídos na definição de meio. Disco (disk) e disco (disc), como utilizados aqui, incluem disco compacto (CD), disco a laser, disco ótico, disco versátil digital (DVD), disquete e disco blu-ray onde discos (disk) normalmente reproduzem dados magneticamente, enquanto discos (disc) reproduzem dados óticamente com lasers. As combinações do acima também devem ser incluídas no escopo da mídia legível por computador.

[0110] Deve-se compreender que as reivindicações não estão limitadas à configuração precisa e componentes ilustrados acima. Várias modificações, mudanças e variações podem ser feitas na disposição, operação e detalhes dos métodos e aparelho descritos acima sem se distanciar do escopo das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro **caracterizado pelo** fato de que compreende:

determinar um conjunto reduzido de candidatos (716) a deslocamento de frequência da portadora (CFO) inteiro correspondente a um sinal recebido que compreende uma sequência de preâmbulo de um conjunto de sequências de preâmbulo possíveis;

realizar operações de correlação (718) com relação ao sinal recebido e aos múltiplos sinais candidatos transmitidos, em que cada sinal candidato transmitido compreende uma dentre um conjunto de sequências de preâmbulo possíveis, em que cada sinal candidato transmitido corresponde a um do conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro, e em que valores de correlação são determinados como resultado das operações de correlação; e

utilizar os valores de correlação para identificar a sequência de preâmbulo e para estimar o CFO inteiro; e

compreendendo adicionalmente determinar um segmento virtual (720), em que o conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro é determinado com base no segmento virtual, em que para um determinado segmento s , o conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro é $z = -Z_i + v_s - s : 3 : Z_i$, em que Z_i é o CFO inteiro máximo permitido e em que v_s é o segmento virtual, em que o segmento virtual é determinado como $v_s = \arg \max(P(v))$, em que $P(v) = \text{soma}(P(K_{\min} + v : 3 : K_{\max}))$, é a potência $P(k)$ de k subportadoras, onde $v=0,1,2$, em

que $K_{\min} = \min(i_{s,m=1}) - Z_i$, em que $K_{\max} = \max(i_{s,m=M}) + Z_i$, em que Z_i é o CFO inteiro máximo permitido, em que M é o comprimento da sequência de preâmbulo, e em que $i_{s,m}$ é um conjunto de k subportadoras designadas para o segmento s .

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente identificar um segmento correspondente à sequência de preâmbulo.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a transmissão da sequência de preâmbulo compreende modular a sequência de preâmbulo em múltiplas subportadoras ortogonais, e compreende adicionalmente:

determinar a potência das subportadoras; e

determinar o segmento virtual com base na potência das subportadoras.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o método é realizado por uma estação remota em um sistema de comunicação sem fio que é configurado para multiplexação por divisão de frequência ortogonal.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que identificar a sequência de preâmbulo e estimar o CFO inteiro são realizadas simultaneamente.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que identificar a sequência de preâmbulo compreende identificar um índice de preâmbulo que é associado com a sequência de preâmbulo.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que um conjunto inteiro de candidatos a CFO inteiro compreende $2 \times Z_i$ candidatos a CFO inteiro para cada uma das sequências de preâmbulo possíveis, e em que Z_i é o CFO máximo inteiro permitido.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que as operações de correlação são operações de correlação cruzada, e em que as operações de correlação cruzada são realizadas como

$$C(z, j) = \sum_{b=1}^B \left| \sum_{m=(b-1)N_b+1}^{\min(bN_b, M)} X(i_{s,m}; j) * Y(i_{s,m} + z; j) \right|, \text{ em que } z \text{ é um índice para}$$

o conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro, em que j é um índice para as sequências de preâmbulo possíveis, em que $X()$ é o sinal transmitido, em que $Y()$ é o sinal recebido, em que M é o comprimento da sequência de preâmbulo, e que $i_{s,m}$ é um conjunto de subportadoras designado para o segmento s , onde N_b é o número de amostras de uma correlação parcial, e

em que $B = \text{teto} \left(\frac{M}{N_b} \right)$.

9. Aparelho configurado para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro **caracterizado pelo** fato de que compreende:

mecanismos para determinar um conjunto reduzido de candidatos (816) a deslocamento de frequência da portadora (CFO) inteiro correspondendo a um sinal recebido que compreende uma sequência de preâmbulo de um conjunto de sequências de preâmbulo possíveis;

mecanismos para realizar operações de correlação (818) com relação ao sinal recebido e aos múltiplos sinais candidatos transmitidos, em que cada sinal candidato transmitido compreende uma dentre o conjunto de sequências de preâmbulo possíveis, em que cada sinal candidato transmitido corresponde a um do conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro, e em que valores de correlação são determinados como resultado das operações de correlação; e

mecanismos para utilizar os valores de correlação para identificar a sequência de preâmbulo e para estimar o CFO inteiro, e

compreendendo adicionalmente mecanismos para determinar um segmento virtual (820), em que o conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro é determinado com base no segmento virtual, em que para um determinado segmento s , o conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro é $z = -Z_i + v_s - s:3:Z_i$, em que Z_i é o CFO inteiro máximo permitido, e em que v_s é o segmento virtual, em que o segmento virtual é determinado como $v_s = \arg \max(P(v))$, em que $P(v) = \text{soma}(P(K_{\min} + v:3:K_{\max}))$, é a potência $P(k)$ de k subportadoras, em que $K_{\min} = \min(i_{s,m=1}) - Z_i$, em que $K_{\max} = \max(i_{s,m=M}) + Z_i$ em que Z_i é o CFO inteiro máximo permitido, em que M é o comprimento da sequência de preâmbulo, e em que $i_{s,m}$ é um conjunto de k subportadoras designado para o segmento s .

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que identificar a sequência de

preâmbulo e estimar o CFO inteiro são realizadas simultaneamente.

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que identificar a sequência de preâmbulo compreende identificar um índice de preâmbulo que é associado com a sequência de preâmbulo.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente mecanismos para identificar o segmento correspondendo à sequência de preâmbulo.

13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que um conjunto inteiro de candidatos a CFO inteiro compreende $2 \times Z_i$ candidatos a CFO inteiro para cada uma das sequências de preâmbulo possíveis, e em que Z_i é o CFO inteiro máximo permitido.

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que transmitir a sequência de preâmbulo compreende modular a sequência de preâmbulo em múltiplas subportadoras ortogonais, e compreende adicionalmente:

mecanismos para determinar a potência das subportadoras; e

mecanismos para determinar um segmento virtual com base na potência das subportadoras.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que as operações de correlação são operações de correlação cruzada, e em que as operações de correlação cruzada são realizadas como

$$C(z; j) = \sum_{b=1}^B \left| \sum_{m=(b-1)N_b+1}^{\min(bN_b, M)} X(i_{s,m}; j) * Y(i_{s,m} + z; j) \right|, \text{ em que } z \text{ é um índice para}$$

o conjunto reduzido de candidatos a CFO inteiro, em que j é um índice para as sequências de preâmbulo possíveis, em que $X()$ é o sinal transmitido, em que $Y()$ é o sinal recebido, em que M é o comprimento da sequência de preâmbulo, em que $i_{s,m}$ é um conjunto de subportadoras designado para o segmento s , em que N_b é o número de amostras de uma correlação parcial e em que $B = \text{teto} \left(\frac{M}{N_b} \right)$.

16. Memória legível por computador para identificar uma sequência de preâmbulo e para estimar um deslocamento de frequência da portadora inteiro, a memória legível por computador **caracterizada pelo** fato de que compreende instruções armazenadas na mesma, as instruções sendo executáveis por um computador para realizar o método como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8.

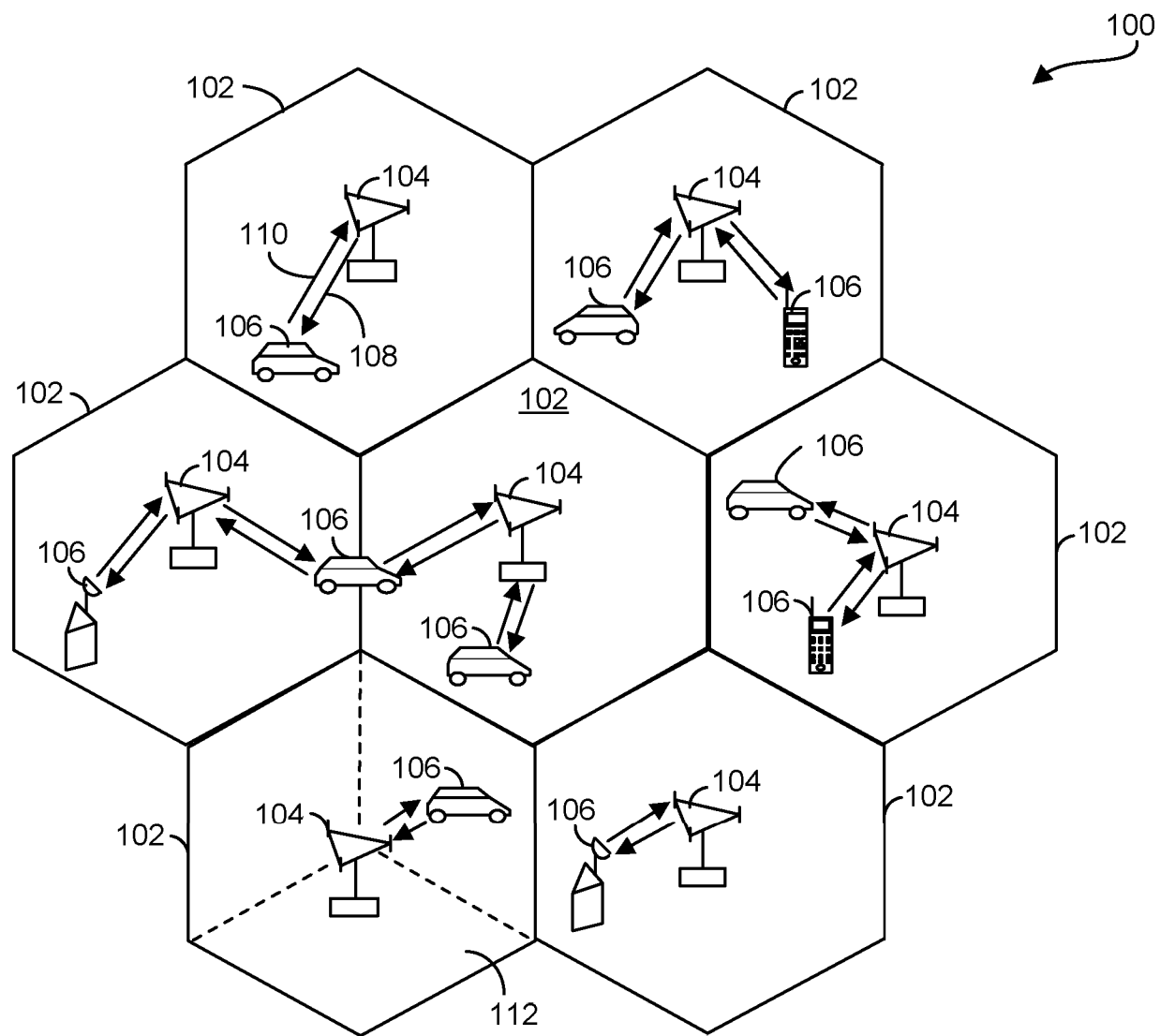


FIG. 1

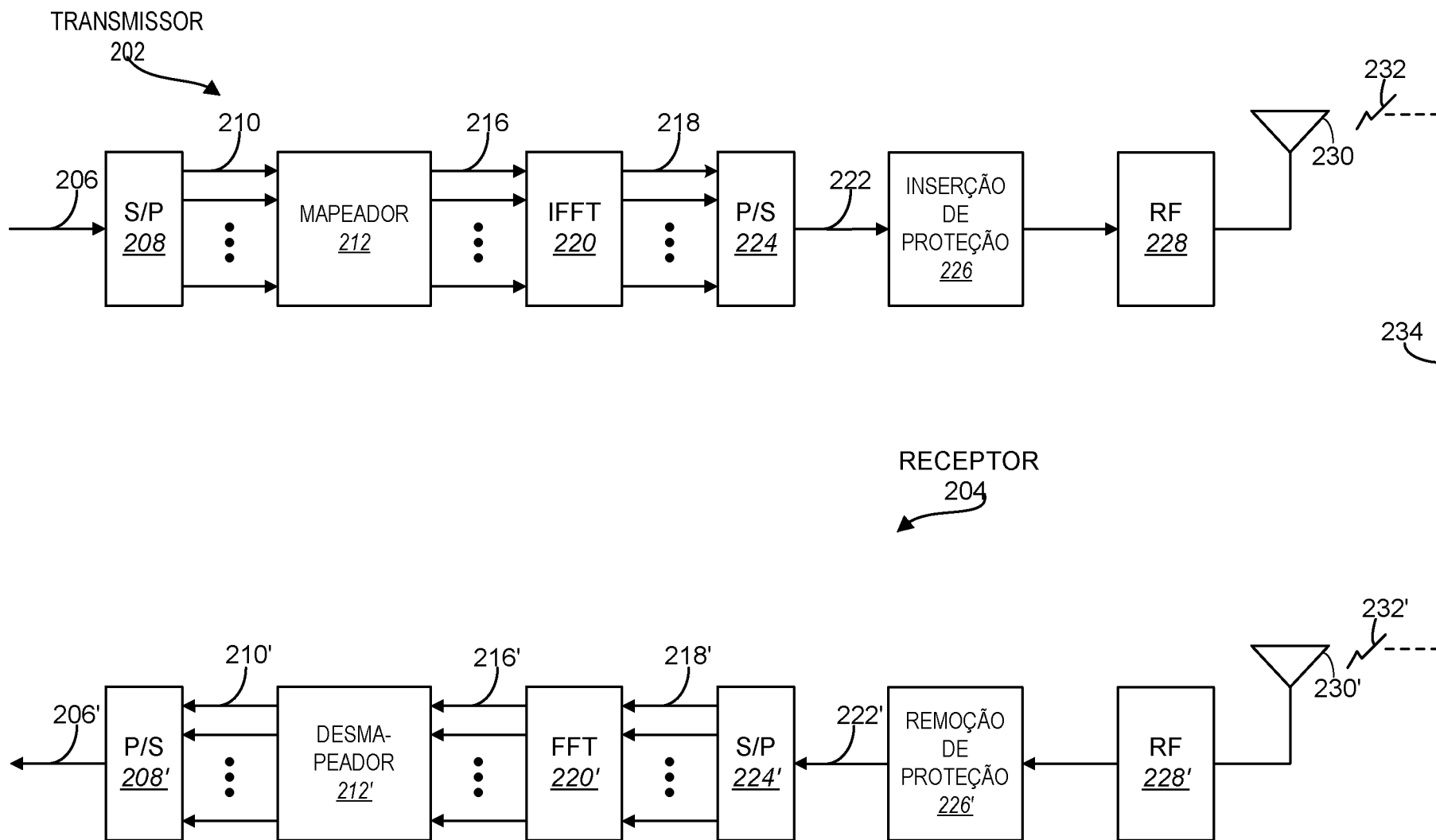


FIG. 2

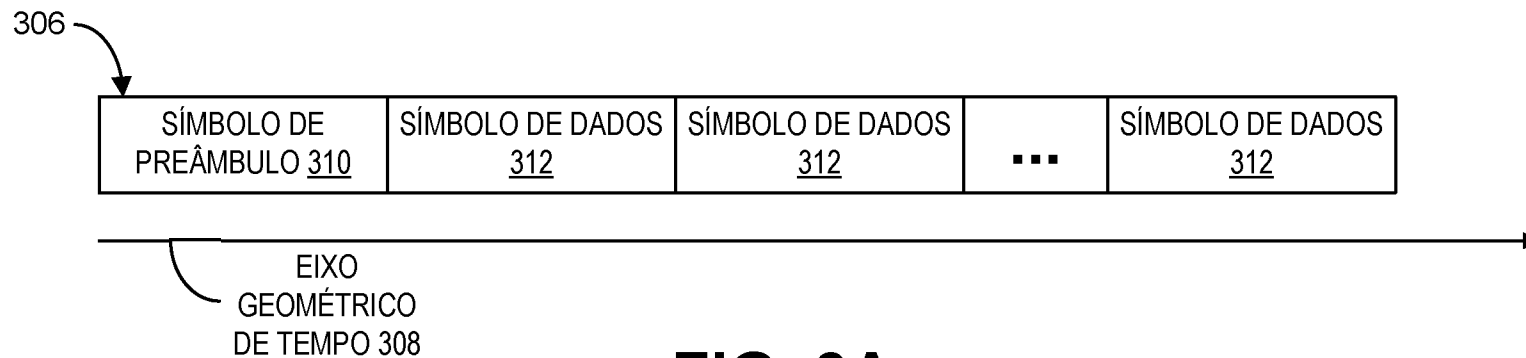


FIG. 3A

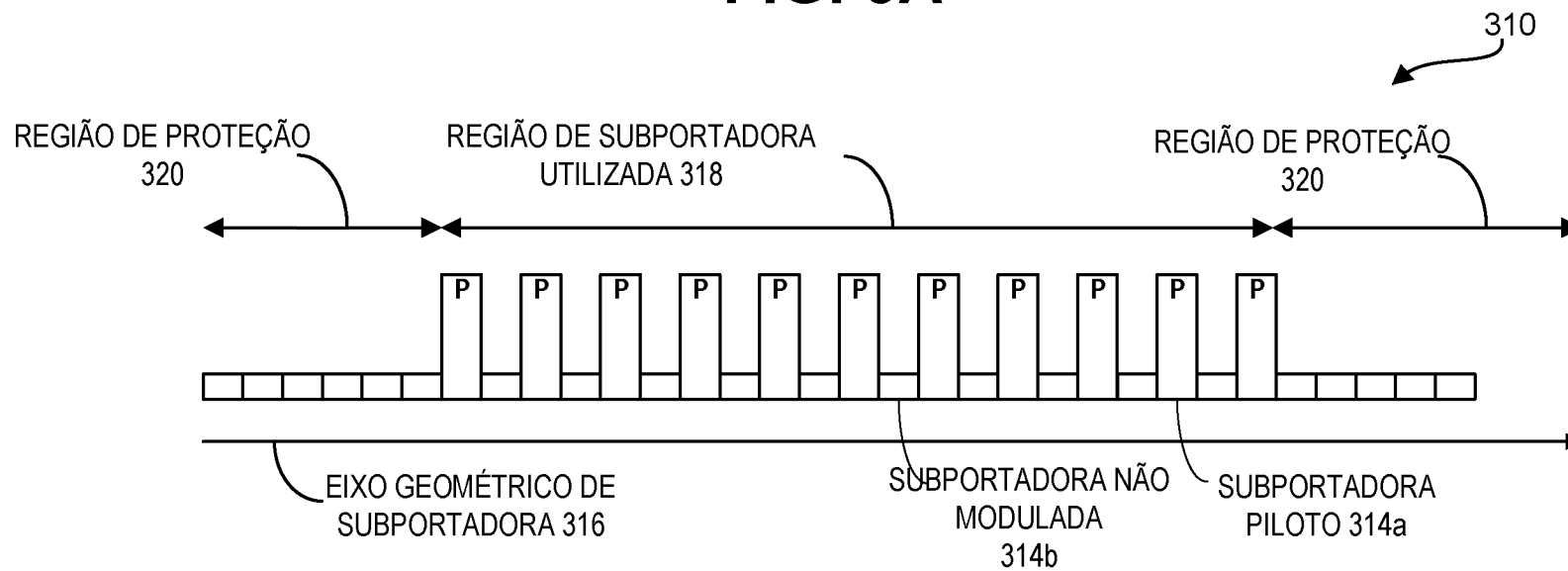


FIG. 3B

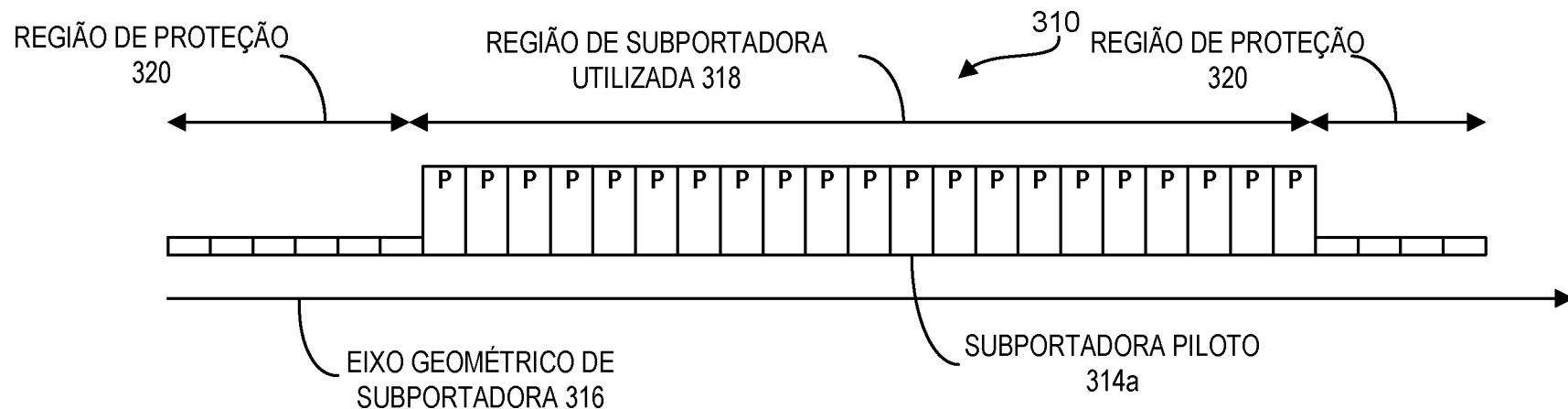


FIG. 3C

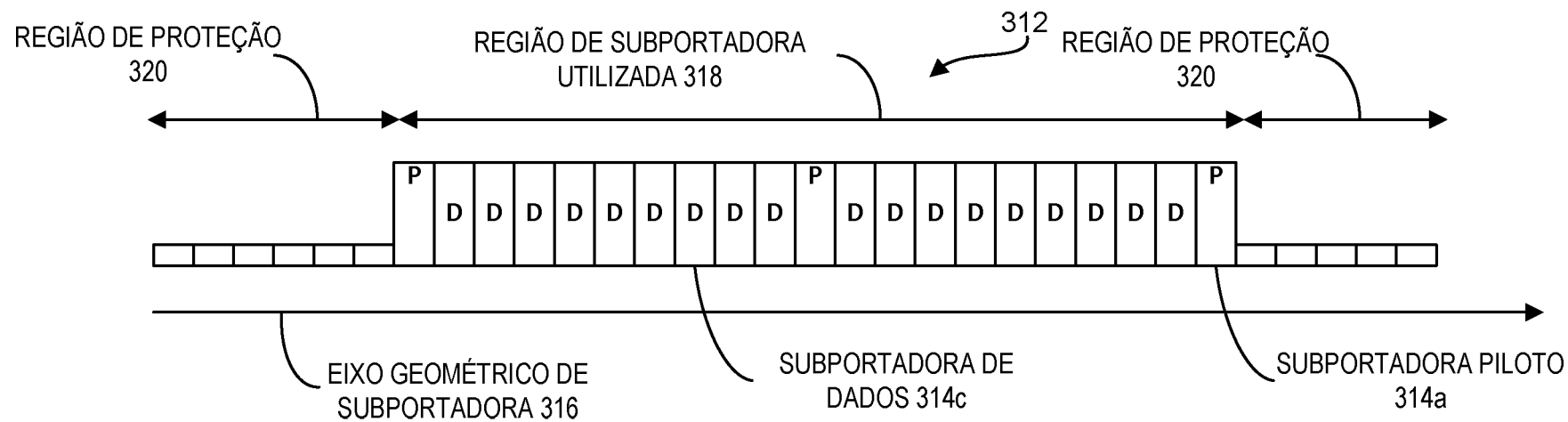


FIG. 3D

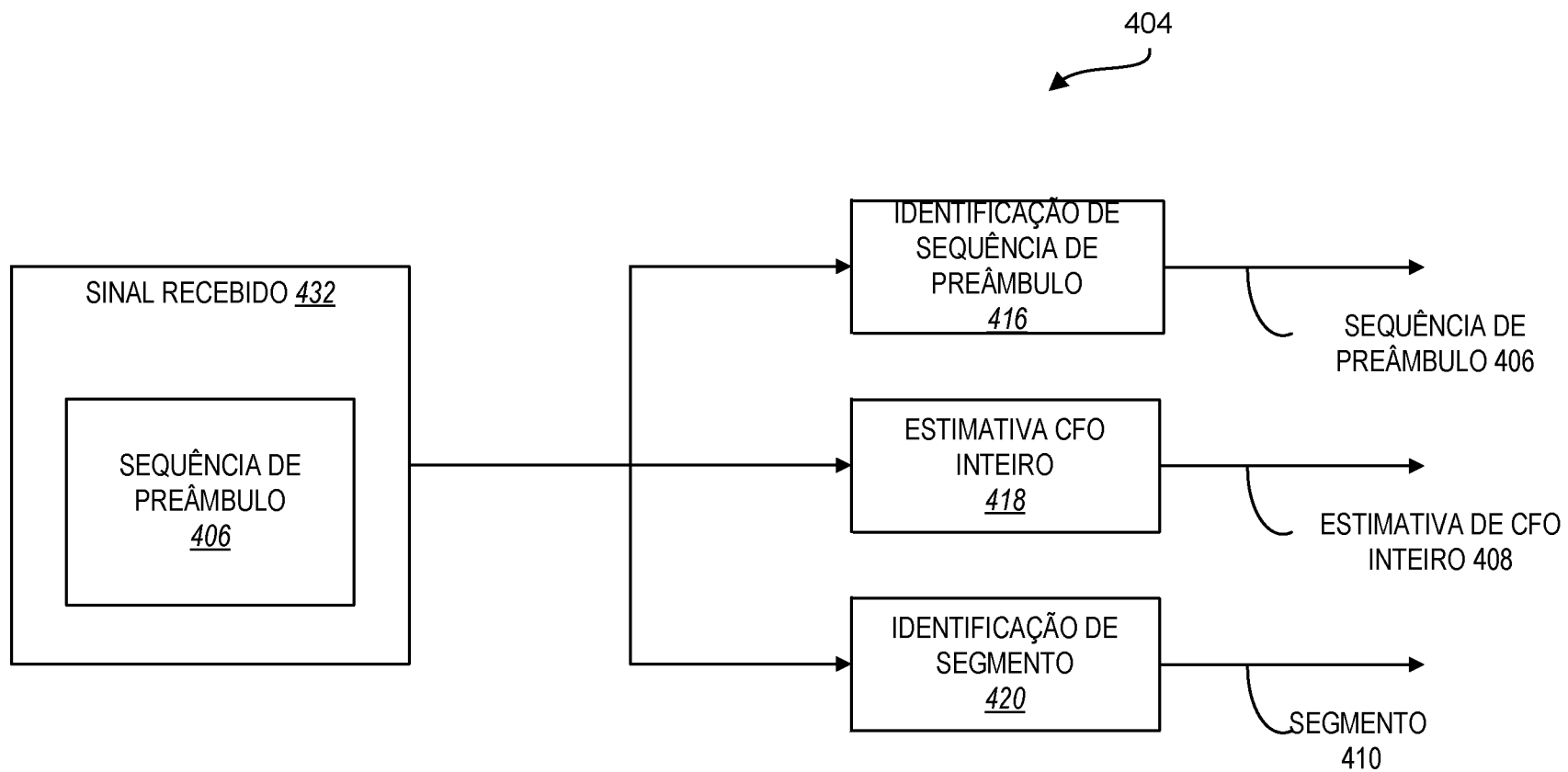


FIG. 4

ÍNDICE	IDcell	SEGMENTO	SERIES PARA MODULAR (NO FORMATO HEXADECIMAL)
0	0	0	0xA6F294537B285E1844677D133E4D53CCB1F182DE00489E53E6B6E77065C7EE7D0ADBFAF
1	1	0	0x668321CBBE7F462E6C2A07E8BBD43C7F7946D5F69E35AC8ACF7D64AB4A33C467001F3B2
2	2	0	0x1C75D30B2DF72CEC9117A0BD8EAF8E0502461FC07456AC906ADE03E9B5AB5E1D3F98C6E
3	3	0	0x5F9A2E5CA7CC69A5227104FB1CC2262809F3B10D0542B9BDFDA4A73A7046096DF0E8D3D

FIG. 5A

ÍNDICE	IDcell	SEGMENTO	SERIES PARA MODULAR (NO FORMATO HEXADECIMAL)
0	0	0	0x66C9CB4D1C8F31D60F5795886EE02FFF6BE4
1	1	0	0xD8C30DA58B5ED71056C5D79032B80E05522C
2	2	0	0x8EB62664E3B2C5222DE18E9000561F25A.AFC
3	3	0	0x3B32299087C257CD31C67E4AA5DD697B0E08

FIG. 5B

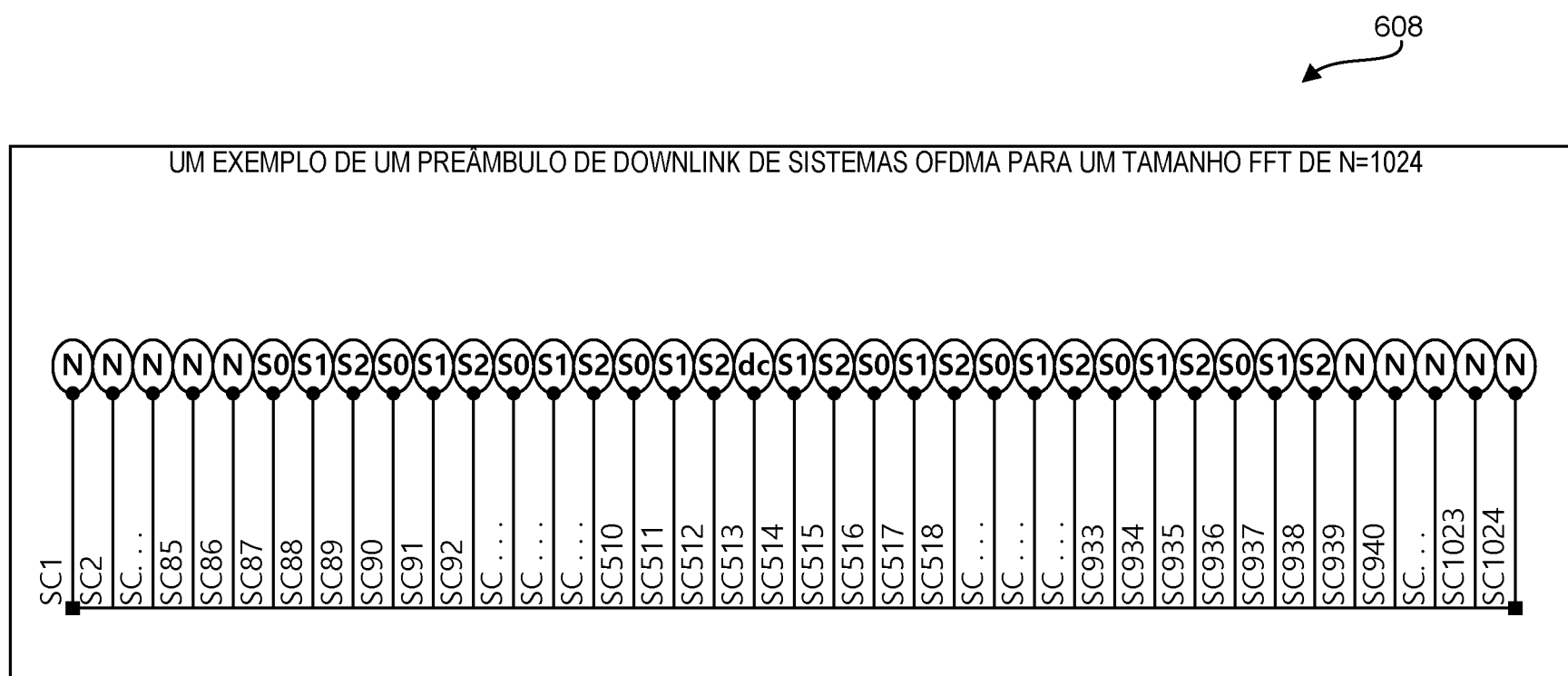


FIG. 5C

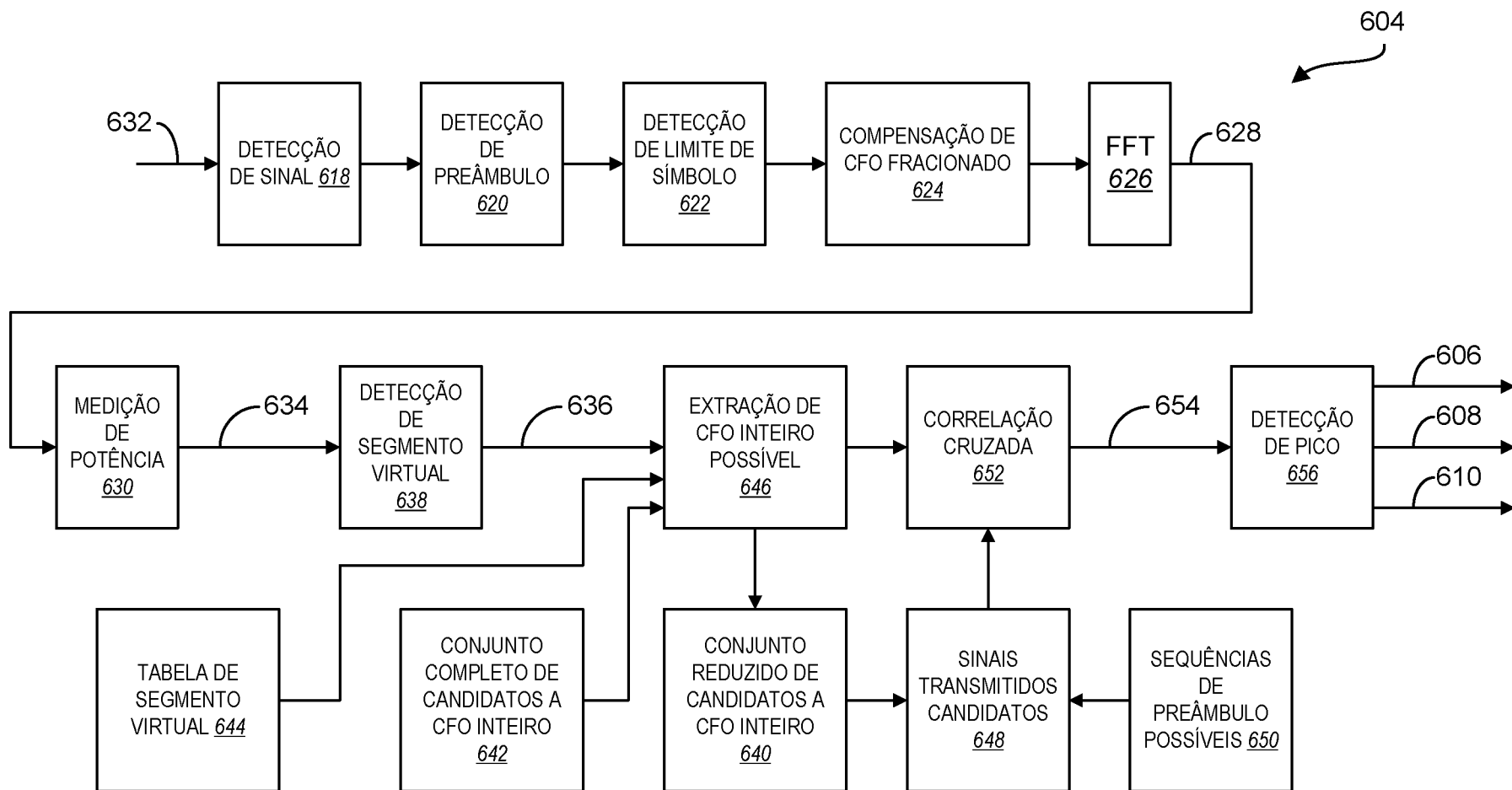


FIG. 6

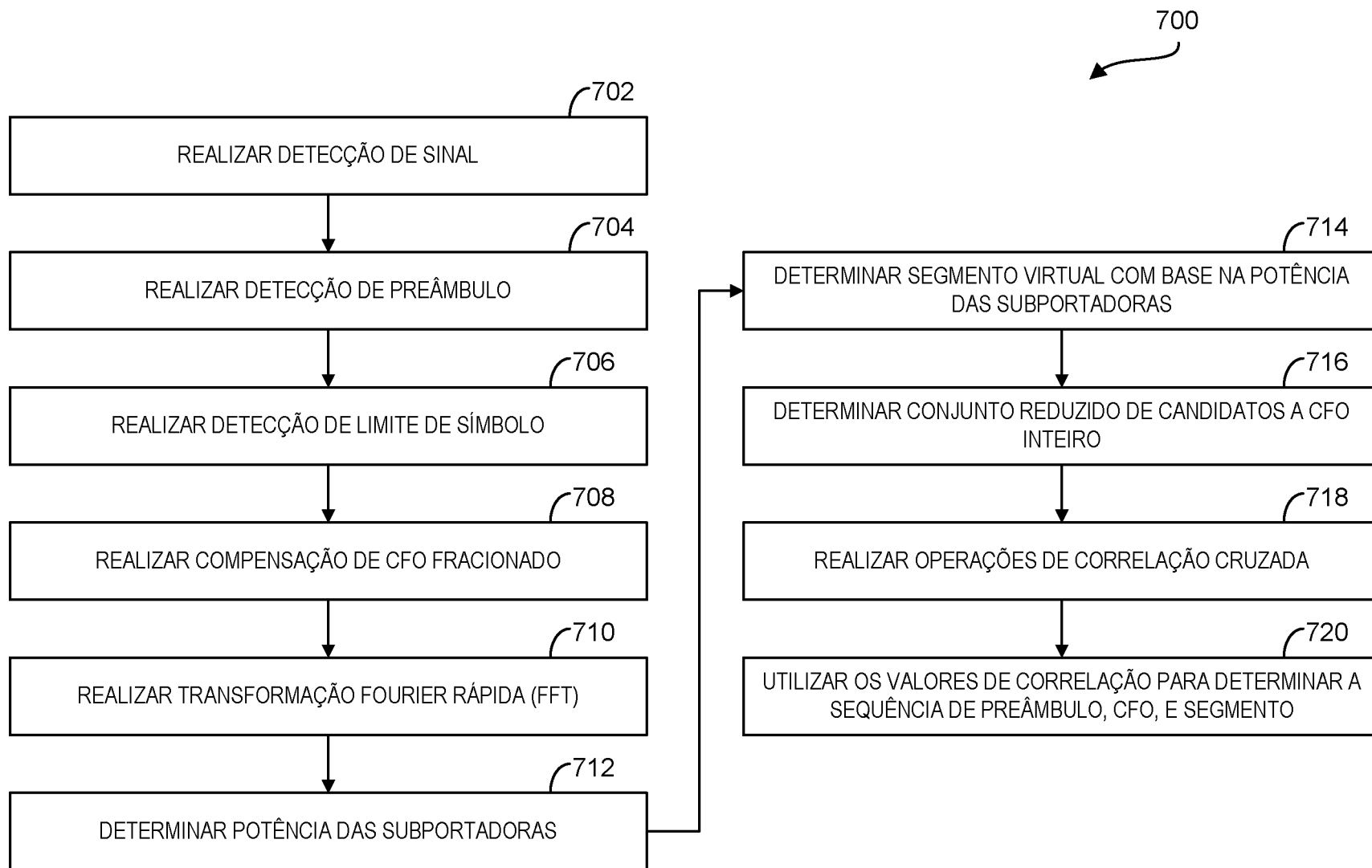


FIG. 7

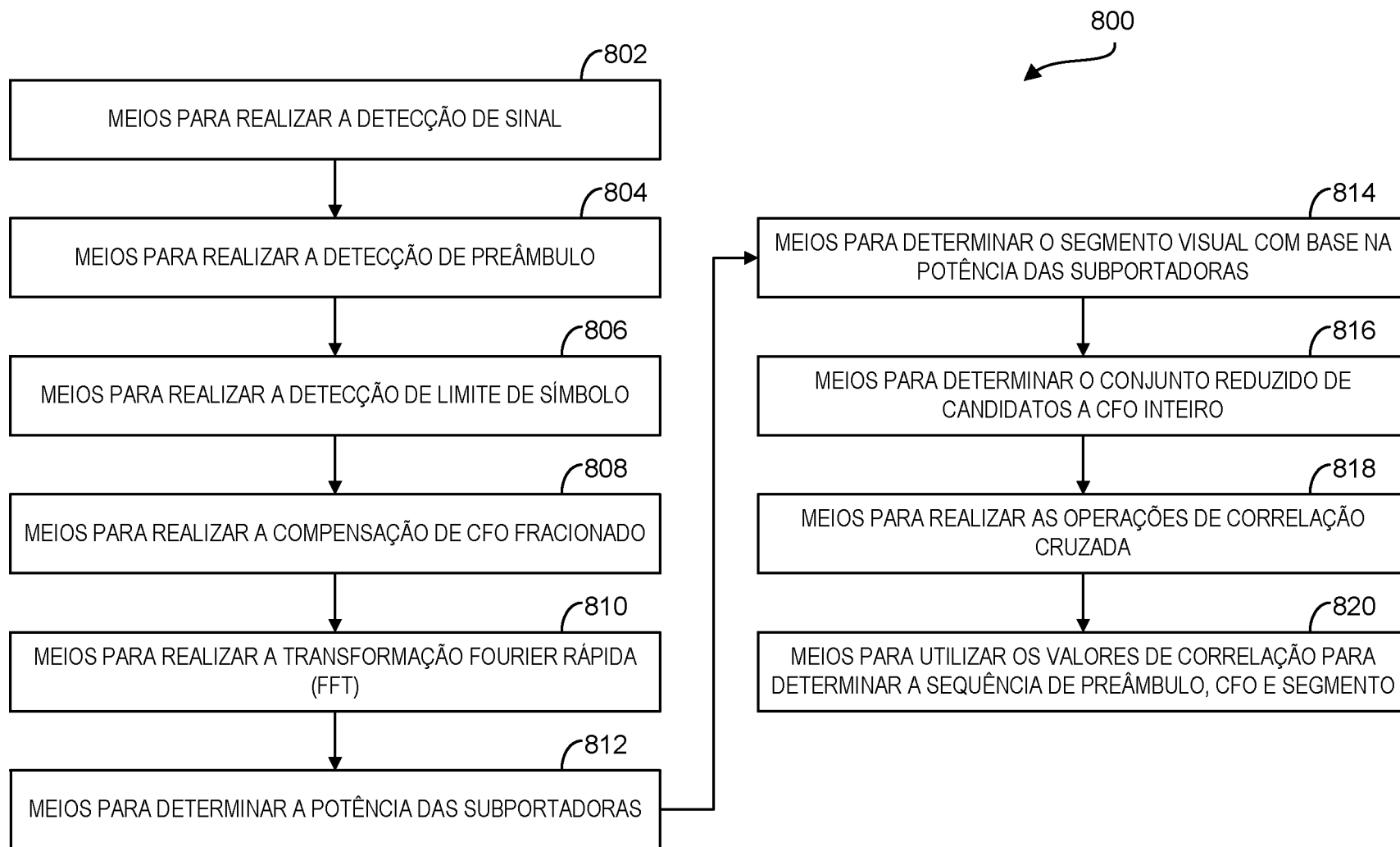


FIG. 8

944



SEGMENTO VIRTUAL	SEGMENTO	VALORES DE CFO INTEIRO POSSÍVEL												
		...	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	...
Vs = 0	S0	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0
	S1	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x
	S2	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x
Vs = 1	S0	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x
	S1	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0
	S2	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x
Vs = 2	S0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x
	S1	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x
	S2	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0

912

912



FIG. 9

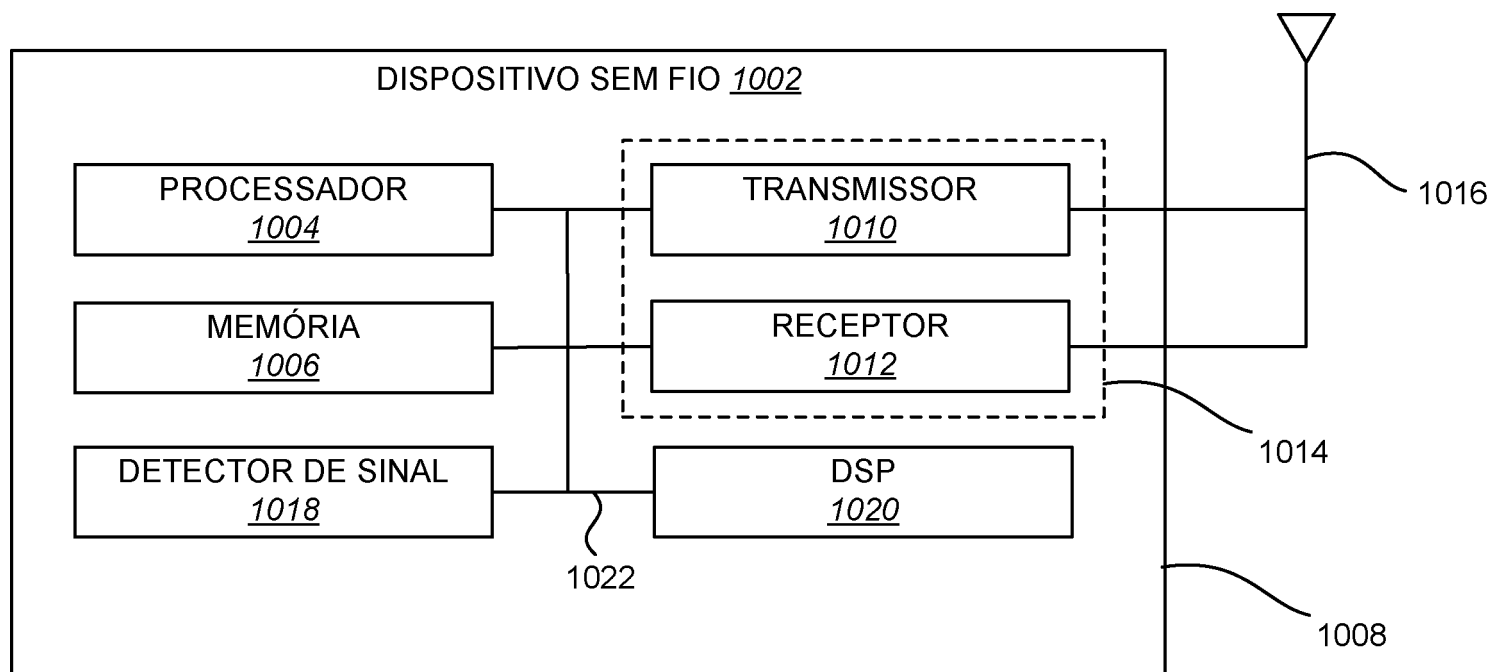


FIG. 10