



**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(21) BR 122023024927-5 A2**

**(22) Data do Depósito:** 07/08/2015

**(43) Data da Publicação Nacional:**  
21/11/2017

**(54) Título:** MÉTODO PARA TRANSMITIR UM FLUXO DE TRANSPORTE DE TAXA VARIÁVEL

**(51) Int. Cl.:** H04J 4/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 07/08/2014 US 62/034,583.

**(71) Depositante(es):** ONE MEDIA, LLC.

**(72) Inventor(es):** MICHAEL J. SIMON; KEVIN A. SHELBY; MARK EARNSHAW.

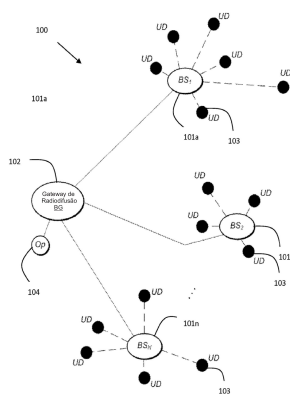
**(86) Pedido PCT:** PCT US2015044290 de 07/08/2015

**(87) Publicação PCT:** WO 2016/022962 de 11/02/2016

**(85) Data da Fase Nacional:** 28/11/2023

**(62) Pedido original do dividido:** BR112017002227-3 - 07/08/2015

**(57) Resumo:** MÉTODO PARA TRANSMITIR UM FLUXO DE TRANSPORTE DE TAXA VARIÁVEL. A presente invenção refere-se a uma estação base que pode gerar e transmitir um fluxo de transporte incluindo uma sequência de quadros. Um quadro pode incluir uma pluralidade de partições, onde cada partição inclui um conjunto correspondente de símbolos OFDM. Para cada partição, os símbolos OFDM naquela partição podem ter uma medida do prefixo cíclico correspondente e uma medida da FFT correspondente, permitindo que diferentes partições sejam direcionadas para diferentes coleções de dispositivos do usuário, por exemplo, dispositivos do usuário tendo diferentes valores esperados de máximo diferencial de atraso e/ou diferentes faixas de mobilidade. A estação base também pode reconfigurar dinamicamente a taxa de amostragem de cada quadro, possibilitando resolução adicional no controle do espaçamento da subportadora. Ao permitir que os prefixos cíclicos de diferentes símbolos OFDM tenham diferentes comprimentos, é viável construir um quadro que esteja em conformidade com uma duração de carga útil definida e tenha valores arbitrários de medida do prefixo cíclico por partição e de medida da FFT por partição. As partições podem ser multiplexadas em tempo e/ou frequência.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA TRANSMITIR UM FLUXO DE TRANSPORTE DE TAXA VARIÁVEL**".

[001] Dividido do BR112017002227-3 depositado em 07/08/2015.

REFERÊNCIA CRUZADA APEDIDOS RELACIONADOS

[002] A presente invenção reivindica prioridade do Requerimento de Patente dos Estados Unidos No. 62/034.583 arquivado em 7 de agosto de 2014, o qual é incorporado por meio de referência aqui, a este requerimento de patente, em sua totalidade.

CAMPO DA INVENÇÃO

[003] A presente invenção refere-se ao campo de comunicação sem fio (wireless), e mais particularmente, a mecanismos para construir dinamicamente quadros de transporte físico de Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais ("OFDM"), para permitir flexibilidade na configuração de transmissões em redes de radiodifusão.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[004] Atualmente no mundo, muitos dispositivos eletrônicos se baseiam em conectividade sem fio para a recepção de dados de outros dispositivos conectados. Em uma implantação sem fio típica, pode haver um ou mais pontos de acesso sem fio que transmitem dados, e um ou mais dispositivos que recebem dados do um ou mais pontos de acesso sem fio.

[005] Em um cenário semelhante, diferentes dispositivos podem ter diferentes características de canais de propagação, e estas podem afetar sua recepção de dados sem fio a partir do mesmo ponto de acesso sem fio. Por exemplo, um dispositivo que estiver próximo ao ponto de acesso sem fio e/ou que tenha uma localização fixa (ou esteja se movendo lentamente) pode ter melhores condições de canais de propagação do que um dispositivo que estiver se movendo em uma alta velocidade e/ou que esteja mais distante do ponto de acesso sem fio. O

primeiro dispositivo pode se enquadrar em um grupo de dispositivos que podem receber dados codificados e transmitidos com uma série de parâmetros (tais como uma alta taxa de código de Correção de Erro Forward (FEC, em inglês, Forward Error Correction), um alto nível de modulação, e/ou um menor espaçamento da subportadora em um sistema de Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais (nas partes que se seguem referido como "OFDM"), ao passo que o segundo dispositivo pode se enquadrar em um grupo de dispositivos que precisam que dados sejam codificados e transmitidos com uma segunda série de parâmetros (tais como uma baixa taxa de código FEC, um baixo nível de modulação, e/ou um espaçamento mais amplo da subportadora em um sistema de OFDM).

[006] Pode haver muitos cenários em que um grande número de dispositivos podem todos precisar receber dados idênticos de uma fonte comum. Um exemplo semelhante é transmissão televisiva, onde um grande número de aparelhos de televisão em várias residências todos recebem um sinal de radiodifusão comum transmitindo um programa de interesse. Em semelhantes cenários, é significativamente mais eficiente transmitir por transmissão de rádio ou televisão (em inglês, *broadcast*) ou enviar através de uma rede de computação para vários usuários ao mesmo tempo (em inglês, *multicast*) os dados para os dispositivos referidos ao invés de sinalizar individualmente os mesmos dados para cada dispositivo. No entanto, programas com diferentes níveis de qualidade (por exemplo, vídeo de alta definição, vídeo de definição padrão, etc) podem precisar ser transmitidos para diferentes grupos de dispositivos com diferentes características dos canais de propagação. Em outros cenários, pode ser desejável transmitir dados específicos para um dispositivo em particular, e os parâmetros usados para codificar e transmitir aqueles dados podem depender da localização do dispositivo e/ou das condições dos canais de propagação.

[007] Conforme descrito acima, diferentes conjuntos de dados transmitidos podem precisar ser transmitidos com diferentes parâmetros de codificação e de transmissão, quer simultaneamente ou em um modo multiplexado no tempo (ou ambos). A quantidade de dados a serem transmitidos em um conjunto de dados em particular e/ou os parâmetros de codificação e de transmissão para aquele conjunto de dados podem variar com o tempo.

[008] Ao mesmo tempo, a demanda por dados sem fio de alta velocidade continua a aumentar, e é desejável fazer o uso mais eficiente possível dos recursos sem fio disponíveis (tais como uma determinada porção do espectro wireless) em uma base potencialmente variando com o tempo.

## SUMÁRIO

[009] As redes sem fio de alta velocidade modernas e futuras devem ser projetadas para manejo eficiente de uma variedade de cenários de implantação. São revelados presentemente mecanismos que permitem ampla flexibilidade em entrega de dados sem fio, para suportar serviços em uma ampla gama de cenários de implantação, os quais podem incluir, mas não estão limitados, aos seguintes: mobilidade do receptor (por exemplo, fixo, nômade, móvel); tamanho celular (por exemplo, macro, micro, pico); redes de frequência única ou múltipla (SFN ou MFN); multiplexação de diferentes serviços; e compartilhamento de largura de banda.

[0010] A. Em uma série de modalidades, um método para construir e transmitir um quadro tendo uma extensão temporal especificada pode ser implementado como se segue. O método pode permitir flexibilidade na configuração das transmissões de uma estação base.

[0011] O método pode incluir realizar operações usando o conjunto de circuitos digitais da estação base, em que as operações referidas incluem: (a) para cada de uma ou mais partições do quadro, determinar

do uma extensão do símbolo OFDM correspondente para símbolos OFDM pertencentes à partição, em que a extensão do símbolo OFDM é baseada em uma medida da FFT correspondente e uma medida do prefixo cíclico correspondente, em que a medida do prefixo cíclico correspondente satisfaz uma restrição de tamanho com base em uma duração do intervalo de guarda mínimo correspondente; (b) computar uma soma de extensões de símbolos OFDM em uma união dos símbolos OFDM sobre as partições; (c) computar um número de amostras em excesso com base na soma e um comprimento de uma região de carga útil do quadro; e (d) construir o quadro.

[0012] A ação de construir o quadro pode incluir, para cada símbolo OFDM na união, atribuir o símbolo OFDM para exatamente um de no mínimo um subconjunto da união usando no mínimo um do número de amostras em excesso e um índice do símbolo OFDM, e adicionando um número a medida do prefixo cíclico de cada símbolo OFDM em cada um do no mínimo um subconjunto da união, antes da incorporação dos símbolos OFDM no quadro, em que um único número é usado para cada um do no mínimo um subconjunto da união.

[0013] O método também pode incluir transmitir o quadro sobre um canal sem fio usando um transmissor da estação base.

[0014] Em algumas modalidades, a ação de construir o quadro também inclui, para um do no mínimo um subconjunto da união, configurar o único número para aquele subconjunto para zero.

[0015] Em algumas modalidades, um do no mínimo um subconjunto da união representa um subconjunto contíguo inicial dos símbolos OFDM na união.

[0016] Em algumas modalidades, o no mínimo um subconjunto da união e o único número para cada um do no mínimo um subconjunto da união são determinados de acordo com um algoritmo conhecido para dispositivos remotos que recebem as referidas transmissões.

[0017] B. Em uma série de modalidades, um método para construir e transmitir um quadro por uma estação base pode ser implementado como se segue.

[0018] O método pode incluir realizar operações usando o conjunto de circuitos digitais da estação base, onde as operações incluem construir uma região de carga útil do quadro. A região de carga útil inclui uma pluralidade de partições, em que cada uma das partições inclui uma pluralidade correspondente de símbolos OFDM, em que cada partição tem uma medida da FFT correspondente e uma medida do prefixo cíclico correspondente para símbolos OFDM naquela partição.

[0019] O método também pode envolver transmitir o quadro sobre um canal sem fio usando um transmissor da estação base.

[0020] Em algumas modalidades, as operações também incluem incorporação da informação de sinalização em uma região de carga não útil do quadro, em que a informação de sinalização indica a medida da FFT e a medida do prefixo cíclico para cada uma das partições.

[0021] Em algumas modalidades, cada uma das partições inclui um conjunto correspondente de elementos de recursos gerais (tais como símbolos de referência). Nestas modalidades, as operações também podem incluir programação de dados de símbolos de um ou mais fluxos de dados de serviço para cada uma das partições depois de ter reservado os elementos de recursos gerais dentro do quadro.

[0022] Em algumas modalidades, uma primeira das partições é direcionada para transmissão para dispositivos móveis, e, uma segunda das partições é direcionada para transmissão para dispositivos fixos. Nestas modalidades, a medida da FFT correspondente à primeira partição pode ser menor do que a medida da FFT correspondente à segunda partição.

[0023] Em algumas modalidades, uma primeira das partições é direcionada para transmissão para primeiros dispositivos do usuário que

se espera que tenham grandes diferenciais de atraso, e uma segunda das partições é direcionada para transmissão para segundos dispositivos do usuário que se espera que tenham menores diferenciais de atraso. Nestas modalidades, a medida do prefixo cíclico para a primeira partição pode ser maior do que a medida do prefixo cíclico para a segunda partição.

[0024] Em algumas modalidades, o quadro pode ser particionado de acordo com um ou mais fatores diversos além de (ou, como uma alternativa a) o particionamento acima descrito de acordo com a mobilidade do usuário esperada e a cobertura celular requerida conforme determinado pela medida da FFT e pela medida do prefixo cíclico. Por exemplo, fatores podem incluir uma taxa de dados, em que diferentes partições têm diferentes taxas de dados. Em particular, diferentes partições podem ter uma alta taxa de dados ou uma baixa taxa de dados (junto com as linhas de Internet das Coisas), com um menor ciclo de trabalho para recepção de baixa potência. Em um exemplo, fatores podem incluir aglomeração apertado vs. solto onde a diversidade de tempo é sacrificada no interesse de permitir que um dispositivo de baixa potência desperte, consuma os dados que necessita, e em seguida volte a dormir. Em um exemplo, fatores podem incluir particionamento de frequência que permite que as bordas da banda sejam codificadas de maneira mais robusta usando uma menor ordem de modulação para permitir formação de banda ou outras técnicas de mitigação de interferência.

[0025] C. Em uma série de modalidades, pode ser implementado um método para construir e transmitir um quadro por uma estação base como se segue.

[0026] O método pode incluir realizar operações usando o conjunto de circuitos digitais da estação base, onde as operações incluem: (a) construir uma pluralidade de partições, em que cada uma das partições

inclui um conjunto correspondente de símbolos OFDM, em que os símbolos OFDM em cada partição estão em conformidade com uma medida da FFT correspondente e satisfazem um intervalo de guarda mínimo correspondente; e (b) construir um quadro por intercalação temporal dos símbolos OFDM das partições para formar clusters de símbolos OFDM, em que os clusters de símbolos OFDM são definidos por: um valor especificado da medida de clusters de símbolos OFDM para cada partição; e um valor especificado do período de clusters de símbolos OFDM para cada partição.

[0027] O método também pode incluir transmitir o quadro sobre um canal sem fio usando um transmissor da estação base.

[0028] Em algumas modalidades, uma primeira das partições é direcionada para transmissão para dispositivos móveis, e uma segunda das partições é direcionada para transmissão para dispositivos fixos. Nestas modalidades, a medida da FFT correspondente à primeira partição pode ser menor do que a medida da FFT correspondente à segunda partição.

[0029] Em algumas modalidades, as operações acima descritas também podem incluir incorporação da informação de sinalização no quadro, em que a informação de sinalização indica o valor especificado da medida de clusters de símbolos OFDM para cada partição e o valor especificado do período de clusters de símbolos OFDM para cada partição.

[0030] Em algumas modalidades, um dispositivo do usuário pode ser configurado para: (1) receber o quadro; (2) para uma partição em particular à qual o dispositivo do usuário tenha sido atribuído, determinar os valores especificados correspondentes da medida de clusters de símbolos OFDM e do período de clusters de símbolos OFDM com base na informação de sinalização no quadro; e (3) recuperar os símbolos OFDM pertencentes aos clusters de símbolos OFDM da partição em



particular, usando os valores especificados correspondentes.

[0031] D. Em uma série de modalidades, pode ser implementado um método para construir e transmitir um fluxo de transporte por uma estação base como se segue. O fluxo de transporte inclui um quadro.

[0032] O método pode envolver realizar operações usando o conjunto de circuitos digitais da estação base, onde as operações incluem: (a) construir uma região de carga útil do quadro, em que amostras na região de carga útil correspondem a uma taxa de amostragem especificada, em que a taxa de amostragem especificada é selecionada entre um universo de possíveis taxas de amostragem suportadas pelo conjunto de circuitos de transmissão da estação base, em que as amostras nas regiões de carga útil são divididas em uma ou mais partições, em que cada uma das partições inclui um conjunto correspondente de símbolos OFDM; e incorporar informação de sinalização no fluxo de transporte, em que a informação de sinalização inclui informação indicando a taxa de amostragem especificada.

[0033] O método também pode incluir transmitir o fluxo de transporte sobre um canal sem fio usando um transmissor da estação base.

[0034] Em algumas modalidades, a taxa de amostragem especificada foi especificada por um operador de uma rede de radiodifusão que inclui a estação base referida.

[0035] Em algumas modalidades, a informação de sinalização acima descrita é incorporada em uma região de carga não útil do quadro. Em uma modalidade alternativa, a informação de sinalização pode ser incorporada em um quadro anterior do fluxo de transporte.

[0036] Em algumas modalidades, cada partição tem um valor correspondente de medida da FFT para símbolos OFDM incluídos naquela partição.

[0037] Em algumas modalidades, para cada partição, a medida da

FFT daquela partição e a taxa de amostragem especificada pelo usuário foram selecionadas para definir um espaçamento da subportadora para aquela partição que satisfaz um mínimo espaçamento da subportadora especificado (ou tolerância de Doppler) para aquela partição.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0038] Um melhor entendimento da presente invenção pode ser obtido quando a descrição detalhada que se segue das modalidades preferenciais for considerada em conjunto com os desenhos que se seguem.

[0039] A Figura 1A ilustra uma modalidade de uma rede de radiodifusão incluindo uma pluralidade de estações base.

[0040] A Figura 1B ilustra uma modalidade de um símbolo de Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais ("OFDM") com tanto um prefixo cíclico quanto uma porção útil.

[0041] A Figura 2 ilustra uma visão geral de uma estrutura de quadro de exemplo.

[0042] A Figura 3A ilustra um exemplo de multiplexação de tempo de Canais de Dados de Partições Físicas (PPDCH) com distinta separação de tempo do PPDCH.

[0043] A Figura 3B ilustra um exemplo de multiplexação de tempo de Canais de Dados de Partições Físicas (PPDCH) com distinta separação de tempo do PPDCH.

[0044] A Figura 4A ilustra um exemplo de multiplexação de tempo de PPDCH com intercalação temporal do PPDCH.

[0045] A Figura 4B ilustra um exemplo de multiplexação de tempo de PPDCH com intercalação temporal do PPDCH.

[0046] A Figura 5 ilustra a relação entre diferentes canais físicos para carregar dados de carga útil, de acordo com uma modalidade.

[0047] A Figura 6 ilustra taxa de amostragem de PFDCH variada em uma base por quadro, de acordo com uma modalidade.

[0048] A Figura 7 ilustra um exemplo de distribuição de amostras em excesso para prefixos cíclicos de símbolos OFDM dentro da região de carga útil de um quadro, de acordo com uma modalidade.

[0049] A Figura 8 ilustra subportadoras úteis dentro de um símbolo OFDM, de acordo com uma modalidade.

[0050] A Figura 9 ilustra um exemplo de multiplexação de frequência de PPDCH, de acordo com uma modalidade.

[0051] A Figura 10 ilustra o *layout* de recursos lógicos dentro de um PPDCH, de acordo com uma modalidade.

[0052] A Figura 11 ilustra listras lógicas (em inglês, *logical stripes*) e sub-bandas lógicas dentro de um PPDCH, de acordo com uma modalidade.

[0053] A Figura 12 ilustra um mapeamento de listras virtuais pertencentes a uma sub-banda virtual para listras lógicas pertencentes a uma sub-banda lógica, de acordo com uma modalidade.

[0054] A Figura 13 ilustra um exemplo de rotação e mapeamento de listras virtuais para listras lógicas, de acordo com uma modalidade.

[0055] A Figura 14 ilustra um exemplo de rotação e mapeamento de listras lógicas para listras virtuais, de acordo com uma modalidade.

[0056] A Figura 15 ilustra um exemplo de mapeamento um Canal de Dados de Serviço Físico (PSDCH) para recursos virtuais de um PPDCH, de acordo com uma modalidade.

[0057] A Figura 16 ilustra um exemplo de descritores concatenados de Canal de Dados de Quadro Físico (PFDCH), PPDCH, e PSDCH para comunicação para um receptor, de acordo com uma modalidade.

[0058] A Figura 17 ilustra uma modalidade de um método para construir e transmitir um quadro por uma estação base, onde o quadro inclui uma pluralidade de partições, cada uma tendo uma medida da FFT correspondente e uma medida do prefixo cíclico correspondente.

[0059] A Figura 18 ilustra uma modalidade de um método para

construir e transmitir um quadro por uma estação base, onde amostras em excesso são distribuídas para os prefixos cíclicos de símbolos OFDM no quadro.

[0060] A Figura 19 ilustra uma modalidade de um método para construir e transmitir um quadro por uma estação base, onde o quadro inclui uma pluralidade de partições, cada uma tendo uma medida da FFT correspondente e uma medida do prefixo cíclico correspondente, em que as partições são intercaladas temporizadamente.

[0061] A Figura 20 ilustra uma modalidade de um método para construir e transmitir um quadro por uma estação base, em que a taxa de amostragem associada com regiões de carga útil do quadro é configurável.

[0062] Apesar de a invenção ser suscetível a várias modificações e formas alternativas, modalidades específicas da mesma são mostradas a título de exemplo nos desenhos e são aqui, neste requerimento de patente, descritas em detalhes. No entanto, deve ser entendido que os desenhos e a descrição detalhada dos mesmos não se destinam a limitar a invenção à forma revelada em particular, porém ao contrário, a intenção é cobrir todas as modificações, equivalentes e alternativas que estejam dentro do espírito e do âmbito da presente invenção conforme definido pelas reivindicações abaixo.

## DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

### Lista de Acrônimos Usados na Presente Patente

ATS:	Símbolos de Terminação Auxiliar
BG:	<i>Gateway</i> de Radiodifusão
BS:	Estação Base (em inglês, Base Station)
CP:	Prefixo Cíclico
CRC:	Check de Redundância Cíclica
DC:	Corrente Direta
FEC:	Correção de Erro Forward

FFT:	Transformada de Fourier Rápida
IFFT:	Transformada de Fourier Rápida Inversa
LDPC:	Check de Paridade de Baixa Densidade
MAC:	Controle de Acesso Médio
MFN:	Rede Multi-Frequência
MHz:	Mega Hertz
OFDM:	Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais (em inglês, Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
PDU:	Unidade de Dados do Protocolo
PHY	Camada Física (em inglês, PHYsical layer)
PFDCH:	Canal de Dados de Quadro Físico (em inglês, Physical Frame Data CHannel )
PPDCH:	Canal de Dados de Partição Física (em inglês, Physical Partition Data CHannel)
PSDCH:	Canal de Dados de Serviço Físico (em inglês, Physical Service Data CHannel)
QAM:	Modulação de Amplitude de Quadratura
RS:	Símbolos de referência
SFN:	Rede de Frequência Única

#### Arquitetura da Rede de Radiodifusão

[0063] Em uma série de modalidades, uma rede de radiodifusão 100 pode ser configurada conforme mostrado na Figura 1A. A rede de radiodifusão 100 pode incluir uma pluralidade de estações base 101a, 101b...101n, sugeridas ilustrativamente por estações base BS<sub>1</sub>, BS<sub>2</sub>,...BS<sub>N</sub> (nas partes que se seguem referidas como estações base 101). O *gateway* de radiodifusão ("BG") 102 pode acoplar às estações base 101 através de qualquer um de uma variedade de meios de comunicação. Por exemplo, em uma modalidade, o *gateway* de radiodifusão 102 pode acoplar às estações base 101 através da Internet, ou de modo mais geral, através de uma rede de computação.

Cada estação base 101 transmite de maneira sem fio informação para um ou mais dispositivos do usuário 103. (Cada dispositivo do usuário UD é denotado por um círculo de bloco sólido.) Alguns dos dispositivos do usuário 103 podem ser dispositivos fixos tais como televisões e computadores de mesa. Outros dos dispositivos do usuário 103 podem ser dispositivos nômades tais como tablets ou laptops. Outros dos dispositivos do usuário 103 podem ser dispositivos móveis tais como telefones celulares, dispositivos baseados em automóveis, dispositivos baseados em aeronaves, etc.

[0064] Um operador ("Op) 104 da rede de radiodifusão 100 pode acessar o *gateway* de radiodifusão 102 (por exemplo, através da Internet), e proporcionar configuração de rede ou instruções operacionais para o *gateway* 102. Por exemplo, o operador 104 pode proporcionar informação tal como um ou mais dos seguintes itens: uma distribuição esperada de mobilidade do dispositivo do usuário para uma ou mais das estações base; a medida celular de uma ou mais das estações base; uma seleção de se a rede de radiodifusão ou um subconjunto da rede deve ser operado como uma rede de frequência única (SFN) ou uma rede multi-frequência (MFN); uma especificação de como diferentes serviços (por exemplo, fluxos de conteúdo de televisão) devem ser atribuídos a diferentes tipos de dispositivos do usuário; e identificação de quais porções de largura de banda que a rede de radiodifusão não vai estar usando durante períodos de tempo correspondentes.

[0065] O *gateway* de radiodifusão pode determinar informação de controle de transmissão para uma ou mais estações base da rede de radiodifusão com base na configuração de rede ou nas instruções operacionais. Para uma determinada estação base, o *gateway* de radiodifusão pode determinar: a taxa de amostragem de transmissão; o número de partições; as medidas das partições; a medida da FFT e a

medida do prefixo cíclico para cada partição. O *gateway* de radiodifusão pode enviar a informação do controle de transmissão para as estações base de modo a que as estações base possam construir e transmitir quadros de acordo com a informação de controle de transmissão. Em outras modalidades, o próprio *gateway* pode gerar quadros a serem transmitidos por cada *gateway* e enviar os quadros para as estações base. Em ainda outras modalidades, o *gateway* pode gerar instruções de baixo nível (por exemplo, instruções de camada física) para a construção de quadros para as estações base, e enviar essas instruções para as estações base, as quais podem simplesmente gerar quadros com base nas instruções.

#### Símbolos OFDM e Medidas de FFT / IFFT

[0066] Um sistema Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais (OFDM) usa uma operação da Transformada de Fourier Rápida Inversa ("IFFT") no transmissor de modo a converter dados do domínio de frequência para o domínio de tempo para transmissão, e uma operação da Transformada de Fourier Rápida ("FFT") no receptor de modo a converter valores do domínio de tempo recebido de volta para o domínio de frequência de modo a recuperar os dados originalmente transmitidos. No texto que se segue, geralmente é usado o termo FFT, mas os parâmetros descritos correspondem à dimensões de frequência e de tempo tanto para as operações de FFT quanto de IFFT.

[0067] Para fins de ilustração, um exemplo de taxa de amostragem de base de  $F_s = 12,288$  MHz é geralmente usado aqui, neste requerimento de patente. Isto não se destina a ser limitante, e outras taxas de amostragem também podem ser usadas. A unidade de tempo de base correspondente a uma amostra é  $T_s = 1/F_s$  segundos.

[0068] Uma gama de diferentes medidas da FFT/IFFT e de extensões do prefixo cíclico pode ser suportada de modo a abordar uma ampla

variedade de condições de propagação e diferentes cenários de usuário final. Uma entidade separada tal como um programador pode selecionar uma ou mais medidas da FFT/IFFT e uma ou mais extensões do prefixo cíclico apropriadas para cada quadro usando as diretrizes que se seguem.

[0069] Primeiro, é determinado o mínimo espaçamento da subportadora necessário para suportar a mobilidade do usuário pretendida. Maiores velocidades móveis resultam em maiores efeitos Doppler, os quais podem necessitar de espaçamento da subportadora mais amplo em frequência,  $\Delta f$ . O espaçamento da subportadora pode ser calculado como se segue. Isto implica que maiores medidas da FFT vão ser usadas para cenários fixos, e menores medidas da FFT vão ser usadas para cenários móveis,

equ. (1)

$$\Delta f = \frac{F_S}{FFT\ size}$$

[0070] Cada símbolo OFDM com uma extensão de tempo total de  $T_{Sym}$  consiste de duas partes, um prefixo cíclico com uma extensão de tempo de  $T_{CP}$ , e uma porção útil com uma extensão de tempo de  $T_U$ , conforme mostrado no símbolo OFDM 102 de exemplo ilustrado na Figura 1B. A porção útil 104 do símbolo OFDM 102 refere-se à quantidade de dados correspondentes ao que é requerido para as operações IFFT/FFT. O prefixo cíclico 106 é somente uma cópia das últimas amostras  $N_{CP}$  108 da porção útil 104 do símbolo OFDM, e portanto essencialmente representa sobrecarga a qual é incluída no símbolo OFDM 102.

[0071] A porção útil 104 de um símbolo OFDM 102 tem um número de amostras de tempo iguais à medida da FFT ( $N_{FFT}$ ), e uma extensão de tempo igual a:

equ. (2)

$$T_U = FFT\ size \times T_S = \frac{1}{\Delta f}$$

[0072] O prefixo cíclico 106 contém um número especificado de



amostras ( $N_{CP}$ ) com uma extensão de tempo correspondente de  $T_{CP}$ . O prefixo cíclico 106 consiste de valores de amostras copiados do final da porção útil do mesmo símbolo OFDM 102 e proporciona proteção contra interferência inter-símbolos entre símbolos OFDM sucessivos 102.

[0073] O número de subportadoras usadas na realidade dentro de uma FFT/IFFT depende tanto do espaçamento da subportadora (o qual é uma função da medida da FFT e da frequência de amostragem) quanto da largura de banda do sistema, uma vez que a largura de banda ocupada pelas subportadoras usadas deve ser menor do que a largura de banda do sistema (de modo a permitir uma banda de guarda entre canais adjacentes). Notar também que a portadora de corrente direta (DC) nunca é usada.

[0074] A Tabela 1 mostra uma lista de possíveis medidas da FFT que podem ser usadas. Medidas da FFT que são uma potência inteira de 2 podem ser preferenciais em uma implementação sem fio por razões de simplificação. A extensão de tempo ( $T_U$ ) correspondente à porção utilizável de cada símbolo OFDM 102, o espaçamento da subportadora ( $\Delta f$ ), e a máxima velocidade Doppler que pode ser manipulada em um exemplo de frequência de portadora de 700 MHz também são mostrados. Aqui, a máxima velocidade Doppler é definida como a velocidade do receptor a qual resulta em um desvio de frequência Doppler igual a 10% do espaçamento da subportadora. (Deve ser entendido que a percentagem de 10% usada aqui não é essencial para as invenções presentemente reveladas. Na verdade, a percentagem pode tomar qualquer valor em uma gama de valores.) Os valores nesta tabela são com base na frequência de amostragem de exemplo presumida de 12,288 MHz.

Tabela 1:

Medidas da FFT de exemplo, extensões de tempo da porção útil, espaçamentos da subportadora, e máximas velocidades Doppler para

um exemplo de taxa de amostragem de 12,288 MHz

Medida de FFT ( $N_{FFT}$ )	$T_U$ ( $\mu$ s)	$\Delta f$ (Hz)	Máxima velocidade Doppler a 700 MHz (km/h)
1024	83	12000	1851
2048	167	6000	926
4096	333	3000	463
8192	667	1500	231
16384	1333	750	116
32768	2667	375	58
65536	5333	188	29

[0075] A Tabela 2 mostra a mesma informação para uma taxa de amostragem de exemplo diferente de 18,432 MHz. Conforme pode ser visto, para uma determinada medida da FFT, uma taxa de amostragem de 18,432 MHz resulta em uma extensão mais curta do símbolo OFDM ( $T_U$ ), um espaçamento mais amplo da subportadora ( $\Delta f$ ), e uma máxima velocidade Doppler maior a qual pode ser manipulada, em comparação com uma taxa de amostragem de 12,288 MHz.

Tabela 2:

Medidas da FFT de exemplo, extensões de tempo da porção útil, espaçamentos da subportadora, e máximas velocidades Doppler para um exemplo de taxa de amostragem de 18,432 MHz

Medida de FFT ( $N_{FFT}$ )	$T_U$ ( $\mu$ s)	$\Delta f$ (Hz)	Máxima velocidade Doppler a 700 MHz (km/h)
1024	56	18000	2777
2048	111	9000	1389
4096	222	4500	694
8192	444	2250	347
16384	889	1125	174

32768	1778	563	87
65536	3556	281	43

#### Extensões de Prefixo Cíclico e Seleção de Extensões de Prefixo Cíclico

[0076] Em seguida, a extensão do prefixo cíclico ("CP") pode ser selecionada para satisfazer o requisito de faixa pretendido. O prefixo cíclico é usado para tratar interferência inter-símbolos entre sucessivos símbolos OFDM. A interferência inter-símbolos referida surge a partir de cópias do sinal transmitido com atrasos de tempo ligeiramente diferentes chegando no receptor, com as cópias referidas resultando de transmissões de sinais idênticos a partir de múltiplas estações base em uma Rede de Frequência Única ("SFN") e/ou reflexões de um sinal transmitido em um ambiente de propagação multi-caminho. Consequentemente, em uma SFN com distâncias significativas entre estações base próximas (ou, potencialmente, em um ambiente de propagação com significativa dispersão multi-caminho), seria selecionada uma maior extensão do CP. De modo inverso, em uma SFN onde estações base próximas estão mais próximas, pode ser usada uma extensão mais curta do CP.

[0077] A extensão do CP pode ser visualizada como uma percentagem relativa à extensão total do símbolo OFDM (dada a percentagem de sobrecarga consumida pelo CP). No entanto, para planejamento de faixa, é mais útil visualizar a extensão do CP conforme medido em amostras (conforme definido pela frequência de amostragem de exemplo de 12,288 MHz).

[0078] Sinais de rádio vão propagar aproximadamente 24,4 metros no tempo de uma amostra para a frequência de amostragem de exemplo de 12,288 MHz.

[0079] A Tabela 3 dá as extensões do prefixo cíclico (em número de amostras) e faixas correspondentes (em km) para vários exemplos de extensões do prefixo cíclico especificadas relativas à (como uma

percentagem da) porção útil de cada símbolo OFDM. Novamente, os valores na tabela são com base na frequência de amostragem de exemplo de 12,288 MHz.

Tabela 3:

Extensões do prefixo cíclico de exemplo e faixas correspondente

N <sub>FFT</sub>	Extensões do Prefixo Cíclico													
	1,56%		2,34%		3,13%		4,69%		6,25%		9,38%		12,5%	
	no. de Amostras	Faixa (km)	no. de Amostras	Faixa (km)	no. de Amostras	Faixa (km)	no. de Amostras	Faixa (km)	no. de Amostras	Faixa (km)	no. de Amostras	Faixa (km)	no. de Amostras	Faixa (km)
1024	16	0,4	24	0,6	32	0,8	48	1,2	64	1,6	96	2,3	128	3,1
2048	32	0,8	48	1,2	64	1,6	96	2,3	128	3,1	192	4,7	256	6,3
4096	64	1,6	96	2,3	128	3,1	192	4,7	256	6,3	384	9,4	512	12,5
8192	128	3,1	129	4,7	256	6,3	384	9,4	512	12,5	768	18,8	1024	25,0
16384	256	6,3	384	9,4	512	12,5	768	18,8	1024	25,0	1536	37,5	2048	50,0
32766	512	12,5	768	16,6	1024	25,0	1536	37,5	2046	50,0	3072	75,0	4096	100,0
65536	1024	25,0	1536	37,5	2078	50,0	3072	75,0	4096	100,0	6411	150,0	6192	200,0

[0080] As extensões do prefixo cíclico acima devem ser consideradas como sendo exemplos ilustrativos somente. Em particular, extensões do prefixo cíclico não devem ser consideradas necessariamente como sendo restritas a ser uma potência de dois (ou mesmo um múltiplo de uma potência de dois). As extensões de prefixo cíclico podem ter qualquer valor inteiro positivo.

#### Terminologia de Dados de Carga Útil

[0081] Em um sistema wireless, os dados geralmente podem ser transmitidos em uma série de quadros, os quais representam um determinado período de tempo. A Figura 2 mostra uma visão geral da estrutura de quadro geral. Um quadro 202 pode ser dividido em uma região de carga útil 204 a qual carrega dados da carga útil real e zero ou mais regiões de carga não útil 206 e 208 as quais podem carregar informação de controle ou outra informação de sinalização. No exemplo da Figura 2, as regiões de carga não útil separadas 206 e 208 são

mostradas pelas áreas sombreadas no início e o final do quadro 202. As extensões relativas em tempo (eixo horizontal) e os números de símbolos para cada região não são mostrados em escala neste diagrama de exemplo.

[0082] A seção de carga útil 204 do quadro pode ser referida como o Canal de Dados de Quadro Físico ("PFDCH", Physical Quadro Data CHannel) e carrega os dados de carga útil real (ao contrário de dados de controle ou de outra sinalização) sendo transmitidos por uma estação base. Para fins de ilustração, pode-se presumir que cada quadro 202 tenha uma extensão de tempo de 1 segundo e que a região de carga útil (PFDCH) 204 tenha uma extensão de tempo de 990 ms, porém estas extensões de exemplo não se destinam a ser limitantes.

[0083] Um quadro wireless OFDM 202, particularmente a porção de carga útil 204, é dividido em símbolos OFDM na dimensão do tempo e sub-portadoras na dimensão de frequência. A capacidade de carregamento de unidade de dados mais básica (tempo-frequência) em OFDM é um elemento de recurso, o qual é definido como uma sub-portadora na dimensão de frequência por um símbolo OFDM na dimensão do tempo. Cada elemento de recurso pode carregar um símbolo de modulação QAM (ou constelação QAM).

[0084] O número de sub-portadoras disponíveis para uma largura de banda fixa do sistema depende do espaçamento da subportadora, o qual por sua vez é dependente da medida da FFT e da frequência de amostragem selecionadas. A extensão de tempo de um símbolo OFDM também é dependente da medida da FFT selecionada e também da extensão do prefixo cíclico e da frequência de amostragem selecionadas. O número de símbolos OFDM disponíveis dentro de um período de tempo fixo (tal como a extensão de um quadro) é dependente das extensões de tempo dos símbolos OFDM individuais contidos dentro daquele período de tempo.

[0085] O PFDCH 204 pode ser dividido em uma ou em múltiplas partições ou Canais de Dados de Partições Físicas (nas partes que se seguem referidos como "PPDCHs"). Um PPDCH é uma área lógica retangular medindo algum número de sub-portadoras na dimensão de frequência e algum número de símbolos OFDM dentro da dimensão do tempo. Um PPDCH não precisa abranger toda a largura de banda da frequência do sistema, ou toda a extensão de tempo do PFDCH 204. Isto permite que múltiplos PPDCHs sejam multiplexados em tempo e/ou frequência dentro do mesmo PFDCH 204.

[0086] Diferentes PPDCHs podem ter, mas não são obrigados a ter, diferentes medidas da FFT e/ou diferentes extensões do prefixo cíclico. A intenção primária por trás de dividir um PFDCH 204 em múltiplos PPDCHs é suportar a provisão de serviços para diferentes categorias de terminais. Por exemplo, terminais fixos podem ser servidos dados de programa através de um PPDCH com uma maior medida da FFT e espaçamento da subportadora mais próximo, ao passo que terminais móveis podem ser servidos dados de programa através de um PPDCH diferente com uma menor medida da FFT e espaçamento mais amplo da subportadora.

[0087] As Figuras 3A e 3B mostram dois exemplos de PFDCHs particionados 302 e 310, respectivamente. Estas configurações de exemplo usam a extensão de quadro de exemplo previamente determinada de 1 segundo e extensão de PFDCH de 990 ms, as quais deixam uma 10 ms região de carga não útil no início de cada quadro de exemplo. No exemplo ilustrado na Figura 3A,, dois PPDCHs 304 e 306 usam diferentes medidas da FFT e podem ser destinados a servir usuários nômades e fixos, respectivamente. No exemplo ilustrado na Figura 3B,, três PPDCHs 312, 314 e 316 usam diferentes medidas da FFT e podem ser destinados a servir usuários móveis, nômades e fixos, respectivamente. A mesma extensão do prefixo cíclico conforme

medido em amostras pode ser usada para todos os PPDCHs se for desejável que as faixas de transmissão desejadas para diferentes categorias de usuários sejam as mesmas. No entanto, não existe nenhuma restrição exigindo que a mesma extensão do prefixo cíclico seja usada através de múltiplos PPDCHs, portanto a extensão do prefixo cíclico configurada pode variar de um PPDCH para outro, e o uso de diferentes extensões do prefixo cíclico para diferentes PPDCHs pode de fato ser desejável para determinados cenários de provisionamento sem fio.

[0088] Deve ser reconhecido que embora a Figura 3 mostre uma estrita separação de tempo entre os diferentes PPDCHs quando se usa multiplexagem de tempo, símbolos OFDM ou clusters de símbolos OFDM de diferentes PPDCHs podem ser intercaladas no tempo uns com os outros para maximizar a diversidade de tempo para uma determinada configuração de quadro, conforme mostrado nas Figuras 4A e 4B. Na Figura 4A, um PPDCH 402 é particionado em um modo intercalado no tempo com clusters de símbolos OFDM 404 pertencentes a um primeiro PPDCH, e clusters de símbolos OFDM 406 pertencentes a um segundo PPDCH. Na Figura 4B, um PPDCH 412 é particionado em um modo intercalado no tempo com clusters de símbolos OFDM 414 pertencentes a um primeiro PPDCH, clusters de símbolos OFDM 416 pertencentes a um segundo PPDCH, e clusters de símbolos OFDM 418 pertencentes a um terceiro PPDCH.

[0089] Existem vantagens para cada uma das abordagens acima. Com uma estrita separação de tempo tal como nas Figuras 3A e 3B, um terminal receptor somente precisa ativar seu rádio para uma porção de cada quadro, o que pode levar a redução do consumo de energia. Com intercalação temporal tal conforme mostrado nas Figuras 4A e 4B, pode ser obtida maior diversidade de tempo.

[0090] Embora os PPDCHs nas Figuras 3A e 3B e nas Figuras 4A

e 4B sejam do mesmo tamanho, não existe nenhuma necessidade de que os PPDCHs dentro do mesmo quadro sejam do mesmo comprimento. Na verdade, como diferentes níveis de modulação e taxas de código são prováveis de serem usados dentro de diferentes PPDCHs, as capacidades de carregamento de dados de diferentes PPDCHs também podem ser muito diferentes.

[0091] Cada PPDCH dentro de um quadro pode conter zero ou mais Canais de Dados de Serviço Físico (nas partes que se seguem referido como "PSDCH" (em inglês, Physical Service Data CHannels)). Deve ser reconhecido que parte ou todos os recursos físicos dentro de um PPDCH podem ser deixados não usados. O conteúdo de um PSDCH são codificados e transmitidos usando um conjunto especificado de recursos físicos dentro do PPDCH correspondente. Cada PSDCH contém exatamente um bloco de transporte para fins de carregamento de dados. Um bloco de transporte pode corresponder a uma Unidade de Dados de Protocolo ("PDU", Protocol Data Unit) de Controle de Acesso Médio ("MAC", Medium Access Control) e representa uma série de bytes de dados de camadas superiores a serem transmitidos.

[0092] A relação entre os vários canais físicos relacionados com a carga útil é ilustrada na Figura 5. Cada quadro contém um PFDCH 502. O PFDCH 502 contém um ou mais PPDCHs 504. Cada PPDCH 504 contém zero ou mais PSDCHs 506.

Taxa de Amostragem Variável em uma Base Por Quadro

[0093] Embora tenha sido usado geralmente um exemplo de taxa de amostragem de 12,288 MHz aqui, para fins de ilustração, já foi previamente determinado que este não se destina a ser limitante e que outras taxas de amostragem também podem ser usadas.

[0094] Em particular, a taxa de amostragem usadas para a porção de carga útil dos dados de um quadro (isto é, o PFDCH) pode ser autorizada a variar em uma base por quadro. Isto é, uma região de carga



não útil tal como 206 mostrada na Figura 2 vai usar uma taxa de amostragem fixa (tal como 12,288 MHz) a qual é conhecida em um receptor. Esta região de carga não útil 206 pode sinalizar informação de controle a qual informa ao receptor quanto à taxa de amostragem a qual é usada para o PFDCH 204 do mesmo quadro 202. A Figura 6 mostra um exemplo desta sinalização de controle. No quadro 550, uma taxa de amostragem de 12,288 MHz a ser usada para o PFDCH 554 é sinalizada através de informação de controle na região de carga não útil 552. No quadro 560, uma taxa de amostragem de 18,432 MHz a ser usada para o PFDCH 564 é sinalizada através de informação de controle na região de carga não útil 562. No quadro 570, uma taxa de amostragem de 15,36 MHz a ser usada para o PFDCH 574 é sinalizada através de informação de controle na região de carga não útil 572.

[0095] A Figura 6 se destina a ser ilustrativa somente, e o uso e a sinalização de outras taxas de amostragem não são excluídos. Em outra modalidade, as taxas de amostragem de PFDCH podem seguir um padrão fixo, por exemplo, os PFDCHs de quadros de número ímpar podem usar uma menor taxa de amostragem tal como 12,288 MHz, ao passo que os PFDCHs de quadros de número par podem usar uma maior taxa de amostragem tal como 18,432 MHz. Isto pode ser ou predeterminado ou sinalizado para dispositivos de recepção. Em ainda outra modalidade, as taxas de amostragem a serem usadas para os PFDCHs recebidos podem ser sinalizadas separadamente para receptores ao invés de ser incluídas em sinalização de controle contida dentro do mesmo quadro.

#### Distribuição de Amostras em Excesso para Prefixos Cíclicos

[0096] Em um sentido físico, o PFDCH consiste de um número de amostras consecutivas no domínio de tempo. Este número de amostras é igual ao número total de amostras em um quadro menos as extensões em amostras de quaisquer regiões de carga não útil do mesmo quadro.

Por exemplo, pode haver 12,288 milhões de amostras para a frequência de amostragem de exemplo de 12,288 MHz e extensão do quadro de exemplo de 1 segundo.

[0097] Depois das extensões dos símbolos OFDM contidos dentro do PFDCH terem sido determinadas, é bastante provável que o número total de amostras consumida por estes símbolos OFDM possa ser menor do que o número total de amostras atribuídas ao PFDCH. Dependendo do particionamento de PFDCH conforme descrito anteriormente, símbolos OFDM pertencentes a diferentes PPDCHs podem ter diferentes comprimentos devido a diferentes medidas da FFT e/ou extensões do prefixo cíclico, e é provável que seja uma tarefa impossível assegurar que a soma de suas extensões sejam exatamente igual ao número de amostras que se espera que sejam consumidas pelo PFDCH. No entanto, é desvantajoso colocar restrições sobre a seleção de medidas da FFT, sobre a seleção de extensões do prefixo cíclico, e/ou sobre o particionamento de PFDCH em múltiplos PPDCHs, uma vez que isto vai reduzir severamente a flexibilidade que é desejável para configurar um quadro sem fio em particular. É requerido um método para uso de até quaisquer amostras em excesso.

[0098] O número exato de amostras em excesso ( $N_{\text{excess}}$ ) a ser tratado para um PFDCH em particular pode ser calculado como: equ. (3)

$$N_{\text{excess}} = N_{\text{payload}} - \sum_{i=0}^{N_{\text{sym}}-1} N_i$$

onde:  $N_{\text{payload}}$  é o número de amostras atribuídas ao PFDCH;  $N_{\text{sym}}$  é o número total de símbolos OFDM no PFDCH (a indexação dos símbolos OFDM se inicia em 0); e  $N_i$  é o número de amostras no  $i^{\circ}$  símbolo OFDM (igual à medida da FFT correspondente mais a extensão do prefixo cíclico especificado nas amostras). Notar que nem todos os símbolos OFDM em um PFDCH podem ser do mesmo tamanho se múltiplos PPDCHs (com diferentes medidas da FFT e/ou extensões do prefixo

cíclico) estão presentes.

[00099] A equação acima pode ser simplificada para:

equ. (4)

$$N_{excess} = N_{payload} - \sum_{p=0}^{N_{PPDCH}-1} N_{p,sym} \times (N_{p,FFT} + N_{p,CP})$$

onde:  $N_{payload}$  é o número de amostras atribuídas para o PFDCH;  $N_{PPDCH}$  é o número total de PPDCHs no PFDCH (a indexação de PPDCHs se inicia em 0);  $N_{p,sym}$  é o número total de símbolos OFDM configurado para o  $p^o$  PPDCH;  $N_{p,FFT}$  é a medida da FFT configurada para o  $p^o$  PPDCH; e  $N_{p,CP}$  é a extensão do prefixo cíclico em amostras configuradas para o  $p^o$  PPDCH.

[00100] A Figura 7 ilustra uma modalidade de exemplo para a distribuição de amostras em excesso 602. Em particular, as extensões do prefixo cíclico 604 para os primeiros  $N_{excess} \bmod N_{sym}$  símbolos OFDM dentro do PFDCH são cada uma estendidas por amostras  $\lceil N_{excess}/N_{sym} \rceil$  606. Além disso, as extensões do prefixo cíclico 604 para os últimos  $N_{sym} - (N_{excess} \bmod N_{sym})$  símbolos OFDM dentro do PFDCH são cada uma estendidas por amostras  $\lfloor N_{excess}/N_{sym} \rfloor$  606.

[00101] Deve ser reconhecido que também são possíveis outras modalidades para a distribuição das amostras em excesso entre os símbolos OFDM dentro do PFDCH. Por exemplo, pode ser ou sinalizado ou predeterminado um valor  $N$ , onde  $N < N_{sym}$ . De modo a distribuir as amostras em excesso, as extensões do prefixo cíclico para os primeiros  $N$  símbolos OFDM dentro do PFDCH são cada uma estendidas por amostras  $\lceil N_{excess}/N \rceil$ . Além disso, a extensão do prefixo cíclico para PFDCH símbolo OFDM  $N+1$  é estendida por amostras  $N_{excess} - N \times \lceil N_{excess}/N \rceil$ .

[00102] Será reconhecido por aqueles versados na arte que outras modalidades adicionais para a distribuição das amostras de PFDCH em excesso podem ser facilmente derivadas.

Estrutura e Mapeamento de Cargas úteis

[00103] Esta seção dá uma especificação detalhada quanto a como o PFDCH de um quadro sem fio é estruturado, como partições de cargas úteis (PPDCHs) são especificadas, como os PSDCHs são mapeados para recursos físicos específicos, etc. Deste modo, o conteúdo desta seção constrói sobre os conceitos que foram introduzidos anteriormente.

[00104] O elemento chave por trás do esquema é o conceito de mapeamento de recursos virtuais para recursos lógicos e em seguida de recursos lógicos para recursos físicos.

#### Mapeamento de Partições de Cargas úteis

[00105] Em um sentido físico, o PFDCH consiste de um número de amostras consecutivas no domínio de tempo. Este número de amostras é igual ao número total de amostras em um quadro de quaisquer regiões de carga não útil no quadro. Por exemplo, pode haver 12,288 milhões de amostras para a frequência de amostragem de exemplo de 12,288 MHz e extensão do quadro de exemplo de 1 segundo.

[00106] Em um sentido lógico, o PFDCH é composto de um número de símbolos OFDM no domínio de tempo e um número de subportadoras no domínio de frequência. A soma das extensões em amostras de todos os símbolos OFDM dentro do PFDCH antes da distribuição de amostras em excesso para prefixos cíclicos deve ser menor do que ou igual ao número de amostras disponíveis para o PFDCH conforme calculado acima.

[00107] Símbolos OFDM pertencentes ao mesmo PPDCH essencialmente vão ter as mesmas extensões, sujeitas a distribuição das amostras em excesso para prefixos cíclicos, porém símbolos OFDM pertencentes a diferentes PPDCHs podem ter diferentes comprimentos. Consequentemente, nem todos os símbolos OFDM dentro do PFDCH vão ter necessariamente a mesma extensão.

[00108] De modo similar, o número de subportadoras no domínio de frequência é uma função da largura de banda do sistema e do

espaçamento da subportadora. O espaçamento da subportadora é dependente da medida da FFT e da frequência de amostragem selecionadas, e portanto pode variar de um PPDCH para outro, caso sejam configuradas medidas distintas da FFT para os dois PPDCHs.

[00109] Diferentes PPDCHs podem ser multiplexados em tempo e/ou frequência.

[00110] Cada PPDCH pode ser referenciado através de um indicador (por exemplo, PPDCH no. 0, PPDCH no. 1,...), de modo que PSDCHs podem ser atribuídos a PPDCHs específicos.

[00111] Os recursos físicos exatos alocados a um PPDCH podem ser especificados através dos seguintes conjuntos de quantidades de exemplo:

medida da FFT e extensão do prefixo cíclico, as quais determinam a extensão de cada símbolo OFDM dentro do PPDCH; Recursos físicos alocados para o PPDCH na dimensão de tempo; e Recursos físicos alocados para o PPDCH na dimensão de frequência.

Especificação de Recursos Físicos de PPDCH na Dimensão de Tempo

[00112] Na dimensão de tempo, um PPDCH específico pode ser definido através das quantidades de exemplo que se seguem:

Número total de símbolos OFDM atribuídos a este PPDCH; Posição de início absoluto dos símbolos OFDM dentro do PPDCH para este PPDCH (a indexação se inicia em 0); periodicidade de clusters de símbolos OFDM para este PPDCH; e Número de símbolos OFDM consecutivos atribuídos por cluster de símbolos OFDM para este PPDCH.

[00113] Não existe nenhuma exigência de que o número total de símbolos OFDM atribuídos a um determinado PPDCH seja um inteiro múltiplo do número de símbolos OFDM consecutivos atribuídos por período de clusters de símbolos OFDM para este PPDCH.

Como um exemplo ilustrativo, a Tabela 4 mostra configurações de parâmetros de exemplo que correspondem ao particionamento de carga

útil de exemplo mostrado nas Figuras 3A e 3B, onde há três PPDCHs de dimensões iguais (na dimensão de tempo). Aqui, há uma estrita divisão de tempo entre os três PPDCHs. Em consequência, o PFDCH contém um total de  $440+232+60=732$  símbolos OFDM neste exemplo. Em particular: o PPDCH no. 0 contém os símbolos OFDM 0 a 439, cada um de 9216 amostras de extensão; PPDCH no. 1 contém símbolos OFDM 440 a 671, cada um de 17408 amostras de extensão; e PPDCH no. 2 contém símbolos OFDM 672 a 731, cada um de 66560 amostras de extensão.

[00114] Notar que também há algumas amostras em excesso adicionais neste exemplo, as quais podem ser distribuídas para os prefixos cíclicos de vários símbolos OFDM.

Tabela 4:

Parâmetros de PPDCHs de Exemplo (dimensão de tempo) para as Figuras 3A e 3B

<b>Quantidade</b>	<b>PPDCH no. 0</b>	<b>PPDCH no. 1</b>	<b>PPDCH no. 2</b>
Extensão de PPDCH (segundos)	0,330 s	0,330 s	0,330 s
Extensão de PPDCH (amostras)	4.055.040	4.055.040	4.055.040
medida da FFT	8192	16384	65536
Extensão do CP (amostras)	1024	1024	1024
Extensão do símbolo OFDM (amostras)	9216	17408	66560
Número total de símbolos OFDM	440	232	60
Posição de início absoluto dos símbolos OFDM	0	440	672
Periodicidade de clusters de símbolos OFDM	1	1	1
Número de símbolos OFDM consecutivos por cluster de símbolos OFDM	1	1	1

[00115] Em outro exemplo ilustrativo, - a estrutura de quadro mostrada na porção inferior da Figura 4. A Tabela 5 mostra parâmetros de PPDCH de exemplo que podem resultar em uma estrutura de quadro ilustrada nas Figuras 4A e 4B. Neste exemplo, o PPDCH contém um total de 754 símbolos OFDM. Em particular: o PPDCH no. 0 contém os símbolos OFDM 0-15, 26-41, 52-67, ..., 728-743; o PPDCH no. 1 contém os símbolos OFDM 16-23, 42-49, 68-75, ..., 744-751; e o PPDCH no. 2 contém os símbolos OFDM 24-25, 50-51, 76-77, ..., 752-753.

Tabela 5:

Parâmetros de PPDCH de exemplo (dimensão de tempo) para as Figuras 4A e 4B

<b>Quantidade</b>	<b>PPDCH no. 0</b>	<b>PPDCH no. 1</b>	<b>PPDCH no. 2</b>
Medida da FFT	8192	16384	65536
Extensão do CP (amostras)	1024	1024	1024
Extensão do símbolo OFDM (amostras)	9216	17408	66560
Número total de símbolos OFDM	464	232	58
Posição de início absoluto dos símbolos OFDM	0	16	24
Periodicidade de clusters de símbolos OFDM	26	26	26
Número de símbolos OFDM consecutivos por cluster de símbolos OFDM	16	8	2

[00116] Notar que não existe nenhuma necessidade de que diferentes PPDCHs tenham a mesma periodicidade de clusters de símbolos OFDM, nem que múltiplos PPDCHs sejam identicamente intercalados no tempo sobre todas as suas extensões. Por exemplo, na Tabela 5, o PPDCH no. 0 pode ser dividido em dois PPDCHs (no. 0A e no. 0B) que podem cada um ser intercalados um com o outro em um

sentido mais macro. A Tabela 6 ilustra um exemplo de uma configuração semelhante. Em particular, o PPDCH no. 0A contém os símbolos OFDM 0-15, 52-67, 104-119, ..., 672-687, 728-743; o PPDCH no. 0B contém os símbolos OFDM 26-41, 78-93, 130-145, ..., 646-661, 702-717; o PPDCH no. 1 contém os símbolos OFDM 16-23, 42-49, 68-75, ..., 744-751; e o PPDCH no. 2 contém os símbolos OFDM 24-25, 50-51, 76-77, ..., 752-753.

[00117] Alternativamente, os dois PPDCHs podem ocupar aproximadamente a primeira e a segunda metades do PFDCH, respectivamente. A Tabela 7 ilustra um exemplo de uma configuração semelhante. Em particular: o PPDCH no. 0A contém os símbolos OFDM 0-15, 26-41, 52-67, ..., 338-353, 364-379; o PPDCH no. 0B contém os símbolos OFDM 390-405, 416-431, ..., 702-717, 728-743; o PPDCH no. 1 contém os símbolos OFDM 16-23, 42-49, 68-75, ..., 744-751; e o PPDCH no. 2 contém os símbolos OFDM 24-25, 50-51, 76-77, ..., 752-753.

Tabela 6:

Parâmetros Adicionais de PPDCH de Exemplo (dimensão de tempo)

<b>Quantidade</b>	<b>PPDCH no. 0A</b>	<b>PPDCH no. 0B</b>	<b>PPDCH no. 1</b>	<b>PPDCH no. 2</b>
Medida da FFT	8192	8192	16384	65536
Extensão do CP (amostras)	1024	1024	1024	1024
Extensão do símbolo OFDM (amostras)	9216	9216	17408	66560
Número total de símbolos OFDM	240	224	232	58
Posição de início absoluto dos símbolos OFDM	0	26	16	24
Periodicidade de clusters de símbolos OFDM	52	52	26	26
Número de símbolos OFDM consecutivos por cluster de símbolos OFDM	16	16	8	2



Tabela 7:

Parâmetros Adicionais de PPDCH de Exemplo (dimensão de tempo)

<b>Quantidade</b>	<b>PPDCH no. 0A</b>	<b>PPDCH no. 0B</b>	<b>PPDCH no. 1</b>	<b>PPDCH no. 2</b>
Medida da FFT	8192	8192	16384	65536
Extensão do CP (amostras)	1024	1024	1024	1024
Extensão do símbolo OFDM (amostras)	9216	9216	17408	66560
Número total de símbolos OFDM	240	224	232	58
Posição de início absoluto dos símbolos OFDM	0	390	16	24
Periodicidade de clusters de símbolos OFDM	26	26	26	26
Número de símbolos OFDM consecutivos por cluster de símbolos OFDM	16	16	8	2

Especificação de Recursos Físicos de PPDCH na Dimensão da Frequência

[00118] As subportadoras dentro de cada símbolo OFDM podem ser divididas em subportadoras úteis e não-úteis. As subportadoras úteis se situam dentro da largura de banda do sistema menos uma banda de guarda, com a exceção da subportadora DC a qual é uma subportadora não útil. As subportadoras não-úteis se situam fora da largura de banda do sistema menos a banda de guarda.

[00119] O número exato de subportadoras úteis é uma função da medida da FFT e da frequência de amostragem, as quais juntas determinam o espaçamento da subportadora, e a largura de banda do sistema.

[00120] A Figura 8 ilustra detalhes adicionais relativos a subportadoras úteis e não-úteis. Dentro da faixa (medida) IFFT/FFT inteira 702, as subportadoras úteis 704 são aquelas as quais se situam

dentro da largura de banda do sistema 706 menos uma banda de guarda, com a exceção da subportadora DC 708. As subportadoras não-úteis 710 se situam fora da largura de banda do sistema menos a banda de guarda.

[00121] Não existe nenhuma exigência de que todas as subportadoras úteis em um símbolo OFDM sejam explicitamente atribuídas a um PPDCH. Notar que cada elemento de recurso útil pode somente ser atribuído a um máximo de um PPDCH. A quaisquer elementos de recursos úteis que não sejam associados com um PPDCH podem ser atribuídos um valor de 0. às subportadoras não-úteis também podem ser atribuídos um valor de 0.

[00122] Na dimensão de frequência, um PPDCH específico pode ser definido através das quantidades específicas. Por exemplo, um PPDCH específico pode ser definido por um número de subportadoras úteis pertencentes a este PPDCH. Esta quantidade deve ser menor do que ou igual ao número total de todas as subportadoras úteis por símbolo OFDM. Isto especifica o tamanho real do PPDCH na dimensão de frequência. Deve ser reconhecido que a subportadora DC não é considerada um subportadora útil, portanto se acontecer da subportadora DC se situar dentro de um PPDCH em particular, então aquela subportadora não é contada contra o número de subportadoras úteis pertencentes a aquele PPDCH. Em um exemplo um PPDCH específico pode ser definido por um índice absoluto da primeira subportadora pertencente a este PPDCH. Subportadoras podem ser indexadas iniciando em 0 e prosseguindo sequencialmente para cima até o número total de subportadoras menos 1 (isto é, a medida da FFT menos 1). Portanto a subportadora 0 é essencialmente a subportadora de menor frequência.

[00123] Múltiplos PPDCHs podem ser multiplexados um ao lado do outro na dimensão de frequência. No entanto, não existe nenhuma

intercalação real dos PPDCHs na dimensão de frequência. Isto é, na dimensão de frequência, cada PPDCH ocupa um conjunto contíguo de subportadoras físicas.

[00124] A Figura 9 mostra um exemplo de dois PPDCHs 802 e 804 que foram multiplexados um ao lado do outro na dimensão de frequência. Aproximadamente 2/3 das subportadoras úteis foram alocadas para o PPDCH no. 0 **802**, com o 1/3 remanescente das subportadoras úteis sendo alocadas para o PPDCH no. 1 **804**. A Tabela 8 contém os parâmetros de PPDCHs correspondentes nas dimensões de frequência para os dois PPDCHs **802** e **804** de exemplo mostrados na Figura 9. Neste exemplo, ambos os PPDCHs foram configurados para usar a mesma medida da FFT e a mesma extensão do prefixo cíclico.

Tabela 8:

Exemplo de parâmetros de PPDCH (dimensão de frequência) para a Figura 9

<b>Quantidade</b>	<b>PPDCH no. 0</b>	<b>PPDCH no. 1</b>
Medida da FFT	16384	16384
Extensão do CP (amostras)	1024	1024
Espaçamento da subportadora	750 Hz	750 Hz
Largura de banda do sistema	6 MHz	6 MHz
Número total de todas as subportadoras úteis	7600	7600
Número de subportadoras úteis atribuídas para este PPDCH	5000	2600
Indicador da primeira subportadora pertencente a este PPDCH	4392	9393

Mapeamento de PSDCHs Dentro de um PPDCH

[00125] Os PSDCHs são mapeados para recursos virtuais dentro de seu PPDCH atribuído,. Em seguida recursos virtuais são mapeados para recursos lógicos dentro do mesmo PPDCH, e em seguida os recursos lógicos de cada PPDCH são mapeados para recursos físicos reais dentro do PPDCH. Este processo é descrito em detalhes nas seções que se seguem.

## Recursos Lógicos para um PPDCH

[00126] Foi previamente descrito como um PPDCH em particular é associado com recursos físicos correspondente. Independente de quais recursos físicos exatos pertencem a um PPDCH, os recursos lógicos de um PPDCH podem ser considerados como sendo contíguos tanto nas dimensões de frequência quanto de tempo, conforme ilustrado na Figura 10. Aqui, as subportadoras lógicas 904 de f um PPDCH 902 iniciam a numeração em 0 no lado esquerdo do diagrama, a qual é a menor frequência, e progridem sequencialmente para cima para a direita. De modo similiar, os símbolos OFDM lógicos 906 do PPDCH 902 iniciam a numeração em 0 na parte superior do diagrama, a qual é o tempo mais cedo, e progridem sequencialmente para cima movendo para a frente através do tempo, em direção à parte de baixo do diagrama.

[00127] A Figura 11 introduz conceitos de recursos lógicos adicionais para o conteúdo de um PPDCH. Uma listra é uma série de recursos medindo uma subportadora na dimensão de frequência e correndo por toda a duração de tempo do PPDCH, ou todos os símbolos OFDM, na dimensão de tempo. As listras são agrupadas juntas na dimensão de frequência em sub-bandas, onde a largura de sub-banda de cada sub-banda na dimensão de frequência é igual ao número de listras especificado para o PPDCH. Cada sub-banda lógica é composta de um número de listras lógicas conforme ilustrado no diagrama, o qual mostra quatro sub-bandas lógicas 1004, 1006, 1008 e 1010, cada uma composta de dez listras lógicas. Uma listra em particular 1002 dentro dos recursos lógicos do PPDCH pode ser referenciada através do indicador da sub-banda lógica 1006 e do indicador da listra lógica 1002 dentro daquela sub-banda lógica 1006. Conforme mostrado na Figura 11, as subportadoras lógicas podem iniciar com a subportadora de menor frequência à esquerda e progredir para cima em frequência enquanto movendo em direção à

direita. As sub-bandas lógicas podem ser indexadas iniciando com 0 e progredir sequencialmente para cima com a frequência.

[00128] Existe uma restrição em que o número de subportadoras úteis atribuídas a um PPDCH deve ser um inteiro múltiplo da largura de sub-banda para aquele mesmo PPDCH, de modo que cada PPDCH vai sempre conter um número inteiro de sub-bandas. No entanto, não existe nenhuma exigência de que as atribuições de PPDCHs se iniciem com a sub-banda 0 ou terminam com a sub-banda N-1. Em um exemplo, o sistema pode despovoar de maneira eletiva sub-bandas nas bordas da banda de modo a facilitar o compartilhamento de espectro ou restringir de outro modo emissões fora de banda relativas a uma máscara espectral prescrita.

#### Recursos Virtuais para um PPDCH

[00129] Correspondente a cada sub-banda lógica contendo um número de listras lógicas é uma sub-banda virtual de igual tamanho contendo o mesmo número de listras virtuais. Dentro de cada sub-banda, existe um mapeamento um a um de listras virtuais para listras lógicas em uma base por símbolo OFDM. Isto pode ser considerado como sendo conceitualmente equivalente a embaralhamento das listras virtuais de modo a obter as listras lógicas. Uma sub-banda virtual tem o mesmo indicador que a sub-banda lógica correspondente.

[00130] A Figura 12 ilustra um exemplo de um mapeamento de listras virtuais pertencentes a uma sub-banda virtual para listras lógicas pertencentes a uma sub-banda lógica. Aqui, cada sub-banda tem uma largura de dez listras ( $W_{SB} = 10$ ). As dez listras virtuais 1106 pertencentes à sub-banda virtual 1102 na parte de cima têm um mapeamento de listras um a um 1108 para as dez listras lógicas 1110 pertencentes à sub-banda lógica 1104 na parte de baixo. O mapeamento de listras 1108 é dependente do indicador corrente de símbolo OFDM lógico 1112, e portanto pode variar de um símbolo

OFDM lógico para o seguinte.

[00131] A Tabela 9 contém um exemplo de mapeamento de listras virtuais para lógicas, com a Tabela 10 contendo o mapeamento de listras lógicas para virtuais de exemplo correspondente. Deve ser reconhecido que o mapeamento de listras pode variar em função do indicador de símbolos OFDM lógicos e tem uma periodicidade de  $P_{SM} = 10$  na dimensão de tempo neste exemplo. Sem perda de generalidade, pode-se presumir que a listra virtual no. 0 é sempre reservada para um símbolo de referência ou símbolo piloto. Na Tabela 10, as listras lógicas que contêm símbolos de referência (isto é, as quais mapeiam para a listra virtual no. 0) foram salientadas com texto em negrito para mostrar o padrão dos símbolos de referência sendo usados neste exemplo. Neste exemplo, o padrão dos símbolos de referência repete cada cinco símbolos OFDM lógicos, ao passo que o padrão de mapeamento de listras de dados repete cada dez símbolos OFDM lógicos.

[00132] Na Tabela 9, o indicador de símbolos OFDM lógicos, ou o indicador de linha, e o indicador de listras virtuais, ou o indicador de coluna, podem ser usados para determinar o registro na tabela que corresponde ao indicador de listras lógicas para aquele par particular de indicadores de símbolos OFDM lógicos e de listras virtuais. De modo contrário, na Tabela 10, o indicador de símbolos OFDM lógicos, ou o indicador de linha, e o indicador de listras lógicas, ou o indicador de coluna, podem ser usados para determinar o registro na tabela que corresponde ao indicador de listras virtuais para aquele par particular de indicadores de símbolos OFDM lógicos e de listras lógicas.

Tabela 9: Mapeamento de listras virtuais para listras lógicas de exemplo

Indicador de símbolos OFDM lógicos mod 10	Indicador de listras virtuais									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	2	3	4	5	6	7	8	9	1
1	4	8	9	0	1	2	3	5	6	7
2	8	4	5	6	7	9	0	1	2	3

<b>3</b>	2	0	1	3	4	5	6	7	8	9
<b>4</b>	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
<b>5</b>	0	3	4	5	6	7	8	9	1	2
<b>6</b>	4	9	0	1	2	3	5	6	7	8
<b>7</b>	8	5	6	7	9	0	1	2	3	4
<b>8</b>	2	1	3	4	5	6	7	8	9	0
<b>9</b>	6	8	9	0	1	2	3	4	5	7

Tabela 10: Mapeamento de listras lógicas para listras virtuais de exemplo

Indicador de símbolos OFDM lógicos mod 10	Indicador de listras lógicas									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>0</b>	0	9	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	3	4	5	6	0	7	8	9	1	2
<b>2</b>	6	7	8	9	1	2	3	4	0	5
<b>3</b>	1	2	0	3	4	5	6	7	8	9
<b>4</b>	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
<b>5</b>	0	8	9	1	2	3	4	5	6	7
<b>6</b>	2	3	4	5	0	6	7	8	9	1
<b>7</b>	5	6	7	8	9	1	2	3	0	4
<b>8</b>	9	1	0	2	3	4	5	6	7	8
<b>9</b>	3	4	5	6	7	8	0	9	1	2

[00133] Em um exemplo, os conjuntos de parâmetros para cada PPDCH inclui uma ou mais quantidades. Por exemplo, os conjuntos de parâmetros pode incluir uma largura de sub-banda na dimensão de frequência, a qual pode estar em unidades de listras ou subportadoras. Em um exemplo, os conjuntos de parâmetros pode incluir adicionalmente mapeamento de listras periodicidade na dimensão de tempo, a qual pode ser em unidades de símbolos OFDM lógicos. Deve ser reconhecido que o número de símbolos OFDM lógicos em um PPDCH não precisa ser um inteiro múltiplo do mapeamento de listras periodicidade. Em um exemplo, os conjuntos de parâmetros podem incluir adicionalmente mapeamento de listras, o qual pode estar sob a forma de uma tabela com o número de colunas igual à largura de sub-

banda e o número de linhas igual à periodicidade do mapeamento de listras. Alternativamente, pode ser usada uma forma mais compacta de sinalização do mapeamento de listras tal como descrito na seção seguinte.

[00134] Deve ser reconhecido que o conceito de símbolos OFDM virtuais não é definido uma vez que os símbolos OFDM virtuais são essencialmente diretamente equivalentes aos símbolos OFDM lógicos. Por exemplo, o símbolo OFDM virtual no. N é o mesmo que o símbolo OFDM lógico no. N.

Sinalização compacta de mapeamento de listras lógicas para virtuais

[00135] Em um exemplo, a sinalização de um completo mapeamento de listras lógicas para virtuais sobre o ar pode resultar em um uso ineficaz de recursos wireless limitados devido ao potencial tamanho da tabela de mapeamento de listras que deve ser transmitida para cada PPDCH. Portanto, é descrito um exemplo de uma forma mais compacta de sinalização do mapeamento de listras a ser usado para o receptor. Esta sinalização compacta então permite que toda a tabela de mapeamento de listras lógicas para virtuais seja construída no receptor para cada PPDCH.

[00136] Dois requisitos desejáveis para um bom mapeamento de listras virtuais ↔ lógicas são como se segue. Primeiro, o mapeamento de listras deve suportar a capacidade de ter símbolos de referência espalhados. Por exemplo, o mapeamento de listras deve suportar a capacidade de mapear símbolos de referência para diferentes listras lógicas em diferentes símbolos OFDM lógicos. Segundo, o mapeamento de listras vai variar as listras de dados virtuais que são mapeadas para as listras lógicas adjacentes ao símbolo de referência de modo a evitar algumas listras de dados virtuais tendo consistentemente melhores estimativas de canais do que outras listras de dados virtuais.

[00137] Em um exemplo, um algoritmo de mapeamento de listras



para cada PPDCH pode incluir uma série de quantidades, as quais vão reduzir a quantidade de informação que precisa ser sinalizada sobre o ar. Por exemplo, a periodicidade do mapeamento de listras ( $P_{SM}$ ) pode ser a mesma quantidade que já foi definida previamente. Um vetor de posições de mapeamento de listras lógicas de símbolos de referência ( $L_{RS}(k)$ ) pode ter um comprimento igual à periodicidade do mapeamento de listras. Para cada símbolo OFDM  $k$  (módulo  $P_{SM}$ ), isto vai especificar a listra lógica para a qual a listra virtual 0 (a qual contém símbolos de referência) mapeia. Isto permite que a posição do símbolo de referência seja variada sobre um símbolo OFDM por base de símbolo. Um vetor de rotação de listras pode ter valores com comprimento igual à periodicidade do mapeamento de listras. Para cada símbolo OFDM  $k$  (módulo  $P_{SM}$ ), isto vai especificar a "rotação" a ser aplicada a: ou as listras virtuais diferentes da listra virtual 0, ou a todas as listras virtuais que carregam dados ao invés de um símbolo de referência, de modo a obter indicadores de listras lógicas. Esta quantidade pode ser denominada  $R_{VL}(k)$ ; ou as listras lógicas diferentes da listra lógica  $L_{RS}(k)$  a qual carrega o símbolo de referência, ou todas as listras lógicas que carregam dados ao invés de um símbolo de referência, de modo a obter indicadores de listras virtuais. Esta quantidade pode ser denominada  $R_{LV}(k)$ .

[00138] A Tabela 11 contém a forma compacta de especificação do mapeamento de listras para o exemplo correspondente à Tabela 9 e à Tabela 10. Lembre-se que para este exemplo, a periodicidade do mapeamento de listras é  $P_{SM}=10$ , e a largura da sub-banda é  $W_{SB}=10$ . Além disso, a relação entre as relações de listras virtuais para lógicas e de listras lógicas para virtuais pode ser expressa como:

equ. (5)

$$R_{VL}(k) + R_{LV}(k) = W_{SB} - 1 .$$

Tabela 11:

Forma compacta de exemplo para sinalização de dados de mapeamento de listras

Indicador de símbolo OFDM lógico mod 10 ( $k$ )	Listra lógica para símbolo de referência ( $L_{RS}(k)$ )	Rotação de listras virtuais para lógicas para dados ( $R_{VL}(k)$ )	Rotação de listras lógicas para virtuais para dados ( $R_{LV}(k)$ )
0	0	1	8
1	4	7	2
2	8	3	6
3	2	9	0
4	6	6	3
5	0	2	7
6	4	8	1
7	8	4	5
8	2	0	9
9	6	7	2

[00139] A Figura 13 ilustra uma visão conceitual de como funciona a rotação de listras virtuais para lógicas. Este exemplo corresponde ao módulo símbolo OFDM lógico  $k=6$  da Tabela 11. Conforme pode ser visto, o símbolo de referência na listra virtual 0 1202 é mapeado diretamente para a listra lógica  $L_{RS}(k)=4$  1204. Uma rotação (módulo  $W_{SB}=10$ ) de  $R_{VL}(k)=8$  é aplicada às listras virtuais 1206 de dados. Estas listras virtuais 1208 de dados rotacionados são então mapeadas essencialmente diretamente para as listras lógicas 1210 disponíveis, as quais incluem todas as listras lógicas com a exceção da listra lógica no. 4 1204 a qual já está ocupada pelo símbolo de referência.

[00140] A Figura 14 mostra a rotação de listras virtuais para lógica correspondente e o mapeamento para o módulo símbolo OFDM lógico  $k=6$  da Tabela 11. Aqui, a listra lógica que carrega o símbolo de referência  $L_{RS}(k)=4$  1302 é extraída e mapeada sobre a listra virtual no. 0 1304. Um módulo de rotação  $W_{SB}=10$  de  $R_{LV}(k)=1$  é aplicado às listras lógicas 1308 de dados, e em seguida estas listras lógicas 1310 de dados

rotacionados são mapeadas diretamente sobre as listras virtuais 1312 de dados no. 1 a no. 9.

[00141] Deixe  $k$  representar o módulo do indicador de símbolos OFDM lógicos a periodicidade do mapeamento de listras ( $P_{SM}$ ), a qual equivale a 10 neste exemplo. No transmissor, um símbolo de referência para o símbolo de módulo  $k$  é mapeado do indicador de listras virtuais 0 para o indicador de listras lógicas correspondente  $L_{RS}(k)$  ( $0 \leq L_{RS}(k) < W_{SB}$ ) dado na tabela.

equ. (6)

$$S_L(k, L_{RS}(k)) = S_V(k, 0)$$

No receptor, este processo é revertido, e um símbolo de referência para o símbolo de módulo  $k$  é mapeado do indicador de listras lógicas correspondente  $L_{RS}(k)$  dado na tabela de volta para o indicador de listras virtuais 0.

equ. (7)

$$S_V(k, 0) = S_L(k, L_{RS}(k))$$

Para mapeamento de listras de dados virtuais para lógicas no transmissor, pode ser seguido o procedimento de exemplo que se segue. Deixe  $S_V(k, i)$  ( $0 < S_V(k, i) < W_{SB}$ ) e  $S_L(k, i)$  ( $0 \leq S_L(k, i) < W_{SB}$  e  $S_L(k, i) \neq L_{RS}(k)$ ) representar um par correspondente de indicadores de listras virtuais e lógicas que mapeiam uma para o outro para o símbolo de módulo  $k$  ( $0 \leq k < P_{SM}$ ). Deixe  $R_{VL}(k)$  ( $0 \leq R_{VL}(k) < W_{SB}$  e  $R_{VL}(k) \neq (L_{RS}(k) + W_{SB} - 1) \bmod W_{SB}$ ) representar a rotação de listras virtuais para lógicas para dados para o símbolo de módulo  $k$ . O indicador de listras de dados lógicos  $S_L(k, i)$  correspondente a um indicador de listras de dados virtuais em particular  $S_V(k, i)$  ( $0 < i < W_{SB}$ ) pode ser então calculado como se segue, notando que para um mapeamento de listras válido  $R_{VL}(k) \neq (L_{RS}(k) + W_{SB} - 1) \bmod W_{SB}$  implica que  $R_{VL}(k) + 1 \neq L_{RS}(k)$  para todo  $k$ .

equ. (8)

$$\tilde{L}(k) = \begin{cases} L_{RS}(k) & \text{if } R_{VL}(k) + 1 < L_{RS}(k) \\ L_{RS}(k) + W_{SB} & \text{if } R_{VL}(k) + 1 > L_{RS}(k) \end{cases}$$

$$i = 1 \dots W_{SB} - 1$$

equ. (9)

$$S_V(k, i) = 1$$

equ. (10)

$$\tilde{S}(k, i) = S_V(k, i) + R_{VL}(k)$$

equ. (11)

$$S_L(k, i) = \begin{cases} \tilde{S}(k, i) \bmod W_{SB} & \text{if } \tilde{S}(k, i) < \tilde{L}(k) \\ (\tilde{S}(k, i) + 1) \bmod W_{SB} & \text{if } \tilde{S}(k, i) \geq \tilde{L}(k) \end{cases}$$

[00142] No receptor, o indicador de listras de dados virtuais  $S_V(k, i)$  correspondente a um indicador de listras de dados lógicos em particular  $S_L(k, i)$  ( $0 \leq i < W_{SB}$  e  $i \neq L_{RS}(k)$ ) pode ser então calculado conforme mostrado abaixo.  $R_{LV}(k) = W_{SB} - R_{VL}(k) - 1$  representa a rotação de listra virtual para lógica para dados para símbolo de módulo  $k$ .

equ. (12)

$$x(k) = W_{SB} - R_{LV}(k)$$

$$i = 0 \dots W_{SB} - 1 \text{ and } i \neq L_{RS}(k)$$

equ. (13)

$$S_L(k, i) = i$$

If  $x(k) < L_{RS}(k)$ :

equ. (14)

$$S_V(k, i) = \begin{cases} (S_L(k, i) + R_{LV}(k)) \bmod W_{SB} & \text{if } S_L(k, i) < x(k) \text{ or } S_L(k, i) > L_{RS}(k) \\ (S_L(k, i) + R_{LV}(k) + 1) \bmod W_{SB} & \text{if } x(k) \leq S_L(k, i) < L_{RS}(k) \end{cases}$$

Reciprocamente, se  $x(k) \geq L_{RS}(k)$ :

equ. (15)

$$S_V(k, i) = \begin{cases} (S_L(k, i) + R_{LV}(k)) \bmod W_{SB} & \text{if } L_{RS}(k) < S_L(k, i) < x(k) \\ (S_L(k, i) + R_{LV}(k) + 1) \bmod W_{SB} & \text{if } S_L(k, i) < L_{RS}(k) \text{ or } S_L(k, i) \geq x(k) \end{cases}$$

[00143] A Tabela 12 resume a lista de parâmetros que precisam ser proporcionados para cada PPDCH dentro do PFDCH.

Tabela 12: Sumário de parâmetros requeridos para cada PPDCH

<b>Categoria de Parâmetro</b>	<b>Parâmetro</b>
Geral	Indicador do PPDCH (pode ser implicitamente sinalizado por posição dentro de uma lista de PPDCHs)
	Medida da FFT
	Extensão do prefixo cíclico (em amostras)
Dimensão de tempo	Número total de símbolos OFDM atribuídos a este PPDCH
	Posição de início absoluto dos símbolos OFDM dentro do PPDCH para este PPDCH
	Periodicidade de clusters de símbolos OFDM para este PPDCH
	Número de símbolos OFDM consecutivos atribuídos por cluster de símbolos OFDM para este PPDCH
Dimensão da frequência	Número de subportadoras úteis atribuídas para este PPDCH (deve ser um inteiro múltiplo da largura de sub-banda adicionalmente abaixo)
	Indicador absoluto da primeira subportadora pertencente a este PPDCH
Mapeamento de listras	Largura de sub-banda na dimensão de frequência (em unidades de listras ou subportadoras)
	Periodicidade do mapeamento de listras na dimensão de tempo (em unidades de símbolos OFDM lógicos)
	Tabela de mapeamento de listras Virtuais ↔ Lógicas ou formato de sinalização de mapeamento de listras compactas

#### Mapeamento um PSDCH para Recursos Virtuais

[00144] A listra virtual no. 0 pode ser sempre reservada para símbolos de referência. Isto não resulta em qualquer perda de generalidade uma vez que a listra virtual no. 0 pode ser mapeada para qualquer listra lógica desejada.

[00145] A densidade dos símbolos de referência pode ser facilmente calculada como a recíproca da largura de sub-banda. Nos exemplos dados acima com uma largura de sub-banda de 10, a densidade dos símbolos de referência é 10%. Reciprocamente, uma densidade dos símbolos de referência desejada também pode ser usada para obter a

largura de sub-banda apropriada para configurar.

[00146] Um bloco de sub-bandas é definido como uma série de elementos de recurso medindo uma sub-banda na dimensão de frequência por um símbolo OFDM na dimensão de tempo. Os recursos podem ser alocados para um PSDCH em unidades de blocos de sub-bandas, onde um subconjunto das listras virtuais dentro de cada sub-banda virtual pode ser atribuído a um PSDCH em particular.

[00147] Recursos virtuais podem ser atribuídos a um PSDCH através dos seguintes parâmetros:

Número total de blocos de sub-bandas alocadas para este PSDCH; indicador de sub-banda do primeiro bloco de sub-bandas alocado para este PSDCH; tamanho do cluster de sub-bandas ou o número de blocos de sub-bandas consecutivos por período de clusters de sub-bandas alocados para este PSDCH; a primeira sub-banda para um símbolo OFDM lógico é considerada como sendo consecutiva à última sub-banda para o símbolo OFDM lógico precedente; a periodicidade de clusters de sub-bandas para este PSDCH que especifica a periodicidade de sucessivos clusters de sub-bandas que são alocados para este PSDCH; indicador da primeira listra virtual alocada dentro de uma sub-banda virtual para este PSDCH; medida do cluster de listras ou o número de listras virtuais alocadas consecutivas dentro de uma sub-banda virtual para este PSDCH; indicador do primeiro símbolo OFDM lógico ocupado por este PSDCH; medida de clusters de símbolos OFDM lógicos ou o número de símbolos OFDM lógicos consecutivos por cluster de símbolos OFDM lógicos ocupados por este PSDCH; e periodicidade de clusters de símbolos OFDM lógicos para este PSDCH.

[00148] Deve ser reconhecido que o número total de elementos de recursos alocados para um PSDCH pode ser obtido multiplicando o número total de blocos de sub-bandas alocados pelo número de listras virtuais alocadas consecutivas dentro de uma sub-banda virtual.

[00149] A Figura 15 ilustra como os parâmetros acima podem ser usados para mapear um PSDCH sobre uma série de recursos virtuais dentro de um PPDCH. A Tabela 13 contém os parâmetros que correspondem ao mapeamento de PSDCHs de exemplo mostrado na Figura 15. Neste exemplo, o número total de elementos de recursos alocados para este PSDCH é igual a 16, ou o número total de blocos de sub-bandas alocados, multiplicado por 4, ou o número de listras virtuais alocadas consecutivas dentro de uma sub-banda virtual, o qual equivale a 64. No diagrama, a maioria, porém nem todos os clusters de sub-bandas 1402 foram circulados para mostrar quais sub-bandas pertencem a quais clusters de sub-bandas.

Tabela 13:

Parâmetros de mapeamento de recursos virtuais de PSDCH de exemplo

Parâmetro	Valor
Número total de blocos de sub-bandas alocados	16
Indicador de sub-banda de primeiro bloco de sub-bandas	1
Tamanho de cluster de sub-bandas Número de blocos de sub-bandas consecutivos por período de clusters de de sub-bandas	2
Periodicidade de clusters de de sub-bandas	3
Indicador de primeira listra virtual alocada dentro de uma sub-banda virtual	6
Tamanho de cluster de listras Número de listras virtuais alocadas consecutivas dentro de uma sub-banda virtual	4
Indicador de primeiro símbolo OFDM lógico ocupado	4
Medida de clusters de símbolos OFDM lógicos Número de símbolos OFDM lógicos consecutivos por período de símbolos OFDM	3
Periodicidade de clusters de símbolos OFDM lógicos	8

[00150] Dentro de um mapeamento de recursos virtuais para um PSDCH, símbolos de modulação podem ser mapeados para elementos de recurso iniciando com a primeira listra virtual alocada do primeiro

bloco de sub-bandas alocado do primeiro símbolo OFDM lógico ocupado, e progredindo por listra virtual dentro de cada bloco de sub-bandas, em seguida por bloco de sub-bandas dentro do mesmo símbolo OFDM lógico, e finalmente por símbolo OFDM lógico.

[00151] No exemplo acima, símbolos de modulação vão ser mapeados para listras virtuais 6/7/8/9 de sub-banda virtual 1 e símbolo OFDM lógico 4, em seguida para listras virtuais 6/7/8/9 de sub-banda virtual 2 e símbolo OFDM lógico 4, em seguida para listras virtuais 6/7/8/9 de sub-banda virtual 0 e símbolo OFDM 5, em seguida para listras virtuais 6/7/8/9 de sub-banda virtual 1 e símbolo OFDM 5, e assim por diante até o número total de blocos de sub-bandas alocados ter sido processado.

#### Descrição de Conteúdo de Quadro Proporcionada pelo Receptor

[00152] Em um exemplo, informação sobre a formação de conteúdo de carga útil de cada quadro, incluindo informação sobre a codificação, medidas da FFT, etc, é proporcionada para o receptor para facilitar o processamento do receptor e decodificação do conteúdo de carga útil. Existe uma variedade de métodos que podem ser usados para comunicar esta informação de formatação para o receptor. Por exemplo, as descrições de conteúdo de carga útil podem ser sinalizadas dentro de cada quadro em uma das regiões de carga não útil mostradas na Figura 2. Alternativamente, se a estrutura do conteúdo de carga útil variar mais lentamente do que em uma base de quadro a quadro, então as descrições de conteúdo de carga útil podem ser sinalizadas conforme necessário.

[00153] Em um exemplo, o receptor é provido com o número de PPDCHs distintos no quadro e o número de PSDCHs no quadro. Para cada PPDCH, o receptor é adicionalmente provido com recursos físicos alocados para aquele PPDCH, medida da FFT, e extensão do prefixo cíclico. Os recursos físicos alocados para aquele PPDCH podem incluir



o número de símbolos OFDM alocados para aquele PPDCH, bem como quais símbolos em particular são alocados para aquele PPDCH. Deve ser reconhecido que PPDCHs distintos podem ser intercalados uns com os outros. Para cada PSDCH, o receptor é adicionalmente provido com serviço associado com aquele PSDCH, recursos físicos alocado para aquele PSDCH, modulação usada para aquele PSDCH, e medida do bloco de transporte em bytes. O serviço associado com aquele PSDCH pode ser imaginado como o fluxo de corrente de dados ao qual pertence um PSDCH em particular. Por exemplo, um programa de televisão específico pode ser considerado como sendo um serviço particular.

[00154] A Tabela 14, a Tabela 15, e a Tabela 16, respectivamente, proporcionam descrições mais detalhadas dos campos de parâmetros que podem ser proporcionados para o receptor. Um descritor de PFDCH, listado na Tabela 14, pode ser requerido para cada quadro. Um descritor de PPDCH, listado na Tabela 15, pode ser requerido para cada PPDCH contido no quadro. Um descritor de PSDCH, listado na Tabela 16, pode ser requerido para cada PSDCH contido no quadro.

Tabela 14:

Descritor de PFDCH

<b>Descrição de campo</b>
Número de PPDCHs

Tabela 15:

Descritor de PPDCH

<b>Descrição de campo</b>
Medida da FFT (por exemplo, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536)
Extensão do prefixo cíclico
Número total de símbolos OFDM neste PPDCH
Posição de início absoluto dos símbolos OFDM para este PPDCH
Periodicidade de clusters de símbolos OFDM

Medida de clusters de símbolos OFDM (Número de símbolos OFDM consecutivos por cluster de símbolos OFDM)
Número de subportadoras úteis para o PPDCH
Índice absoluto da primeira subportadora pertencente a este PPDCH
Largura da sub-banda (Notar que o número de subportadoras úteis pertencentes ao PPDCH deve ser um inteiro múltiplo da largura da sub-banda)
Periodicidade do mapeamento de listras na dimensão de tempo
Tabela de mapeamento de listras lógicas para virtuais ou Parâmetros de mapeamento de listras compacto
Número de PSDCHs no PPDCH

Tabela 16:

## Descritor de PSDCH

<b>Descrição de campo</b>
Serviço associado com este PSDCH
Tamanho do bloco de transporte
Tipo de codificação de FEC (por exemplo, Turbo, Check de Paridade de Baixa Densidade (em inglês, LDPC))
Nível de modulação (por exemplo, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256 QAM)
Número total de blocos de sub-bandas para este PSDCH
Indicador de sub-banda do primeiro blocos de sub-bandas para este PSDCH
Tamanho do cluster de sub-bandas para este PSDCH
Periodicidade de clusters de sub-bandas para este PSDCH
Indicador da primeira listra virtual alocada dentro de uma sub-banda virtual para este PSDCH

Número de listras virtuais alocadas consecutivas dentro de uma sub-banda virtual para este PSDCH
Indicador do primeiro símbolo OFDM lógico ocupado por este PSDCH
Medida de clusters de símbolos OFDM lógicos (Número de símbolos OFDM lógicos consecutivos por período de símbolos OFDM ocupados por este PSDCH)
Periodicidade de clusters de símbolos OFDM lógicos para este PSDCH

[00155] A Figura 16 mostra um exemplo de como todos os vários descritores podem ser comunicados para o receptor. Neste exemplo, o único descritor de PFDCH 1502 por quadro ocorre primeiro, seguido imediatamente por todos os outros descritores de PPDCH concatenados 1504. Este quadro, por exemplo, contém  $n+1$  PPDCHs. Isto é então seguido por todos os descritores de PSDCH concatenados 1506. Neste quadro, por exemplo, o PPDCH no. 0 tem  $p+1$  PSDCHs e o PPDCH no.  $n$  tem  $q+1$  PSDCHs.

[00156] A ordenação dos descritores mostrada na Figura 16 pode ser facilmente rearranjada caso desejado. Por exemplo, os descritores de PSDCH associados com um PPDCH em particular podem seguir imediatamente depois do descritor para aquele PPDCH, ao invés de todos sendo concatenados juntos depois do grupo de descritores de PPDCH concatenados.

[00157] Em uma série de modalidades, um método 1700 para construir e transmitir um quadro pode incluir as ações mostradas na Figura 17. O método 1700 também pode incluir qualquer subconjunto das características, dos elementos e das modalidades previamente descritos. O método 1700 pode ser implementado por uma estação base ou por um ponto de acesso, por exemplo.

[00158] Na etapa 1710, o conjunto de circuitos digitais da estação base pode realizar operações, em que as operações incluem construir uma

região de carga útil do quadro, em que a região de carga útil inclui uma pluralidade de partições, em que cada uma das partições inclui uma pluralidade correspondente de símbolos OFDM, em que cada partição tem uma medida da FFT correspondente e uma medida do prefixo cíclico correspondente para símbolos OFDM naquela partição.

[00159] Na etapa 1720, um transmissor da estação base pode transmitir o quadro sobre um canal sem fio.

[00160] Em algumas modalidades, as operações também incluem incorporação da informação de sinalização em uma região de carga não útil do quadro, por exemplo, conforme descrito de várias maneiras acima. A informação de sinalização indica a medida da FFT e a medida do prefixo cíclico para cada uma das partições. Em outras modalidades, a informação de sinalização pode ser incorporada em outra parte, por exemplo, em um quadro anterior.

[00161] Em algumas modalidades, cada uma das partições inclui um conjunto correspondente de elementos de recursos gerais, tais como símbolos de referência. Nestas modalidades, as operações acima descritas também podem incluir programação de dados de símbolos de um ou mais fluxos de dados de serviço para cada uma das partições depois de ter reservado os elementos de recursos gerais dentro do quadro.

[00162] Diferentes partições podem ter diferentes valores de medida da FFT, e portanto, diferentes valores de espaçamento da subportadora. Por exemplo, o espaçamento da subportadora para qualquer partição dada é a proporção de taxa de amostragem para a medida da FFT para aquela partição. Consequentemente, as diferentes partições vão ter diferentes quantidades de tolerância de Doppler, ou tolerância para efeito Doppler devido ao movimento dos dispositivos do usuário. Por exemplo, uma primeira das partições pode ser direcionada para transmissão para dispositivos móveis, ao passo que uma segunda das partições é

direcionada para transmissão para dispositivos fixos. Deste modo, a medida da FFT correspondente à primeira partição é configurada para ser menor do que a medida da FFT correspondente à segunda partição. Isto permite que a primeira partição tenha maior espaçamento da subportadora, e portanto, maior tolerância para a troca de frequência de subportadoras devido ao movimento dos dispositivos móveis.

[00163] Além do mais, diferentes partições podem ter diferentes medidas do prefixo cíclico, ou durações dos intervalos de guarda, e portanto, podem ser capazes de tolerar diferentes quantidades de diferencial de atraso. Por exemplo, uma primeira das partições pode ser direcionada para transmissão para um primeiro conjunto de dispositivos do usuário que se espera que tenham grandes diferenciais de atraso, ao passo que uma segunda das partições é direcionada para transmissão para uma segunda série de dispositivos do usuário que se espera que tenham menores diferenciais de atraso. Deste modo, a medida do prefixo cíclico para a primeira partição é configurada para ser maior do que a medida do prefixo cíclico para a segunda partição.

[00164] Um determinado dispositivo do usuário pode receber o quadro transmitido usando um receptor sem fio, e extrair os símbolos OFDM da partição à qual o dispositivo do usuário tenha sido atribuído. Os símbolos OFDM são decodificados para obter sinais de informação digital, os quais são em seguida apresentados ou emitidos de modo diverso para um usuário. Uma estação base pode sinalizar para cada dispositivo do usuário ou para cada tipo de dispositivo do usuário ao qual a partição é atribuída. Uma estação base também pode sinalizar o tipo de serviço carregado em cada partição. A partição pode incluir um ou mais fluxos de dados de serviço, conforme descrito de várias maneiras aqui, neste requerimento de patente. No caso em que a partição inclui mais de um fluxo de dados de serviço, o dispositivo do usuário pode extrair símbolos OFDM de um ou mais dos fluxos de dados

de serviço para os quais tenha sido concedida permissão de acesso. Uma estação base pode sinalizar para o dispositivo do usuário quais fluxos de dados de serviço é permitido acessar, por exemplo, com base em informação de controle de permissão proporcionada pelo *gateway* de radiodifusão.

[00165] Em uma série de modalidades, um método 1800 para construir e transmitir um quadro tendo uma extensão temporal especificada pode incluir as ações mostradas na Figura 18. O método 1800 também pode incluir qualquer subconjunto das características, dos elementos e das modalidades previamente descritos. O método 1800 pode ser implementado por uma estação base ou por um ponto de acesso, por exemplo, e pode permitir flexibilidade na configuração de transmissões da estação base.

[00166] Na etapa 1810, o conjunto de circuitos digitais da estação base pode realizar operações, onde as operações incluem as etapas 1815 a 1830, como se segue.

[00167] Na etapa 1815, para cada uma de uma ou mais partições do quadro, o conjunto de circuitos digitais pode determinar uma extensão do símbolo OFDM correspondente para símbolos OFDM pertencentes à partição, em que a extensão do símbolo OFDM é baseada em uma medida da FFT correspondente e uma medida do prefixo cíclico correspondente, em que a medida do prefixo cíclico correspondente satisfaz uma restrição de tamanho com base em uma duração do intervalo de guarda mínimo correspondente.

[00168] Na etapa 1820, o conjunto de circuitos digitais pode computar uma soma de extensões de símbolos OFDM, em termos de amostras, em uma união dos símbolos OFDM sobre as partições.

[00169] Na etapa 1825, o conjunto de circuitos digitais pode computar um número de amostras em excesso com base na soma e uma extensão, em termo de amostras, de uma região de carga útil do

quadro.

[00170] Na etapa 1830, o conjunto de circuitos digitais pode construir o quadro. A ação de construir o quadro pode incluir, por exemplo, para cada símbolo OFDM na união, atribuir o símbolo OFDM a exatamente um de no mínimo um subconjunto da união usando no mínimo um do número de amostras em excesso e um índice do símbolo OFDM , e adicionando um número à medida do prefixo cíclico de cada símbolo OFDM em cada um do no mínimo um subconjunto da união, antes da incorporação dos símbolos OFDM no quadro, em que um único número é usado para cada um do no mínimo um subconjunto da união.

[00171] Cada símbolo OFDM pertence a um e somente um dos subconjuntos. Em outras palavras, a intersecção de quaisquer dois subconjuntos é nula, e a união de todos os subconjuntos é a união de todos os símbolos OFDM no quadro.

[00172] Em alguns casos, as amostras em excesso podem dividir uniformemente entre os símbolos OFDM disponíveis, de modo que haja somente um subconjunto o qual seja igual à união total. Em outras modalidades, as amostras em excesso podem ser distribuídas para dois ou mais subconjuntos de símbolos OFDM.

[00173] Conforme previamente descrito, no mínimo um do número de amostras em excesso e um índice do símbolo OFDM é usado para determinar em qual subconjunto um símbolo OFDM em particular vai ser colocado. Em algumas modalidades, somente uma das duas quantidades é usada.

[00174] Em um exemplo, para um subgrupo em particular, os prefixos cíclicos de todos os símbolos OFDM naquele subconjunto podem ser incrementados pelo mesmo número. Diferentes subconjuntos podem usar diferentes números.

[00175] Na etapa 1835, um transmissor da estação base pode transmitir o quadro sobre um canal sem fio.

[00176] Em algumas modalidades, a ação de construir o quadro também pode incluir, para um do no mínimo um subconjunto da união, configurar o único número para aquele subconjunto para zero.

[00177] Em algumas modalidades, um do no mínimo um subconjunto da união representa um subconjunto contíguo inicial dos símbolos OFDM na união.

[00178] Em algumas modalidades, o no mínimo um subconjunto da união e o único número para cada um do no mínimo um subconjunto da união são determinados de acordo com um algoritmo conhecido para dispositivos remotos que recebem as referidas transmissões.

[00179] Um dispositivo remoto usa o conhecimento do subconjunto junto com outras informações, tais como o início do quadro, a extensão do preâmbulo em símbolos, o início da região de carga útil, as medidas da FFT e as extensões do prefixo cíclico configuradas, e a extensão do PFDCH, para determinar exatamente o grupo de amostras no quadro recebido que corresponde a cada símbolo OFDM em sua partição atribuída e fluxo de dados de serviço ou fluxos atribuídos.

[00180] Em uma série de modalidades, um método para construir e transmitir um quadro tendo uma extensão temporal especificada pode ser implementado como se segue. Deve ser reconhecido que o método pode permitir flexibilidade na configuração de transmissões de uma estação base. O método pode incluir realizar operações usando o conjunto de circuitos digitais da estação base, em que as operações referidas incluem: (a) computar uma soma de extensões de amostras de símbolos OFDM atribuídos a uma região de carga útil de um quadro; (b) computar um número de amostras em excesso com base na soma e uma extensão de amostra da região de carga útil; e (c) construir o quadro, onde a ação de construir o quadro inclui distribuir as amostras em excesso para um ou mais prefixos cíclicos de um ou mais dos símbolos OFDM atribuídos para o quadro. O quadro pode ser



transmitido sobre um canal sem fio usando um transmissor da estação base.

[00181] Em uma série de modalidades, um método 1900 para construir e transmitir um quadro pode incluir as ações mostradas na Figura 19. O método 1900 também pode incluir qualquer subconjunto das características, dos elementos e das modalidades previamente descritos. O método 1900 pode ser implementado por uma estação base ou um ponto de acesso, por exemplo.

[00182] Na etapa 1910, o conjunto de circuitos digitais da estação base pode realizar operações, em que as operações incluem 1915 e 1920, como se segue.

[00183] Na etapa 1915, o conjunto de circuitos digitais pode construir uma pluralidade de partições, em que cada uma das partições inclui um conjunto correspondente de símbolos OFDM, em que os símbolos OFDM em cada partição estão em conformidade com uma medida da FFT correspondente e satisfazem um intervalo de guarda mínimo correspondente. Em outras palavras, para cada partição, cada símbolo OFDM naquela partição tem um prefixo cíclico que é maior do que ou igual ao intervalo de guarda mínimo para aquela partição e tem uma medida da FFT igual à medida da FFT daquela partição.

[00184] Na etapa 1920, o conjunto de circuitos digitais pode construir um quadro por intercalação temporal dos símbolos OFDM das partições para formar clusters de símbolos OFDM, conforme descrito de várias maneiras acima. Cada um dos clusters de símbolos OFDM pertence a um correspondente de uma das partições. Os clusters de símbolos OFDM podem ser definidos por um valor especificado da medida de clusters de símbolos OFDM para cada partição, e um valor especificado do período de clusters de símbolos OFDM para cada partição.

[00185] Na etapa 1930, um transmissor da estação base pode transmitir o quadro sobre um canal sem fio.

[00186] Em algumas modalidades, uma primeira das partições pode ser direcionada para transmissão para dispositivos móveis, ao passo que uma segunda das partições é direcionada para transmissão para dispositivos fixos. Deste modo, a medida da FFT correspondente à primeira partição é configurada para ser menor do que a medida da FFT correspondente à segunda partição.

[00187] Em algumas modalidades, as operações acima descritas também incluem incorporação da informação de sinalização no quadro, em que a informação de sinalização indica o valor especificado da medida de clusters de símbolos OFDM para cada partição e o valor especificado do período de clusters de símbolos OFDM para cada partição. Um dispositivo do usuário pode ser configurado para receber o quadro, e recuperar a informação de sinalização a partir do quadro. Para uma partição em particular à qual o dispositivo do usuário tenha sido atribuído, o dispositivo do usuário determina os valores especificados correspondentes da medida de clusters de símbolos OFDM e do período de clusters de símbolos OFDM com base na informação de sinalização no quadro. O dispositivo do usuário pode então recuperar os símbolos OFDM pertencentes aos clusters de símbolos OFDM da partição em particular, usando os valores especificados correspondentes.

[00188] Em uma série de modalidades, um método 2000 para construir e transmitir um fluxo de transporte pode incluir as ações mostradas na Figura 20, onde o fluxo de transporte inclui um quadro. O método 2000 também pode incluir qualquer subconjunto das características, dos elementos e das modalidades previamente descritos acima. O método 2000 pode ser implementado por uma estação base ou um ponto de acesso, por exemplo.

[00189] Na etapa 2010, o conjunto de circuitos digitais da estação base pode realizar operações, em que as operações incluem 2015 e

2020, como se segue.

[00190] Em 2015, o conjunto de circuitos digitais pode construir uma região de carga útil do quadro, em que amostras na região de carga útil correspondem a uma taxa de amostragem especificada, em que a taxa de amostragem especificada é selecionada entre um universo de possíveis taxas de amostragem suportadas pelo conjunto de circuitos de transmissão da estação base, em que as amostras na regiões de carga útil são divididas em uma ou mais partições, em que cada uma das partições inclui um conjunto correspondente de símbolos OFDM.

[00191] Na etapa 2020, o conjunto de circuitos digitais pode incorporar informação de sinalização no fluxo de transporte, em que a informação de sinalização inclui informação indicando a taxa de amostragem especificada.

[00192] Na etapa 2030, um transmissor da estação base pode transmitir o fluxo de transporte sobre um canal sem fio.

[00193] Em algumas modalidades, a taxa de amostragem foi especificada por um operador de uma rede de radiodifusão que inclui a estação base referida. O operador pode especificar a taxa de amostragem, por exemplo, acessando o *gateway* de radiodifusão 102 ilustrado na Figura 1A.

[00194] Em algumas modalidades, a informação de sinalização é incorporada em uma região de carga não útil do quadro.

[00195] Em algumas modalidades, cada partição tem um valor correspondente de medida da FFT para símbolos OFDM incluída naquela partição.

[00196] Em algumas modalidades, para cada partição, a medida da FFT para a partição e a taxa de amostragem foram selecionadas para definir um espaçamento da subportadora para a partição que satisfaz um mínimo espaçamento da subportadora especificado ou tolerância de Doppler para aquela partição.

[00197] Um determinado dispositivo do usuário pode receber de maneira sem fio o fluxo de transporte, incluindo o quadro e a informação de sinalização. O dispositivo do usuário pode configurar seu receptor OFDM e/ou conjunto de circuitos de conversão de analógico para digital para usar a taxa de amostragem especificada pela informação de sinalização de modo a capturar amostras da região de carga útil do quadro. O dispositivo do usuário pode em seguida decodificar uma partição apropriada e fluxo de dados de serviço ou fluxos do quadro conforme descrito de várias maneiras.

#### Contrastes com DVB

[00198] Radiodifusão de Vídeo Digital ("DVB", em inglês, Digital Video Broadcasting) e DVB-T2 Terrestre de Segunda Geração inclui um Quadro de Extensão Futura ("FEF") uma vez que o mecanismo permite uma estrutura de Super Quadro ("SF") misto. De acordo com a DVB, o Super Quadro misto permite que a mesma rede transmita na mesma banda de frequência tanto serviços de TV fixa quanto móvel cada um com uma forma de onda otimizada tal como transmissão segmentada por tempo de quadros T2 e FEF.

[00199] De modo a preservar a compatibilidade em sentido contrário, DVB-T2 impõe várias limitações para permitir a introdução de FEFs. Por exemplo, de acordo com DVB-T2, a proporção de quadros T2 para FEFs é fixada e é repetida dentro de uma SF. Além disso, uma SF deve iniciar com um quadro T2 e deve terminar com uma FEF. Além disso, não é possível ter 2 FEFs consecutivas de acordo com DVB-T2.

[00200] A presente invenção não impõe estas limitações. Em particular, a proporção de recursos de transporte alocados entre os modos de FFT e as respectivas partições é determinada estatisticamente com base na configuração respectiva em cada modo, incluindo a medida da FFT, a duração de CP, e a extensão de carga útil em símbolos. Além disso, não existem restrições sobre o modo de FFT

inserido quer no início quer no final de um quadro. Além disso, os modos de FFT vão repetir em sucessão conforme necessário para satisfazer a disposição de multiplexação estatística.

[00201] Uma diferença significativa entre a presente invenção e DVB-T2 se situa na maneira na qual os modos de FFT são multiplexados. DVB-T2 com FEF opera com base em quadros distribuídos sobre a duração de uma SF. Os serviços são essencialmente multiplexados no tempo em limites de quadros individuais separados por preâmbulos P1. A presente invenção, por outro lado, descreve um arranjo de programação que permite que os serviços sejam multiplexados sobre limites de símbolos OFDM dentro do mesmo quadro, proporcionando substancial flexibilidade adicional. Mais de dois modos podem ser multiplexados no mesmo transporte, proporcionando múltiplos níveis de mobilidade vs. eficiência da taxa de transferência. A multiplexação temporal sobre limites de símbolos aumenta a extensão de qualquer um dos modos, maximizando a diversidade de tempo. A configuração do quadro é sinalizada para o receptor, indicando a periodicidade de cada modo de FFT e os símbolos necessários para recuperar a carga útil associada com qualquer serviço.

[00202] A presente invenção permite adicionalmente a opção de separar partições no domínio de frequência, deste modo confinando cada partição para conjuntos separados de subportadoras. Esta é uma capacidade não prontamente tratável dentro de DVB.

[00203] Esforços para fundir diferentes modos de FFT dentro de um único quadro de DVB vão requerer uma modificação na estrutura de preâmbulo, minando a compatibilidade em sentido contrário com receptores legados. Dada a maneira na qual os quadros são multiplexados em DVB, confinados a regiões de preâmbulo P1 separadas, não existe nenhum ganho em diversidade de tempo. Restrições impostas sobre a proporção de quadros T2 para FE limitam

a utilidade deste arranjo de multiplexação de DVB para um conjunto limitado de cenários de casos de uso artesanal.

[00204] Qualquer uma das várias modalidades descritas aqui, neste requerimento de patente, pode ser realizada em qualquer uma de várias formas, por exemplo, como um método implementado por computação, como um meio de memória legível por computador, como um sistema de computação, etc. Um sistema pode ser realizado por um ou mais dispositivos de hardware customizados tais como Circuitos Integrados de Aplicação Específica (CIAEs, em inglês, ASICs), por um ou mais elementos de hardware programáveis tais como séries de portas programáveis em campo (FPGAs, Field Programmable Gate Arrays), por um ou mais processadores executando instruções do programa armazenadas, ou por qualquer combinação dos precedentes.

[00205] Em algumas modalidades, um meio de memória legível por computador não-transitório pode ser configurado de modo a que armazene instruções do programa e/ou dados, onde as instruções do programa, caso executadas por um sistema de computação, fazem com que o sistema de computação realize um método, por exemplo, qualquer uma das modalidades do método descritas aqui, neste requerimento de patente, ou, qualquer combinação das modalidades do método descritas aqui, neste requerimento de patente, ou, qualquer subconjunto de quaisquer das modalidades do método descritas aqui, neste requerimento de patente, ou, qualquer combinação de semelhantes subconjuntos.

[00206] Em algumas modalidades, um sistema de computação pode ser configurado para incluir um processador (ou uma série de processadores) e um meio de memória, onde o meio de memória armazena instruções do programa, onde o processador é configurado para ler e executar as instruções do programa do meio de memória, onde as instruções do programa são executáveis para implementar qualquer uma das várias modalidades do método descritas aqui, neste

requerimento de patente (ou, qualquer combinação das modalidades do método descritas aqui, neste requerimento de patente, ou, qualquer subconjunto de quaisquer das modalidades do método descritas aqui, neste requerimento de patente, ou, qualquer combinação de semelhantes subconjuntos). O sistema de computação pode ser realizado em qualquer uma de várias formas. Por exemplo, o sistema de computação pode ser um computador pessoal (em qualquer de suas várias realizações), uma estação de trabalho, um computador sobre um cartão, um computador de aplicação específica em uma caixa, um computador servidor, um computador cliente, um dispositivo manual, um dispositivo móvel, um computador vestível, um dispositivo sensor, uma televisão, um dispositivo de aquisição de vídeo, um computador embutido em um organismo vivo, etc. O sistema de computação pode incluir um ou mais dispositivos de visualização. Qualquer um dos vários resultados computacionais revelados aqui, neste requerimento de patente, pode ser apresentado através de um dispositivo de visualização ou apresentado de modo diverso como saída através de um dispositivo de interface do usuário.

[00207] Embora as modalidades acima tenham sido descritas em consideráveis detalhe, numerosas variações e modificações se tornarão evidentes para os versados na arte assim que a revelação acima tenha sido plenamente apreciada. Pretende-se que as reivindicações que se seguem sejam interpretadas englobando todas as variações e modificações referidas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para transmitir um fluxo de transporte de taxa variável, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

construir uma região de carga útil de um quadro de dados, em que as amostras na região de carga útil correspondem a uma primeira taxa de amostragem, em que a primeira taxa de amostragem é selecionada a partir de uma pluralidade de taxas de amostragem;

dividir as amostras na região de carga útil em uma ou mais partições, em que cada uma das uma ou mais partições compreende um conjunto correspondente de símbolos OFDM (Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais);

incorporar informação de sinalização no fluxo de transporte que inclui o quadro de dados, em que a informação de sinalização compreende dados indicativos da primeira taxa de amostragem, e uma segunda taxa de amostragem diferente da primeira taxa de amostragem é utilizada para a informação de sinalização; e

transmitir o fluxo de transporte com base, pelo menos em parte, na primeira taxa de amostragem.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as instruções executáveis por computador, quando executadas, fazem com que o pelo menos um processador receba dados indicativos da primeira taxa de amostragem de um operador de uma rede de transmissão.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as instruções executáveis por computador, quando executadas, fazem ainda com que o pelo menos um processador incorpore a informação de sinalização em uma região sem carga útil do quadro de dados.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cada partição de uma ou mais partições tem um valor



correspondente de tamanho de Transformada de Fourier Rápida (FFT) para símbolos OFDM associados a uma ou mais partições.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que as instruções executáveis por computador, quando executadas, fazem com que pelo menos um processador selecione, para cada partição, o tamanho de FFT para a partição e a primeira taxa de amostragem para definir um espaçamento de subportadora para a partição que satisfaz um espaçamento de subportadora mínimo especificado para a partição.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cada partição de uma ou mais partições tem um valor correspondente de tamanho de prefixo cíclico para símbolos OFDM associados a uma ou mais partições.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que o tamanho de prefixo cíclico correspondente a uma partição de uma ou mais partições é selecionado de um grupo consistindo de: 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 3072 e 4096 amostras.

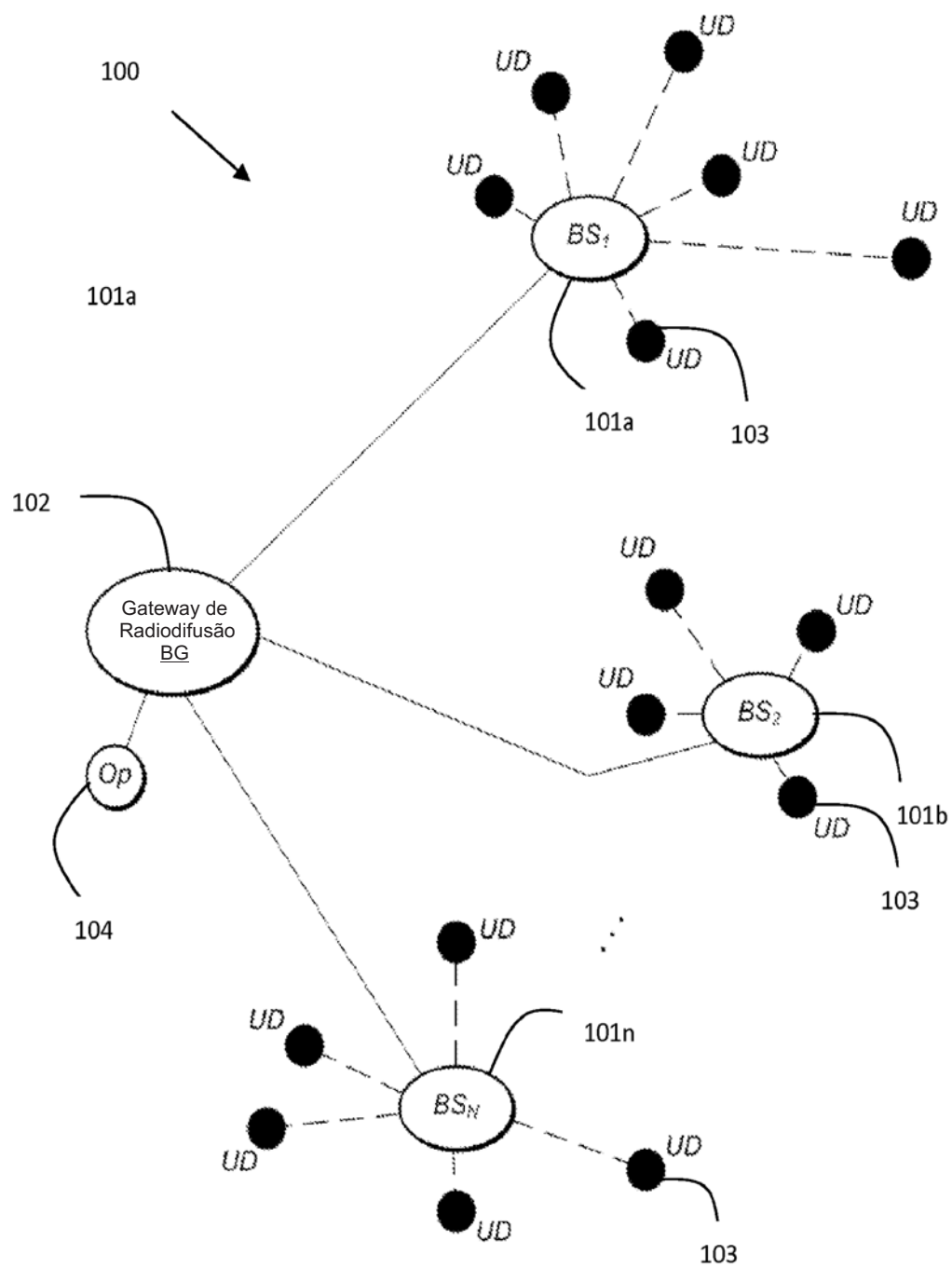


FIG. 1A

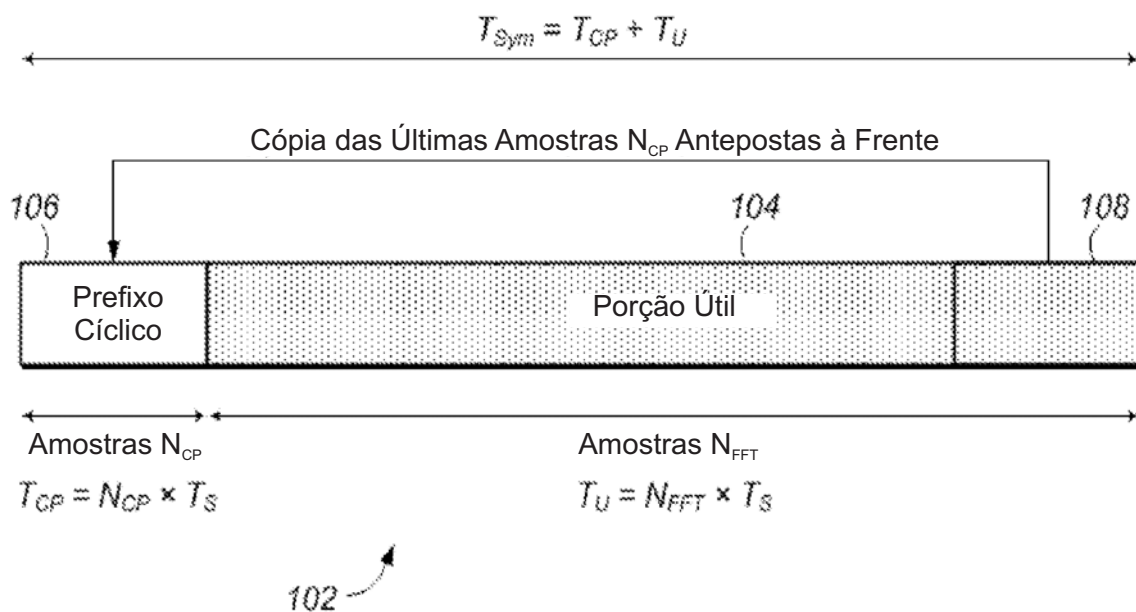


FIG. 1B

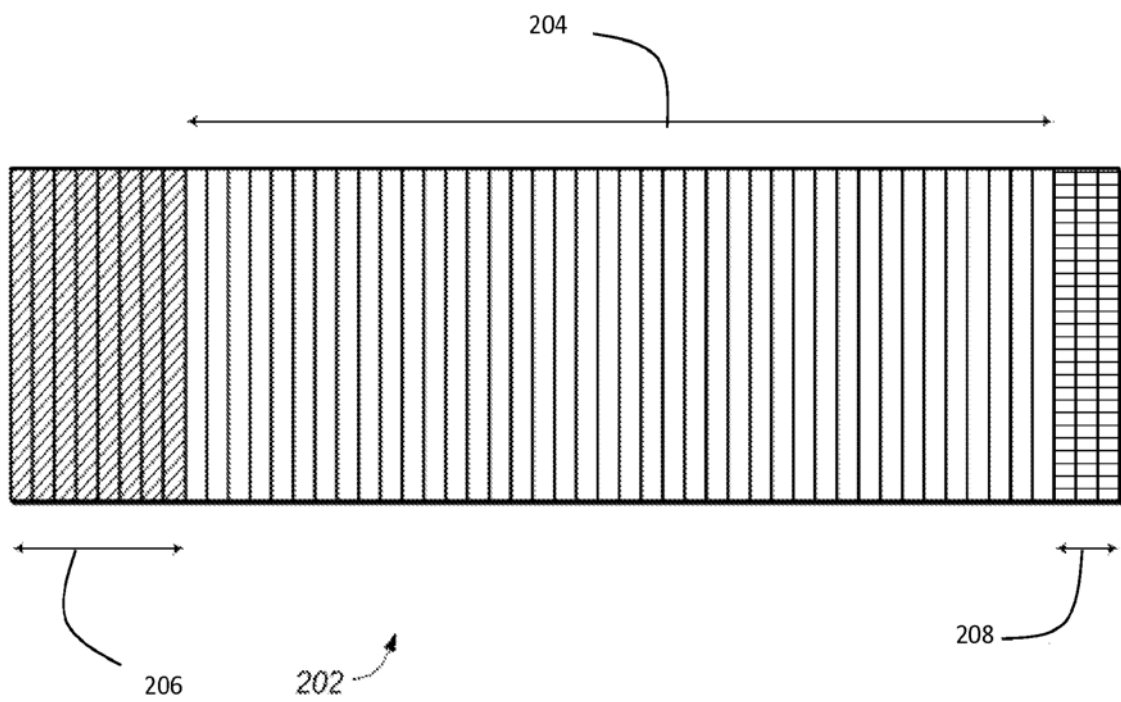


FIG. 2

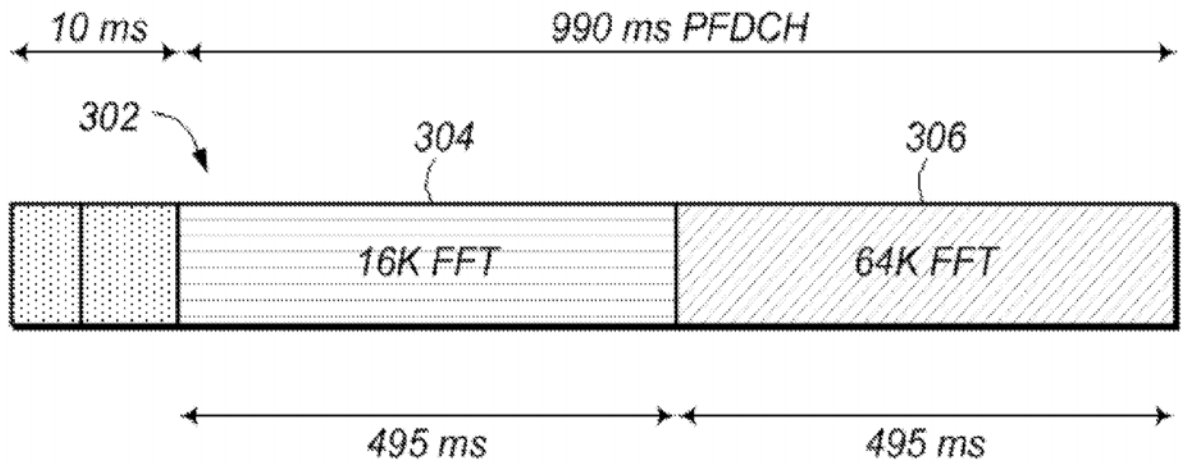


FIG. 3A

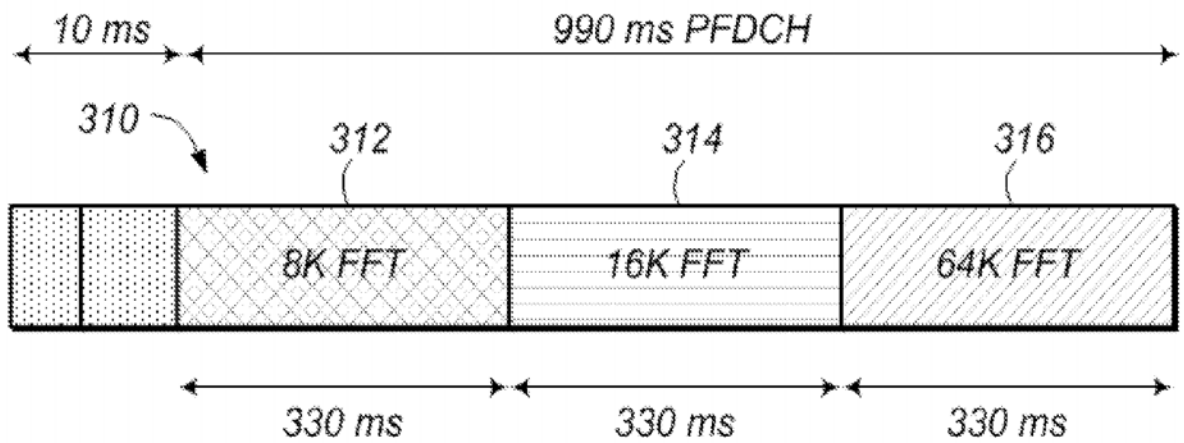


FIG. 3B

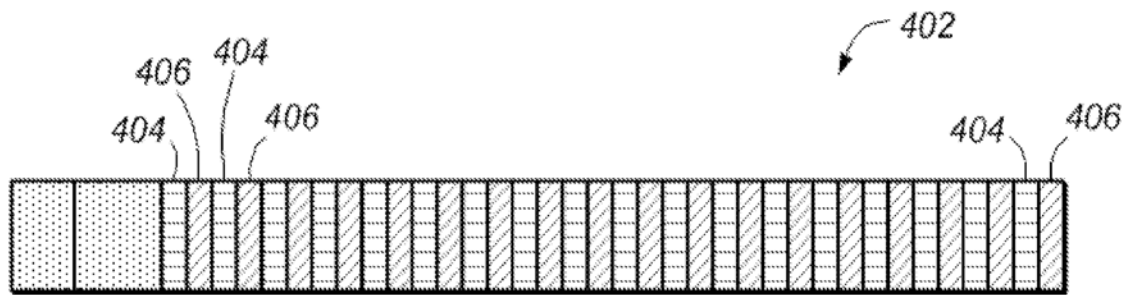


FIG. 4A

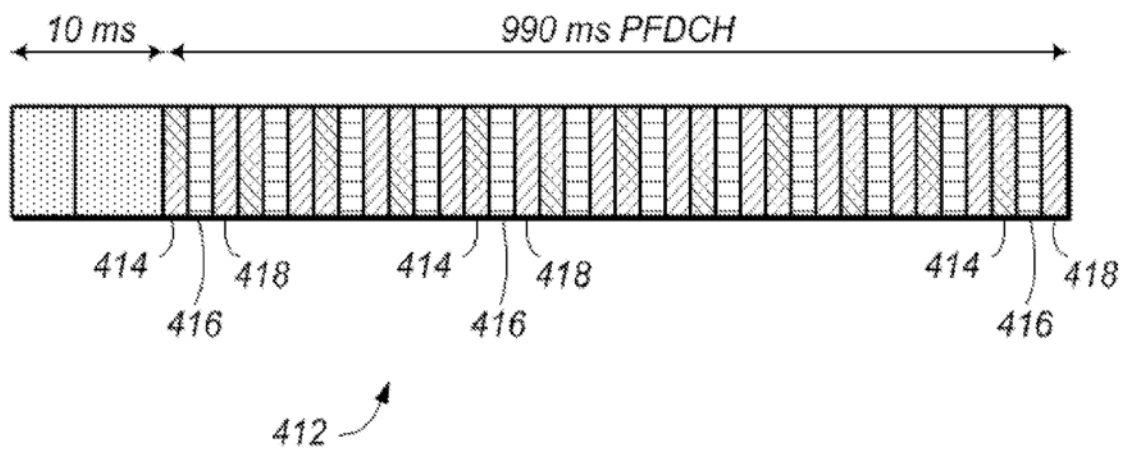


FIG. 4B

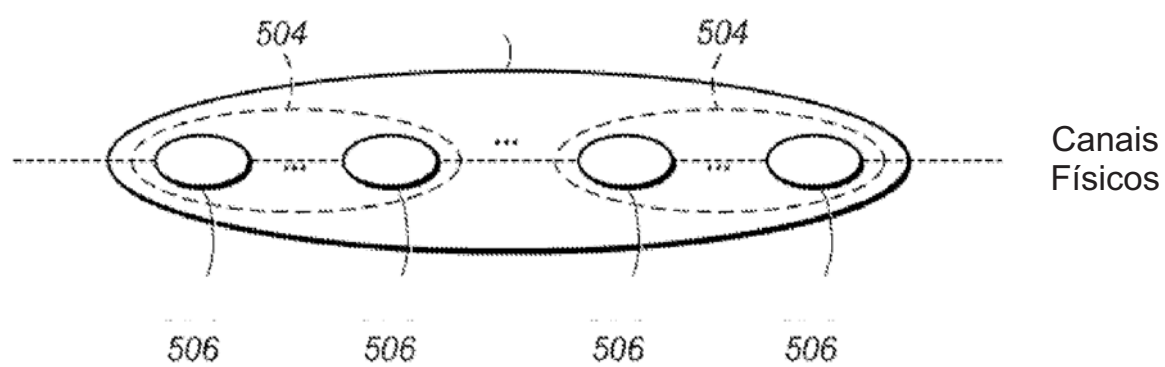


FIG. 5

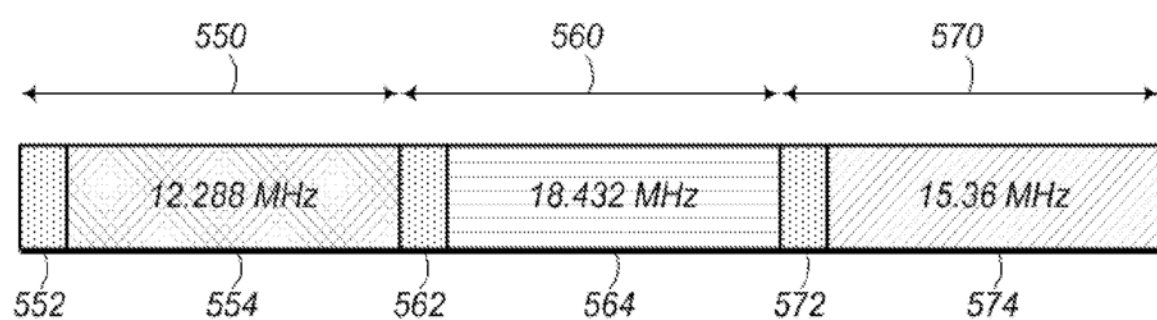


FIG. 6



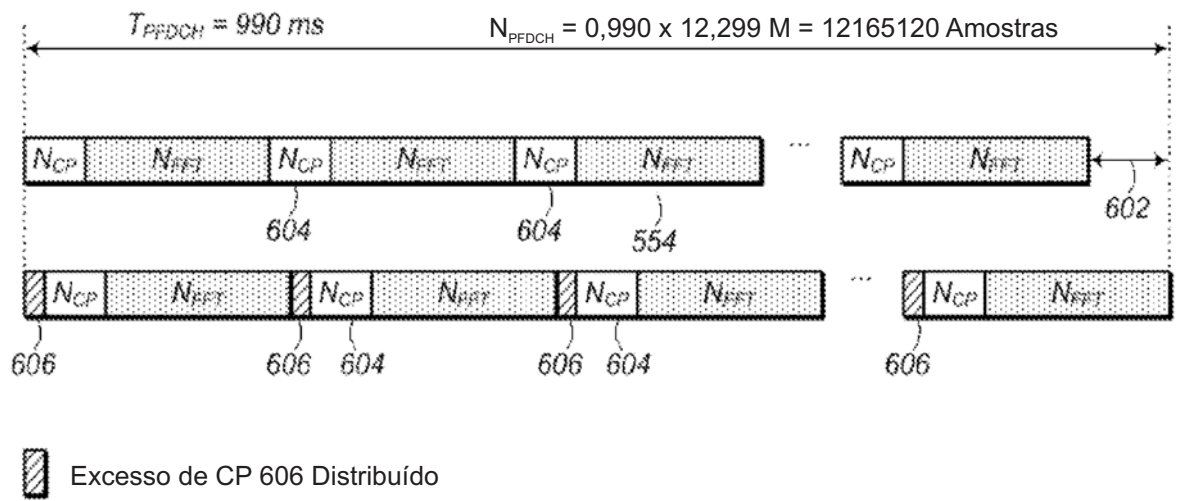


FIG. 7

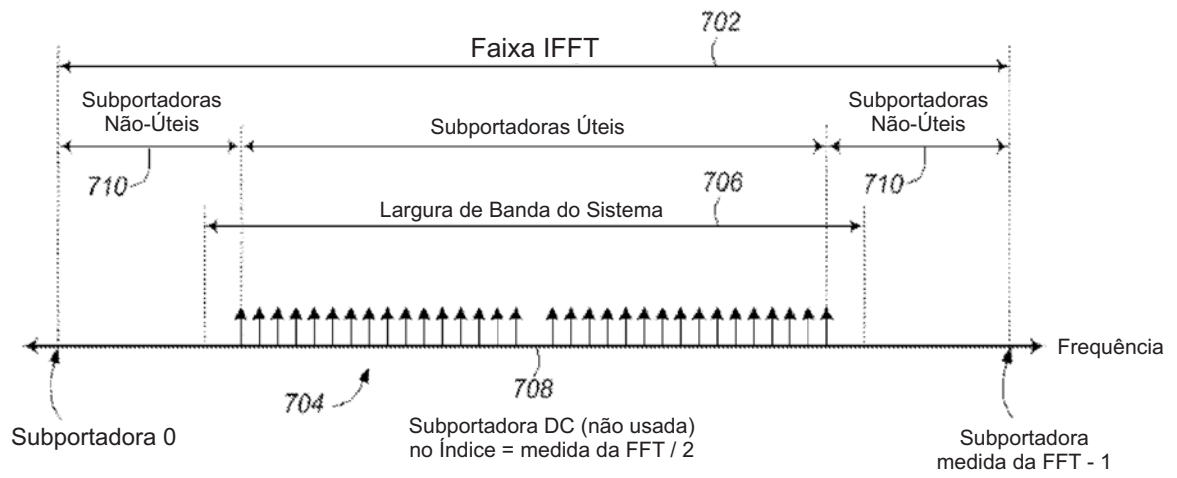


FIG. 8

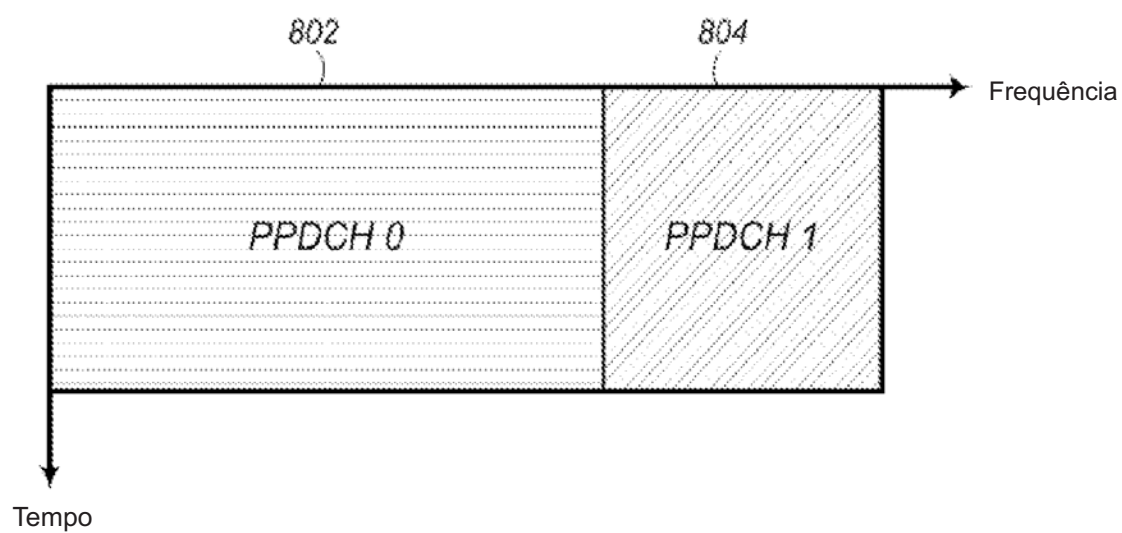


FIG. 9

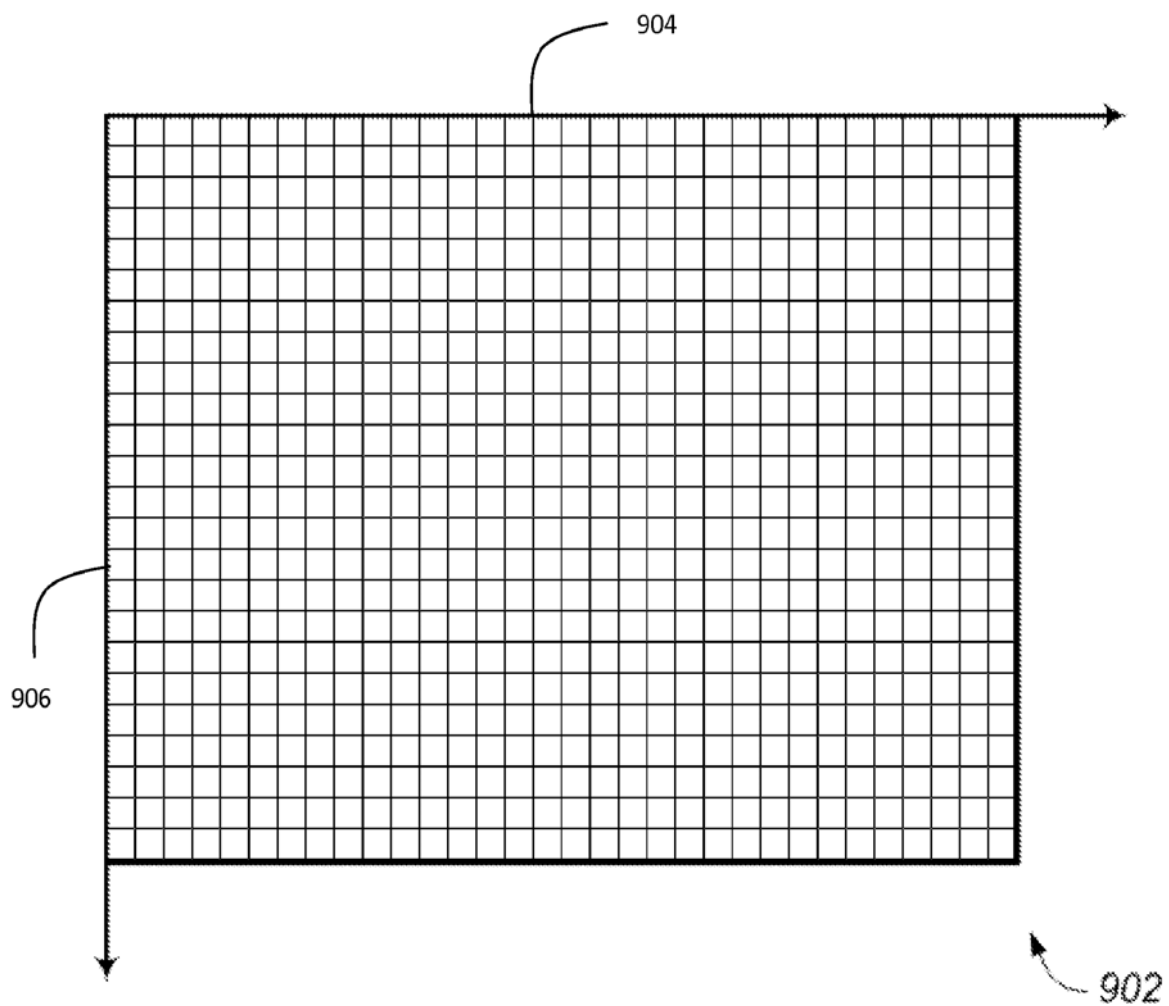


FIG. 10

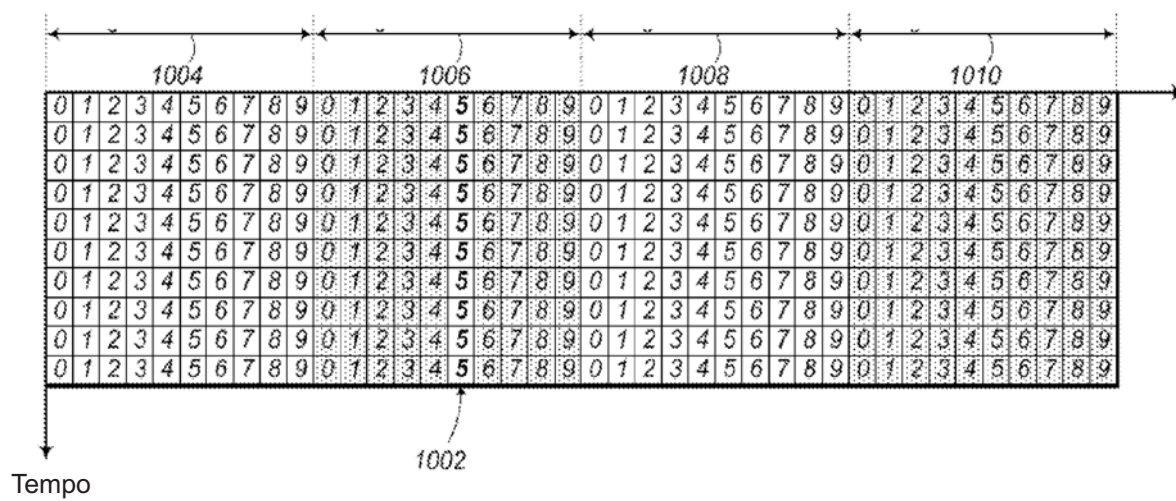


FIG. 11

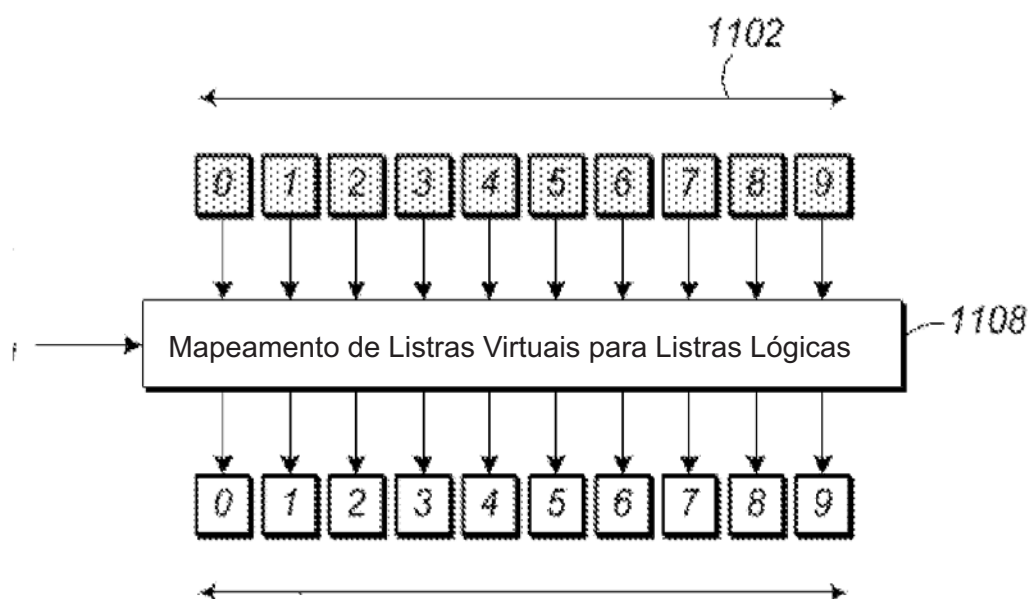


FIG. 12

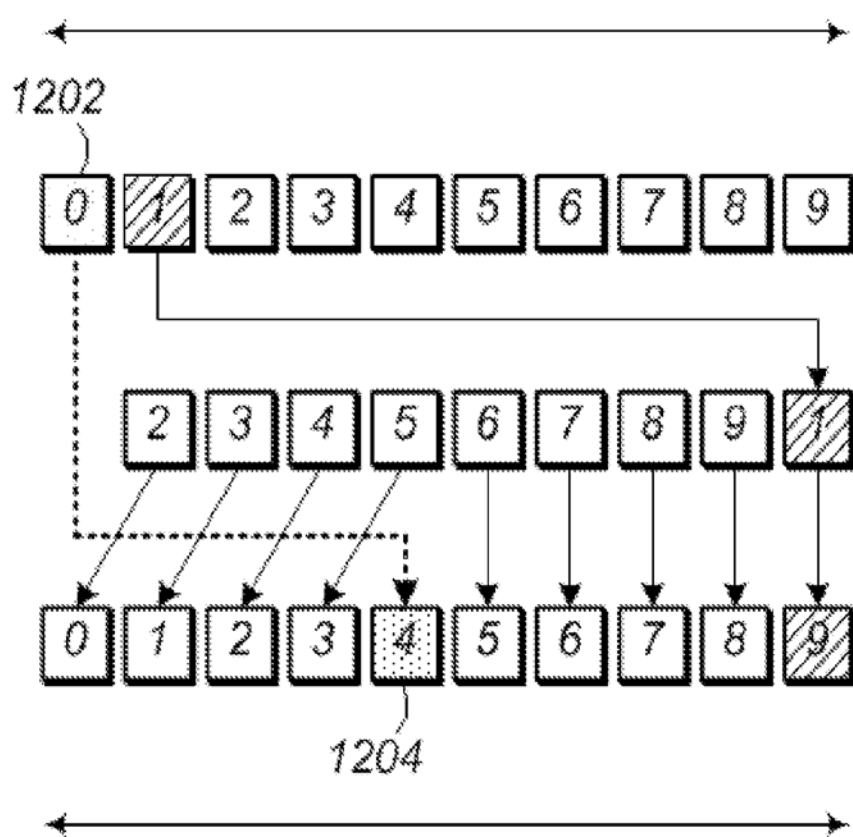


FIG. 13

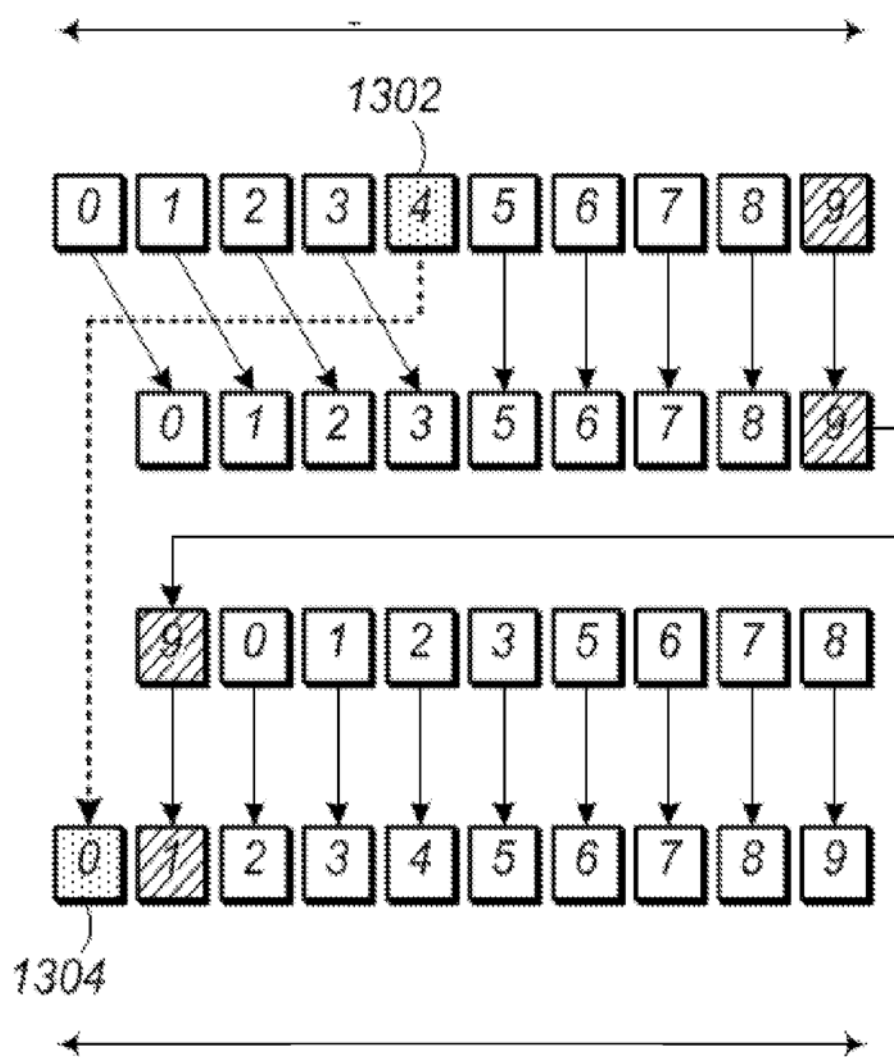


FIG. 14



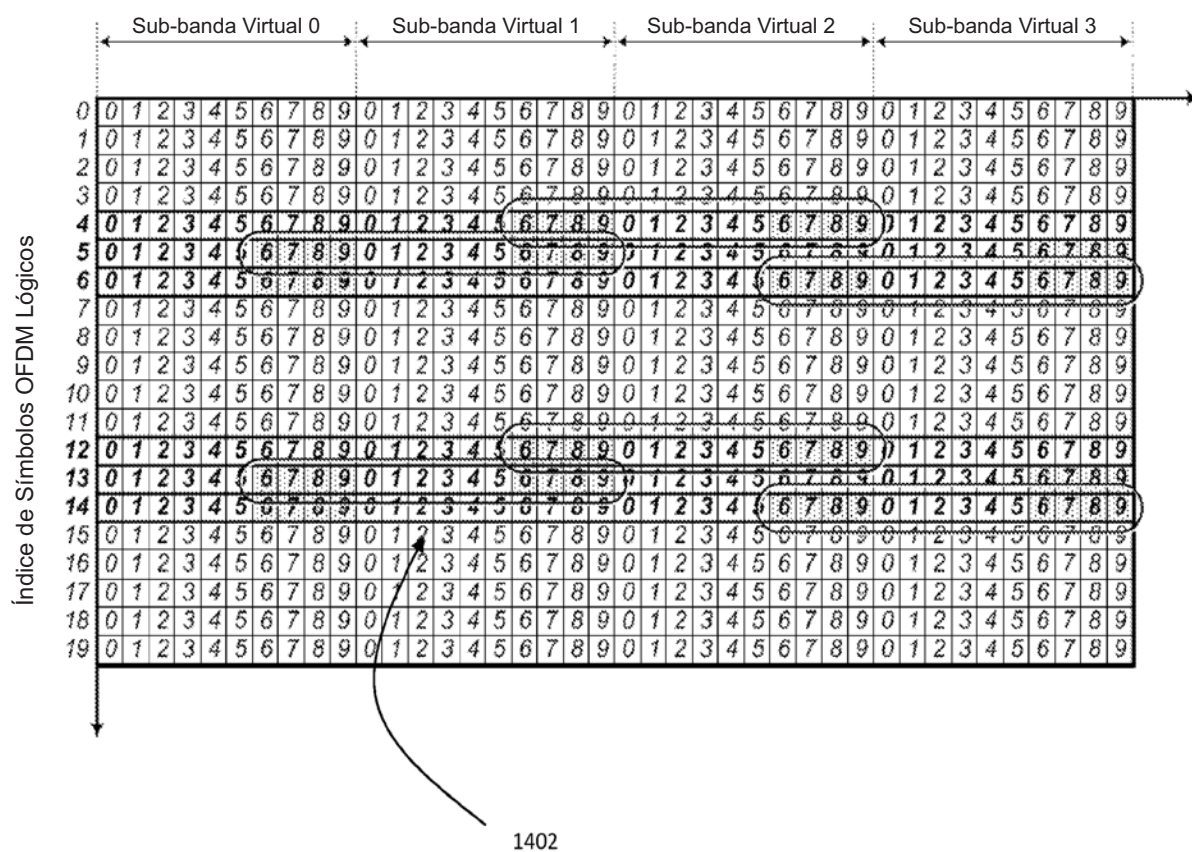


FIG. 15

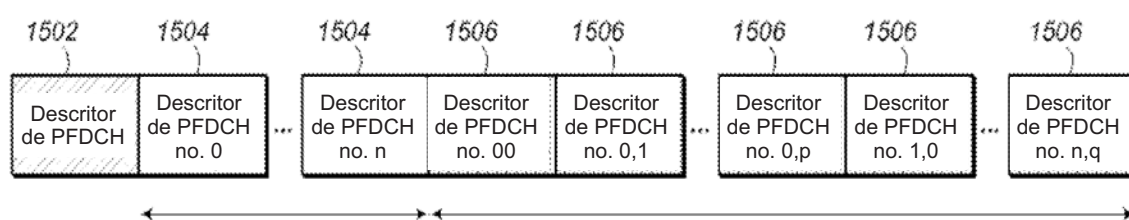


FIG. 16

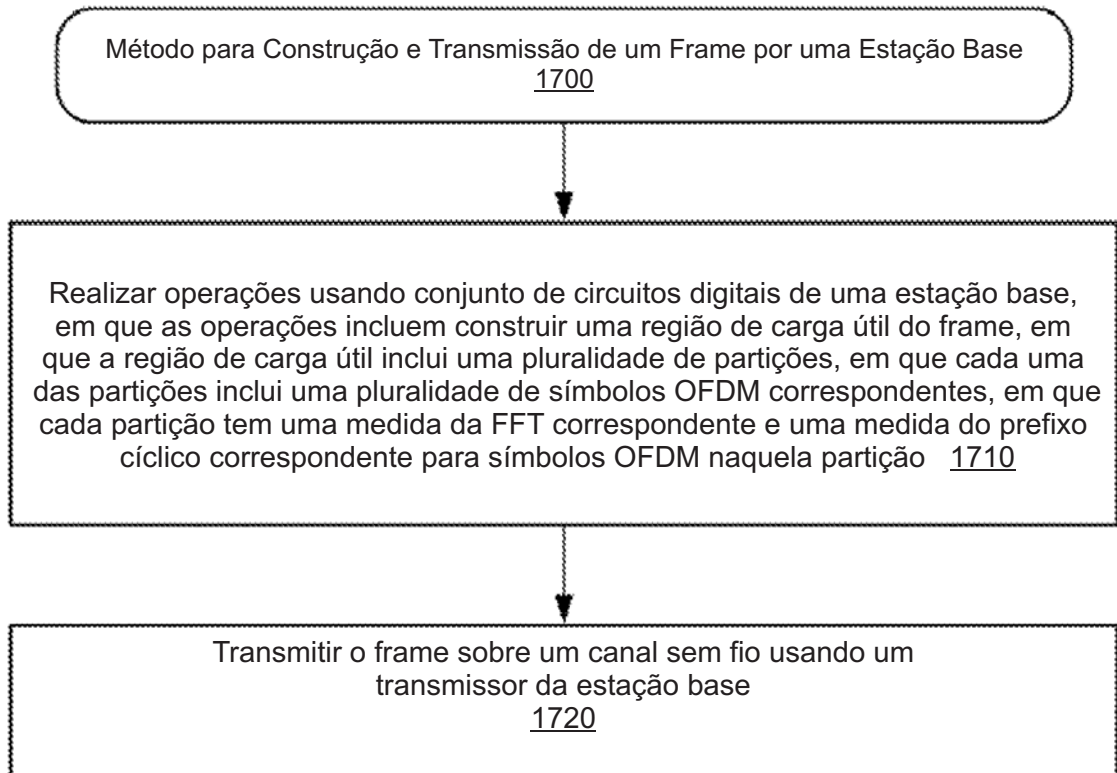


FIG. 17

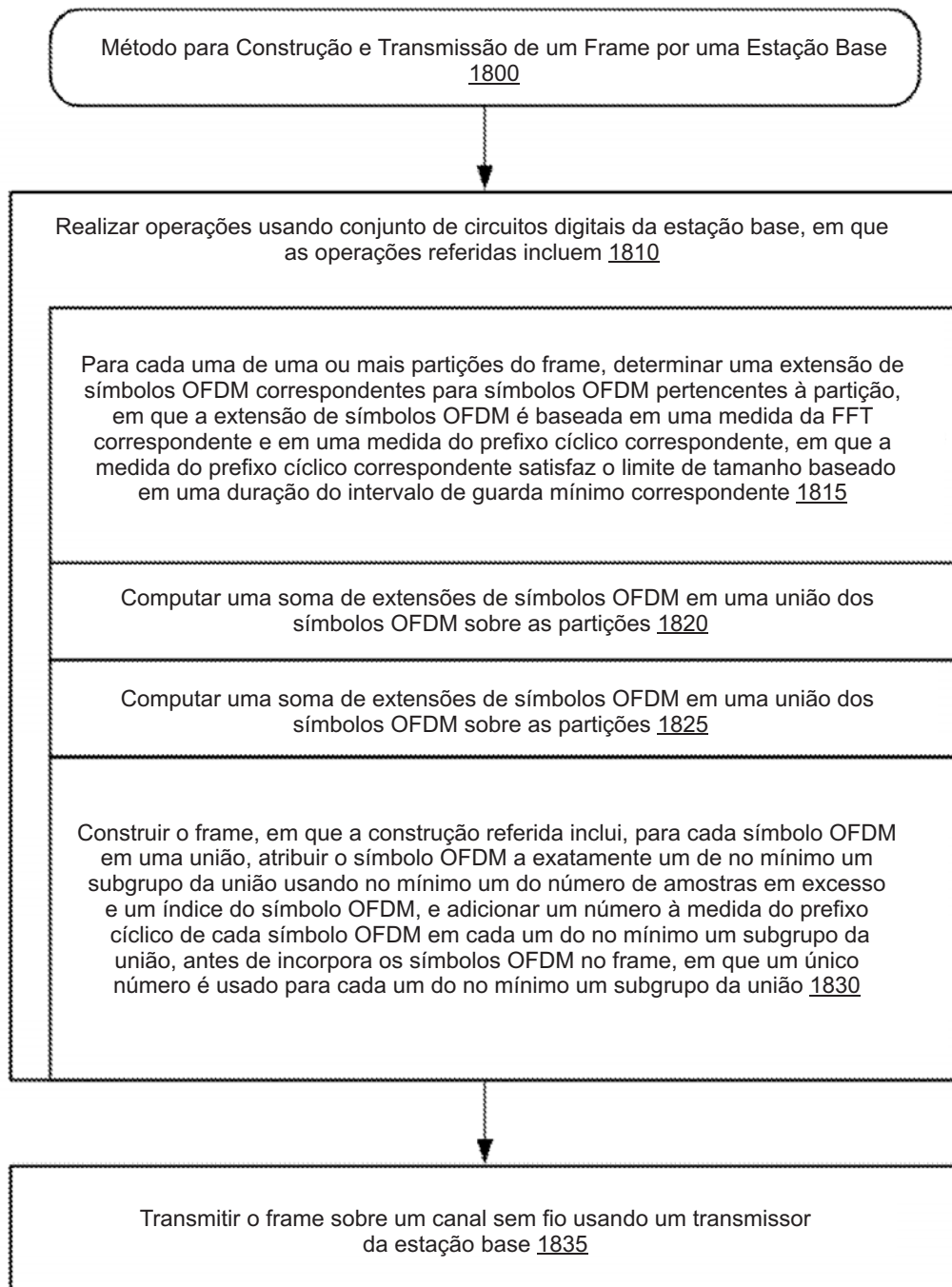


FIG. 18

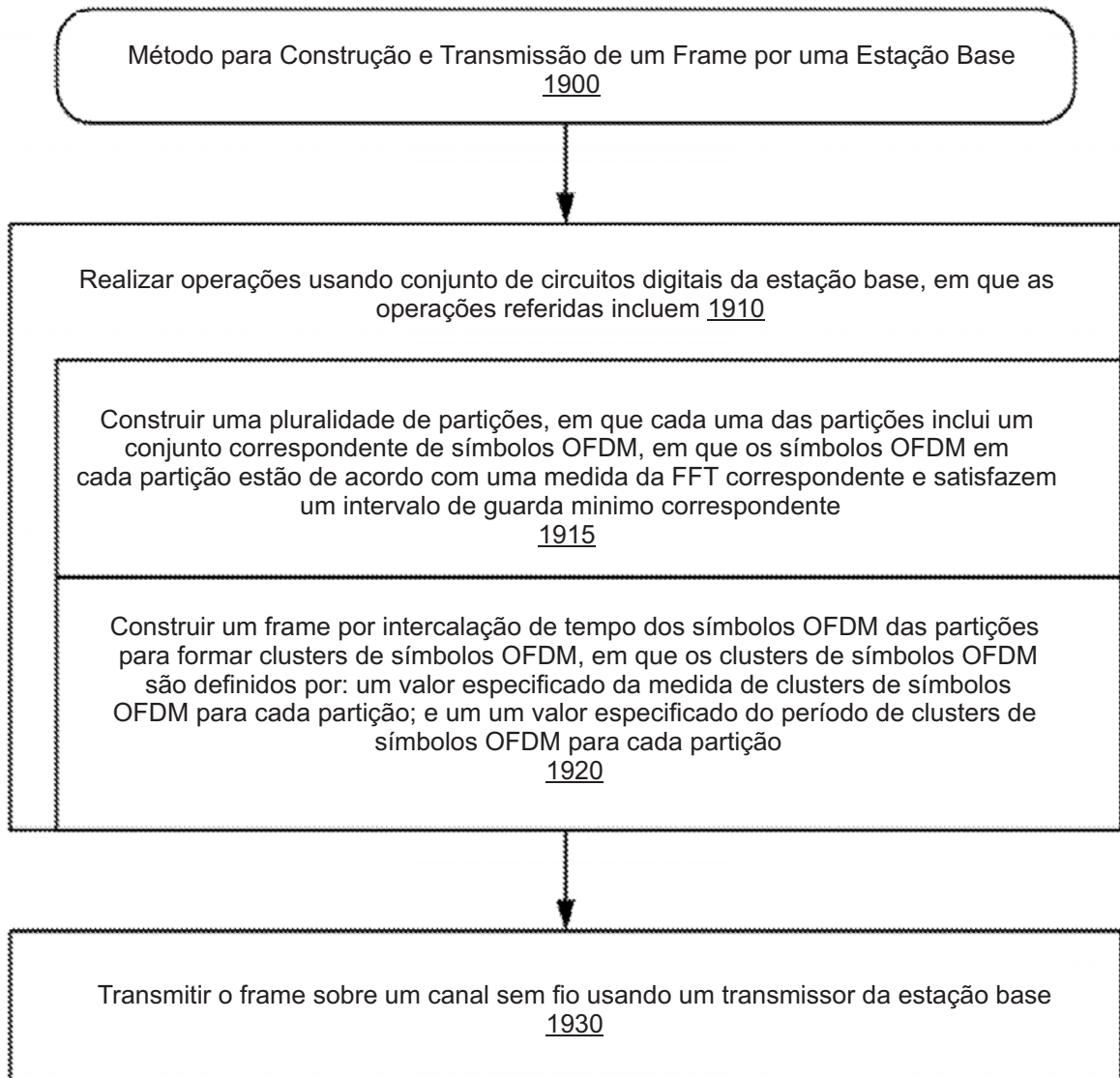


FIG. 19

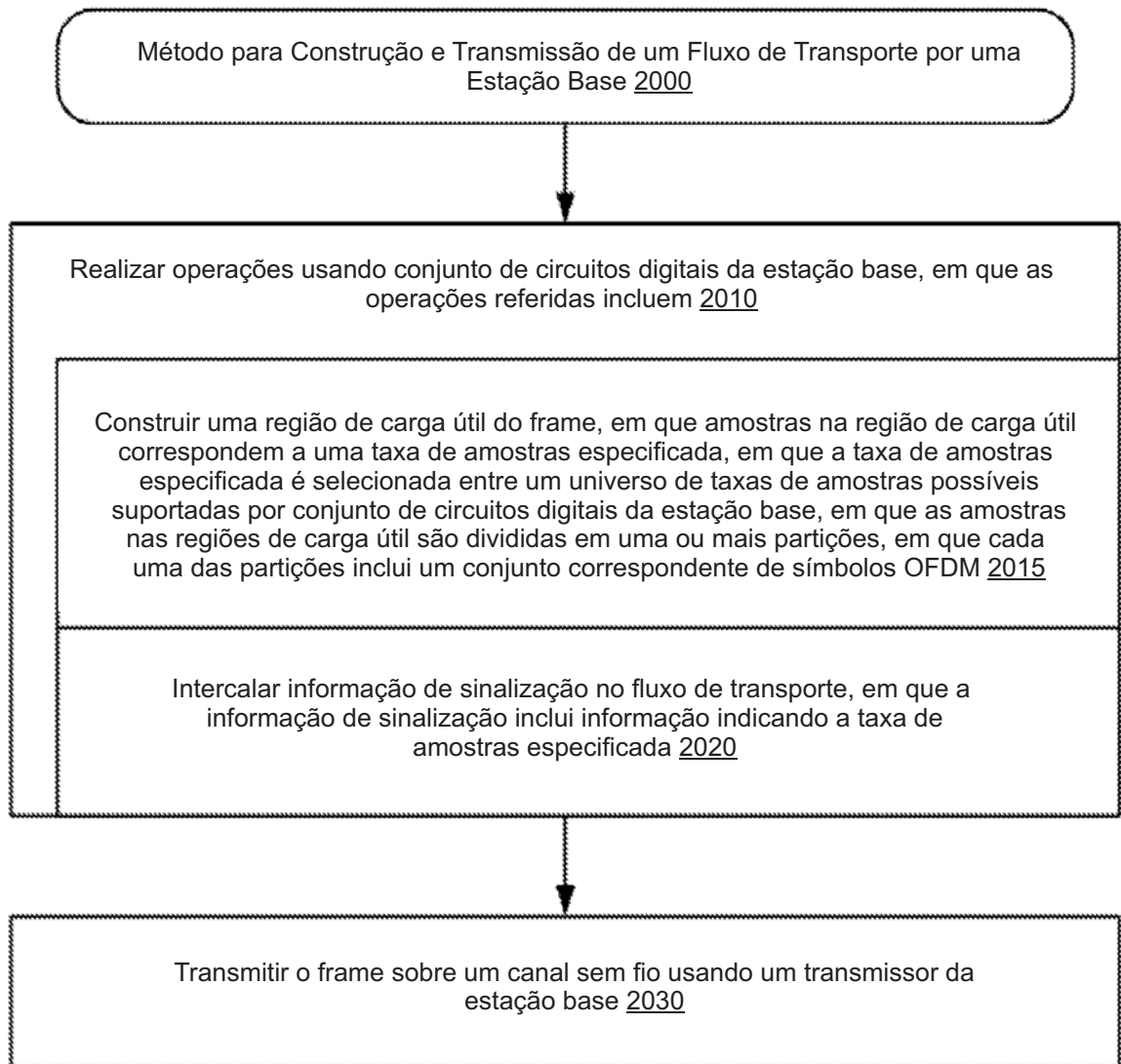


FIG. 20

## RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA TRANSMITIR UM FLUXO DE TRANSPORTE DE TAXA VARIÁVEL"**.

A presente invenção refere-se a uma estação base que pode gerar e transmitir um fluxo de transporte incluindo uma sequência de quadros. Um quadro pode incluir uma pluralidade de partições, onde cada partição inclui um conjunto correspondente de símbolos OFDM. Para cada partição, os símbolos OFDM naquela partição podem ter uma medida do prefixo cíclico correspondente e uma medida da FFT correspondente, permitindo que diferentes partições sejam direcionadas para diferentes coleções de dispositivos do usuário, por exemplo, dispositivos do usuário tendo diferentes valores esperados de máximo diferencial de atraso e/ou diferentes faixas de mobilidade. A estação base também pode reconfigurar dinamicamente a taxa de amostragem de cada quadro, possibilitando resolução adicional no controle do espaçamento da subportadora. Ao permitir que os prefixos cíclicos de diferentes símbolos OFDM tenham diferentes comprimentos, é viável construir um quadro que esteja em conformidade com uma duração de carga útil definida e tenha valores arbitrários de medida do prefixo cíclico por partição e de medida da FFT por partição. As partições podem ser multiplexadas em tempo e/ou frequência.