

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

(21) **PI0903402-1 A2**

(22) Data de Depósito: 15/09/2009
(43) Data da Publicação: 01/06/2010
(RPI 2056)



(51) *Int.Cl.*:
H04L 27/26
H04B 1/10

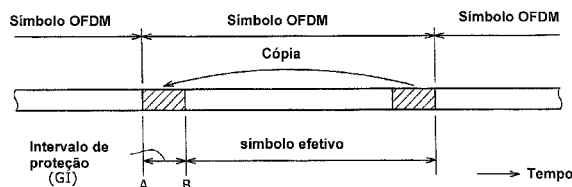
(54) Título: **PROCESSADOR DE INFORMAÇÃO, MÉTODO DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO, PROGRAMA PARA INSTRUIR UM COMPUTADOR PARA CONTROLAR UM APARELHO DE RECEPÇÃO, E, DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 29/09/2008 JP P2008-250285

(73) Titular(es): Sony Corporation

(72) Inventor(es): Hidetoshi Kawauchi, Hiroyuki Kamata, Takashi Yokokawa, Takuya Okamoto, Toshiyuki Miyauchi

(57) Resumo: Aqui é divulgado um processador de informação incluindo: uma seção de recepção configurada para receber um sinal de OFDM transmitido de acordo com um sistema de OFDM; uma seção de operação, de forma aritmética, de FFT configurada para realizar FFT para um sinal dentro de um intervalo predeterminado do sinal de OFDM; uma seção de estimativa de perfil de retardo configurada para estimar perfis de retardo a partir do sinal de OFDM recebido através de uma seção de recepção; uma seção de estimativa de quantidade de interferência de símbolo configurada para estimar quantidades de interferência entre símbolos para uma grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado, respectivamente, usando os perfis de retardo estimados através de uma seção de estimativa de perfil de retardo; e uma seção de pesquisa configurada para pesquisar pelo candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos estimada pela seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e fornecer dados sobre o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado para a seção de operação, de forma aritmética, de FFT.





“PROCESSADOR DE INFORMAÇÃO, MÉTODO DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO, PROGRAMA PARA INSTRUIR UM COMPUTADOR PARA CONTROLAR UM APARELHO DE RECEPÇÃO, E, DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO”

5 CONHECIMENTO DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

A presente invenção se refere à um processador de informação e um método de processamento de informação, um dispositivo de exibição, e um programa, e mais particularmente a um processador de informação e um método de processamento de informação, um dispositivo de exibição, e um programa, cada um do qual que é capaz de suprimir deterioração da qualidade de sinal após término da execução de processamento de FFT (Transformada de Fourier Rápida) na demodulação de OFDM (Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal).

15 2. Descrição da técnica Relacionada

Um sistema de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM) é proposto como um sistema de modulação para transmissões difusas digitais terrestres. Este sistema, por exemplo, é divulgado na Japanese Patent Laid-Open No.2005-303440. O sistema de OFDM significa significa um sistema no qual um grande número de portadoras ortogonais são usadas, e cada uma das ondas de portadora ortogonal é modulada com, ou Chaveamento de Deslocamento de Fase (PSK) ou Modulação de Amplitude de Quadratura (QAM).

Com o sistema de OFDM, já que a banda de transmissão inteira é dividida em partes para um grande número de sub-portadoras, a banda por uma sub-portadora se torna estreita, e a velocidade de transmissão se torna lenta. Contudo, o sistema de OFDM tem o recurso que o sistema de OFDM não é diferente do sistema de modulação existente quando a perspectiva de uma velocidade de transmissão total é considerada.

Em adição, o sistema de OFDM também tem a característica que uma velocidade de símbolo se torna lenta porque um grande número de sub-portadoras é transmitido em paralelo cada uma com a outra. Para esta razão, é possível encurtar um comprimento de tempo de um trajeto múltiplo relativo a um comprimento de tempo para um símbolo. Como um resultado, o sistema de OFDM também tem a característica que o sistema de OFDM é extremamente influenciado pelo trajeto múltiplo.

Mais ainda, no sistema de OFDM, dados são alocados a uma grande quantidade de sub-portadoras, respectivamente. Por esta razão, um circuito de transmissão pode ser configurado usando uma Transformada de Fourier Rápida Inversa (IFFT), operando, de forma aritmética, o circuito para realizar transformada de Fourier inversa em uma fase da modulação. Em adição, um circuito de recepção pode ser configurado usando uma Transformada de Fourier Rápida (FFT) operando, de forma aritmética, o circuito para realizar Fourier transformada de Fourier em uma fase de demodulação.

Com o sistema de OFDM, a transmissão de um sinal é realizada através de uma medida chamada um símbolo de OFDM.

FIG. 1 é um diagrama mostrando o símbolo de OFDM.

Conforme mostrado na FIG. 1, um símbolo de OFDM é composto de um símbolo efetivo como um intervalo de sinal para o qual o processamento de IFFT é executado em uma fase de transmissão, e um intervalo de proteção (daqui em diante referido como “um GI”) para o qual uma forma de onda de uma parte da segunda metade do símbolo efetivo é copiado. O GI é inserido em uma posição antes do símbolo efetivo em um eixo do tempo.

Uma grande quantidade de símbolos de OFDM como descrito acima é coletada, e por meio disso, formando um quadro de transmissão de OFDM. Por exemplo, um padrão de Transmissão Difusa Terrestre de Serviços Integrados (ISDB-T) é estabelecido como um padrão para a transmissão

difusa digital terrestre no Japão. Neste padrão de ISDB-T, um quadro de transmissão de OFDM é formado de 204 símbolos de OFDM.

Em um lado de recepção para receber o quadro de transmissão de OFDM, o processamento de FFT é realizado para o símbolo efetivo de cada um dos símbolos de OFDM, por meio disso, realizando a modulação de OFDM.

Contudo, sob uma ambiente de trajeto múltiplo, em adição a uma onda dominante como uma onda direta, em alguns casos existe uma onda em retardo que chega após ser atrasada de um determinado tempo relativo à onda dominante. Em tais casos, mesmo para o mesmo símbolo de OFDM, um tempo de chegada é diferente entre o símbolo de OFDM na onda dominante, e o símbolo de OFDM na onda em retardo. Então, é causada uma interferência entre símbolos (daqui em diante referido como “um ISI”) como uma interferência entre os diferentes símbolos de OFDM.

Quando a onda em retardo chega dentro de um domínio de tempo não excedendo o $G1$ a partir do tempo de chegada da onda dominante, um intervalo que não está ainda afetado pela ISI pode ser utilizado como o intervalo para o qual o processamento de FFT é executado. Como um resultado, é possível prevenir a deterioração da qualidade de sinal após término da execução do processamento de FFT.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Contudo, no caso onde a onda em retardo chega dentro de um domínio de tempo domínio excedendo o $G1$ a partir do tempo de chegada da onda dominante, mesmo quando qualquer dos intervalos é usado, o processamento de FFT é executado para o intervalo que já está afetado pela ISI. Por conseguinte, o sinal após o término da execução do processamento de FFT é influenciado pelo ISI.

A presente invenção foi feita à luz de tais circunstâncias, e por conseguinte, é desejável fornecer um processador de informação e um método

de processamento de informação, um dispositivo de exibição, e um programa cada um do qual de suprimir deterioração de qualidade de sinal após término da execução de processamento de FFT na modulação de OFDM.

De modo a obter o descrito acima desejado, de acordo com

5 uma modalidade da presente invenção, é fornecido um processador de informação incluindo: uma seção de recepção configurada para receber um sinal de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM) transmitido de acordo com um sistema de OFDM; uma seção de operação, de forma aritmética de Transformada de Fourier Rápida (FFT) configurada para

10 realizar FFT para um sinal dentro de um intervalo predeterminado do sinal de OFDM recebido pela seção de recepção; uma seção de estimativa de perfil de retardo configurada para estimar perfis de retardo a partir do sinal de OFDM recebido pela seção de recepção; uma seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos para estimar quantidades de interferência entre

15 símbolos para uma grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, respectivamente, usando os perfis de retardo estimados pela seção de estimativa de perfil de retardo; e uma seção de pesquisa configurada para pesquisar pelo candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos através da seção de estimativa de quantidade de interferência

20 entre símbolos dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e fornecer dados sobre o candidato assim sendo pesquisado como o intervalo predeterminado para a seção de operação, de forma aritmética, de FFT.

Na seção de estimativa de quantidade de interferência entre

25 símbolos, um filtro no qual um coeficiente de representando um intervalo de interferência entre símbolos muda em uma direção de tempo, e uma forma da mudança é uma conformação de projeção descendente é disposta em cada uma das posições de filtro correspondendo à grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado, respectivamente, e processamento de filtro é

executado para os perfis de retardo usando o filtro. Como um resultado, é possível estimar as quantidades de interferência entre símbolos para a grande quantidade de candidatos.

5 O processador de informação é ainda fornecido com uma seção de estimativa de posição de referência configurada para estimar uma posição de referência para os perfis de retardo estimados através da seção de estimativa de perfil de retardo e a seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos é feita para estimar os perfis de retardo usando dados sobre a posição de referência estimada pela seção de estimativa de
10 posição de referência. Assim sendo, a seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos possibilita estimar as quantidades de interferência entre símbolos usando os perfis de retardo após término da correção.

O processador de informação é ainda fornecido com a seção de estimativa de espalhamento de retardo configurada para estimar espalhamento
15 de retardo dos perfis de retardo estimados pela seção de estimativa de perfil de retardo; e a seção de pesquisa é feita para configurar a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado como candidatos primários selecionados, é feita para selecionar candidatos selecionados secundários com base no espalhamento de retardo estimado através da seção de estimativa de
20 espalhamento de retardo dentre os candidatos primários selecionados, e é feita para pesquisar pelo candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolo estimada através da seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos dentre os candidatos secundários selecionados assim selecionados. Assim sendo, a seção de pesquisa possibilita fornecer
25 dados sobre o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado para a seção de operação, de forma aritmética, de FFT.

O processador de informação é ainda fornecido com uma seção de estimativa de espalhamento de retardo configurada para estimar espalhamento de retardo dos perfis de retardo estimados através de uma seção

de estimativa de perfil de retardo; e a seção de estimativa de quantidade de interferência de símbolo é ainda feita para mudar a conformação do filtro de acordo com o espalhamento de retardo estimado através de uma seção de estimativa de espalhamento de retardo. Assim sendo, a seção de estimativa de

5 quantidade de interferência entre símbolos possibilita executar processamento de filtro para os perfis de retardo usando o filtro após o término da mudança.

De acordo com uma outra modalidade da presente invenção, é fornecido um método de processamento de informação incluindo os estágios, quando um processador de informação recebendo um sinal de Multiplexação

10 por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM) de acordo com um sistema de OFDM realiza Transformada de Fourier Rápida (FFT) para um sinal em um intervalo predeterminado do sinal de OFDM assim recebido; estimar perfis de retardo do sinal de OFDM recebido; estimar interferência entre quantidades de símbolo para uma grande quantidade de candidatos para o intervalo

15 predeterminado usando os perfis de retardo assim estimado; e pesquisar pelo candidato tendo o mínimo de quantidade de interferência entre símbolos assim estimado dentre a grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado, e determinar o candidato assim sendo pesquisado como o intervalo predeterminado.

De acordo com uma outra modalidade adicional da presente invenção, é fornecido um programa para instruir um computador a controlar um aparelho de recepção para receber um sinal de Multiplexação por Divisão

20 de Frequência Ortogonal (OFDM) transmitido para ele de acordo com um sistema de OFDM, e realizar Transformada de Fourier Rápida (FFT) para um sinal em um intervalo predeterminado do sinal de OFDM assim recebido para executar processamento de controle, o programa incluindo os estágios de:

25 estimar perfis de retardo a partir do sinal de OFDM recebido; estimar interferência entre quantidades de símbolo para uma grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado usando os perfis de retardo assim

estimados e pesquisar pelo candidato tendo uma quantidade mínima de interferência entre símbolos assim estimada dentre da grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado, e determinar o candidato sendo pesquisado como o intervalo predeterminado

5 Em qualquer das modalidades da presente invenção descritas acima, o sinal de OFDM transmitido de acordo com o sistema de OFDM é recebido, a Transformada de Fourier Rápida (FFT) é realizada para o sinal no intervalo predeterminado do sinal de OFDM assim recebido, e os perfis de retardo são estimados a partir do sinal de OFDM assim recebido. Também, as
10 quantidades de interferência entre símbolos para a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado são estimadas usando os perfis de retardo assim estimados, o candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos assim estimada é pesquisado dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e o candidato assim
15 sendo pesquisado é determinado como o intervalo predeterminado

De acordo com uma outra modalidade adicional da presente invenção, é fornecido um dispositivo de exibição incluindo: uma seção de recepção configurada para receber um sinal de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal (OFDM) transmitido de acordo com um sistema de
20 OFDM; uma seção de operação de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida (FFT) configurada para realizar FFT para um sinal dentro de um intervalo predeterminado do sinal de OFDM recebido através da seção de recepção; uma seção de exibição configurada para exibir nela uma imagem correspondendo ao sinal de OFDM para o qual a FFT é realizada através da
25 seção de operação, de forma aritmética, de FFT; uma seção de estimativa de perfil de retardo configurada para estimar perfis de retardo a partir do sinal de OFDM recebido através de uma seção de recepção; uma seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos configurada para estimar quantidades de interferência entre símbolos para uma grande quantidade de

candidatos no intervalo predeterminado, respectivamente, usando os perfis de retardo estimados através de uma seção de estimativa de perfil de retardo; e uma seção de pesquisa configurada para pesquisar o candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos estimada através da seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e fornecer dados sobre o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado para a seção de operação, de forma aritmética, de FFT.

Na modalidade da presente invenção descrita acima, o sinal de OFDM transmitido de acordo com o sistema de OFDM é recebido, a Transformada de Fourier Rápida (FFT) é realizada para o sinal no intervalo predeterminado do sinal de OFDM assim recebido, a imagem correspondendo ao sinal de OFDM para o qual a FFT é realizada, é exibida, e os perfis de retardo são estimados a partir do sinal de OFDM assim recebido. Também, as quantidades de interferência entre símbolos para a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado são estimados usando os perfis de retardo assim estimado, o candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos assim estimada é pesquisada dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e o candidato assim pesquisado é determinado como o intervalo predeterminado.

De acordo com a presente invenção, é possível suprimir a deterioração da qualidade de sinal após término da execução do processamento de FFT na modulação de OFDM.

DESCRIÇÃO BREVE DOS DESENHOS

FIG. 1 é um diagrama mostrando um símbolo de OFDM;

FIG. 2 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração de um demodulador de OFDM de acordo com a primeira modalidade da presente invenção;

FIG. 3 é um fluxograma explicando o processamento

executado pelo demodulador de OFDM da primeira modalidade mostrada na FIG. 2;

FIG. 4 é um diagrama mostrando alocação dos sinais de SP para sub-portadoras;

5 FIG. 5 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração detalhada de uma porção de sincronização de símbolo no demodulador de OFDM da primeira modalidade mostrado na FIG. 2;

10 FIGS. 6A e 6B são respectivamente um diagrama e uma carta de linha de tempo explicando a estimativa de quantidades de ISI usando perfis de retardo;

FIG. 7 é uma representação gráfica mostrando uma conformação de filtro de um filtro de estimativa de ISI;

15 FIG. 8 é uma representação gráfica mostrando um estado no qual um perfil de retardo e a conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI são colocados no topo de cada um do outro;

FIGS. 9A, 9C e 9E, e FIGS. 9B, 9D e 9F são respectivamente representações gráficas e cartas de linha de tempo explicando processamento executado através da porção de estimativa de ISI mostrada na FIG. 5;

20 FIGS. 10A, 10B e 10C são respectivamente, uma carta de linha de tempo, uma representação gráfica, e um diagrama explicando os resultados para pesquisar um candidato de tempo de início de FFT através de uma porção de pesquisa de valor mínimo mostrada na FIG. 5;

25 FIG. 11 é um fluxograma explicando o processamento executado através de uma porção de sincronização de símbolo mostrada na FIG.5;

FIGS. 12A e 12D, FIGS. 12B e 12E, e FIGS. 12C e 12F são respectivamente diagramas, cartas de linha de tempo, e representações gráficas explicando um pré-eco e um pós-eco.

FIG. 13 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração

de um demodulador de OFDM de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção;

FIG. 14 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração detalhada de uma porção de sincronização de símbolo mostrada na FIG. 13;

5 FIGS. 15A e 15B são respectivamente cartas de linha de tempo explicando a correção para um perfil de retardo feita através de uma porção de correção da posição de centro de gravidade mostrada na FIG. 14;

10 FIG. 16 é um fluxograma explicando o processamento executado através de uma porção de sincronização de símbolo mostrado na FIG. 14;

FIG. 17 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração de um demodulador de OFDM de acordo com uma terceira modalidade da presente invenção;

15 FIGS. 18A e 18B são respectivamente um diagrama e uma carta de linha de tempo explicando o espalhamento de retardo;

FIG. 19 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração detalhada de uma porção de sincronização de símbolo mostrada na FIG. 17;

20 FIGS. 20A, 20B e 20C são respectivamente, um diagrama, uma carta de linha de tempo, e uma representação gráfica explicando o processamento executado através de uma porção de estimativa de ISI variável da conformação de filtro mostrado na FIG. 19;

25 FIGS. 21A e 21B são respectivamente uma representação gráfica e um diagrama mostrando resultados para pesquisar candidatos de tempo de início de FFT através de uma porção de pesquisa de valor mínimo mostrada na FIG. 19;

FIG. 22 é um fluxograma explicando o processamento executado através de uma porção de sincronização de símbolo mostrada na FIG. 19;

FIG. 23 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração

de um demodulador de OFDM de acordo com uma quarta modalidade da presente invenção;

FIG. 24 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração detalhada de uma porção de sincronização de símbolo mostrada na FIG. 23;

5 FIGS. 25A e 25B são respectivamente um diagrama e uma carta de linha de tempo mostrando um sinal de OFDM no domínio do tempo recebido em uma porção de estimativa de ISI mostrada na FIG. 24;

10 FIGS. 26A e 26B são respectivamente, uma representação gráfica e um diagrama explicando o processamento executado através de uma porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa mostrada na FIG. 24;

FIG. 27 é um fluxograma explicando o processamento executado através de uma porção de sincronização de símbolo mostrado na FIG. 24; e

15 FIG. 28 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração de hardware de um computador para o qual a presente invenção é aplicada.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

20 Daqui em diante, processadores de informação de acordo com quatro modalidades (daqui em diante referidas como primeira à quarta modalidade, respectivamente) da presente invenção será principalmente descrita em detalhe com referência aos desenhos anexos. Por conseguinte, a descrição será agora dada na seguinte ordem.

25 1. Primeira modalidade (uma modalidade na qual um intervalo de FFT adequado é obtido usando perfis de retardo).. Segunda modalidade (uma modalidade na qual os perfis de retardo são corrigidos para o propósito de obter um perfil de retardo apropriado).

3. Terceira modalidade (uma modalidade na qual um intervalo de FFT adequado para executar o processamento de janela de FFT é obtido),

4. Quarta modalidade (uma outra modalidade na qual o intervalo de FFT

adequado para executar o processamento de janela de FFT é obtido).

<1. Primeira Modalidade>

[Configuração do Demodulador de OFDM]

FIG. 2 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração de um demodulador de OFDM como um processador de informação de acordo com a primeira modalidade da presente invenção.

O modulador de OFDM 10 da primeira modalidade é fornecido com uma antena 11, um sintonizador 12, uma porção de conversão de Analógico para Digital (A/D) 13, uma porção de demodulação ortogonal 14, uma porção de sincronização de símbolo 15, e uma porção de FFT 16. Também, o modulador de OFDM 10 é ainda fornecido com uma porção de extração de SP 17, uma porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18, uma porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 19, uma porção de interpolação de frequência 20, uma porção de divisão 21, uma porção de correção de erro 22, e uma porção de exibição 23.

[Processamento pelo demodulador de OFDM 10]

FIG. 3 é um fluxograma explicando processamento executado através do demodulador de OFDM 10 (daqui em diante referido como “processamento de demodulação de OFDM”).

No estágio S1, o sintonizador 12 converte frequência um sinal de RF recebido na antena 11 em um sinal de IF, e fornece o sinal de IF resultante para a porção de conversão de A/D 13.

No estágio S2, a porção de conversão de A/D 13 realiza conversão A/D para o sinal de IF fornecido a ela, e fornece o sinal de IF digitalizado resultante para a porção de demodulação ortogonal 14.

No estágio S3, a porção de demodulação ortogonal 14 modula de fora ortogonal o sinal de IF digitalizado usando um sinal de portadora tendo uma frequência predeterminada (frequência de portadora), e emite um sinal de OFDM tendo uma banda base. O sinal de OFDM tendo a banda base

emitida de uma porção de demodulação ortogonal 14 é um assim chamado sinal de OFDM no domínio do tempo antes sendo operado, de forma aritmética por FFT. Como um resultado da demodulação ortogonal, o sinal de OFDM no domínio do tempo se torna um sinal complexo contendo nele um componente no eixo real (sinal de canal I) e um componente de eixo imaginário (sinal de canal Q). O sinal de OFDM no domínio do tempo é então fornecido para a porção de FFT 16.

No estágio S4, a porção de sincronização de símbolo 15 determina um tempo de início da FFT usando um grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão enviado a partir da porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18, e fornece dados sobre o tempo de início da FFT para a porção de FFT 16. Aqui, o tempo de início da FFT significa um tempo de início de um intervalo para o qual o processamento de FFT é executado (daqui em diante referido como um “intervalo de FFT”). Como um resultado, o intervalo de FFT é também determinado. Tal uma série de processamento executado pela porção de sincronização de símbolo 15 será referido daqui em diante como “processamento de sincronização de símbolo”. Detalhes da porção de sincronização de símbolo 15 e o processo de sincronização de símbolo serão descritos mais tarde.

No estágio S5, a porção de FFT 16 executa Processamento de operação, de forma aritmética, de FFT para dados, dentro de uma variação do intervalo de FFT com base no tempo de início da FFT, do sinal de OFDM no domínio do tempo. O sinal obtido executando o processamento de operação, de forma aritmética, de FFT é um assim chamado sinal tendo uma região de frequência após o término da execução da operação aritmética de FFT. A partir disso, daqui em diante, o sinal após a operação aritmética de FFT ser realizada para o sinal de OFDM no domínio do tempo, será referido como “o sinal de OFDM no domínio da frequência”. Isto quer dizer, o sinal de OFDM

no domínio da frequência é emitido a partir da porção de FFT 16 a ser fornecido para cada uma da porção de extração de SP 17 e a porção de divisão 21.

5 No estágio S6, a porção de extração de SP 17 extrai os sinais de SP a partir do sinal de OFDM no domínio da frequência, e remove componentes modulados dos sinais de SP. Como um resultado, as características do trajeto de transmissão nas posições dos sinais de SP são estimadas, e os sinais de SP são fornecidos a partir da porção de extração de SP 17 para uma porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do
10 tempo 18.

Aqui, o sinal de SP significa um sinal de piloto disperso que é usado para estimar as características do trajeto de transmissão (características de frequência) no lado do receptor de OFDM.

15 Em adição a uma portadora de dados com a qual os dados são transmitidos, os sinais de SP também existem como um símbolo de OFDM formando o quadro de transmissão de OFDM. Isto quer dizer, os sinais de SP são também alocados às respectivas sub-portadoras.

20 FIG. 4 mostra um diagrama mostrando a alocação dos sinais de SP para as respectivas sub-portadoras. Na FIG. 4, um símbolo de círculo representa um símbolo de OFDM. Um símbolo de círculo aberto representa a portadora de dados como um objeto da transmissão. Também, um símbolo de círculo preto representa o sinal de SP.

25 O sinal de SP é um vetor complexo tendo amplitude e fase conhecidas. Como mostrado na FIG. 4, o sinal de SP é disposto a cada três sub-portadoras no quadro de transmissão de OFDM. As portadoras de dados cada uma como o objeto da transmissão são dispostas entre cada dois sinais de SP. NO receptor de OFDM, os sinais de SP são obtidos em um estado sendo distorcido através de uma influência das características de trajeto de transmissão. As características de transmissão são adquiridas comparando os

sinais de SP em uma fase da recepção, e os sinais de SP conhecidos em uma fase da transmissão cada um com o outro.

Referindo de volta à FIG. 3, no estágio S7, a porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18 estima a características do trajeto de transmissão na direção do tempo das sub-
5 portadoras tendo os sinais de SP dispostos nelas, cada símbolo se OFDM baseado nas características do trajeto de transmissão nas posições dos sinais de SP. Como um resultado, para todos os símbolos de OFDM, as características do trajeto de transmissão para cada três sub-portadoras são
10 estimadas na direção da frequência, e dados sobre as características do trajeto de transmissão assim estimadas são emitidos a partir da porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18.

Deve ser notado que os dados emitidos a partir da porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18 são referidos
15 como um grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP. Em adição, o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP é de forma adequada abreviado para um grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão. O grupo de valores de estimativa de
20 trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP é fornecida a cada um da porção de sincronização de símbolo 15, da porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 19, e da porção de interpolação de frequência 20.

No estágio S8, a porção de seleção de filtro de interpolação de
25 frequência 19 seleciona um tipo de frequência de um filtro de interpolação de frequência usada na porção de interpolação de frequência 20 como base no grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP. A porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 19 fornece um sinal de seleção de filtro de interpolação de

freqüência representando o tipo de freqüência assim sendo selecionado para a porção de interpolação de freqüência20.

5 No estágio S9, a porção de interpolação de freqüência 20 executa processamento de filtro para o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP usando o filtro de interpolação de freqüência tendo o tipo de filtro representado pelo sinal de seleção de filtro de interpolação de freqüência, por meio disso, estimar as características do trajeto de transmissão na direção de freqüência. Como um resultado, o grupo de valores de estimativa de trajeto de
10 transmissão de todas as sub-portadoras é obtido, e é então fornecido a partir da porção de interpolação de freqüência 20 para a porção de divisão 21.

No estágio S10, a porção de divisão 21 divide o sinal de OFDM no domínio da freqüência para cada sub-portadora enviada a partir da porção de FFT 16 pelo valor de estimativa de trajeto de transmissão de um
15 correspondente da sub-portadora. Como um resultado, a compensação para o trajeto de transmissão é realizada. A porção de divisão 21 emite o sinal de OFDM no domínio da freqüência resultante para cada sub-portadora como um sinal após término da demodulação de OFDM para o circuito no estágio subsequente. Deve ser notado que o sinal após término da demodulação de
20 OFDM assim emitido será referido daqui em diante como um “sinal de saída de demodulação de OFDM”.

O sinal de saída de demodulação de OFDM é fornecido para a porção de correção de erro 22. A porção de correção de erro 22 executa processamento de retirada de intercalação para um sinal intercalado no lado
25 de transmissão. Como um resultado, dados decodificados são obtidos através de retirada de punctura, decodificação de Viterbi, remoção de sinal de difusão, e decodificação de Reed Solomon (RS), e são então emitidos a partir da porção de correção de erro 22 para a porção de exibição 23. A porção de exibição 23 exibe nele uma imagem correspondendo aos dados decodificados.

Daqui em diante, detalhes da porção de sincronização de símbolo 15 serão descritos com referência à FIG. 5 às FIGS. 10A à 10C.

[Configuração da porção de sincronização de símbolo 15]

FIG. 5 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração detalhada da porção de sincronização de símbolo 15 mostrada na FIG. 15.

A porção de sincronização de símbolo porção de sincronização de símbolo 15 é composta de uma porção de IFFT 41, uma porção de estimativa de ISI 42, e uma porção de pesquisa de valor mínimo 43.

A porção de IFFT 41 realiza conversão de FFT inversa (daqui em diante referido como “processamento de IFFT”) para o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão, e fornece o perfil de retardo resultante para a porção de estimativa de ISI 42.

Aqui, o perfil de retardo significa uma resposta de impulso em uma zona de tempo do trajeto de transmissão se estendendo a partir de um aparelho (não mostrado) no lado de transmissão para o demodulador de OFDM 10.

É notado que uma seta indicada em um lado inferior da sentença “GRUPO DE VALORES DE ESTIMATIVA DE TRAJETO DE TRANSMISSÃO DE SUBSEQUENTE-PORTADORAS CONTENDO SINAIS DE SP” na FIG. 5 representa um valor de estimativa de trajeto de transmissão. Como aparente a partir disto, os valores de estimativa de trajeto de transmissão são dados para os números de sub-portadora, respectivamente. Contudo, naturalmente, o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP não contém nele os valores de estimativa de trajeto de transmissão sobre os sub-portadoras outra do que as sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP. Por conseguinte, deve ser notado que os valores de estimativa de trajeto de transmissão sobre os números das sub-portadoras outras do que as sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP, cada um se torna zero.

A porção de estimativa de ISI 42 configura candidatos em um tempo de início de FFI (daqui em diante referido como “candidatos de tempo de início de FFT”) em ordem, e estima quantidades de ISIs para os candidatos ao tempo de início da FFT em ordem. Após término da estimativa das quantidades de ISI para todos os candidatos ao tempo de início da FFT, a porção de estimativa de ISI 42 fornece cada uma das quantidades de ISI para todos os candidatos de tempo de início da FFT para a porção de pesquisa de valor mínimo 43.

Isto quer dizer, por exemplo, a porção de estimativa de ISI 42 dispõe um filtro predeterminado em cada uma das posições de filtro correspondendo aos candidatos de tempo de início da FFT, respectivamente. Por exemplo, a porção de estimativa de ISI 42 dispõe um filtro tendo uma conformação de filtro ilustrado em um bloco da porção de estimativa de ISI 42 mostrada na FIG. 5. Este filtro será referido daqui em diante como um “filtro de estimativa de ISI”. É notado que os detalhes do filtro de estimativa de ISI será descrito mais tarde com referência à FIG. 7, etc. A porção de estimativa de ISI 42 executa o processamento de filtro para o perfil de retardo após o término da execução do processamento de IFFT usando o Filtro de estimativa de ISI, por meio disso, estimar as quantidades de ISI para os candidatos ao tempo de início da FFT, respectivamente. Como um resultado, as quantidades de ISI para os candidatos de intervalo de FFI são respectivamente estimadas.

A porção de pesquisa de valor mínimo 43 pesquisa pelo candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade mínima de ISI dentre todos os candidatos de tempo de início da FFT, e emite o candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima assim pesquisada como o tempo de início da FFT. Isto quer dizer, por exemplo, a porção de pesquisa de valor mínimo 43 pesquisa pelo candidato de tempo de início da FFT indicado através de uma marca triangular preta ▲ descrita como um ponto mínimo

ilustrado em um bloco da porção de pesquisa de valor mínimo 43 mostrado na FIG. 5, e emite o candidato de tempo de início da FFT indicado através de uma marca triangular preta ▲ como o tempo de início da FFT. Como um resultado, o intervalo de FFT é também determinado.

5 [Estimativa de Quantidade de ISI Usando Perfis de Retardo]

FIGS. 6A e 6B são respectivamente um diagrama e uma carta de linha de tempo explicando a estimativa das quantidades de ISI usando os perfis de retardo.

FIG. 6A é um diagrama mostrando uma estrutura do sinal de OFDM no domínio do tempo sob o ambiente no domínio do tempo. Também, FIG. 6B é uma carta de linha de tempo mostrando os perfis de retardo.

Na FIGS. 6A e 6B, uma direção horizontal do lado direito, e tempos representam tempos de chegada do sinal de OFDM no domínio do tempo,

15 respectivamente.

Na FIG. 6A, existem três trajetos pl à p3 cada um contendo nele uma onda direta do sinal de OFDM no domínio do tempo.

Larguras verticais, na FIG. 6A, dos trajetos pl à p3 são larguras equivalentes às energias dos trajetos pl à p3 (daqui em diante referido como “energia dos trajetos”), respectivamente.

Na FIG. 6B, perfis de retardo ppl à pp3 dos trajetos pl à p3 são representas na forma de setas, respectivamente. Os tempos de chegada dos perfis de retardo ppl à pp3 representam tempos entre os símbolos efetivos YS e o GI dos trajetos pl à p3, respectivamente. Em adição, comprimentos das setas dos perfis de retardo ppl à pp3 são comprimentos equivalentes às energias dos trajetos pl à p3. É notado que os comprimentos (energias dos trajetos) das setas dos perfis de retardo ppl à pp3 será representado daqui em

25 diante como “Pl à P3”, respectivamente.

É notado que na FIG. 6A, cada um dos símbolos de OFDM

antes dos símbolos de OFDM como um objeto do processamento da operação aritmética de FFT (os símbolos de OFDM que são designados por símbolos de referência GI e YS na figura) será referido daqui em diante como “os pré-símbolos de OFDM MS”, respectivamente. Em adição, cada um dos símbolos

5 de OFDM a seguir dos símbolos de OFDM como o objeto do processamento da operação aritmética de FFT são referidos daqui em diante como “os próximos símbolos de OFDM TS”, respectivamente. Note que, essas premissas também se aplicam à seguinte descrição.

A quantidade de ISI é obtida na forma de uma soma de

10 produtos dos comprimentos dos intervalos que sofrem desgaste pelas ISIs dos trajetos (daqui em diante referido como “intervalos de desgaste por ISI”) e pelas energias dos trajetos com relação a todos os trajetos

Agora, é assumido que os candidatos de intervalo de FFT como mostrado na FIG. 6B são configurados.

15 Neste caso, quando uma consideração é feita com o trajeto p1 como uma referência, a ISI com o trajeto p2 ocorre em uma porção (uma porção designada por um símbolo de referência ISI na FIG. 6A) do candidato de intervalo de FFT no símbolo de OFDM outro do que os símbolos de OFDM cada um como o objeto do processamento da operação aritmética de

20 FFT para o trajeto p2. Um comprimento desta porção na direção do tempo será referido daqui em diante como “o intervalo de desgaste por ISI dt_2 ”. Em adição, ISI com o trajeto p3 ocorre em uma porção (uma porção designada com o símbolo de referência ISI na FIG. 6A) do candidato de intervalo de FFT no símbolo de OFDM outro do que o símbolos de OFDM cada um como

25 o objeto do processamento da operação aritmética de FFT para o trajeto p3. Um comprimento desta porção na direção do tempo será referido daqui em diante como “o intervalo de desgaste por dt_3 ”. Neste caso, as quantidades de ISI são estimadas para serem ($dt_2 \times P_2 + dt_3 \times P_3$).

É notado que na FIG. 6A, a ISI com o trajeto p2, e a ISI com o

trajeto p3 cada um ocorre nos pré-símbolos de OFDM MS. Contudo, deve ser notado que a ISI pode também ocorrer no próximo símbolo de OFDM TS dependendo dos candidatos de intervalo de FFT.

A operação matemática para estimar a quantidade de ISI descrita acima pode ser realizada executando o processamento de filtro para o perfil de retardo usando o filtro de estimativa de ISI.

[Conformação de filtro do Filtro de Estimativa de ISI]

FIG. 7 é uma representação gráfica mostrando uma conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI.

Na FIG. 7, um eixo da ordenada representa um coeficiente de filtro na forma de um ganho, e um eixo de abscissa representa um índice de vazão. Note que, isto também se aplica a qualquer das representações gráficas subsequentes mostrando as formas definidas de filtro dos filtros de estimativa de ISI.

O filtro de estimativa de ISI FI mostrado na FIG. 7 tem tal uma conformação que o coeficiente de filtro se torna zero no intervalo do índice de vazão correspondendo a um intervalo do comprimento do GI (daqui em diante referido como “um intervalo GI”). É notado que uma extremidade posterior temporal do intervalo GI (uma extremidade do lado direito do intervalo GI na figura) será referido daqui em diante como “uma extremidade posterior f1”. Também, uma extremidade anterior temporal do intervalo GI (uma extremidade do lado esquerdo do intervalo GI na figura) será referido daqui em diante como “uma extremidade anterior f2”. Mais ainda, o filtro de estimativa de ISI FI tem tal uma conformação que para um intervalo posterior temporal relativo à extremidade posterior f1, o coeficiente de filtro aumenta em proporção a uma distância da extremidade posterior f1 (daqui em diante referido como “uma distância da extremidade posterior”). Isto quer dizer, o filtro de estimativa de ISI FI tem a conformação de uma linha linear com um gradiente α_1 ($\alpha_1 > 0$) para o intervalo posterior temporal relativo à

extremidade posterior $f1$. É notado que o gradiente $\alpha 1$ representa uma taxa de aumento do coeficiente de filtro com relação à distância da extremidade posterior. Embora o gradiente $\alpha 1$ possa ter um valor arbitrário, o gradiente $\alpha 1$ é assumido ser 1 na primeira modalidade. Em adição, o filtro de estimativa de ISI FI também tem tal uma forma que para um intervalo anterior temporal relativo à extremidade anterior $f2$, o coeficiente de filtro aumenta em proporção a uma distância da extremidade anterior $f2$ (daqui em diante referido como “uma distância da extremidade anterior”). Isto quer dizer, o filtro de estimativa de ISI FI tem a forma de uma linha linear com um gradiente $\alpha 2$ ($\alpha 2 > 0$) para o intervalo anterior temporal relativo à extremidade anterior $f2$. É notado que o gradiente $\alpha 2$ representa uma taxa de aumento do coeficiente de filtro com relação à distância da extremidade anterior front end distância. Embora o gradiente $\alpha 2$ possa ter um valor arbitrário, o gradiente $\alpha 2$ é assumido ser -1 na primeira modalidade.

Contudo, a conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI FI mostrado na FIG. 7 é meramente um exemplo de conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI FI. O filtro de estimativa de ISI FI é suficiente desde que o filtro de estimativa de ISI FI tenha uma conformação de projeção descendente.

[Princípio para Estimar Quantidade de ISI através de Processamento de Filtro]

A seguir, uma descrição será dada com relação ao princípio para estimar a quantidade de ISI executando o processamento de filtro usando o filtro de estimativa de ISI FI.

FIG. 8 é a representação gráfica mostrando um estado em que o perfil de retardo e a conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI são colocados um em cima do outro.

Na FIG. 8, um eixo da abscissa representa o tempo da chegada.

Também, um eixo da ordenada (não mostrado) representa a

energia do trajeto com relação ao perfil de retardo, e representa o coeficiente de filtro com relação ao filtro de estimativa de ISI FI. É notado que isto também se aplica a qualquer das figuras subseqüentes, cada uma mostrando um estado no qual o perfil de retardo e a conformação do filtro de estimativa de ISI são colocados um em cima do outro.

É notado que os perfis de retardo ppl à pp3 mostrado na FIG. 8 são idênticos aos perfis de retardo ppl à pp3 mostrados na FIG. 6B, respectivamente. Em adição, o filtro de estimativa de ISI FI mostrado na FIG. 8 é idêntico ao filtro de estimativa de ISI FI mostrado na FIG. 7.

Como mostrado na FIG. 8, o filtro de estimativa de ISI FI é disposto tal que a extremidade anterior f2 coincide com a extremidade anterior temporal do candidato de intervalo de FFT (candidato de tempo de início de FFT) (Por conseguinte, o tempo de chegada na extremidade anterior f2 é usada com o candidato de tempo de início da FFT). Referindo à FIG. 8, embora o perfil de retardo ppl se posiciona dentro do intervalo GI, os perfis de retardo pp2 e pp3 existem nos tempos de chegada cada um dos quais se posicionam temporariamente posterior à extremidade posterior f1. Agora, as distâncias da extremidade posterior dos perfis de retardo pp2 e pp3 são configuradas como DT2 e DT3, respectivamente. Neste caso, o coeficiente de filtro aplicado ao perfil de retardo ppl é zero. O coeficiente de filtro aplicado ao perfil de retardo pp2 se torna uma distância da extremidade posterior DT2 do perfil de retardo pp2. Também, o coeficiente aplicado ao perfil de retardo pp3 se torna uma distância da extremidade posterior DT3 do perfil de retardo pp3.

A porção de estimativa de ISI 42 executa o processamento de filtro para todos os dados após o término da execução do processamento de IFFT usando o filtro de estimativa de ISI FI. Como um resultado, todos os dados após término da execução do processamento de IFFT são substituídos na Expressão (1) a ser, de forma aritmética, operada. Como um resultado, a

quantidade de ISI é estimada:

$$\text{quantidade de ISI} = \sum_{n=0}^{NN-1} (\text{a energia do trajeto } x \text{ o coeficiente de filtro}) \dots (1)$$

onde NN representa o número de pontos de dados (o número de pontos de IFFT) de todos os dados após o término da execução do processamento de IFFT.

5 Na FIG. 8, de todos os dados após o término da execução do processamento de IFFT, os dados tendo valores diferentes de zero (a energia do trajeto x o coeficiente de filtro) são como a seguir. Isto quer dizer, tais dados são somente (P2 x DT2) nos pontos de dados correspondendo ao perfil de retardo pp2, e (P3 x DT3) nos pontos de dados correspondendo ao perfil de retardo pp3. Por conseguinte, todos os dados após término da execução do processamento de IFFT são substituídos na Expressão (1) a ser, de forma aritmética, operada, e como um resultado, um resultado de processamento de (P2 x DT2 + P3 x DT3) é adquirido. É notado que a distância da extremidade posterior DT2 é igual ao intervalo de desgaste por ISI dt2 anteriormente colocado. Também, a distância da extremidade posterior DT3 é igual ao intervalo de desgaste por ISI dt3 anteriormente colocado. Por conseguinte, este resultado de processamento coincide com (P2 x dt2 + P3 x dt3), isto é, a quantidade de ISI anteriormente colocada.

20 A quantidade de ISI pode ser estimada em tal uma maneira executando o processamento de filtro usando o filtro de estimativa de ISI FI. Na descrição subsequente, basicamente, a técnica para estimar a quantidade de ISI é adotada.

[Processamento da porção de estimativa de ISI 42]

25 FIGS. 9A à 9F são respectivamente representações gráficas explicando o processamento executado pela operação de estimativa de ISI 42 mostrada na FIG. 5.

FIG8. 9A, 9C e 9E são respectivamente representações gráficas cada uma mostrando um estado no qual o perfil de retardo e a

conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI FI estão no topo de cada um do outro. Também, FIGS. 9B, 9D e 9F são respectivamente representações gráficas mostrando as quantidades de ISI para os candidatos de tempo de início da FFT.

5 Em cada uma das FIGS. 9B, 9D e 9F, um eixo da abscissa representa o candidato de tempo de início da FFT, e um eixo da ordenada (não mostrado) representa a quantidade de ISI. Note que, isto também se aplica a qualquer uma das figuras subsequentes, cada uma mostrando a quantidade de ISI com relação ao candidato de tempo de início da FFT.

10 Os perfis de retardo pp1 à pp3 de cada uma das FIGS. 9A, 9C e 9E são idênticos aos perfis de retardo pp1 à pp3 mostrados na FIG. 6, respectivamente. Em adição, o filtro de estimativa de ISI FI de cada uma das FIGS. 9A, 9C e 9E é idêntico ao filtro de estimativa de ISI FI mostrado na FIG. 7.

15 É notado que em cada uma das FIGS. 9A à 9F, o número de porções de filtro dos filtros de estimativa de ISI é N. Em adição, os filtros de estimativa de ISI são varridos da posição do filtro onde o tempo de chegada é anterior. É notado que um x-ésima posição do filtro a partir da posição do filtro onde o tempo de chegada é anterior será referido daqui em diante como
20 uma x ($1 \leq x \leq N$)-ésima posição do filtro.

Quando a varredura do filtro é iniciada, quando o candidato de tempo de início da FFT é t1 (quando o candidato de tempo de início da FFT correspondendo à primeira posição do filtro), por exemplo, na FIGS. 9A e 9B, somente o perfil de retardo ppl dos perfis de retardo ppl à pp3 é contido no
25 intervalo GI.

A porção de estimativa de ISI 42 executa o processamento de filtro usando o filtro de estimativa de ISI FI para todos os dados após término da execução do IFFT processamento. Como um resultado, todos os dados após término da execução do processamento de IFFT são substituídos na

Expressão (1) a ser, de forma aritmética, operada. Como um resultado, a quantidade de ISI é estimada.

Referindo à FIG. 9A, de todos os dados após término da execução do processamento de IFFT, somente os perfis de retardo ppl à pp3 têm valores diferentes de zeros conforme as energias dos trajetos. O perfil de retardo ppl dos perfis de retardo ppl à pp3 se posicionam dentro do intervalo GI. Os perfis de retardo pp2 e pp3 cada um se posiciona temporariamente posterior à extremidade posterior fl. As distâncias da extremidade posterior dos perfis de retardo pp2 e pp3 são DT2a e DT3a, respectivamente. Por conseguinte, os coeficientes de filtros aplicados aos perfis de retardo ppl, pp2 e pp3 são 0, DT2a e DT3a, respectivamente. Se todos os dados após término da execução do processamento de IFFT, os dados tendo os valores diferentes de zeros (a energia do trajeto x o coeficiente de filtro) são como a seguir. Isto quer dizer, tais dados são ($P2 \times DT2a$) nos pontos de dados correspondendo ao perfil de retardo pp2, e ($P3 \times DT3a$) nos pontos de dados correspondendo ao perfil de retardo pp3. Por conseguinte, todos os dados após término da execução do processamento de FFT são substituídos na Expressão (1) a serem, de forma aritmética, operados, e como um resultado, o resultado do processamento de ($P2 \times DT2a + P3 \times DT3a$) é adquirido. Como um resultado, a quantidade de ISI DI para o candidato de tempo de início da FFT t1 é estimada para ser ($pp2 \times DT2a + pp3 \times DT3a$). A quantidade de ISI DI assim estimada é mostrada na FIG. 9B.

Também, a porção de estimativa de ISI 42 re-dispõe o filtro de estimativa de ISI FI na segunda posição de filtro que é posterior (na direção ao lado direito direção na figura) a partir da primeira posição de filtro corrente.

Da mesma forma, as quantidades de ISI no e após o candidato de tempo de início da FFT t2 são estimadas.

Isto quer dizer, no momento do candidato de tempo de início

da FFT t_k ($2 \leq k \leq N-1$) (no tempo da k -ésima posição de tempo), por exemplo, na FIGS. 9C e 9D, os perfis de retardo $pp1$ e $pp2$ dos perfis de retardo $pp1$ à $pp3$ se posicionam dentro do intervalo GI .

A porção de estimativa de ISI 42 executa o processamento de filtro usando o filtro de estimativa de ISI FI para todos os dados após término da execução do processamento de IFFT. Como um resultado, todos os dados após término da execução do processamento de IFFT são substituídos na Expressão (1) a ser, de forma aritmética, operada. Como um resultado, a quantidade de ISI é estimada.

Referindo à FIG. 9C, de todos os dados após o término da execução do processamento de IFFT, somente os perfis de retardo $pp1$ à $pp3$ têm valores diferentes de zero como a energia do trajeto. Os perfis de retardo $pp1$ e $pp2$ dos perfis de retardo $pp1$ à $pp3$ cada um se posiciona dentro do intervalo de GI . O perfil de retardo $pp3$ se posicionam temporariamente posterior à extremidade posterior $f1$. Uma distância da extremidade posterior do perfil de retardo $pp3$ é $DT3b$. Por conseguinte, os coeficientes de filtros aplicados aos perfis de retardo $pp1$, $pp2$ e $pp3$ são 0, 0 e $DT3b$, respectivamente. Por conseguinte, de todos os dados após o término da execução do processamento de IFFT, os dados tendo o valor diferente de zero (a energia do trajeto x o coeficiente de filtro) é $(P3 \times DT3b)$ nos pontos de dados correspondendo ao perfil de retardo $pp3$. Por conseguinte, todos os dados após término da execução do processamento de FFT são substituídos na Expressão (1) a serem, de forma aritmética, operados, e como um resultado, o resultado do processamento de $(P3 \times DT3b)$ é adquirido. Como um resultado, a quantidade de ISI Dk para o candidato de tempo de início da FFT t_k é estimada para ser $(pp3 \times DT3b)$. A quantidade de ISI Dk assim estimada é mostrada na FIG. 9D.

Também, a porção de estimativa de ISI 42 re-dispõe o filtro de estimativa de ISI FI na $(k + 1)$ -ésima posição do filtro que é posterior à k -

ésima posição do filtro corrente por um determinado tempo.

No momento do candidato de tempo de início da FFT t_k , não somente o perfil de retardo $pp1$, mas também o perfil de retardo $pp2$ se posiciona dentro do intervalo GI . A distância da extremidade posterior $DT3b$ do perfil $pp3$ remanescente é mais curta do que a distância da extremidade posterior $DT3a$ no momento do candidato de tempo de início da FFT t_1 . Por conseguinte, a quantidade de ISI D_k no candidato de tempo de início da FFT t_k é menor do que a quantidade de ISI D_1 no candidato de tempo de início da FFT t_1 .

Da mesma forma, as quantidades de ISI no e após o candidato de tempo de início da FFT $t(k + 1)$ são estimadas.

No momento do candidato de tempo de início da FFT t_N (no tempo da N -ésima posição do filtro), por exemplo, na FIGS. 9E e 9F, somente o perfil de retardo $pp3$ dos perfis de retardo $pp1$ à $pp3$ é contido no intervalo GI

A porção de estimativa de ISI executa o processamento de filtro usando o filtro de estimativa de ISI FI para todos os dados após o término da execução do processamento de FFT. Como um resultado, todos os dados após término da execução do processamento de IFFT são substituídos na Expressão (1) a serem, de forma aritmética, operados. Como um resultado, a quantidade de ISI é estimada.

Referindo à FIG. 9C, de todos os dados após o término da execução do processamento de IFFT, somente os perfis de retardo $pp1$ à $pp3$ têm valores diferentes de zero como a energia do trajeto. O perfil de retardo $pp3$ dos perfis de retardo $pp1$ à $pp3$ se posiciona dentro do intervalo de GI . Os perfis de retardo $pp1$ à $pp3$ se posicionam dentro o intervalo de GI . Os perfis de retardo $pp1$ e $pp2$ cada um se posiciona temporariamente posterior à extremidade anterior $f2$. As distâncias da extremidade anterior dos perfis de retardo $pp1$ e $pp2$ são $DT1c$ e $DT2c$, respectivamente. Por conseguinte, os

coeficientes de filtro aplicados aos perfis de retardo pp1, pp2 e pp3 são DT1c, DT2c e O, respectivamente. Por conseguinte, de todos os dados após o término da execução do processamento de IFFT, os dados tendo os valores diferentes de zero como (a energia do trajeto x o coeficiente de filtro) é como a seguir. Isto quer dizer, tais dados são ($P1 \times DT1c$) nos pontos de dados correspondendo ao perfil de retardo pp1, e ($P2 \times DT2c$) nos pontos de dados correspondendo ao perfil de retardo pp2. Por conseguinte, todos os dados após o término da execução do processamento de FFT são substituídos na Expressão (1) a serem, de forma aritmética, operados, e como um resultado, o resultado de processamento de ($P1 \times DT1c + P2 \times DT2c$) é adquirido. Como um resultado, a quantidade de ISI DN para o candidato de tempo de início da FFT tN é estimado para ser ($P1 \times DT1c + P2 \times DT2c$). A quantidade de ISI DN assim estimada é mostrada na FIG. 9F.

No tempo do candidato de tempo de início da FFT tN , somente o perfil de retardo pp3 tendo a menor energia do trajeto é contido no intervalo GI Por conseguinte, a quantidade de ISI DN no candidato de tempo de início da FFT tN é mais do que a quantidade de ISI Dk no candidato de tempo de início da FFT t_k .

As quantidades de ISI para todos os candidatos de tempo de início da FFT $t1$ à tN são respectivamente estimadas na maneira como descrito acima. Como um resultado, como mostrado na FIG. 9F, cada uma das quantidades de ISI para todos os candidatos de tempo de início da FFT muda a fim de ter a conformação de projeção descendente. Como um resultado, como será descrito abaixo, é possível pesquisar pelo candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima.

[Resultado de Pesquisa pela Porção de Pesquisa de Valor mínimo 43]

FIGS. 10A à 10C são respectivamente, uma carta de linha de tempo, uma representação gráfica, e um diagrama explicando um resultado de pesquisa para o candidato de tempo de início da FFT feita através da porção

de pesquisa de valor mínimo 43 mostrada na FIG. 5.

FIG. 10A é uma carta de linha de tempo mostrando p perfil de retardo. FIG. 10B é uma representação gráfica mostrando a quantidade de ISI com relação ao candidato de tempo de início da FFT. Também, FIG. 10C é um diagrama mostrando a estrutura do sinal de OFDM no domínio do tempo. Os perfis de retardo pp1 à pp3 mostrados na FIG. 10A são idênticos aos perfis de retardo pp1 á pp3 mostrados na FIG. 6, respectivamente. Em adição, as quantidades de ISI para os candidatos de tempo de início da FFT mostrados na FIG. 10B são idênticos às quantidades de ISI para os candidatos de tempo de início da FFT mostrados na FIG. 9F, respectivamente.

Referindo à FIG. 10B, a quantidade de ISI mínima de todas as quantidades de ISI é a quantidade de ISI Dk. Por conseguinte, o candidato de tempo de início da FFT quando a quantidade de ISI Dk é obtida (o candidato de tempo de início da FFT tk), é pesquisado como o tempo de início da FFT.

Conforme mostrado na FIG. 10C, aquele tempo de início da FFT coincide com a fronteira entre o GI do trajeto p1, e o símbolo efetivo YS. Neste caso, é entendido que somente o trajeto p3 tendo o mínimo de energia de trajeto é afetado pela ISI, e a quantidade de ISI sem dúvida se torna mínima.

[Processamento através da porção de sincronização de símbolo 15]

FIG. 11 é um fluxograma explicando o processamento executado através de uma porção de sincronização de símbolo 15 mostrada na FIG. 5 (o processamento de sincronização de símbolo no estágio S4 mostrado na FIG. 3).

No estágio S21, a porção de IFFT 41 da porção de sincronização de símbolo 15 executa a processamento de IFFT para o grupo de valores de estimativa de transmissão, e por meio disso, adquirindo o perfil de retardo.

No estágio S22, a porção de estimativa de ISI 42 executa o

processamento de filtro para o perfil de retardo enquanto varrendo o filtro de estimativa de ISI, por meio disso, estimando as quantidades de ISI para os candidatos de tempo de início da FFTs.

5 No estágio S23, a porção de pesquisa de valor mínimo 43 pesquisa para o candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima como o tempo de início da FFT, e emite dados sobre o candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima.

<2. Segunda Modalidade >

10 A seguir, um modulador de OFDM de acordo com a segunda modalidade da presente invenção será descrito em detalhes.

Com o modulador de OFDM da segunda modalidade, os perfis de retardo são corrigidos para o propósito de obter os perfis de retardo apropriados.

15 Note que, para o propósito de facilitar o entendimento do demodulador de OFDM da segunda modalidade, a descrição será agora dada com relação ao propósito de correção para obter os perfis de retardo apropriados.

20 Conforme anteriormente colocado, no padrão de ISDB-T, os sinais de SP são dispostos em uma em cada três sub-portadoras. Por conseguinte, quando o processamento de IFFT é executado para o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão contendo nele os sinais de SP, um perfil de retardo fantasma causado por duplicação para cada $1/3$ do símbolo efetivo T_u ($T_u/3$) aparece. Em outras palavras, mesmo para o mesmo grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão das sub-portadoras
25 contendo nelas os sinais de SP, os dois casos, i. e., o caso de um pré-eco e o caso de um pós-eco que será descrito abaixo são possíveis.

[Pré-Eco e Pós-Eco]

FIGS. 12A e 12D, FIGS. 12B e 12E, e FIGS. 12C e 12F são respectivamente diagramas, cartas de linha de tempo, e representações

gráficas explicando o pré-eco e o pós-eco.

FIG. 12A é um diagrama mostrando uma estrutura do sinal de OFDM no domínio do tempo no caso do pré-eco. FIG. 12B é uma carta de linha de tempo mostrando os perfis de retardo no caso do pré-eco. FIG. 12C é uma representação gráfica mostrando o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão no caso do pré-eco. Também, FIG. 12D é um diagrama mostrando uma estrutura do sinal de OFDM no domínio do tempo no caso do pós-eco. FIG. 12E é uma carta de linha de tempo mostrando os perfis de retardo no caso do pós-eco. FIG. 12F é uma representação gráfica mostrando o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão no caso do pós-eco.

Referindo à FIG. 12A, o sinal de OFDM no domínio do tempo é composto do trajeto p1 e o trajeto p2. Quando o trajeto p2 é configurado como uma referência, o trajeto p1 precede o trajeto p2 configurado como a referência. O pré-eco significa tal um trajeto precedente. Neste caso, como mostrado na FIG. 12B, o perfil de retardo pp1 do trajeto p1 também se posiciona temporariamente anterior ao perfil de retardo pp2 do trajeto p2 configurado como a referência. FIG. 12C mostra o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão antes do término da execução do processamento de IFFT correspondendo a esses perfis de retardo pp1 e pp2.

Referindo à FIG. 12D, o sinal de OFDM no domínio do tempo é composto do trajeto p2 e do trajeto p3. Aqui, o trajeto p2 é idêntico ao trajeto p2 mostrado na FIG. 12A. Quando o trajeto p2 é configurado como uma referência, o trajeto p3 é atrasado com relação ao trajeto p2 configurado como a referência. O pós-eco significa tal um trajeto atrasado. Neste caso, como mostrado na FIG. 12E, o perfil de retardo pp3 do trajeto p3 também se posiciona temporariamente posterior ao perfil de retardo pp2 do trajeto p2 configurado como a referência. FIG. 12F mostra o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão antes do término da execução do processamento de IFFT correspondendo a esses perfis de retardo pp1 e pp3.

O grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão mostrado na FIG. 12F coincide com o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão mostrado na FIG. 12C. Por conseguinte, pode ser impossível para identificar o pré-eco e o pós-eco somente a partir dos perfis de retardo obtidos executando o processamento de IFFT para o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão.

Para uma porção de sincronização de símbolo 15, é requerido que o pré-eco e o pós-eco são identificados, e por meio disso, obtendo os perfis de retardo apropriados (daqui em diante referido como “os perfis de retardo verdadeiros”).

Então, em cada uma das modalidades na e após a segunda modalidade, os perfis de retardo obtidos através do processamento de IFFT são corrigidos nos perfis de retardo verdadeiros. Quando esta correção é realizada, os perfis de retardo necessários a serem girados com relação a uma certa posição se tornando uma referência como um centro. A posição se tornando a referência será referida daqui em diante como “a posição de referência”. Deve ser notado que a rotação dos perfis de retardo será descrita mais tarde.

Conforme foi descrito, o propósito da correção dos perfis de retardo é obter os perfis de retardo verdadeiros.

[Configuração do Demodulador de OFDM]

FIG. 13 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração de um demodulador de OFDM de acordo com a segunda modalidade da presente invenção.

É notado que na FIG. 13, porções correspondendo às aquelas na FIG. 2 são designadas pelos mesmos numerais de referência, respectivamente, e as descrições delas são adequadamente omitidas aqui por motivo de simplicidade.

O demodulador de OFDM 100 mostrado na FIG. 13 tem,

basicamente, a mesma configuração que aquela do demodulador de OFDM 10 mostrado na FIG. 2. Contudo, uma porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111 é adicionada como um bloco para obter uma posição de um centro de gravidade que será descrito como a posição de referência posterior para o demodulador de OFDM 100 mostrado na FIG. 13. Em adição, no demodulador de OFDM 100 mostrado na FIG. 13, uma porção de sincronização de símbolo 112 é fornecido como um bloco para determinar o intervalo de FFT baseado na posição do centro de gravidade em vez de fornecer a porção de sincronização de símbolo 15 no demodulador de OFDM 10 mostrado na FIG. 2.

Isto quer dizer, o demodulador de OFDM 100 é fornecido com a antena 11, o sintonizador 12, a porção de conversão de A/D13, a porção de demodulação ortogonal 14, a porção de FFT 16, a porção de extração de SP 17, e a porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18. Também, o demodulador de OFDM 100 é ainda fornecido com a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 19, a porção de interpolação de frequência20, a porção de divisão 21, a porção de correção de erro 22, a porção de exibição 23, a porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111, e a porção de sincronização de símbolo 112.

A porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111 executa o processamento de correlação para atrasar o sinal de OFDM no domínio do tempo enviado a partir da porção de demodulação ortogonal 14 pelo comprimento do símbolo efetivo T_u , e obter uma correlação entre o sinal de OFDM no domínio do tempo após término do retardo, e o sinal de OFDM no domínio do tempo não atrasado. Como um resultado, um grupo de valores de correlação é obtido. A porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111 executa processamento de movimento médio para o grupo de valores de correlação assim obtido. Cada um dos valores de correlação do grupo de valores de correlação resultante pode ser

considerado como o perfil de retardo simples.

A porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111 obtém as posições dos centros de gravidade sobre todos os perfis de retardo simples daqui em diante de forma adequada referido como

5 “as posições dos centros de gravidade”) usando a Expressão (2):

Posições de centros de gravidade = $[\Sigma (\text{energia de trajeto} \times \text{tempo de chegada})] / [\Sigma (\text{energia de trajeto})] \dots \dots \dots (2)$

onde Σ significa a integração de todos os pontos de dados do grupo de valores de correlação para os quais o processamento de movimento

10 médio é executado, e a energia do trajeto significa a energia do trajeto correspondendo ao perfil de retardo simples. Por conseguinte, a energia do trajeto pode ser obtida na forma de um comprimento do perfil de retardo simples. Também, a porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111 fornece os dados sobre as posições dos centros de gravidade

15 assim obtidos para a porção de sincronização de símbolo 112.

A porção de sincronização de símbolo 112 estima os perfis de retardo usando o grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão enviado a partir da porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18. A porção de sincronização de símbolo 112 corrige os perfis de

20 retardo usando os dados sobre a posição do centro de gravidade. Também, a porção de sincronização de símbolo 112 determina o tempo de início das FFTs dos perfis de retardo após o término da correção, e fornece os dados sobre o tempo de início das FFTs para a porção de FFT 16. Tal uma série de processamento executado pela porção de sincronização de símbolo 112 será

25 referida daqui em diante como “processamento de sincronização de símbolo”. Detalhes da porção de sincronização de símbolo 112 e o processamento de sincronização de símbolo serão descritos mais tarde.

[Configuração da Porção de Sincronização de Símbolo 112]

FIG. 14 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração

detalhada da porção de sincronização de símbolo 112 mostrada na FIG. 13.

É notado que na FIG. 14, as porções correspondendo àquelas na FIG. 5 são designadas pelos mesmos numerais de referência, respectivamente, e a descrição delas são adequadamente omitidas aqui por
5 razão de simplicidade.

A porção de sincronização de símbolo 112 mostrado na FIG. 14 tem basicamente a mesma configuração que aquela da porção de sincronização de símbolo 15 mostrada na FIG. 5. Contudo, uma porção de correção da posição de centro de gravidade 131 é adicionada como um bloco
10 para corrigir os perfis de retardo com base na posição do centro de gravidade para a porção de sincronização de símbolo 112 mostrada na FIG. 14.

Isto quer dizer, a porção de sincronização de símbolo 112 é composto da porção de IFFT 41, a porção de estimativa de ISI 42, a porção de pesquisa de valor mínimo 43, e a porção de correção da posição de centro de
15 gravidade 131.

[Detalhes do Processamento pela Porção de Correção de Centro de Gravidade 131]

A porção de correção da posição de centro de gravidade 131 corrige os perfis de retardo tal que a posição do centro de gravidade sobre a
20 qual os dados são enviados a partir da porção de IFFT 41, se torna um centro, e fornece os dados sobre os perfis de retardo após término da correção da porção de estimativa de ISI 42. Isto quer dizer, a porção de correção da posição de centro de gravidade 131 roda com o perfil de retardo específico como a posição de referência. Por exemplo, a porção de correção da posição
25 de centro de gravidade 131 elimina o perfil de retardo, que existe em uma distância de $T_u/6$ ou mais longe da posição do centro de gravidade, de todos os perfis de retardo. A porção de correção da posição de centro de gravidade 131 adiciona um novo perfil de retardo de duplicação, do perfil de retardo assim eliminado, que existe em uma distância de $T_u/6$ ou menos da posição

central do perfil.

FIGS. 15A e 15B são respectivamente cartas de linha de tempo explicando a correção para o perfil de retardo feita através da porção de correção da posição de centro de gravidade 131 da FIG. 14.

5 FIG. 15A é uma carta de linha de tempo mostrando os perfis de retardo antes da correção. Também, FIG. 15B é uma carta de linha de tempo mostrando os perfis de retardo após a correção.

Referindo à FIG. 15A, os perfis de retardo pp1 e pp2 existem como os perfis de retardo antes da correção.

10 Agora, é assumido que como mostrado na FIG. 15A, a posição do centro de gravidade é dada sobre o lado direito com relação ao perfil de retardo pp2.

A porção de correção da posição de centro de gravidade 131 elimina o perfil de retardo, que existe em uma distância de $Tu/6$ ou mais da
15 posição do centro de gravidade, dos perfis de retardo pp1 e pp2. Como um resultado, conforme mostrado na FIG. 15B, o perfil de retardo pp1 é eliminado. A porção de correção da posição de centro de gravidade 131 adiciona um novo perfil de retardo de duplicação pp1', do perfil de retardo pp1 assim eliminado, que existe em uma distância de $Tu/6$ ou menos da
20 posição central do perfil. Como um resultado, conforme mostrado na FIG. 15B, o perfil de retardo pp1' é recentemente adicionado.

Isto quer dizer, na FIG. 15B, o perfil de retardo pp1' dos perfis de retardo pp1 e pp1' é configurado como o perfil de retardo true. Por conseguinte, o pós-eco é identificado.

25 Na maneira como descrito acima, a porção de correção da posição de centro de gravidade 131 identifica o pré-eco e o pós-eco, e por meio disso, fazendo possível corrigir o erro do perfil de retardo. Em outras palavras, a porção de correção da posição de centro de gravidade 131 pode melhorar a precisão de estimativa para os perfis de retardo usando a

informação de estimativa sobre a posição do centro de gravidade. Por conseguinte, a porção de correção da posição de centro de gravidade 131 pode melhorar a precisão de estimativa para as quantidades de ISI, e como um resultado, pode determinar o intervalo de FFT com a precisão alta.

5 [Processamento através da Porção de Sincronização de Símbolo 112]

FIG. 16 é um fluxograma explicando processamento executado através da porção de sincronização de símbolo 112 mostrada na FIG. 14.

10 É notado que o processamento no estágio S61 mostrado na FIG. 16 é o mesmo que aquele no estágio S21 mostrado na FIG. 11. Em adição, o processamento nos estágios S63 e S64 mostrado na FIG. 16 é o mesmo que aquele nos estágios S22 e S23 mostrado na FIG. 11. Por conseguinte, a descrição do processamento nos estágios S61, S63 e S64 é omitido aqui por razão de simplicidade.

15 No estágio S62, a porção de correção da posição de centro de gravidade 131 da porção de sincronização de símbolo 112 corrige os perfis de retardo tal que a posição do centro de gravidade da porção de 1FFT 41 se torna o centro, e fornece os dados sobre os perfis de retardo após término da correção para a porção de estimativa de ISI 42.

20 <3. Terceira Modalidade>

A seguir, um demodulador de OFDM de acordo com a terceira modalidade da presente invenção será descrita em detalhes.

25 Com o demodulador de OFDM da terceira modalidade, quando o processamento de janela de FFT é executado, o intervalo de FFT adequado é obtido.

Para o propósito de facilitar o entendimento do demodulador de OFDM da terceira modalidade, primeiramente, a descrição será dada com relação ao processamento de janela de FFT, e o intervalo de FFT adequado quando o processamento de janela de FFT é executado.

É conhecido o processamento para melhorar a proporção S/N após o término do processamento de FFT usando o intervalo do G1 não afetado pela ISI (daqui em diante referido como “o intervalo G1 não afetado pela ISI”) sob ambiente de espalhamento de retardo curto, isto é, sob o ambiente tendo o menor espalhamento de retardo do que o intervalo G1 o qual processamento é o processamento de janela de FFT. O processamento de janela de FFT, por exemplo, é descrito na Japanese Patent Laid-Open No. 2005-303440. O intervalo de FFT adequado quando o processamento de janela de FFT é executado significa tal um intervalo de FFT que o intervalo GI não afetado pelo ISI pode ser tomada de modo máximo.

[Configuração do Modulador de OFDM]

FIG. 17 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração do demodulador de OFDM de acordo com a terceira modalidade da presente invenção.

É notado que na FIG. 17, as porções correspondendo àquelas mostradas na FIG. 13 são designadas pelos numerais de referência, respectivamente, e a descrição delas são adequadamente omitidas aqui por razão de simplicidade. O modulador de OFDM 200 mostrado na FIG. 17 tem basicamente a mesma configuração que aquela do demodulador de OFDM 100 mostrado na FIG. 13. Contudo, o modulador de OFDM 200 mostrado na FIG. 17 é fornecido com uma porção de FFT 211 e a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 212 em vez de ser fornecido com a porção de FFT 16 e a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 19 no demodulador de OFDM 100 mostrado na FIG. 13. Também, o demodulador de OFDM 200 na FIG. 17 é ainda fornecido com a porção de sincronização de símbolo 213 em vez de ser fornecido com a porção de sincronização de símbolo 112 no demodulador de OFDM 100 mostrado na FIG. 13.

Isto quer dizer, o demodulador de OFDM 200 é fornecido com

a antena 11, o sintonizador 12, a porção de conversão de A/D 13, a porção de demodulação ortogonal 14, a porção de extração de SP 17, a porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18, e a porção de interpolação de frequência²⁰. Também, o demodulador de OFDM 200 é ainda

5 fornecido com a porção de divisão 21, a porção de correção de erro 22, a porção de exibição 23, a porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111, a porção de FFT 211, a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 212, e a porção de sincronização de símbolo 213.

A porção de seleção de filtro de interpolação de frequência

10 212 obtém o espalhamento de retardo a partir dos valores de estimativa de trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP, e fornece dados sobre o espalhamento de retardo para a porção de sincronização de símbolo 213. Aqui, o espalhamento de retardo significa o domínio do tempo no qual os perfis de retardo verdadeiros são distribuídos. Por exemplo,

15 a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 212 obtém os perfis de retardo a partir do grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais. A porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 212 obtém o espalhamento de retardo dos perfis de retardo verdadeiros assim obtidos.

20 [Espalhamento de retardo]

FIGS. 18A e 18B são respectivamente um diagrama e uma carta de linha de tempo explicando o espalhamento de retardo.

FIG. 18A é um diagrama mostrando uma estrutura do sinal de OFDM no domínio do tempo. Também, FIG. 18B é uma carta de linha de

25 tempo dos perfis de retardo verdadeiros.

Referindo à FIG. 18B, os perfis de retardo verdadeiros pp1 à pp3 existe em ordem a partir do lado esquerdo na figura. Por conseguinte, o domínio do tempo variando a partir do perfil de retardo pp1 temporariamente mais anterior para o perfil de retardo pp3 temporariamente mais posterior dos

perfis de retardo pp1 à pp3 verdadeiros é obtido como o espalhamento de retardo.

A porção de sincronização de símbolo 213 determina o tempo de início da FFTs a partir do grupo de valores de estimativa de trajeto de transmissão a partir da porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18 usando o espalhamento de retardo e a posição do centro de gravidade, e fornece dados sobre o tempo de início da FFTs assim sendo determinado para a porção de FFT 211. Como um resultado, to intervalo de FFT é também determinado. Em adição, a porção de sincronização de símbolo 213 determina o intervalo GI não afetado pelo ISI a partir do espalhamento de retardo, e informa a porção de FFT 211 do intervalo GI não afetado pela ISI. Tal uma série de processamento executado através da porção de sincronização de símbolo 213 será referido daqui em diante como “o processamento de sincronização de símbolo”. Detalhes de uma porção de sincronização de símbolo 213 e do processamento de sincronização de símbolo serão descritos mais tarde.

A porção de FFT 211 configura uma janela de FFT adequada em consideração do intervalo GI não afetado pelo ISI, e executa o processamento de FFT para os perfis de retardo. A porção de FFT 211 fornece o sinal após o término da execução do processamento de FFT como o sinal de OFDM no domínio da frequência, para a porção de divisão 21.

[Configuração da Porção de Sincronização de Símbolo 213]

FIG. 19 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração detalhada da porção de sincronização de símbolo 213 mostrada na FIG. 17.

Na FIG. 19, as porções correspondendo àquelas mostradas na FIG. 14 são designadas pelos mesmos numerais de referência, respectivamente, e a descrição delas são adequadamente omitidas aqui por razão de simplicidade.

A porção de sincronização de símbolo 213 mostrada na FIG.

19 é fornecida com uma porção de estimativa de ISI variável da conformação de filtro 221 em vez de ser fornecida com a porção de estimativa de ISI 42 mostrada na FIG. 14.

5 Isto quer dizer, a porção de sincronização de símbolo 213 é composta da porção de IFFT 41, da porção de pesquisa de valor mínimo 43, da porção de correção da posição de centro de gravidade 131, e da porção de estimativa de ISI variável da conformação de filtro 221.

10 A porção de estimativa de ISI variável da conformação de filtro 221 muda a conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI FI de acordo com o espalhamento de retardo. A porção de estimativa de ISI variável da conformação de filtro 221 executa o processamento de filtro para os perfis de retardo após o término da correção enviada a partir da porção de correção da posição de centro de gravidade 131 usando o filtro de estimativa de ISI FI enquanto varrendo o filtro de estimativa de ISI FI após o término da mudança da conformação de filtro. Como um resultado, as quantidades de ISI para os
15 candidatos de tempo de início da FFT são estimadas.

[Processamento através da Porção de Estimativa de ISI Variável da Conformação de filtro 221]

20 FIGS. 20A, 20B e 20C são respectivamente, um diagrama, uma carta de linha de tempo e uma representação gráfica explicando processamento executado através da porção de estimativa de ISI variável da conformação de filtro 221 mostrada na FIG. 19.

FIG. 20A é um diagrama mostrando a estrutura do sinal de OFDM no domínio do tempo. FIG. 20B é uma carta de linha de tempo mostrando os perfis de retardo. Também, FIG. 20C é uma representação gráfica mostrando a conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI FI.
25

O filtro de estimativa de ISI FI mostrado na FIG. 20C tem basicamente a mesma forma que aquela do filtro de estimativa de ISI FI mostrado na FIG. 7. Contudo, com o filtro de estimativa de ISI FI mostrado

na FIG. 20B, um comprimento de um intervalo no qual o coeficiente de filtro se torna zero (daqui em diante referido como “um intervalo zero” é mudada de acordo com o espalhamento de retardo. isto que dizer, o comprimento do intervalo zero é mudado em um comprimento do espalhamento de retardo.

5 Isto quer dizer, isto significa que o espalhamento de retardo e o intervalo zero usualmente coincide cada um com o outro. Por conseguinte, a extremidade anterior f_2 do intervalo zero do filtro de estimativa de ISI coincide com o perfil de retardo temporariamente mais anterior de todos os perfis de retardo. Neste caso, a extremidade posterior f_1 do intervalo zero
10 também coincide com o perfil de retardo temporariamente mais anterior de todos os perfis de retardo. Por conseguinte, quando o filtro de estimativa de ISI está disposto na posição do filtro satisfazendo esta condição, a quantidade de ISI é estimada para ser zero. Por outro lado, mesmo quando o filtro de estimativa de ISI é deslocado em qualquer das direções do tempo a partir do
15 filtro satisfazendo esta condição, a quantidade de ISI se torna pior do que zero. Por conseguinte, quando o comprimento do intervalo zero é mudado para o comprimento do espalhamento de retardo, somente um candidato de tempo de início da FFT no qual a quantidade de ISI se torna mínima, é usualmente obtido.

20 [Resultado da Pesquisa através da Porção de Pesquisa de Valor Mínimo 43]

FIGS. 21A e 21B são respectivamente uma representação gráfica e um diagrama explicando um resultado da pesquisa dos candidatos de tempo de início da FFT através da porção de pesquisa de valor mínimo 43 mostrada na FIG. 19.

25 FIG. 21A é um representação gráfica mostrando as quantidades de ISI para o candidato de tempo de início da FFTs. Também, FIG. 21B é um diagrama mostrando uma estrutura do sinal de OFDM no domínio do tempo.

É notado que as quantidades de ISI para os candidatos de

tempo de início da FFT mostrados na FIG. 21A são obtidos executando o processamento de filtro para os perfis de retardo mostrados na FIG. 21B usando o filtro de estimativa de ISI.

Conforme mostrado na FIG. 21A da mesma forma, quando o intervalo zero do filtro de estimativa de ISI FI é configurado no comprimento do espalhamento de retardo, somente um candidato de tempo de início da FFT no qual a quantidade de ISI se torna mínima é obtida. O somente um candidato de tempo de início da FFT assim sendo obtido é configurado como o tempo de início da FFT. Como um resultado, conforme mostrado na FIG. 21B, uma fronteira entre o GI no trajeto p1 temporariamente anterior dos trajetos p1 e p2, e o símbolo efetivo YS é obtido como o tempo de início da FFT. Como um resultado, o intervalo GI não afetado pela ISI se torna máximo. Como um resultado, é possível melhorar a proporção S/N após o término da execução do processamento de FFT.

[Processamento de Sincronização de Símbolo]

FIG. 22 é um fluxograma explicando processamento executado através da porção de sincronização de símbolo 213 mostrada na FIG. 19.

É notado que processamento nos estágios S111 e S112 mostrados na FIG. 22 é idêntico ao processamento nos estágios S61 e S62 mostrados na FIG. 16. Também, processamento nos estágios S114 e S115 mostrados na FIG. 22 é idêntico ao processamento nos estágios S63 e S64 mostrados na FIG. 16. Por conseguinte, a descrição do processamento nos estágios S111 e S112, e nos estágios S114 e S115 é omitida aqui por razão de simplicidade.

No estágio S113, a porção de estimativa de ISI variável da conformação de filtro 221 muda a conformação de filtro do filtro de estimativa de ISI de acordo com o espalhamento de retardo.

<4. Quarta Modalidade>

A seguir, um demodulador de OFDM de acordo com a quarta modalidade da presente invenção será descrito em detalhes.

5 Com o demodulador de OFDM da quarta modalidade da mesma forma, o intervalo de FFT adequado é obtido quando o processamento de janela de FFT é executado.

[Configuração do Demodulador de OFDM]

FIG. 23 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração do demodulador de OFDM da quarta modalidade.

10 É notado que na FIG. 23, as porções correspondendo àquelas na FIG. 17 são designadas pelos mesmos numerais de referência, respectivamente, e a descrição delas são adequadamente omitidas aqui por razão de simplicidade.

O demodulador de OFDM 300 mostrado na FIG. 23 tem
15 basicamente a mesma configuração que aquela do demodulador de OFDM 200 mostrado na FIG. 17. Contudo, o demodulador de OFDM 300 mostrado na FIG. 23 é fornecido com a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 311 e a porção de sincronização de símbolo 312 em vez de ser fornecida com a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 212
20 e a porção de seleção de filtro 213 no demodulador de OFDM 200 mostrado na FIG. 17. Em adição, a porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111 no demodulador de OFDM 200 mostrado na FIG. 17 é removida no demodulador de OFDM 300 mostrado na FIG. 23. Com a porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação porção de cálculo de
25 centro de gravidade de pico de correlação 111, a posição do centro de gravidade como a posição de referência, é obtida. Em vez da porção de cálculo de centro de gravidade de pico de correlação 111, com a seleção de filtro de interpolação de frequência 311, a posição central de perfil que será descrito mais tarde como a posição de referência, é obtida.

Isto quer dizer, o demodulador de OFDM 300 é fornecido com a antena 11, o sintonizador 12, a porção de conversão de A/D13, a porção de demodulação ortogonal 14, a porção de extração de SP 17, a porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18, e a porção de
 5 interpolação de frequência 20. Também, o demodulador de OFDM 300 é ainda fornecido com a porção de divisão 21, a porção de correção de erro 22, a porção de exibição 23, a porção de FFT 211, a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 311, e a porção de sincronização de símbolo 312.

A porção de seleção de filtro de interpolação de frequência
 10 311 obtém o tipo de frequência do filtro de interpolação de frequência usado na porção de interpolação de frequência 20 com base no grupo de valores de estimativa do trajeto de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP a fim de maximizar a proporção S/N após o término da equalização. Em adição, a porção de seleção de filtro de interpolação de
 15 frequência 311 obtém a posição central do domínio do tempo se tornando o objeto de filtragem como a posição central de perfil a fim de maximizar a proporção S/N após o término de equalização. Também, a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 19 fornece um sinal de filtro de interpolação de frequência representando o tipo de filtro assim sendo
 20 selecionado para a porção de interpolação de frequência 20. Em adição, a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 311 fornece os dados sobre a posição de central de perfil assim sendo obtido to a porção de sincronização de símbolo 312. Mais ainda, a porção de seleção de filtro de interpolação de frequência 311 obtém o espalhamento de retardo a partir dos
 25 valores de estimativa de transmissão das sub-portadoras contendo nelas os sinais de SP, e fornece os dados sobre o espalhamento de retardo assim sendo obtidos para a porção de sincronização de símbolo 312.

A porção de sincronização de símbolo 312 determina o tempo de início da FFTs a partir do grupo de valores de estimativa de trajeto de

transmissão enviado da porção de estimativa de trajeto de transmissão na direção do tempo 18 usando a posição central de perfil e o espalhamento de retardo, e fornece os dados sobre o tempo de início da FFTs para a porção de FFT 211. Como um resultado, o intervalo de FFT é também determinada. Tal

5 uma série de processamento executado através da porção de sincronização de símbolo 312 será referido daqui em diante como “o processamento de sincronização de símbolo”. Detalhes da porção de sincronização de símbolo 312 e do processamento de sincronização de símbolo será descrito mais tarde.

[Configuração da Porção de Sincronização de Símbolo 312]

10 FIG. 24 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração detalhada da porção de sincronização de símbolo 312 mostrada na FIG. 23.

Na FIG. 24, as porções correspondendo àquelas mostradas na FIG. 19 são designadas pelos mesmos numerais de referência, respectivamente, e a descrição delas é de forma adequada omitida aqui por

15 razão de simplicidade.

A porção de sincronização de símbolo 312 mostrado na FIG. 24 é fornecida com a porção de estimativa de ISI 42 (referir à FIG. 14) e a porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa 332 em vez de ser fornecido com a porção de estimativa de ISI variável da

20 conformação de filtro 221 e a porção de pesquisa de valor mínimo 43 mostradas na FIG. 19. Também, a porção de sincronização de símbolo 312 mostrada na FIG. 24 é ainda fornecida com a porção de correção da posição central 331 em vez de ser fornecida com a porção de correção da posição de centro de gravidade 131 mostrada na FIG. 19.

25 Isto quer dizer, a porção de sincronização de símbolo 312 é composta da porção de IFFT 41, da porção de estimativa de ISI 42, da porção de correção da posição central porção de correção da posição central 331, e a porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa 332.

É notado que a porção de correção da posição central 331

executa basicamente o mesmo processamento que aquele executado pela porção de correção da posição de centro de gravidade 131. Contudo, com a porção de correção da posição central 331, a correção é realizada para os perfis de retardo usando a posição central de perfil em vez de usar a posição do centro de gravidade.

[Sinal de OFDM no Domínio do Tempo recebido através da Porção de Estimativa de ISI 42]

FIGS. 25A e 25B são respectivamente um diagrama e uma carta de linha de tempo mostrando o sinal de OFDM no domínio do tempo recebido pela posição de estimativa de ISI 42 mostrada na FIG. 24.

FIG. 25A é um diagrama mostrando uma estrutura do sinal de OFDM no domínio do tempo. Também, FIG. 25B é uma carta de linha de tempo mostrando os perfis de retardo.

O sinal de OFDM no domínio do tempo mostrado na FIG. 25 é composto dos dois trajetos p_1 e p_2 .

É notado que neste caso da mesma forma, é suprimido o ambiente no qual o ambiente de espalhamento de retardo curto, isto é, o espalhamento de retardo é menor do que o intervalo G_I .

Com a porção de estimativa de ISI 42, o processamento de filtro é executado para os perfis de retardo mostrado na FIG. 25B enquanto o filtro de estimativa de ISI F_I mostrado na FIG. 7 é varrido. Neste caso, é adquirido a quantidade de ISI, como mostrado na FIG. 26A que será descrito mais tarde, para os candidatos de tempo de início da FFTs.

[Processamento através da Porção de Pesquisa de Valor Mínimo limitando o Intervalo de Pesquisa 332]

A porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa 332 é um bloco no qual a função de limitar o intervalo de pesquisa para os candidatos de tempo de início da FFT de acordo com o espalhamento de retardo é adicionada para a porção de pesquisa de valor mínimo 43

mostrada na FIG. 6, etc. A porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa 332, por exemplo, limita o intervalo de pesquisa para os candidatos de tempo de início da FFT para uma variação do intervalo a partir da posição que se posiciona anterior à posição central de arquivo de 1/2 do espalhamento de retardo para a posição que se posicional posterior à posição central de perfil de 1/2 do espalhamento de retardo. O porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa 332 pesquisa para o candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima a partir do intervalo de pesquisa assim sendo limitado.

FIG8. 26A e 26B são respectivamente uma representação gráfica e um diagrama explicando o processamento executado pela porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa 332 mostrada na FIG. 24.

FIG. 26A é uma representação gráfica mostrando as quantidades de ISI para o candidato de tempo de início da FFTs. Também, FIG. 26B é um diagrama mostrando um resultado de pesquisa para o candidato de intervalo de FFT tendo a quantidade de ISI mínima.

É notado que as quantidades de ISI para os candidatos de tempo de início de FFI mostrados na FIG. 26A, Como anteriormente colocado, são obtidas executando o processamento de filtro para os perfis de retardo mostrados na Figura. 25B usando os filtros de estimativa de ISI mostrados na FIG. 7.

Referindo à FIG. 26A, o candidato de tempo de início da FFT que se posicional anterior à posição central de perfil de 1/2 do espalhamento de retardo é pesquisado como o candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima do intervalo de pesquisa (o intervalo não preenchido com linhas inclinadas na figura). É notado que o candidato de tempo de início da FFT que se posiciona anterior à posição central de perfil de 1/2 do espalhamento de retardo será referido daqui em diante como “o

candidato de tempo de início da FFT da posição de pré-eco”. Em muitos casos, não somente este exemplo, o candidato de tempo de início da FFT da posição de pré-eco é pesquisado como o candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima.

5 A porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa 332 determina o candidato de tempo de início da FFT assim sendo pesquisado como o tempo de início da FFT. Como um resultado, como mostrado na FIG. 26B, um tempo correspondendo a uma fronteira entre o GI no trajeto p1 temporariamente anterior dos trajetos p1 e p2, e o símbolo YS é
10 obtido como o tempo de início da FFT. Assim sendo, o intervalo GI não afetado pelo ISI se torna máximo. Como um resultado, é possível obter o mesmo efeito sobre o melhoramento da proporção de S/N após o término do processamento de FFT como aquele no caso da terceira modalidade.

[Processamento através da Porção de Sincronização de Símbolo 312]

15 FIG. 27 é um fluxograma explicando o processamento executado através da porção de sincronização de símbolo 312 mostrado na FIG. 24.

 É notado que o processamento no estágio S131 mostrado na FIG. 27 é idêntico ao processamento no estágio S111 mostrado na FIG. 22.
20 Também, o processamento no estágio S133 mostrado na FIG. 27 é idêntico ao processamento no estágio S63 mostrado na FIG. 16. Por conseguinte, a descrição do processamento nos estágios S131 e S133 é omitida aqui por razão de simplicidade.

 No estágio S132, a porção de correção da posição central 331
25 da porção de sincronização de símbolo 312 corrige os perfis de retardo tal que a posição central de perfil nos quais os dados são fornecidos a partir da porção de IFFT 41 se torna um centro, e fornece os perfis de retardo assim sendo corrigidos para a porção de estimativa de ISI 42.

 No estágio S134, a porção de pesquisa de valor mínimo

limitando o intervalo de pesquisa 332 limita o intervalo de pesquisa para os candidatos de tempo de início da FFT para uma posição de quadro de variação de intervalo que se posiciona anterior à posição central de perfil de 1/2 do espalhamento de retardo à posição que se posiciona posterior à posição central de perfil de 1/2 do espalhamento de retardo. A porção de pesquisa de valor mínimo limitando o intervalo de pesquisa 332 pesquisa o candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima a partir do intervalo de pesquisa assim sendo limitada, e emite os dados sobre o candidato de tempo de início da FFT tendo a quantidade de ISI mínima assim sendo pesquisado.

10 Note que, um método para determinar um tempo de início de FFt simples quando o processamento de janela de FFT é executado (daqui em diante referido como “um método de determinação de tempo de início da FFT simples”) será agora descrito em conjunto como o método para determinar o tempo de início da FFT através da porção de sincronização de símbolo 312
15 mostrada na FIG. 24.

Com o método para determinar o tempo de início da FFT simples, o tempo de início da FFTs são determinados através de cálculo simples a partir da posição central de perfil e o espalhamento de retardo.

20 Isto quer dizer, com o método para determinar o tempo de início da FFT simples, (a posição central de perfil - o espalhamento de retardo/2) é obtido como o candidato de tempo de início da FFT da posição de pré-eco. O candidato de tempo de início da FFT da posição de pré-eco é configurado como o tempo de início da FFT, por meio disso, tornando possível determinar a mesma posição de início de FFt real com aquela na
25 porção de sincronização de símbolo 312.

A série de processamento descrita acima pode ser executada por hardware ou pode ser executado por software. Quando a série de processamento é executado através do software, um programa compondo o software é instalado a partir de um meio de gravação de programa em um

computador incorporado no hardware dedicado. Ou, vários tipos de programas são instalados a partir do meio de gravação de programa, por exemplo, em um computador pessoal de propósito geral que possa executar vários tipos de funções.

5 [Configuração de Hardware]

FIG. 28 é um diagrama em bloco mostrando uma configuração de hardware de um computador que executa a série de processamento descrita acima usando um programa.

10 No computador, uma CPU 401, uma memória somente de leitura (ROM) 402, e uma memória de acesso aleatório (RAM) 403 são conectados um ao outro através de uma barra de comunicação 404.

Uma interface de I/O 405 é ainda conectada à barra de comunicação 404. Uma porção de entrada 406 tal como um teclado, um mouse ou um microfone, uma porção de saída 407 tal como um dispositivo de
15 exibição ou um alto-falante, uma porção de memória 408 tal como um disco rígido ou uma memória não volátil são conectadas à interface de I/O 405. Mais ainda, uma porção de comunicação 409 tal como uma interface de rede, e um mecanismo 410 para operar uma mídia removível 411 tal como um disco magnético, um disco óptico, um disco óptico magnético ou uma
20 memória de semicondutor são ainda conectados à interface de I/O 405.

Com o computador configurado na maneira como descrita acima, a CPU 401 carrega o programa, por exemplo, armazenada na porção de memória 408 na RAM 403 através da interface de I/O 405 e da barra de comunicação 404, e executa o programa assim carregado nela, por meio disso,
25 executando a série de processamento descrita acima.

O programa que o computador (a CPU 401) é pretendido executar, por exemplo, é gravado na mídia removível 411 como o disco magnético (incluindo um disco flexível) a ser fornecido. O programa é gravado na mídia removível 411 como uma pacote de mídia a ser fornecida. É

notado que um disco óptico (tal como um Compact Disc-Read Only Memory (CD-ROM)), um Digital Versatile Disc (DVD), um disco óptico magnético, uma memória de semicondutor ou o similar é usado como o pacote de mídia. Alternativamente, o programa é fornecido através de um meio de transmissão com fio ou sem fio tal como uma Local Área Network (LAN), a Internet ou a Digital Satellite Broadcasting (DSB).

Também, o programa pode ser instalado na porção de memória 408 através da interface de I/O 405 montando a mídia removível 411 ao mecanismo 410. Em adição, o programa pode ser recebido na porção de comunicação 409 através do meio de transmissão com fio ou sem fio, a ser instalado na porção de memória 408. Em adição a isso, o programa pode ser anteriormente instalado, ou na ROM 402 ou na porção de memória porção 408.

É notado que o programa que o computador é pretendida executar, pode ser um programa de acordo com o qual o processamento é executado em um maneira em série no tempo na ordem aqui descrita, ou pode ser um programa de acordo com o qual o processamento é executado em paralelo um com o outro, ou em um tempo necessário, por exemplo, quando uma chamada é feita.

Em adição, as modalidades da presente invenção não estão de forma limitada às modalidades descritas acima, e assim sendo várias mudanças podem ser feitas sem fugir da essência da presente invenção.

A presente aplicação contém assunto relacionado àquele divulgada na Japanese Priority Patent Application JP 2008-250285 depositada no Japan Patent Office em 29 de Setembro de 2008, da qual o inteiro conteúdo é aqui incorporado para referência.

Deve ser entendido por aqueles com qualificação na técnica que várias modificações, combinações, sub-combinações e alterações podem ocorrer dependendo dos requisitos de projeto e outros fatores na medida que eles estejam dentro do escopo das reivindicações anexas ou dos equivalentes delas.

REIVINDICAÇÕES

1. Processador de Informação, caracterizado pelo fato de compreender:

- meios de recepção para receber um sinal de multiplexação por divisão de frequência ortogonal transmitido de acordo com um sistema de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal;
- meios de operação, de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida, para realizar Transformada de Fourier Rápida para um sinal dentro de um intervalo predeterminado do sinal de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal recebido pelos mencionados meios de recepção;
- meios de estimativa de perfil de retardo para estimar perfis de retardo a partir do sinal de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal recebido pelos mencionados meios de recepção;
- meios de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos para estimar quantidades de interferência entre símbolos para uma grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado, respectivamente, usando os perfis de retardo estimados pelos mencionados meios de estimativa de perfil de retardo; e
- meios de pesquisa para pesquisar pelo candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos estimada pelos meios de estimativa de quantidade de interferência entre mencionados símbolos dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e fornecer dados sobre o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado para os mencionados meios de operação, de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida.

2. Processador de informação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que nos meios de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos, um filtro no qual um coeficiente de filtro representando um intervalo de interferência entre símbolos muda em uma

direção de tempo, e uma forma da mudança que é uma conformação de projeção descendente, são dispostos em cada uma das posições de filtro correspondendo à grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado, respectivamente, e processamento de filtro é executado para os perfis de retardo usando o mencionado filtro, e por meio disso, estimar a quantidades de interferência entre símbolos para a grande quantidade de candidatos.

3. Processador de informação de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que um intervalo no qual o filtro dos filtros, cada um tendo a conformação de projeção descendente que tem o coeficiente de filtro mínimo, é idêntico a um intervalo de um comprimento de intervalo de proteção do sinal de multiplexação por divisão de frequência ortogonal sinal.

4. Processador de informação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente meios de estimativa de posição de referência para estimar a posição de referência para os perfis de retardo estimados pelos mencionados meios de estimativa de perfil de retardo;

- onde os meios de estimativa de quantidade de interferência entre mencionados símbolos corrigem os perfis de retardo usando dados sobre a posição de referência estimados pelos mencionados meios de estimativa de posição de referência, e estimam as quantidades de interferência entre símbolos usando os perfis de retardo após término da correção.

5. Processador de informação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente meios de estimativa de espalhamento de retardo para estimar espalhamento de retardo dos perfis de retardo estimados pelos mencionados meios de estimativa de perfil de retardo;

- onde os mencionados meios de pesquisa configuram a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado como candidatos primários selecionados, selecionam os candidatos secundários selecionados

com base no espalhamento de retardo estimado pelos mencionados meios de
 estimativa espalhamento de retardo dentre os candidatos primários
 selecionados, e pesquisam pelo candidato tendo a quantidade mínima de
 interferência entre símbolos através dos meios de estimativa de quantidade de
 5 interferência entre mencionados símbolos dentre os candidatos secundários
 selecionados assim selecionados, e fornecem dados sobre o candidato assim
 pesquisado o intervalo predeterminado para os mencionados meios de
 operação, de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida.

6. Processador de informação de acordo com a reivindicação 2,
 10 caracterizado pelo fato de compreender ainda meios de estimativa de
 espalhamento de retardo para estimar espalhamento de retardo do perfil de
 retardo estimado pelos meios de estimativa de perfil de retardo;

- onde os meios de estimativa de quantidade de interferência
 entre mencionados símbolos ainda mudam a conformação do filtro de acordo
 15 com o espalhamento de retardo estimado pelos mencionados meios de
 estimativa de espalhamento de retardo, e executam processamento de filtro
 para os perfis de retardo usando o filtro após término da mudança.

7. Método de processamento de informação, caracterizado pelo
 fato de compreender os estágios de, quando um processador de informação
 20 recebendo um sinal de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal de
 acordo com um sistema de Multiplexação por Divisão de Frequência
 Ortogonal realiza a transformada de Fourier Rápida para um sinal em um
 intervalo predeterminado do sinal de Multiplexação por Divisão de
 Frequência Ortogonal assim recebido;

25 - estimar perfis de retardo a partir do sinal de Multiplexação
 por Divisão de Frequência Ortogonal recebido;

- estimar quantidades de interferência entre símbolos para uma
 grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado usando os
 perfis de retardo assim estimados; e

- pesquisar pelo candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos assim estimada dentre a grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado, e determinar o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado

5 8. Programa para instruir um computador para controlar um aparelho de recepção para receber um sinal de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal transmitido para ele de acordo com um sistema de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal, e realizar transformada de Fourier Rápida para um sinal em um intervalo predeterminado do sinal de
10 Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal assim recebido para executar processamento de controle, caracterizado pelo fato de compreender os estágios de:

- estimar perfis de retardo a partir do sinal de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal recebido;

15 - estimar quantidades de interferência entre símbolos para uma grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado usando os perfis de retardo assim estimados; e

- pesquisar pelo candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos assim estimada dentre a grande quantidade de
20 candidatos para o intervalo predeterminado, e determinar o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado.

9. Dispositivo de exibição, caracterizado pelo fato de compreender:

- meios de recepção para receber um sinal de multiplexação
25 por divisão de freqüência ortogonal transmitido de acordo com um sistema de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal;

- meios de operação, de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida, para realizar Transformada de Fourier Rápida para um sinal dentro de um intervalo predeterminado do sinal de Multiplexação por Divisão

de Freqüência Ortogonal recebido pelos mencionados meios de recepção;

- meios de exibição para exibir nele uma imagem correspondendo ao sinal de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal para o qual, a transformada de Fourier Rápida é realizada pelos mencionados meios de operação, de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida;

- meios de estimativa de perfil de retardo para estimar perfis de retardo a partir do sinal de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal recebido pelos mencionados meios de recepção;

- meios de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos para estimar quantidades de interferência entre símbolos para uma grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, respectivamente, usando os perfis de retardo estimados pelos mencionados meios de estimativa de perfil de retardo; e

- meios de pesquisa para pesquisar o candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos estimada pelos meios de estimativa de quantidade de interferência entre mencionados símbolos dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e fornecer dados sobre o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado para os mencionados meios de operação, de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida.

10. Processador de informação, caracterizado pelo fato de compreender:

- uma seção de recepção configurada para receber um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal transmitido de acordo com um sistema de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal;

- uma seção de operação, de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida configurada para realizar Transformada de Fourier Rápida para um sinal dentro de um intervalo predeterminado do sinal

de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal recebido pela mencionada seção de recepção;

- uma seção de estimativa de perfil de retardo configurada para estimar perfis de retardo a partir do sinal de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal recebido pela mencionada seção de recepção;

- uma seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos configurada para estimar quantidades de interferência entre símbolos para uma grande quantidade de candidatos para o intervalo predeterminado, respectivamente, usando os perfis de retardo estimados pela mencionada seção de estimativa de perfil de retardo; e

- uma seção de pesquisa configurada para pesquisar pelo candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos estimada pela mencionada seção de estimativa de quantidade de interferência entre símbolos dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e fornecer dados sobre o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado para a seção de operação, de forma aritmética, de mencionada Transformada de Fourier Rápida.

11. Dispositivo de exibição, caracterizado pelo fato de compreender:

- uma seção de recepção configurada para receber um sinal de multiplexação por divisão de frequência ortogonal transmitido de acordo com um sistema de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal;

- uma seção de operação, de forma aritmética, de Transformada de Fourier Rápida configurada para realizar Transformada de Fourier Rápida para um sinal dentro de um intervalo predeterminado do sinal de Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal recebido pela mencionada seção de recepção;

- uma seção de exibição configurada para exibir nela uma imagem correspondendo ao sinal de Multiplexação por Divisão de Frequência

Ortogonal para o qual a transformada de Fourier Rápida é realizada pela seção de operação, de forma aritmética, de mencionada Transformada de Fourier Rápida;

- uma seção de estimativa de perfil de retardo configurada para
5 estimar perfis de retardo a partir do sinal de Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal recebido pela mencionada seção de recepção;

- uma seção de estimativa de quantidade de interferência entre
símbolos configurada para estimar quantidades de interferência entre
símbolos para uma grande quantidade de candidatos no intervalo
10 predeterminado, respectivamente, usando os perfis de retardo estimados pela mencionada seção de estimativa de perfil de retardo; e

- uma seção de pesquisa configurada para pesquisar pelo
candidato tendo a quantidade mínima de interferência entre símbolos
estimada pela mencionada seção de estimativa de quantidade de interferência
15 entre símbolos dentre a grande quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e fornecer dados sobre o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado para a seção de operação, de forma aritmética, de mencionada Transformada de Fourier Rápida.

FIG. 1

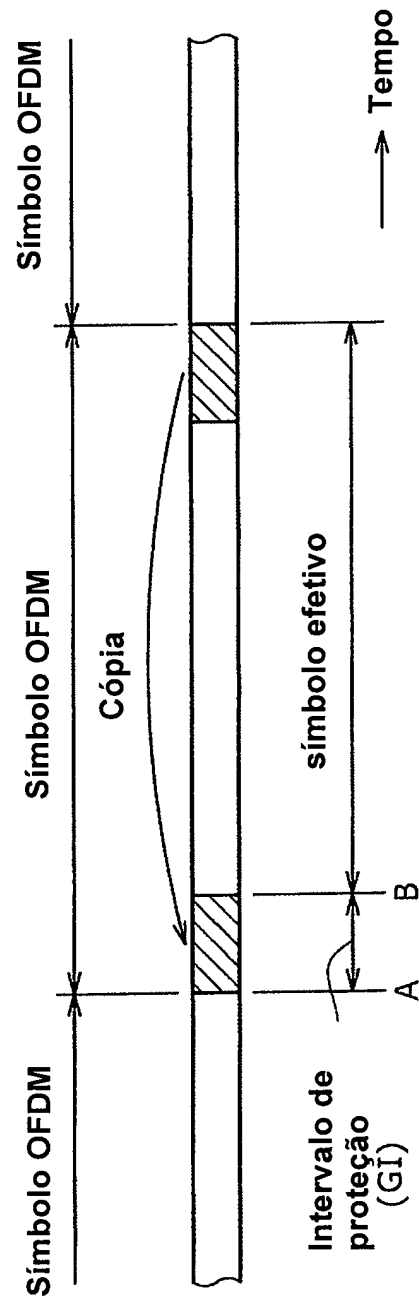


FIG. 2

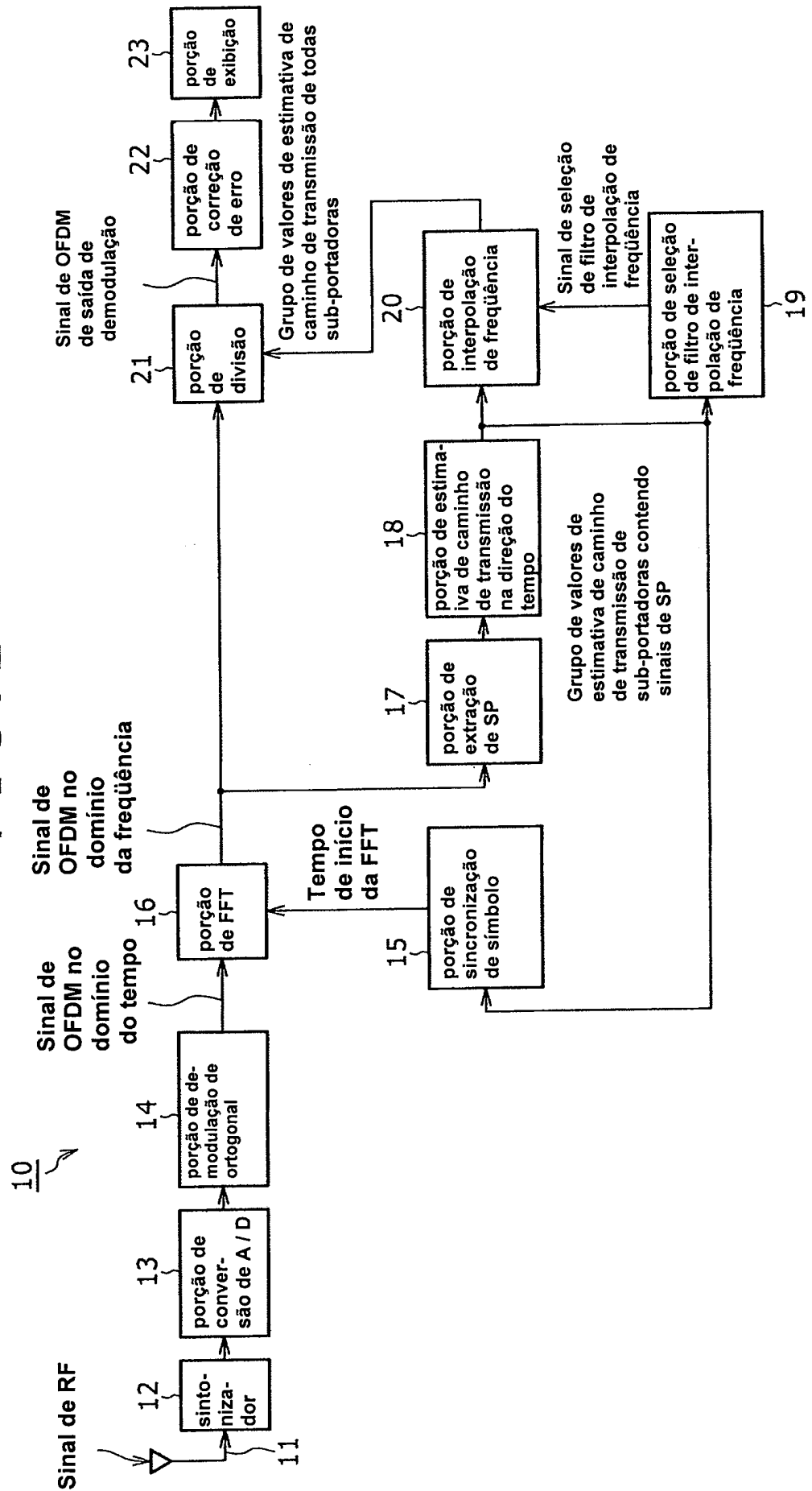


FIG. 3

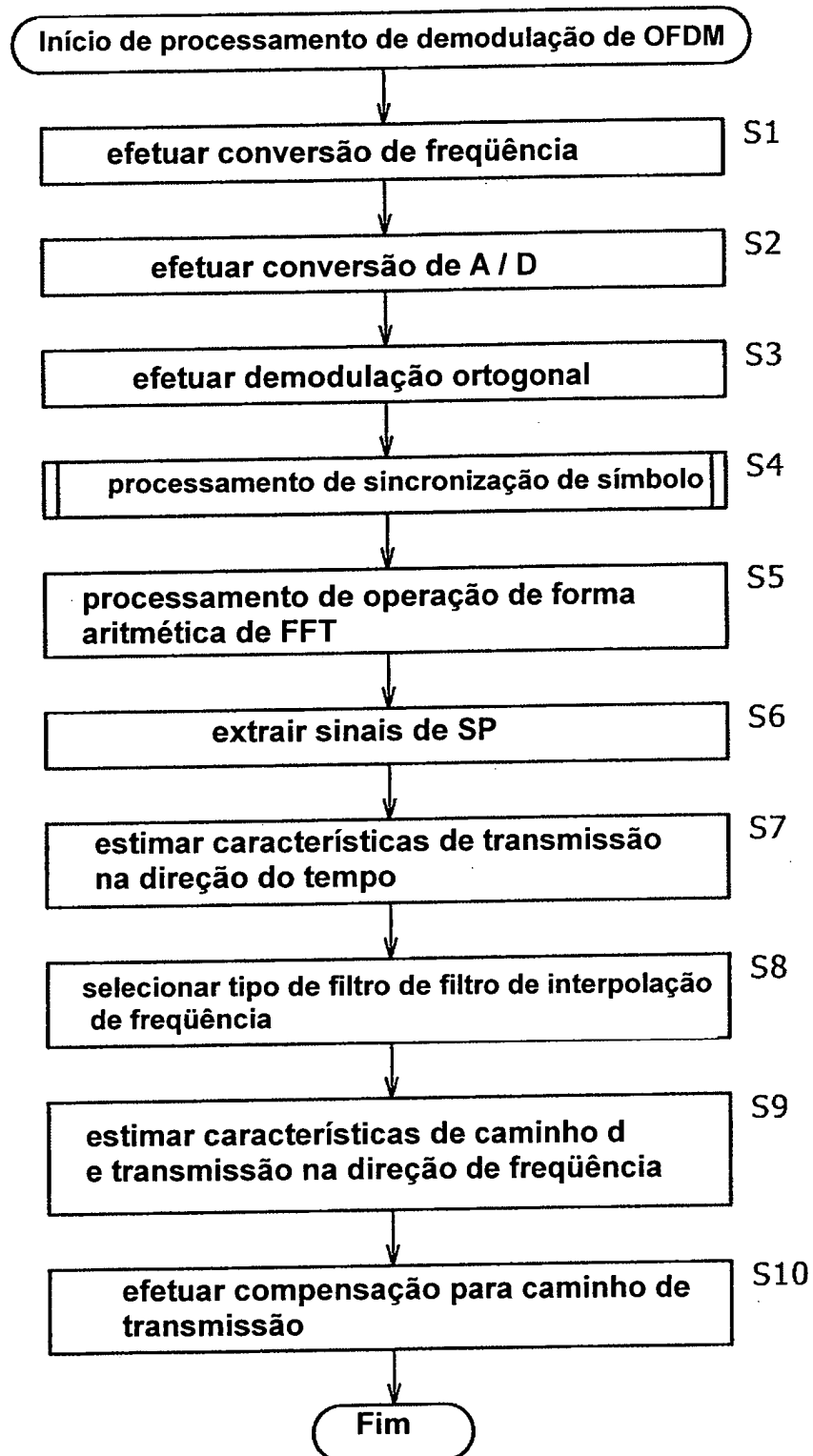


FIG. 4

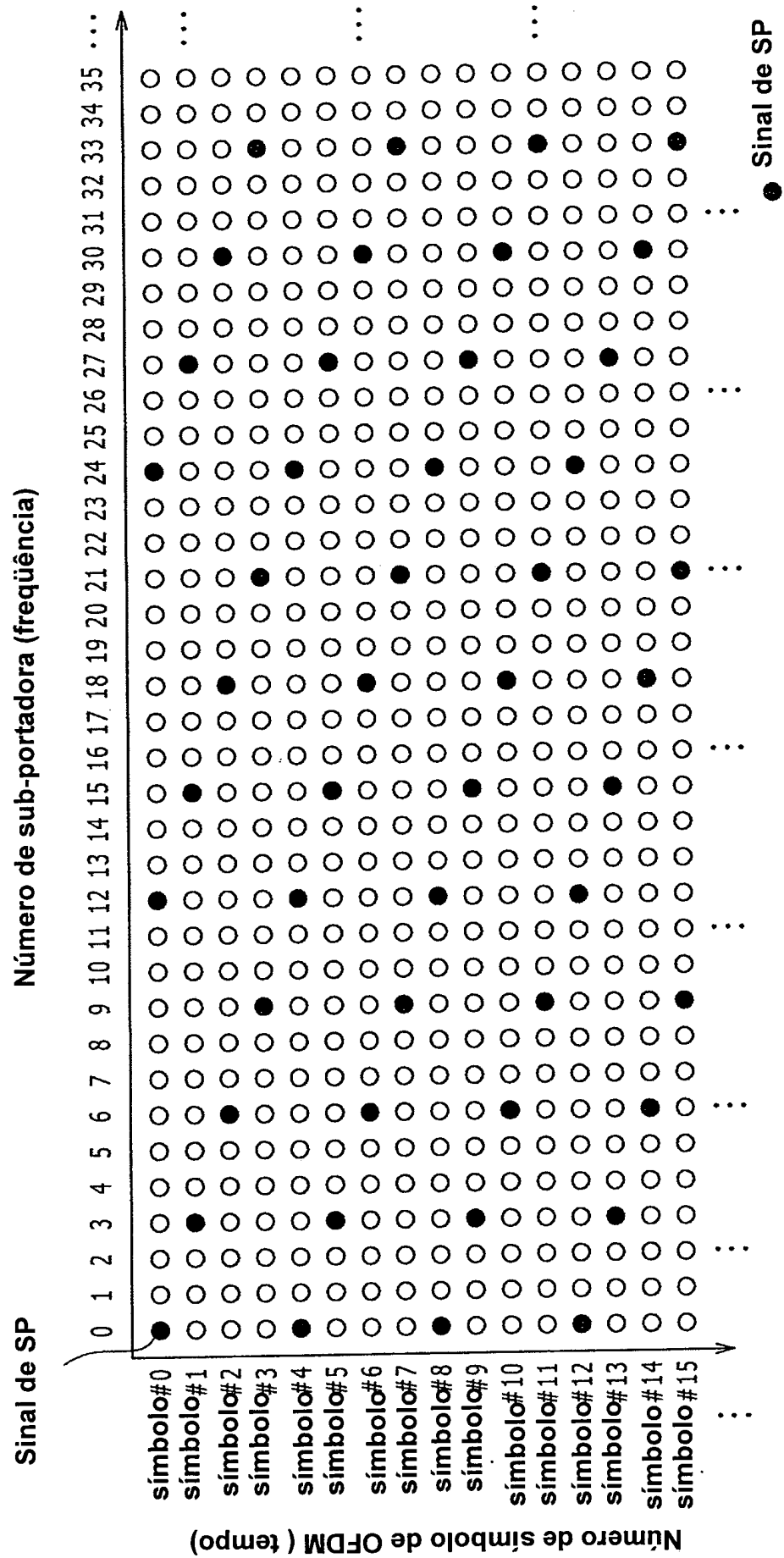
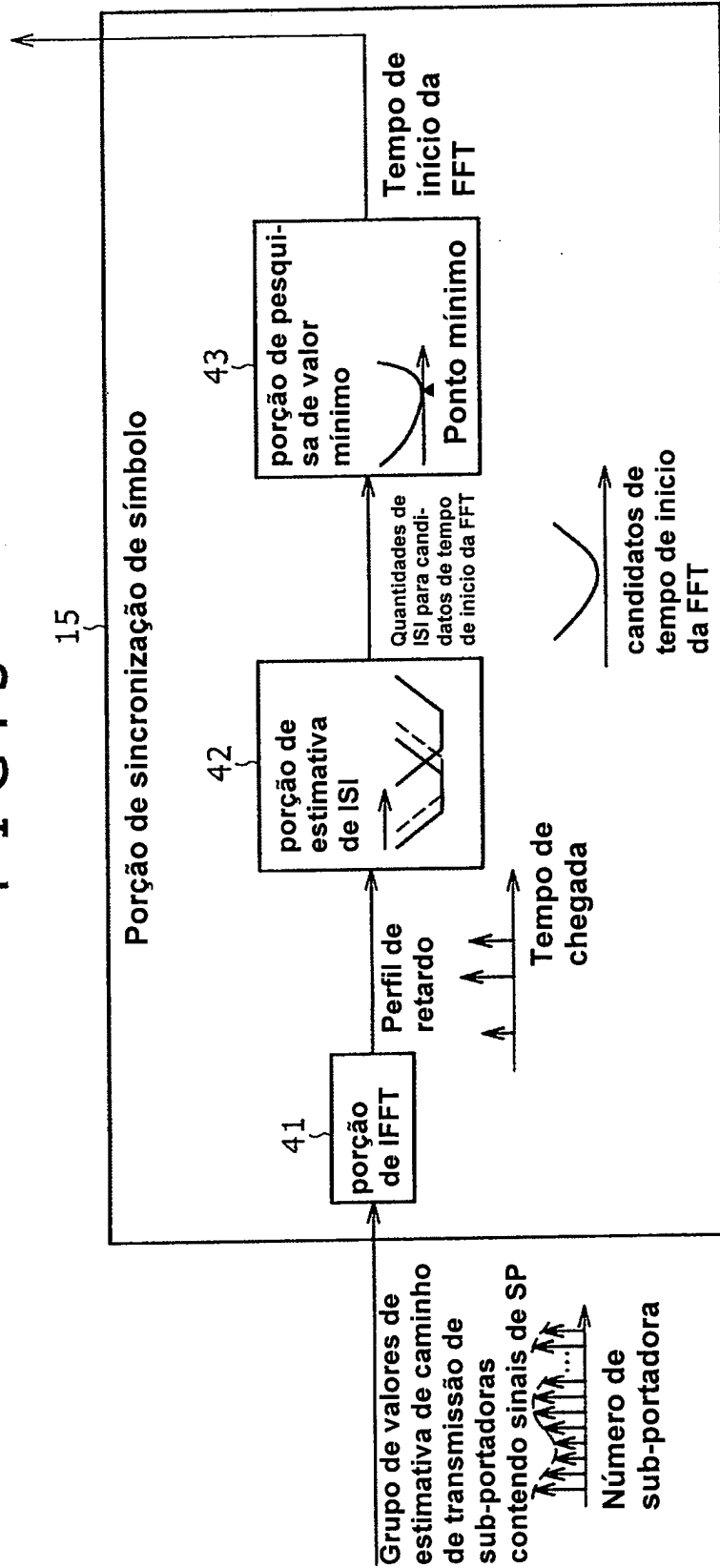


FIG. 5



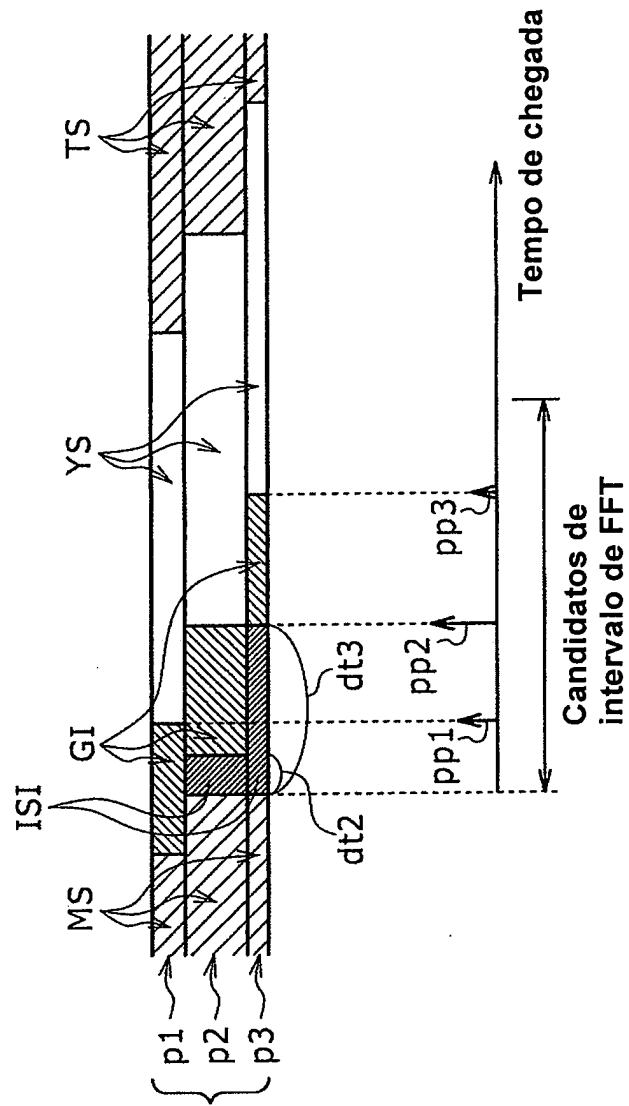


FIG. 6A Sinal de OFDM no domínio do tempo

FIG. 6B

FIG. 7

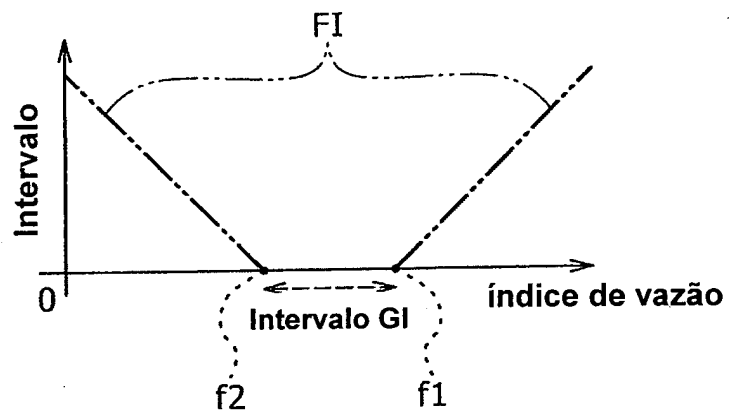


FIG. 8

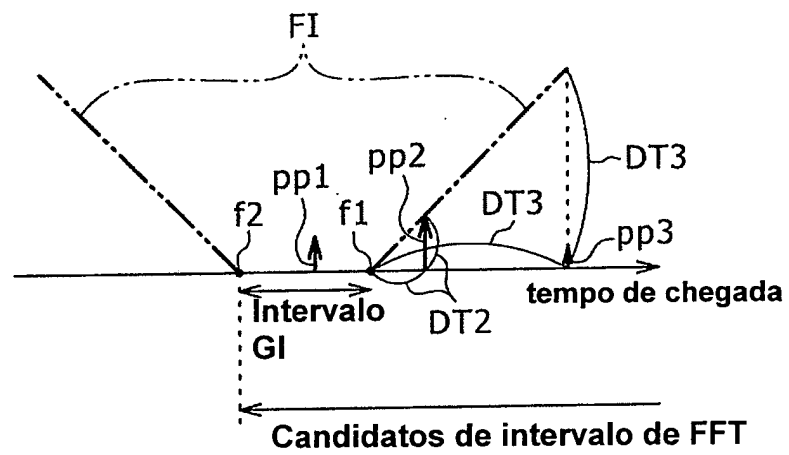


FIG. 9A

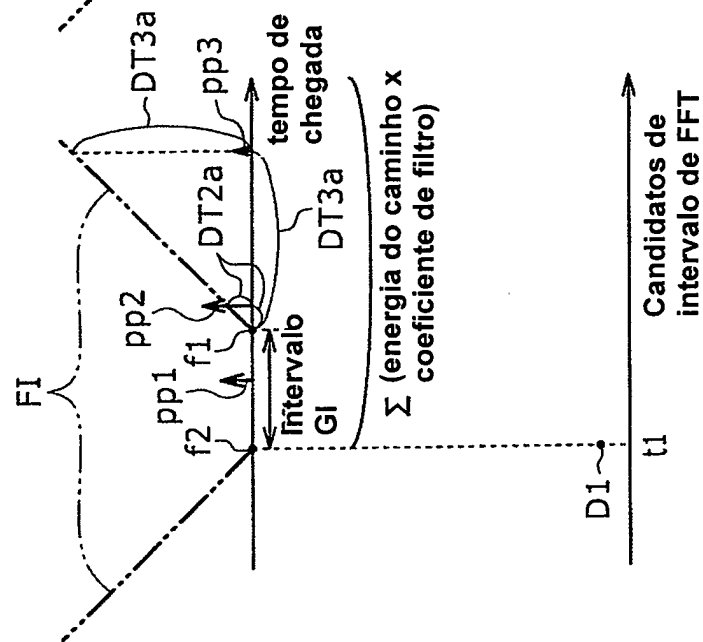


FIG. 9C

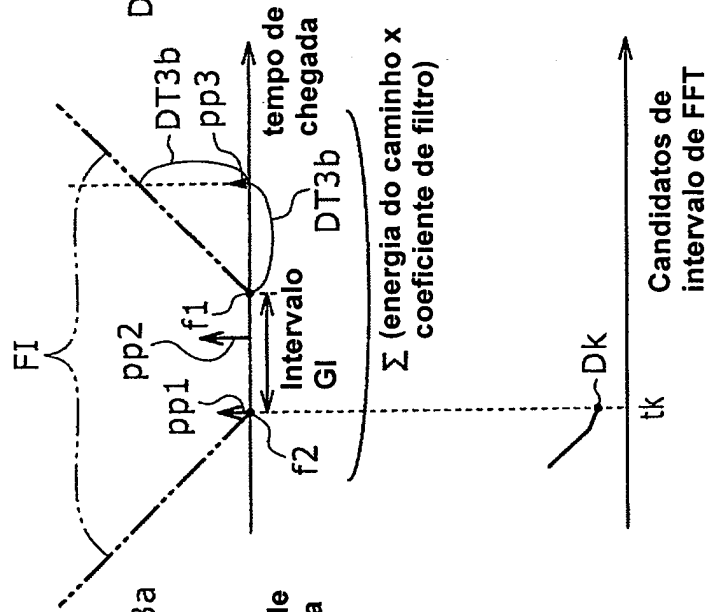


FIG. 9E

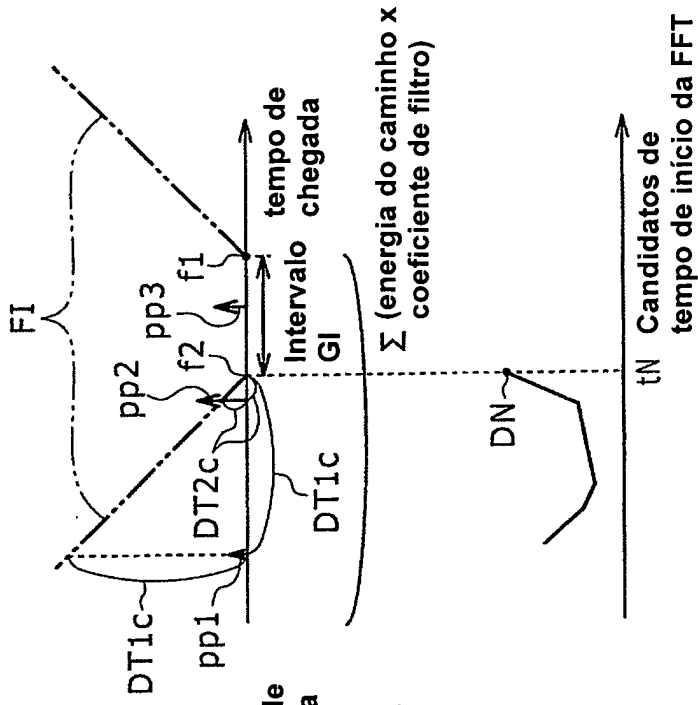


FIG. 9B

FIG. 9D

FIG. 9F

FIG. 10A

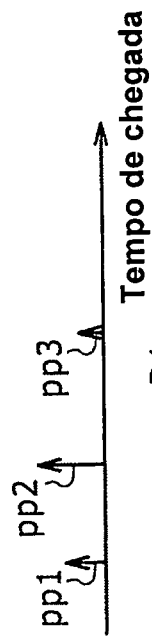


FIG. 10B

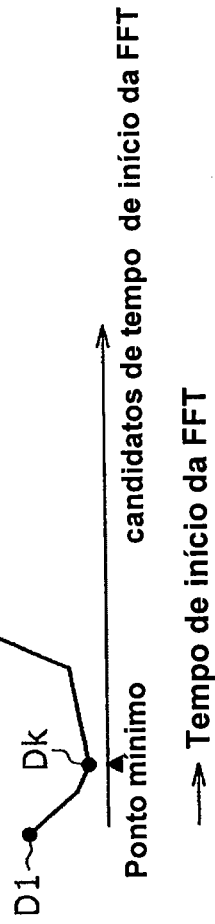


FIG. 10C

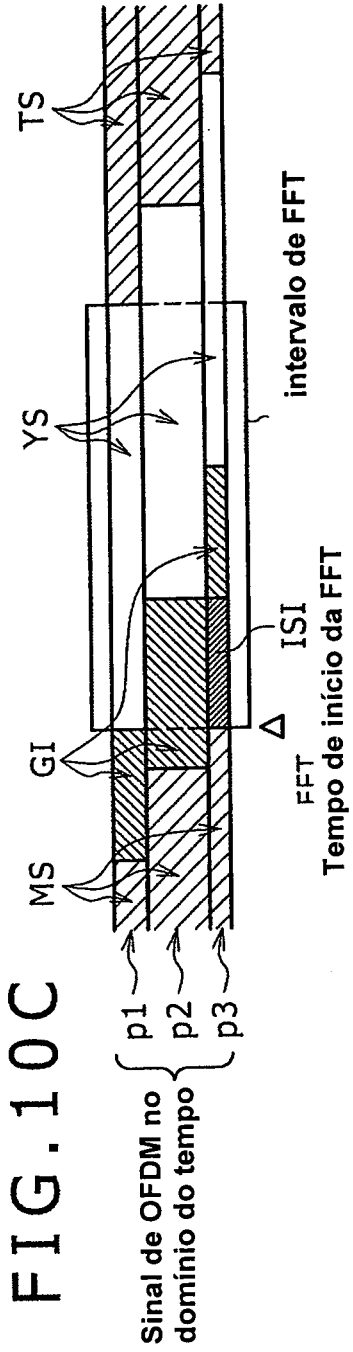


FIG. 11

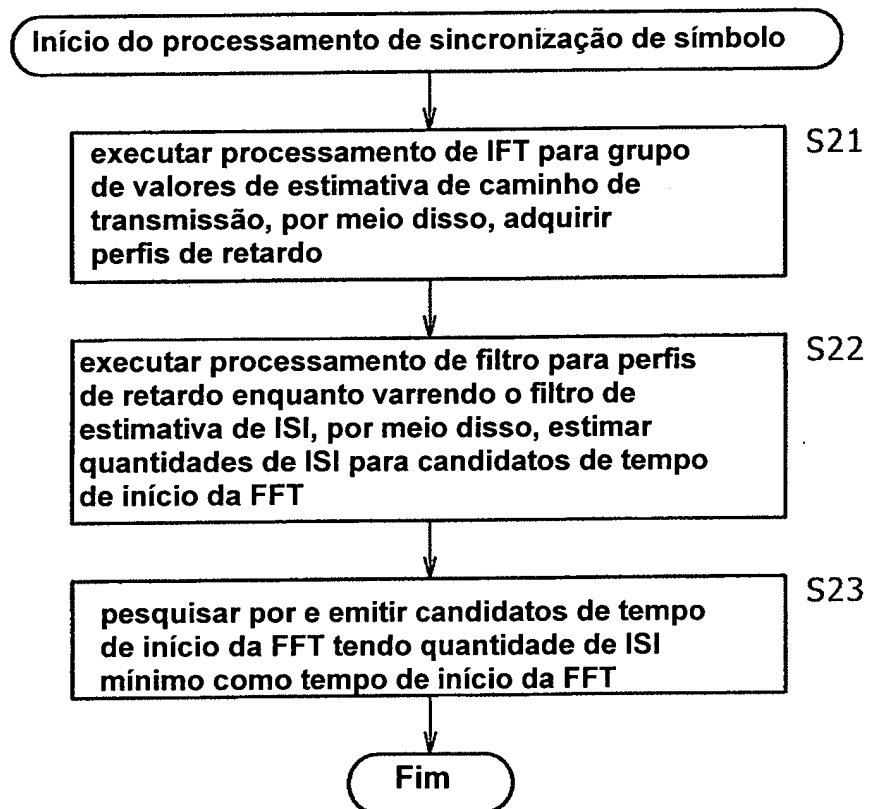


FIG. 12A

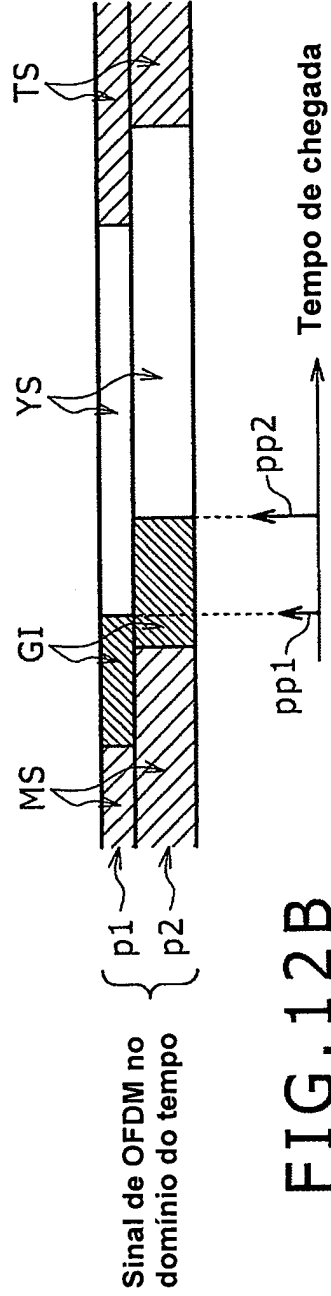


FIG. 12B



FIG. 12D

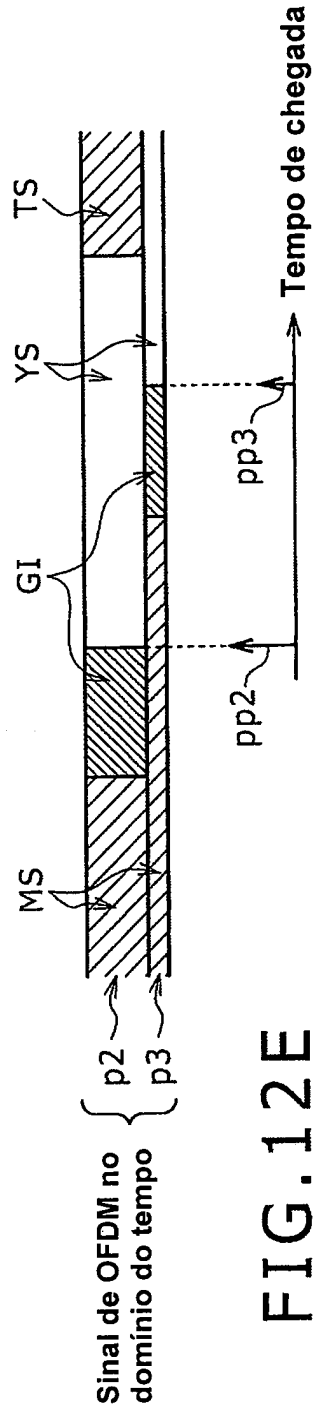


FIG. 12E



FIG. 13

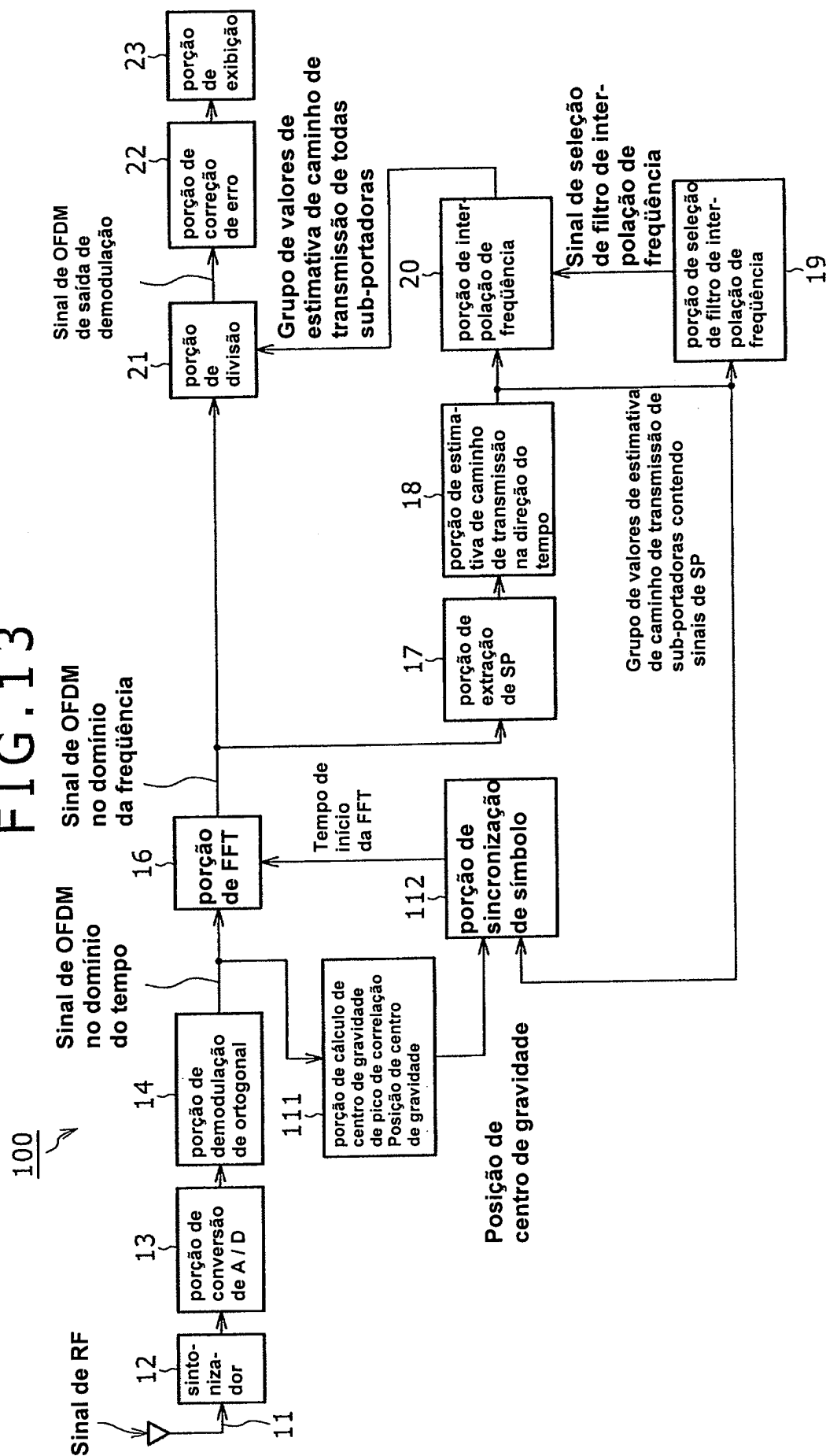


FIG. 15A

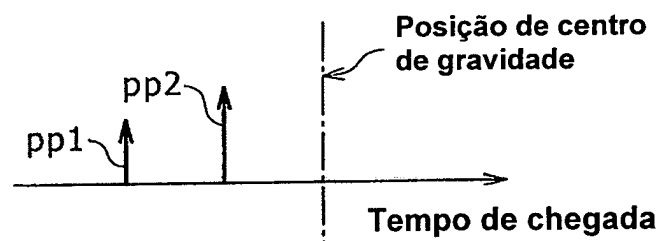


FIG. 15B

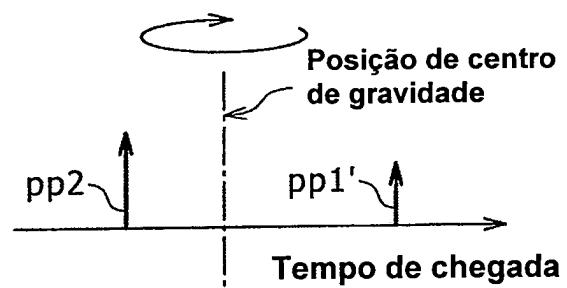


FIG. 16

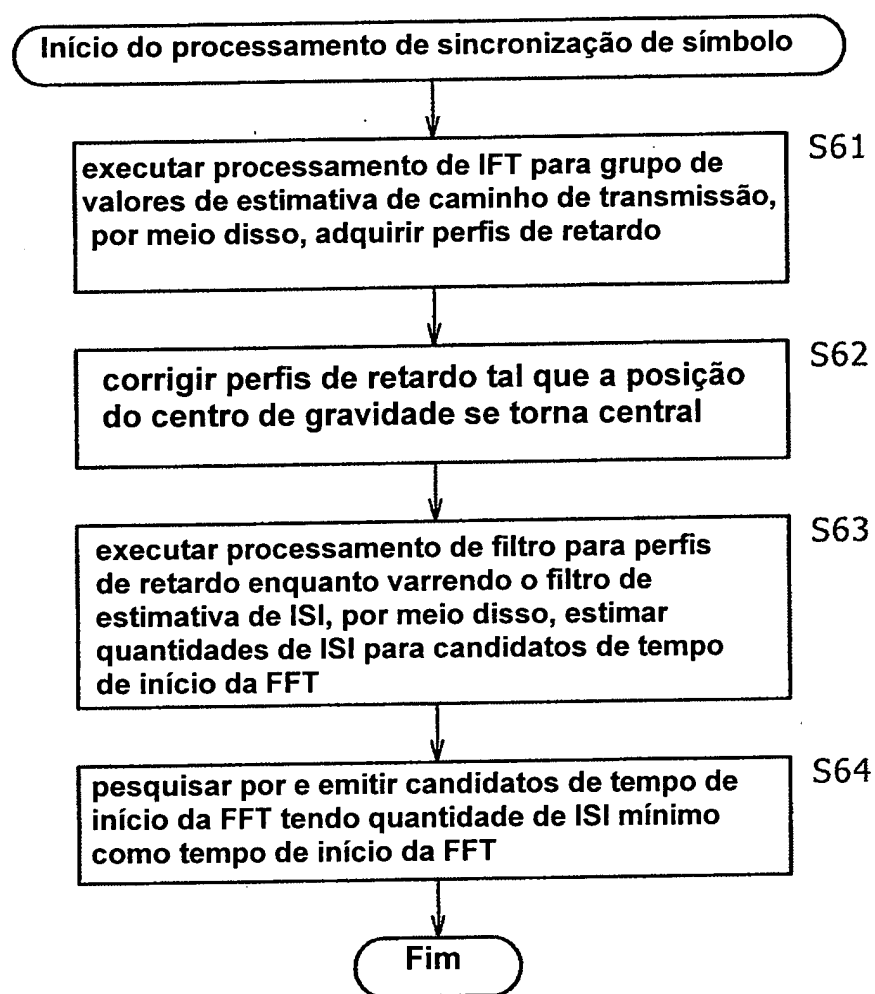


FIG. 17

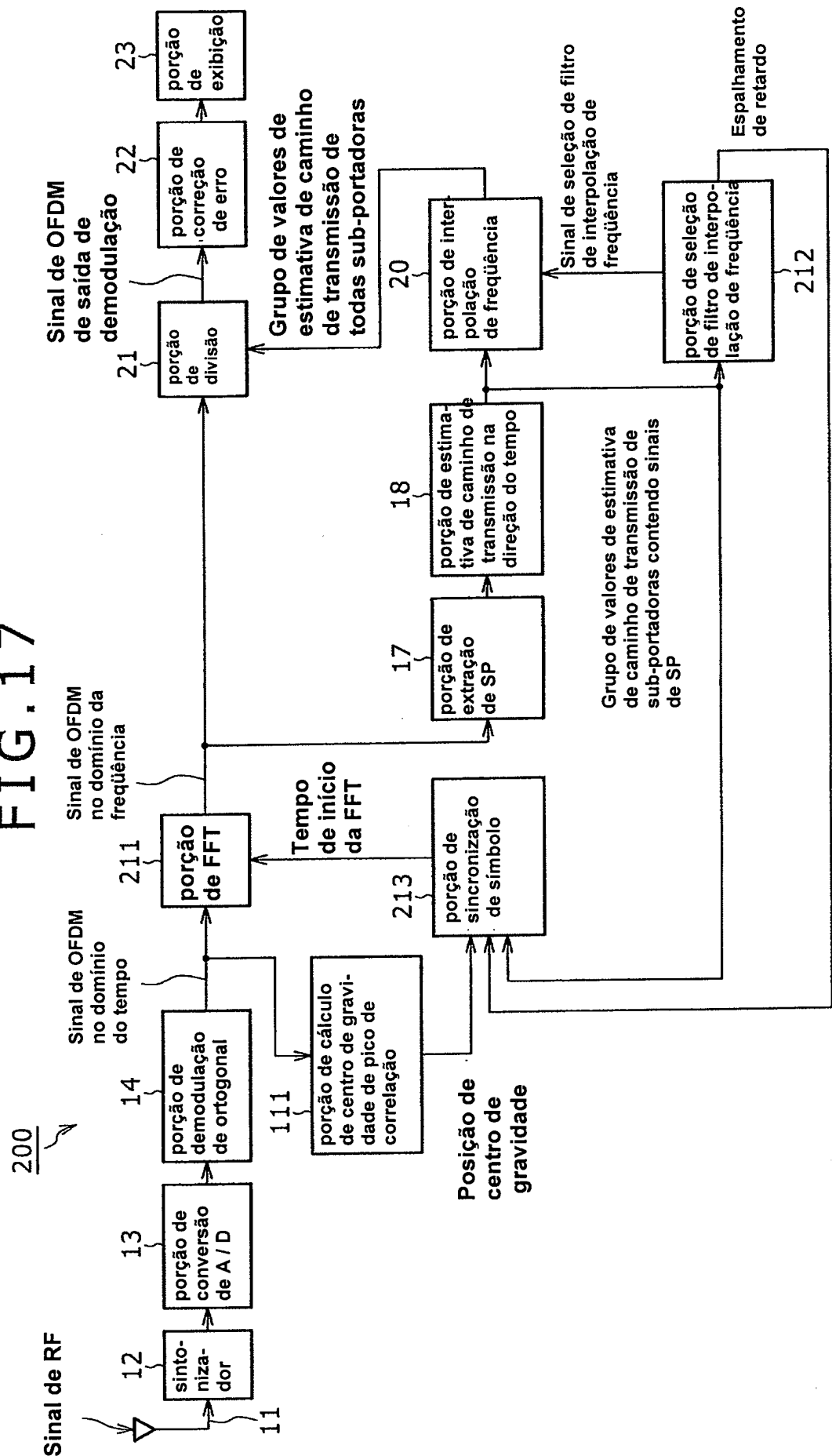


FIG. 18A

Sinal de OFDM no domínio do tempo

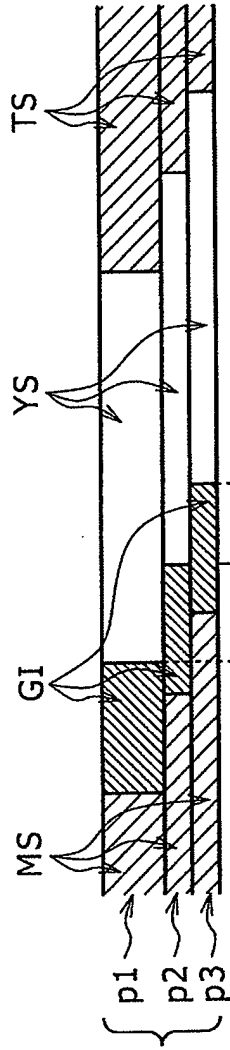


FIG. 18B

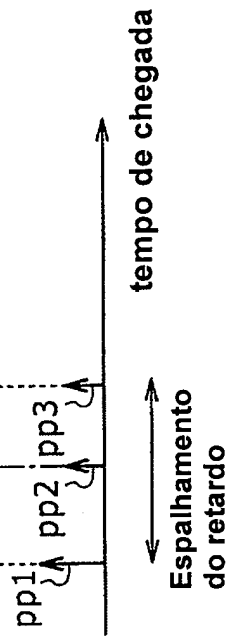


FIG. 20A

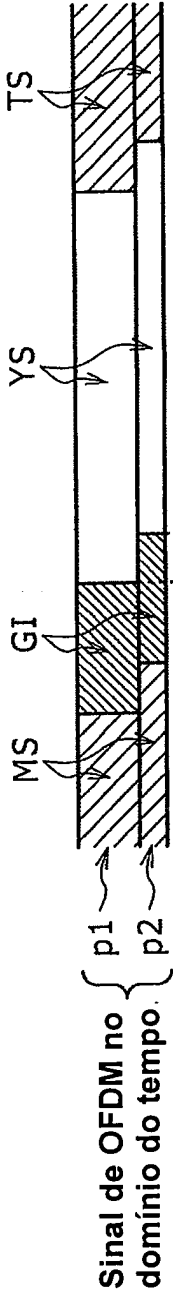


FIG. 20B

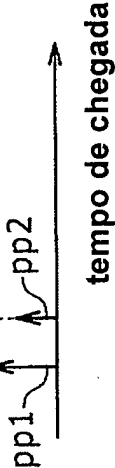


FIG. 20C

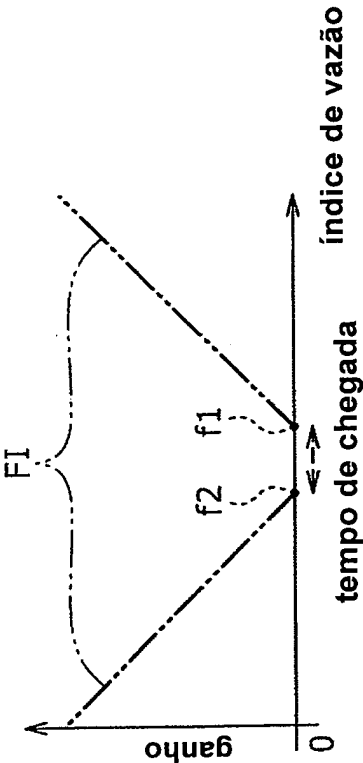


FIG.21A

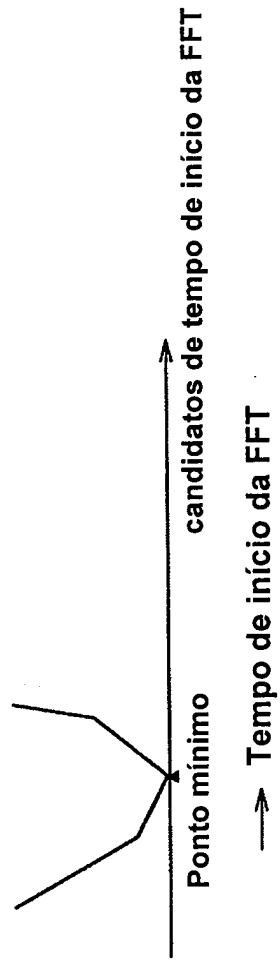


FIG.21B

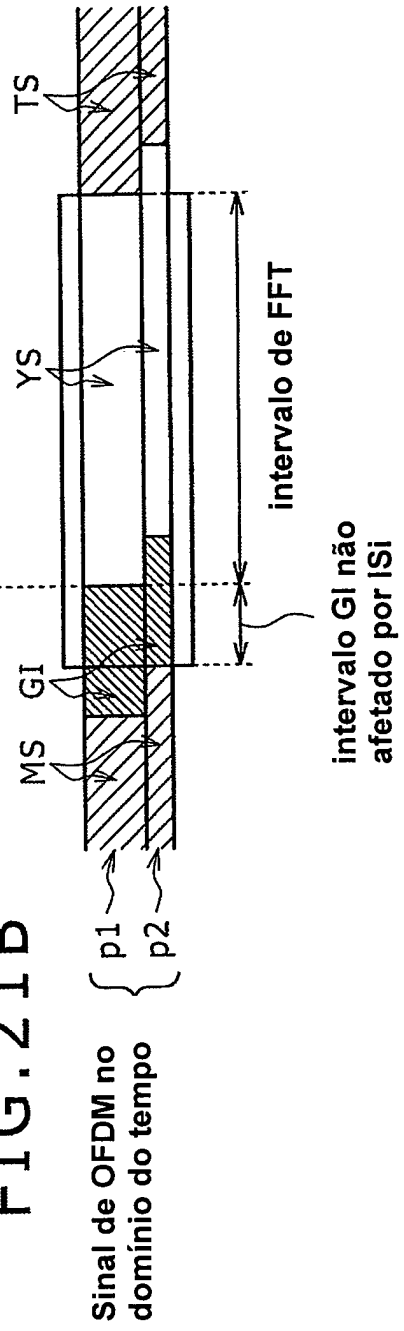


FIG. 22

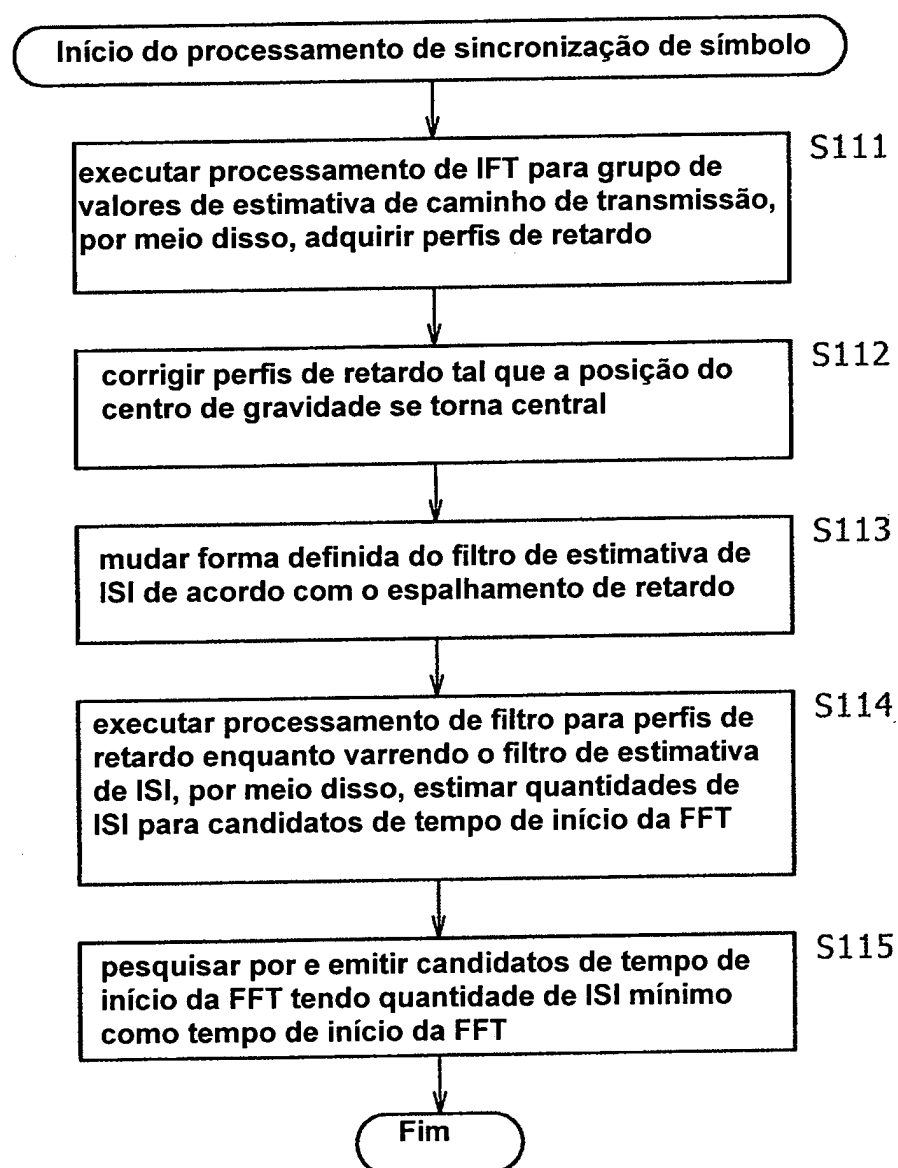
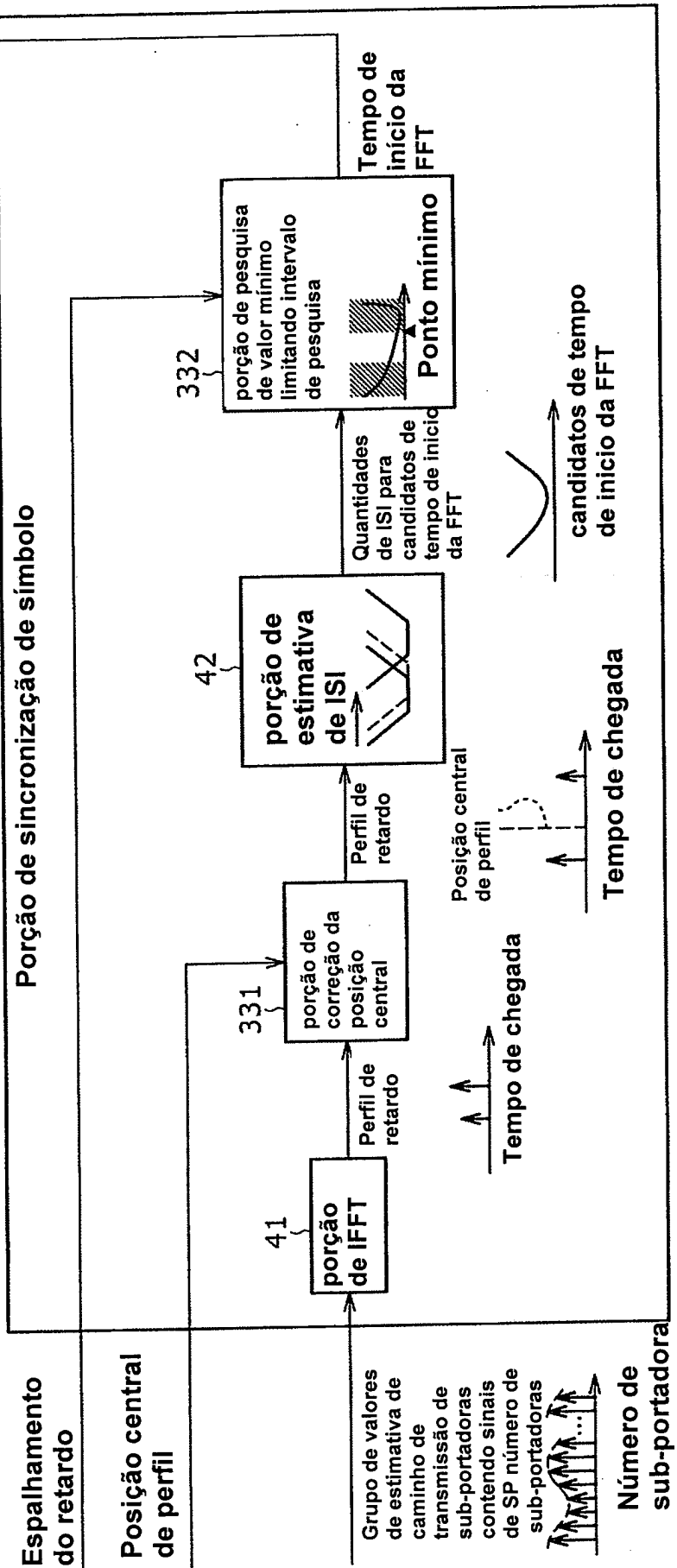


FIG. 24

312



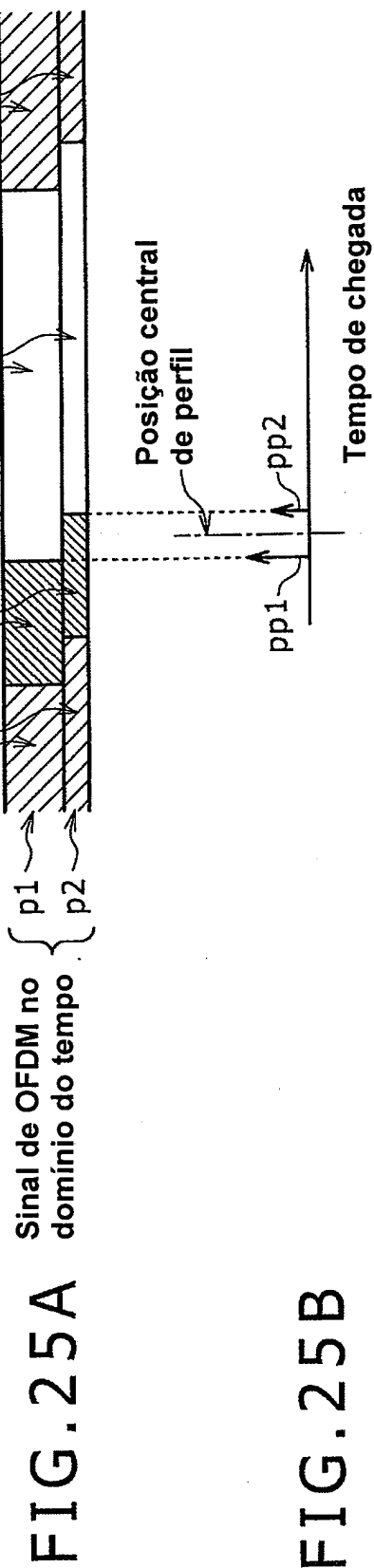


FIG. 25B

Intervalo de pesquisa
(Posição central do perfil $\pm$ espalhamento de retardo /2)

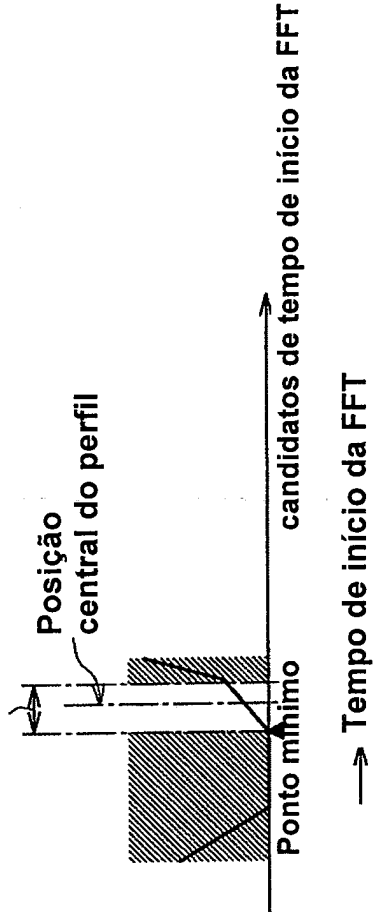


FIG. 26A

FIG. 26B

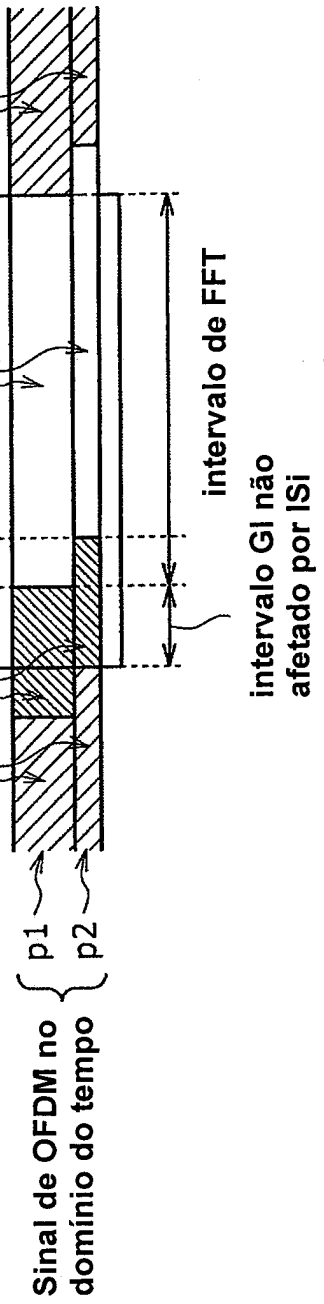


FIG. 27

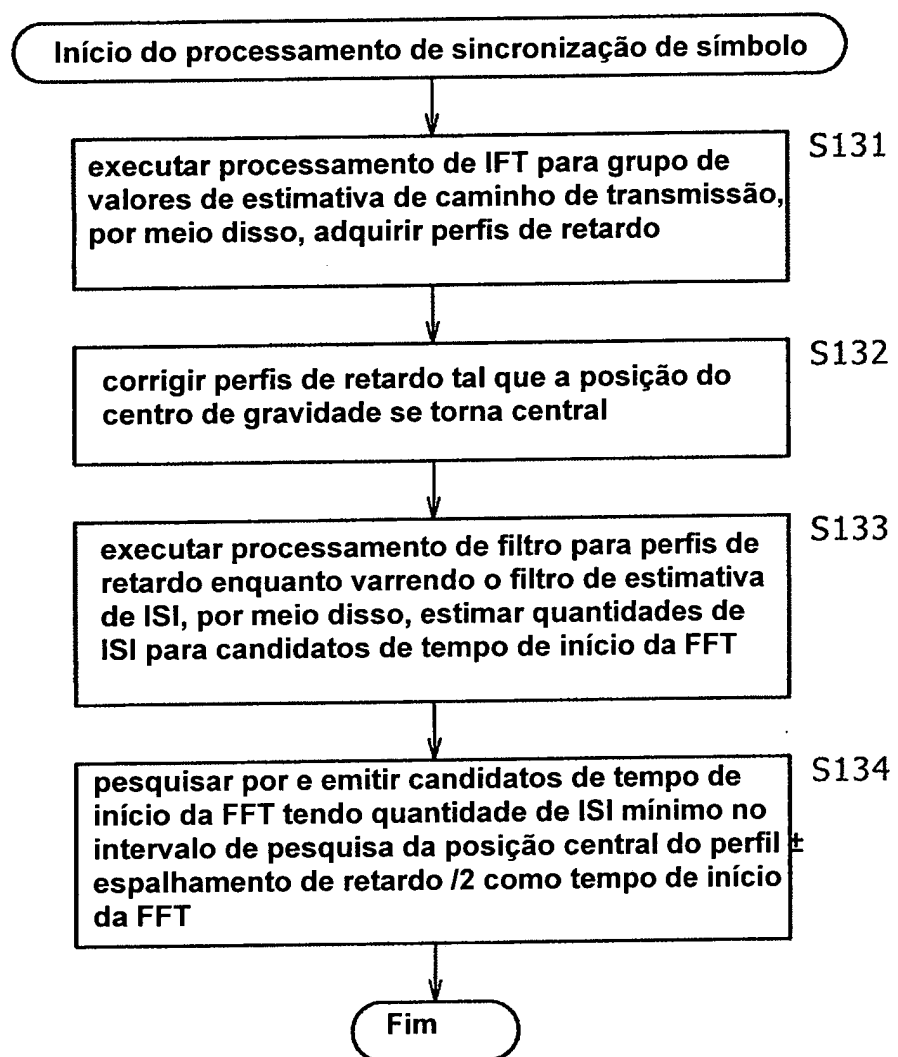
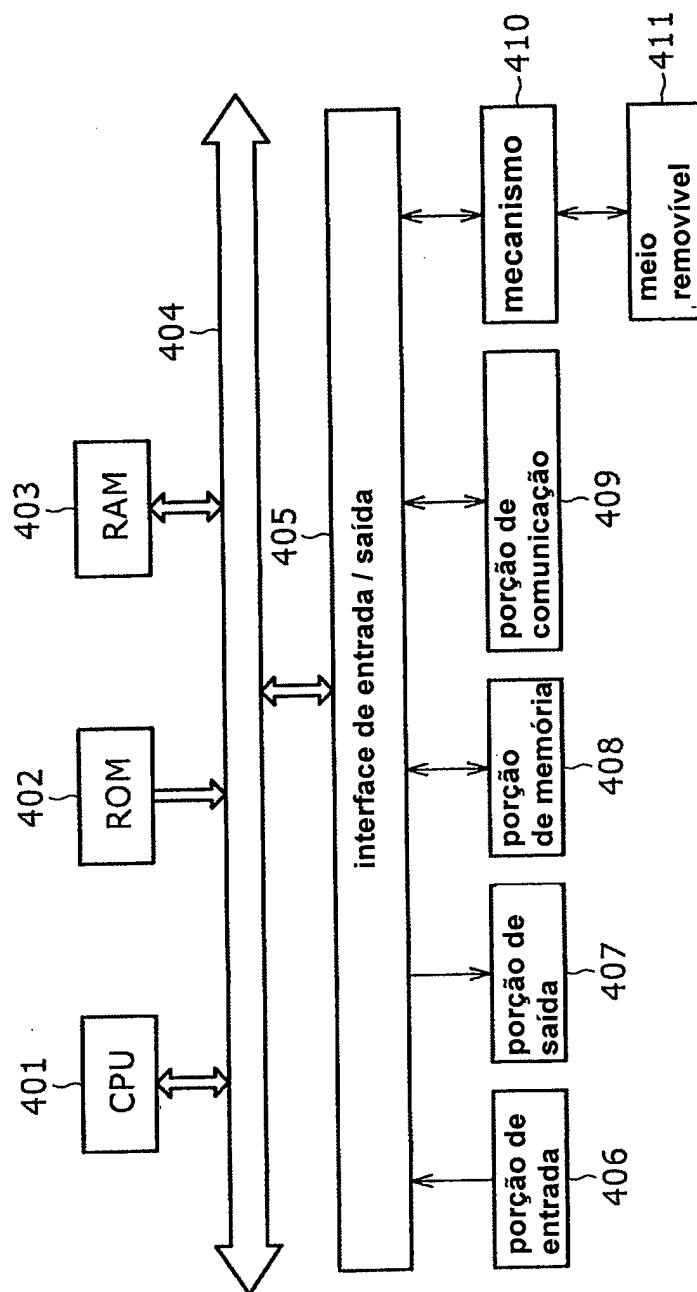


FIG. 28



RESUMO

“PROCESSADOR DE INFORMAÇÃO, MÉTODO DE
PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO, PROGRAMA PARA INSTRUIR
UM COMPUTADOR PARA CONTROLAR UM APARELHO DE
5 RECEPÇÃO, E, DISPOSITIVO DE EXIBIÇÃO”

Aqui é divulgado um processador de informação incluindo:
uma seção de recepção configurada para receber um sinal de OFDM
transmitido de acordo com um sistema de OFDM; uma seção de operação, de
forma aritmética, de FFT configurada para realizar FFT para um sinal dentro
10 de um intervalo predeterminado do sinal de OFDM; uma seção de estimativa
de perfil de retardo configurada para estimar perfis de retardo a partir do sinal
de OFDM recebido através de uma seção de recepção; uma seção de
estimativa de quantidade de interferência de símbolo configurada para estimar
quantidades de interferência entre símbolos para uma grande quantidade de
15 candidatos para o intervalo predeterminado, respectivamente, usando os perfis
de retardo estimados através de uma seção de estimativa de perfil de retardo;
e uma seção de pesquisa configurada para pesquisar pelo candidato tendo a
quantidade mínima de interferência entre símbolos estimada pela seção de
estimativa de quantidade de interferência entre símbolos dentre a grande
20 quantidade de candidatos no intervalo predeterminado, e fornecer dados sobre
o candidato assim pesquisado como o intervalo predeterminado para a seção
de operação, de forma aritmética, de FFT.