

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

(21) **PI0903400-5 A2**

(22) Data de Depósito: 16/09/2009
(43) Data da Publicação: 01/06/2010
(RPI 2056)



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

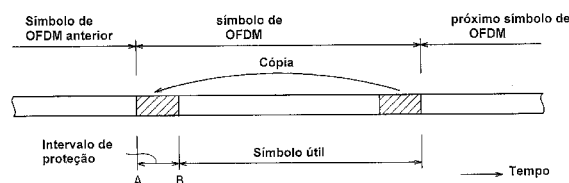
(54) Título: **DISPOSITIVO E MÉTODO DE RECEPÇÃO, E, PROGRAMA QUE FAZ COM QUE UM COMPUTADOR EXECUTE PROCESSAMENTO**

(57) Resumo: Um dispositivo de recepção inclui um extrator de sinal de piloto, um estimador, um interpolador, um corretor de distorção, um calculador, e um determinador.

(30) Prioridade Unionista: 19/09/2008 JP P2008-240275

(73) Titular(es): Sony Corporation

(72) Inventor(es): Takashi Yokokawa, Takuya Okamoto, Toshiyuki Miyauchi





“DISPOSITIVO E MÉTODO DE RECEPÇÃO, E, PROGRAMA QUE FAZ
COM QUE UM COMPUTADOR EXECUTE PROCESSAMENTO”
FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

5 A presente invenção se refere à dispositivos de recepção, métodos de recepção, e programas, e particularmente a um método de recepção, e programas, e particularmente a um dispositivo de recepção, um método de recepção, e um programa que permita fazer uma determinação com alta precisão se o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou
10 um ambiente de retardo próximo.

2. Descrição da técnica Relacionada

Como um sistema de modulação para radiodifusão digital terrestre, um sistema de modulação chamado um sistema de multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) é usado.

15 No sistema de OFDM, a grande número de subportadoras ortogonais são configuradas na banda de transmissão. Ainda mais, dados são alocados para a amplitude e fase de cada subportadora e modulação digital é realizada por chaveamento de deslocamento de fase (PSK) ou modulação de amplitude de quadratura (QAM).

20 O sistema de OFDM tem uma característica que a taxa de transmissão total dele é similar àquele dos sistemas de modulação existentes embora a banda por uma subportadora é estreita e a taxa de transmissão é baixa no sistema de OFDM porque o todo da banda de transmissão é dividido pelo grande número de subportadoras. Ainda mais, o sistema de OFDM tem
25 uma característica que a robustez contra o trajeto múltiplo pode ser aprimorada fornecendo um intervalo de intervalo de proteção a ser descrito mais tarde.

Mais ainda, no sistema de OFDM, modulação pode ser realizada através de operação de transformada de Fourier rápida inversa

(IFFT) para efetuar transformada de Fourier inversa porque dados são alocados à pluralidade de subportadoras. Demodulação de um sinal de OFDM obtida como um resultado da modulação pode ser realizada por operação de Transformada de Fourier Rápida (FFT) para efetuar transformada de Fourier.

5 Por conseguinte, um dispositivo de transmissão para transmitir o sinal de OFDM pode ser formado usando um circuito para efetuar a operação de IFFT, e um dispositivo de recepção para receber o sinal de OFDM pode ser formado usando um circuito para efetuar a operação de FFT.

10 Devido as características descritas acima, o sistema de OFDM é frequentemente aplicado à radiodifusão digital terrestre, que é altamente suscetível à influência de interferência de trajeto múltiplo. Exemplos do padrão da radiodifusão digital terrestre ao qual o sistema de OFDM é empregado inclui radiodifusão terrestre de vídeo digital (DVB-T), radiodifusão terrestre de serviços integrados digital (ISDB-T), e radiodifusão
15 de som para ISDB terrestre (ISDB-TSB).

FIG. 1 é um diagrama mostrando símbolos de OFDM.

No sistema de OFDM, a transmissão de sinal é realizada com base na unidade chamada, o símbolo de OFDM.

20 Como mostrado na FIG. 1, um símbolo de OFDM é composto de um símbolo útil isto é o intervalo de sinal para o qual a IFFT é efetuada no momento da transmissão e um intervalo de proteção (daqui em diante, referenciado como GI) obtida copiando a forma de onda de uma parte na última metade do símbolo útil. O GI é inserido na posição anterior ao símbolo útil no eixo do tempo. No sistema de OFDM, inserindo o GI pode prevenir
25 interferência entre os símbolos de OFDM, que ocorrem sob um ambiente de trajeto múltiplo.

Se o comprimento do símbolo útil no símbolo de OFDM, i. e., a duração do símbolo útil como a duração que não inclui o intervalo de proteção, é T_u [segundos] e o intervalo entre subportadoras é F_c [Hz], o

relacionamento expresso por uma equação $F_c = 1/T_u$ é satisfeito.

Um quadro de transmissão de OFDM é formado agrupando uma pluralidade de tais símbolos de OFDM. Por exemplo, no padrão de ISOB-T, um quadro de transmissão de OFDM é formado de 204 símbolos de OFDM. As posições de inserção de um sinal de piloto são definidas nas bases da unidade deste quadro de transmissão de OFDM.

No sistema de OFDM no qual um sistema de modulação de QAM é usado como o sistema de modulação para as respectivas subportadoras, a amplitude e fase da subportadora no tempo de transmissão diferem daquelas no momento de recepção em base em cada subportadora devido à influência de um trajeto múltiplo e assim por diante na transmissão. Por conseguinte, lado de recepção necessita realizar equalização de sinal tal que a amplitude e a fase do sinal recebido podem se tornar iguais àquelas do sinal transmitido.

No sistema de OFDM, sinais de piloto tendo predeterminada amplitude e uma predeterminada fase são inseridos em um símbolo de transmissão em uma maneira dispersa no lado de transmissão. Em adição, o lado de recepção obtém a característica de frequência do canal com base na amplitude e na fase dos sinais de piloto para por meio disso, equalizar o sinal de recebido.

O sinal de piloto usado para calcular a característica de canal é referido como o sinal de piloto disperso (daqui em diante, referido como o sinal de SP). FIG. 2 mostra um padrão de arranjo dos sinais de SP nos símbolos de OFDM, empregado no padrão de DVB-T padrão e de padrão de ISDB-T. Na FIG. 2, a direção vertical corresponde à direção do tempo e a direção horizontal corresponde à direção de frequência.

FIG. 3 é um diagrama em bloco mostrando um exemplo de configuração de um receptor de OFDM receptor de uma técnica de relacionada.

Um sintonizador 2 realiza conversão de frequência de um sinal de RF recebido por uma antena de recepção 1 em um sinal de IF e emite o sinal de IF para um circuito de conversão de A/D 3.

5 O circuito de conversão de A/D 3 executa conversão de A/D para o sinal de IFF fornecido a partir do sintonizador 2 e emite o sinal digital de IFF para um circuito de demodulação de quadratura 4.

10 O circuito de demodulação de quadratura 4 efetua demodulação de quadratura usando uma portadora fornecida a partir de um circuito de geração de portadora 5 para, por meio disso, adquirir um sinal de banda base de OFDM e o emite. Este sinal de banda base de OFDM é um sinal de domínio do tempo antes da operação de FFT.

Daqui em diante, o sinal de banda base de OFDM antes da operação de FFT será referido como o sinal de OFDM no domínio do tempo. O sinal de OFDM no domínio do tempo é obtido como um sinal complexo incluindo um componente de eixo real (sinal de canal I) e um componente de eixo imaginário (sinal de canal Q) como um resultado da demodulação de quadratura. O sinal de OFDM no domínio do tempo emitido a partir do circuito de demodulação de quadratura 4 é fornecido para o circuito de geração de portadora 5, um circuito de FFT 6, um circuito de controle de intervalo de FFT 7, e um circuito de estimativa de perfil de retardo 10.

O circuito de geração de portadora 5 gera uma portadora tendo predeterminada frequência com base no sinal de OFDM no domínio do tempo fornecido a partir do circuito de demodulação de quadratura 4 e emite a portadora para o circuito de demodulação de quadratura 4.

25 O circuito de FFT 6 extrai o sinal no intervalo de duração do símbolo útil a partir do sinal de um símbolo de OFDM com base em um pulso de acionamento de FFT fornecido a partir do circuito de controle de intervalo de FFT 7. Ainda mais, o circuito de FFT 6 efetua a operação de FFT para o sinal extraído de OFDM do domínio do tempo para, por meio disso, extrair os

dados transportados pela modulação de quadratura das respectivas subportadoras.

A posição de início da operação da FFT é qualquer posição no intervalo a partir da posição A na FIG. 1, que é equivalente a uma fronteira do símbolo de OFDM, para a posição B, que é equivalente à fronteira entre o GI e o símbolo útil. O intervalo de operação de FFT é referido como o intervalo de FFT, e a posição de início do intervalo de FFT é especificada pelo pulso de acionamento de FFT fornecido a partir do circuito de controle de intervalo de FFT 7.

O circuito de FFT 6 emite um sinal de OFDM representando os dados extraídos. Este sinal de OFDM é um sinal do domínio da frequência obtido após a operação de FFT. Daqui em diante, o sinal de OFDM obtido após a operação de FFT será referido como o sinal de OFDM no domínio da frequência. O sinal de OFDM no domínio da frequência é fornecido a um circuito de extração de SP 8-1 e um circuito divisor 8-4 em um circuito de compensação de distorção de canal 8.

O circuito de controle de intervalo de FFT 7 decide o intervalo de FFT com base no sinal de OFDM no domínio do tempo fornecido a partir do circuito de demodulação de quadratura 4 e um perfil de retardo estimado pelo circuito de estimativa de perfil de retardo 10, e emite o pulso de acionamento de FFT para o circuito de FFT 6.

O circuito de compensação de distorção de canal 8 inclui o circuito de extração de SP 8-1, um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2, um circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3, e o circuito divisor 8-4.

O circuito de extração de SP 8-1 extrai os sinais de SP a partir do sinal de OFDM no domínio da frequência e remove o componente de modulação dos sinais de SP para, por meio disso, estima a característica de canal para os sinais de SP. O circuito de extração de SP 8-1 emite

característica de canal dados representando a característica estimada de canal para um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2.

Um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 estima a característica de canal para os respectivos símbolos de OFDM arrumados ao longo da direção do tempo a partir da subportadora na qual o sinal de SP é disposto, com base na característica de canal estimada pelo circuito de extração de SP 8-1. Por exemplo, usando a característica de canal para um sinal de SP, SP_1 na FIG. 2 e a característica de canal para um sinal de SP, SP_2 , estimado pelo circuito de extração de SP 8-1, um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 estima a característica de canal para os outros símbolos na área A_1 na FIG. 2.

O sinal de SP é inserido em cada décima segunda subportadora em um símbolo de OFDM da mesma hora. Por conseguinte, a característica de canal de cada terceira subportadora é estimada através de um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2. O circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 emite dados representando a característica de canal estimada de cada terceira subportadora. Os dados emitidos a partir do circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 é fornecido para o circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3 e para o circuito de estimativa de perfil de retardo 10.

O circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3 executa processamento de interpolação de frequência como processamento para interpolar a característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, estimar a característica de canal das subportadoras para cada símbolo de OFDM na direção da frequência a partir da característica de canal de cada terceira subportadora.

O processamento de interpolação de frequência é realizado aplicando um filtro passa baixa aos dados surgindo da amostragem para cima

tripla para os dados representando a característica de canal de cada terceira subportadora. O circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3 é fornecido com pluralidade de filtros passa baixa com o filtro de interpolação, e o filtro de interpolação usado no processamento de interpolação de frequência é especificado através do sinal de seleção de filtro fornecido a partir do circuito de seleção de interpolação de filtro de frequência 11. Por exemplo, o circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3 estima a característica de canal para, das posições do símbolo de OFDM incluído na área A_2 na FIG. 2, as posições as quais a característica de canal está ainda para ser estimada.

Como um resultado, a característica de canal de todas das subportadoras é estimada. O circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3 emite, para o circuito divisor 8-4, dados representando o resultado da estimativa da característica de canal de todas das subportadoras.

O circuito divisor 8-4 corrige a distorção incluída no sinal de OFDM no domínio da frequência com base na característica de canal de todas das subportadoras, fornecidas a partir do circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3. O circuito divisor 8-4 emite o sinal de OFDM no domínio da frequência cuja distorção tenha sido corrigida para um circuito de correção de erro 9.

O circuito de correção de erro 9 executa processamento de retirada de intercalação para um sinal intercalado no lado de transmissão e executa processamento tal como desfragmentar, decodificação de Viterbi, remoção de sinal de difusão, e decodificação de RS. O circuito de correção de erro 9 emite os dados obtidos através dos vários tipos de processamento para o circuito de estágio subsequente como dados decodificados.

O circuito de estimativa de perfil de retardo 10 estima o perfil de retardo do canal obtendo a característica de tempo resposta do canal. Por

exemplo, o circuito de estimativa de perfil de retardo 10 estima o perfil de retardo efetuando IFFT para a característica de canal estimada através de um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 e executando processamento limite para o resultado da IFFT. A parte da qual um valor igual
 5 ou menor do que o limite é obtido, é considerado como um componente de ruído, e é determinado que um trajeto existe na parte a partir da qual um valor excedendo o limite é obtido.

O perfil de retardo estimado pelo circuito de estimativa de perfil de retardo 10 é fornecido ao circuito de controle de intervalo de FFT 7 e
 10 ao circuito de seleção de filtro de interpolação de frequência 11. Como o método para estimar o perfil de retardo, um método é também conhecido no qual o perfil de retardo é estimado a partir de um sinal de OFDM no domínio do tempo utilizando um filtro de coincidência (MF) cujo coeficiente de passagem é o período de GI.

O circuito de seleção de filtro de interpolação de frequência 11 obtém o espalhamento do retardo com base no perfil de retardo estimado pelo circuito de estimativa de perfil de retardo 10, e seleciona o filtro de interpolação tendo a banda de filtro adequada para o espalhamento de retardo. O circuito de seleção de filtro de interpolação de frequência 11 emite o sinal
 15 de seleção de filtro especificando o filtro de interpolação selecionado para o circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3.

FIG. 4 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração do circuito de interpolação de característica na direção da frequência 8-3.

Como mostrado na FIG. 4, o circuito de interpolação de
 25 característica na direção da frequência 8-3 inclui circuitos de interpolação de filtro de frequência 8-3a₀ à 8-3a_{N-1} e um circuito seletor 8-3b. Os dados que são emitidos a partir do circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 e representam a característica de canal de cada terceira subportadora são entrados para os circuitos de interpolação de filtro de

freqüência $8-3a_0$ à $8-3a_{N-1}$. O sinal de seleção de filtro emitido a partir do circuito de seleção de filtro de interpolação de freqüência 11 é entrado para o circuito seletor 8-3b.

Cada um dos circuitos de interpolação de filtro de freqüência
 5 $8-3a_0$ à $8-3a_{N-1}$ executa o processamento de interpolação de freqüência para os dados representando a característica de canal de cada terceira subportadora usando ao dado filtro de interpolação, e emite dados representando o resultado do processamento de interpolação de freqüência para o circuito seletor 8-3b.

No exemplo da FIG. 4, o circuito de interpolação de filtro de
 10 freqüência $8-3a_0$ executa o processamento de interpolação usando um filtro de interpolação tendo uma banda de filtro BWO, e o circuito de interpolação de filtro de freqüência $8-3a_1$ executa o processamento de interpolação usando um filtro de interpolação tendo uma banda de filtro BW1. O circuito de interpolação de filtro de freqüência $8-3a_{N-1}$ executa o processamento de
 15 interpolação usando um filtro de interpolação tendo uma banda de filtro BW(N-1). FIG. 5 é um diagrama no qual as bandas de filtro BWO à BW3 são representadas no eixo do tempo.

No exemplo da FIG. 5, a largura de banda da banda de filtro
 BWO é a maior e a largura de banda da banda de filtro BW3 é a menor. A
 20 posição do triângulo branco apontado para cima indica a posição central da banda do filtro. O processamento de interpolação de freqüência é executado em tal uma maneira que a posição central da banda de filtro é configurada para a mesma posição que a posição central do espalhamento de retardo.

O circuito seletor 8-3b seleciona, a partir dos dados fornecidos
 25 dos circuitos de interpolação de filtro de freqüência $8-3a_0$ à $8-3a_{N-1}$, os dados do resultado da interpolação da característica de canal, obtidos pelo processamento de interpolação de freqüência com uso do filtro de interpolação especificado pelo sinal de seleção de filtro. O sinal selecionado pelo circuito seletor 8-3b é emitido pelo circuito divisor 8-4.

Exemplos de documentos de técnicas relacionadas incluem Patente Japonesa Aberta ao Público No. 2002-232390 e Patente Japonesa Aberta ao Público No. 2008-35377.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

5 À propósito, é geral que o GI seja excluído do objeto da operação de FFT. Contudo, se o sinal como o objeto da operação de FFT é um sinal de OFDM de prefixo cíclico, é possível, eficazmente utilizar a informação do GI se o ambiente do canal é um ambiente de trajeto único livre a partir de um trajeto de retardo. Neste recurso, a seguinte característica é
10 utilizada: o sinal do GI corresponde ao sinal do intervalo que existe no final do símbolo útil e é usado como a cópia de origem para o GI.

 Por exemplo, uma função de janela para realizar a seguinte operação é aplicada. Especificamente, a amplitude do sinal do GI e o sinal do intervalo como a cópia de origem para o GI é tornada metade, e o sinal do GI
15 tendo a amplitude pela metade é adicionado ao sinal do intervalo como a cópia de origem tendo amplitude pela metade. Em adição, o intervalo outro do que o GI e o intervalo como a cópia de origem é multiplicado por um. Daí em diante, o intervalo de FFT cuja posição de início e a mesma que a posição final do GI é configurado e a operação de FFT é efetuada. Isto pode melhorar
20 a proporção S/N do intervalo como a cópia de origem para o GI.

 É necessário para determinar que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto único com alta precisão de modo a efetuar tal operação de FFT com a utilização efetiva do sinal do GI. Contudo, a precisão da determinação é freqüentemente insuficiente no método de determinação de
25 técnica relacionada com o uso de um perfil de retardo. Processamento de limite é executado na estimativa do perfil de retardo como descrito acima. Neste processamento, um componente de ruído é freqüentemente detectado, de forma errada, como um trajeto.

 Se uma determinação errada é feita se o ambiente do canal é

ou não um ambiente de trajeto único e a operação de FFT é efetuada após tal uma função de janela é aplicada embora o ambiente do canal não seja um ambiente de trajeto único, o sinal outro do que o GI é adicionado ao sinal do intervalo como a cópia de origem para o GI. Isto resulta na deterioração do sinal obtida como um resultado da demodulação.

Ainda mais, se pode ser determinado com alta precisão que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto único, a banda do filtro de interpolação e assim por diante pode ser configurado para este trajeto único no processamento de interpolação de frequência. Por conseguinte, a qualidade de sinal poderia ser melhorada.

Há uma necessidade para a presente invenção permitir fazer uma determinação de alta precisão se o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, é fornecido um dispositivo de recepção incluindo um sinal de piloto extrator configurado para extrair um sinal de piloto de um sinal de OFDM recebido, um estimador configurado para estimar a característica do canal do sinal de OFDM para o sinal de piloto e interpolar uma característica de canal na direção do tempo para, por meio disso, obter uma característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras, e um interpolador configurado para realizar filtragem da característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma primeira banda para interpolar uma característica de canal na direção da direção da frequência para, por meio disso, obter uma primeira característica de canal de todas subportadoras, e realizar filtragem da característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma segunda banda mais larga do que a primeira banda para interpolar uma característica de canal na direção de direção da frequência para, por meio disso, obter uma segunda característica

de canal de todas subportadoras. O dispositivo de recepção ainda inclui um corretor de distorção configurado para corrigir distorção do sinal de OFDM usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e corrigir distorção do sinal de OFDM usando a segunda característica de canal de todas subportadoras, um calculador configurado para calcular a qualidade de cada um dos sinais de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida, e um determinador configurado para determinar se ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo no qual todos os trajetos são permitidos serem incluídos na banda de passagem de um filtro de interpolação tendo a primeira banda, com base na qualidade de um primeiro sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e a qualidade de um segundo sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a segunda característica de canal de todas subportadoras.

De acordo com outras modalidades da presente invenção, são fornecidos um método de recepção e um programa cada um incluindo os estágios para extrair um sinal de piloto a partir de um sinal de OFDM recebido, estimar a característica de canal do sinal de OFDM para o sinal de piloto e interpolar uma característica de canal na direção do tempo para, por meio disso, obter a característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras, e realizar filtragem da característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma primeira banda para interpolar uma característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, obter uma primeira característica de canal de todas as subportadoras, e realizar filtragem da característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma segunda saída banda mais larga do que a primeira banda para interpolar uma característica de canal na direção da frequência

para, obter uma segunda característica de canal de todas as subportadoras. O método de recepção e o programa cada um ainda inclui os estágios para corrigir distorção do sinal de OFDM usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e corrigir distorção do sinal de OFDM usando a
5 segunda característica de canal de todas as subportadoras, calcular a qualidade de cada um dos sinais de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida, e determinar se o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo no qual todos os trajetos são permitidos serem incluídos na banda de passagem de um filtro de interpolação
10 tendo a primeira banda, com base na qualidade de um primeiro sinal de distorção corrigida que o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e a qualidade de um segundo sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a segunda característica de canal de
15 todas as subportadoras.

Nas modalidades da presente invenção, o sinal de piloto é extraído a partir do sinal de OFDM recebido. A característica do canal do sinal de OFDM para o sinal de piloto é estimada e a característica de canal é interpolada na direção do tempo para, por meio disso, obter a característica de
20 canal de cada determinado número de subportadoras. Filtragem da característica de canal de cada determinado número de subportadoras é realizada pelo filtro de interpolação tendo a primeira banda para interpolar a característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, obter a primeira característica de canal de todas subportadoras. Ainda mais, filtragem
25 da característica de canal de cada determinado número de subportadoras é realizada através do filtro de interpolação tendo a segunda banda mais larga do que a primeira banda para interpolar a característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, obter a segunda característica de canal de todas as subportadoras. Distorção do sinal de OFDM é corrigida usando a

primeira característica de canal de todas as subportadoras, e distorção do sinal de OFDM é corrigida usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras. A qualidade de cada um dos sinais de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida é calculada. Em adição, é determinado se o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo no qual todos trajetos são permitidos serem incluídos na banda de passagem do filtro de interpolação tendo a primeira banda, com base na qualidade do primeiro sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e a qualidade do segundo sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras. As modalidades da presente invenção permitem fazer uma determinação de alta precisão se o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo.

DESCRIÇÃO BREVE DOS DESENHOS

FIG. 1 é um diagrama mostrando símbolos de OFDM;

FIG. 2 é um diagrama mostrando um padrão de arranjo de sinais de SP;

FIG. 3 é um diagrama em bloco mostrando um exemplo de configuração de um receptor de OFDM de uma técnica relacionada;

FIG. 4 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração de um circuito de interpolação de característica na direção da frequência na FIG. 3;

FIG. 5 é um diagrama mostrando bandas de filtro;

FIG. 6 é uma diagrama de bloco mostrando um exemplo de - configuração de um receptor de acordo com uma modalidade da presente invenção;

FIG. 7 é um diagrama mostrando um exemplo de controle de

operação de FFT;

FIG. 8 é um diagrama mostrando um outro exemplo do controle de uma operação de FFT;

5 FIG. 9 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração de um circuito de interpolação de característica na direção da frequência na FIG. 6;

FIG. 10 é um diagrama mostrando dados de estimativa de característica na direção do tempo;

10 FIG. 11 é um diagrama mostrando dados de interpolação de característica na direção de frequência;

FIG. 12 é um diagrama mostrando um exemplo dos dados no domínio do tempo de dados característicos de interpolação de valor zero;

FIGS. 13A à 13D são diagramas para explicar a qualidade de sinal de uma sinal de OFDM no domínio da frequência;

15 FIGS. 14A e 14B são diagramas para explicar mudança na qualidade de sinal dependente no centro da banda do filtro;

FIGS. 15A e 15B são diagramas para explicar mudança na qualidade de sinal dependente do centro da banda do filtro quando o ambiente do canal não é um ambiente de trajeto único;

20 FIGS. 16A e 16B são diagramas para explicar mudança na qualidade do sinal dependente do centro da banda do filtro quando o ambiente do canal é um ambiente de trajeto único;

25 FIG. 17 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração de um circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo na FIG. 6;

FIG. 18 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração de um circuito de determinação de trajeto de retardo próximo na FIG. 17;

FIG. 19 é um diagrama mostrando um outro exemplo de

configuração do circuito de determinação de trajeto de retardo próximo na FIG. 17;

FIG. 20 é um diagrama mostrando ainda um outro exemplo de configuração do circuito de determinação de trajeto de retardo próximo na
5 FIG. 17;

FIG. 21 é um diagrama mostrando ainda um outro exemplo de configuração do circuito de determinação de trajeto de retardo próximo na FIG. 17;

FIGS. 22A à 22C são diagramas mostrando um exemplo de
10 componentes de dobra de trajetos;

FIGS. 23A à 23C são diagramas mostrando um outro exemplo de componentes de dobra de trajetos;

FIG. 24 é um diagrama mostrando um estado no qual um filtro de banda estreita é aplicada;

15 FIG. 25 é um fluxograma para explicar processamento de recepção do receptor;

FIG. 26 é um fluxograma para explicar processamento de seleção de coeficiente de filtro executado em um estágio S8 na FIG. 25;

FIG. 27 é um diagrama de bloco mostrando um outro exemplo
20 de configuração do receptor de acordo com uma modalidade da presente invenção;

FIG. 28 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração de um circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo na FIG. 27;

25 FIG. 29 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração de um circuito de determinação de trajeto de próximo na FIG. 28; e

FIG. 30 é um diagrama de bloco mostrando um exemplo de configuração de um computador.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

<1. Primeira Modalidade>

[Configuração de Exemplo de Receptor]

FIG. 6 é um diagrama de bloco mostrando um exemplo de configuração de um receptor 100 de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Dos componentes mostrados na FIG. 6, aos mesmos componentes que aqueles na FIG. 3 são dados os mesmos numerais. Consequentemente, descrição sobreposta é omitida.

A configuração do receptor 100 da FIG. 6 é diferente da configuração da FIG. 3 principalmente em que um circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 é fornecido em vez do circuito de seleção de filtro de interpolação de frequência 11. Ainda mais, como um circuito para executar processamento de interpolação de frequência, um circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22 que muda características tais como a banda de um filtro de interpolação com base em um coeficiente fornecido a partir do circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 e executa o processamento de interpolação de frequência, é fornecido no circuito de compensação de distorção de canal 8.

O receptor 100 da FIG. 6 emprega não um método para controlar o filtro de interpolação usado no processamento de interpolação de frequência com base em um perfil de retardo mas um método para realizar testes do processamento de interpolação de frequência com uso da pluralidade de filtros de interpolação e controlar o filtro de interpolação que é efetivamente usado.

A partir das características da qualidade do sinal obtidas através dos testes do processamento de interpolação de frequência, uma determinação é feita se o ambiente do canal é ou não um ambiente incluindo somente um trajeto único como o trajeto principal ou um ambiente incluindo

somente um trajeto de retardo próximo como o trajeto outro do que o trajeto principal. O filtro de interpolação é controlado com base no resultado da determinação. O resultado da determinação se o ambiente do canal é um ambiente incluindo somente um trajeto único como o trajeto principal ou um ambiente incluindo somente um trajeto de retardo próximo com o trajeto outro do que o trajeto principal, é usado também na operação de FFT.

Daqui em diante, se não há necessidade para distinguir o ambiente de trajeto único incluindo somente um trajeto único como o trajeto principal do ambiente de trajeto de retardo próximo incluindo somente um trajeto de retardo próximo como o trajeto outro do que o trajeto principal, conseqüentemente a descrição será assim feita que o ambiente de trajeto de retardo próximo engloba o ambiente de trajeto único. Um trajeto de retardo próximo a ser descrito é uma determinação se o ambiente do canal é um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo.

O sintonizador 2 realiza conversão de freqüência de um sinal de RF recebido através da antena de recepção 1 em um sinal de IFF e emite o sinal de IFF para o circuito de conversão de A/D 3.

O circuito de conversão de A/D 3 executa conversão de A/D para o sinal de IFF e emite o sinal digital de IFF para o circuito de demodulação de quadratura 4.

O circuito de demodulação de quadratura 4 efetua demodulação de quadratura usando uma portadora fornecida a partir do circuito de geração de portadora 5 para, por meio disso, adquirir um sinal de OFDM no domínio do tempo e emití-lo.

O circuito de geração de portadora 5 gera uma portadora tendo predeterminada freqüência e a emite para o circuito de demodulação de quadratura 4.

O circuito de FFT 6 conseqüentemente aplica uma função de janela de acordo com controle através do circuito de controle de intervalo de

FFT 7 e configura o intervalo de FFT com base em um pulso de acionamento de FFT fornecido a partir do circuito de controle de intervalo de FFT 7. Ainda mais, o circuito de FFT 6 efetua a operação de FFT para o sinal de OFDM no domínio do tempo no intervalo de FFT. O circuito de FFT 6 emite um sinal de OFDM no domínio da frequência que é extraído através de uma operação de FFT e representa os dados transportados pela modulação de quadratura das respectivas subportadoras para o circuito de extração de SP 8-1, para o circuito divisor 8-4, e para o circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21.

O circuito de controle de intervalo de FFT 7 controla a operação de FFT através do circuito de FFT 6 com base em um sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo fornecido a partir do circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 e um perfil de retardo estimado através do circuito de estimativa de perfil de retardo 10. O sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indica o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto de retardo próximo.

FIG. 7 é um diagrama mostrando um exemplo do controle de uma operação de FFT quando o ambiente do canal não é um ambiente de trajeto de retardo próximo.

Um trajeto principal e um trajeto de retardo são mostrados na FIG. 7. Este trajeto de retardo é um trajeto que tem uma quantidade maior de retardo com relação ao trajeto principal e, por conseguinte, é não é um trajeto de retardo próximo.

Neste caso, como mostrado na FIG. 7, o intervalo de FFT cuja posição inicial é a mesma que a posição final do GI no trajeto principal é configurado para cada símbolo de OFDM com base no pulso de acionamento de FFT, e a operação de FFT é efetuada através do circuito de FFT 6 para o sinal no intervalo de FFT. A operação de FFT é efetuada exceto para a parte de GI.

FIG. 8 é um diagrama mostrando um exemplo do controle de uma operação de FFT quando o ambiente do canal é um ambiente de trajeto único e, por conseguinte, é determinado que o ambiente do canal é um ambiente de retardo próximo.

5 Somente um trajeto principal é mostrado linha mais superior na FIG. 8. Neste caso, uma função de janela é aplicada ao sinal de OFDM no domínio do tempo pelo circuito de FFT 6 de acordo com controle através do circuito de controle de intervalo de FFT 7. Como um resultado, como mostrado pela seta apontada para baixo A₁ FIG. 8, a amplitude do sinal do GI
10 e o sinal do intervalo como a cópia de origem para o GI é tornada metade. Ainda mais, como mostrado pela seta apontada para baixo A₂, o sinal do GI tendo a amplitude pela metade, é adicionado ao sinal do intervalo como a cópia de origem para o GI, tendo a amplitude pela metade.

15 Para o sinal resultante da adição mostrado na linha mais inferior na FIG. 8, e. g. o intervalo de FFT cuja posição inicial é a mesma que a posição final do GI no trajeto principal, é configurado com base no pulso de acionamento de FFT, e a operação de FFT é efetuada para o sinal no intervalo de FFT. Por exemplo, a posição final do GI no trajeto principal é especificada com base no perfil de retardo estimado.

20 Através deste processamento, o GI é eficazmente utilizado e a proporção S/N do intervalo como a cópia de origem para o GI é aprimorada.

 A precisão da determinação de trajeto de retardo próximo através do circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 é maior do que aquela da determinação de ambiente com base no perfil de retardo estimado.
25 Conseqüentemente, o GI pode ser eficazmente utilizado com alta precisão e a qualidade de sinal pode ser melhorada.

 Referindo de volta à FIG. 6, o circuito de extração de SP 8-1 no circuito de compensação de distorção de canal 8 extrai sinais de SP a partir do sinal de OFDM no domínio da frequência e estima a

característica de canal para os sinais de SP. O circuito de extração de SP 8-1 emite dados de característica de canal representando a característica de canal estimada para um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2.

5 O circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 estima a característica de canal para os respectivos símbolos de OFDM arrumados ao longo da direção do tempo a partir da subportadora na qual o sinal de SP é disposto. O circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 emite dados de estimativa de característica na direção do tempo
10 representando a característica de canal estimada de cada terceira subportadora para o circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21, para o circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22, e para o circuito de estimativa de perfil de retardo 10.

O circuito de interpolação de característica na direção da
15 frequência 22 muda a banda do filtro de interpolação e sua posição central com base no coeficiente fornecido a partir do circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21, e executa o processamento de interpolação de frequência.

FIG. 9 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração
20 do circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22.

Como mostrado na FIG. 9, o circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22 inclui um circuito de amostragem para cima tripla 22A e um circuito de filtro de interpolação 22B.

O circuito de amostragem para cima tripla 22A interpola e. g.
25 dois zeros como novos valores de amostras entre os valores de amostras dos dados de estimativa de característica na direção do tempo fornecidos a partir da circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2. O circuito de amostragem para cima tripla 22A emite, para o circuito de filtro de interpolação 22B, os dados de estimativa de característica na direção do

tempo resultando do aumento no número de valores de amostras de um fator de três vezes aquele nos dados originais.

O circuito de filtro de interpolação 22B é composto de um filtro passa baixa (LPF) para filtragem por interpolação da característica de canal na direção da frequência, e realiza filtragem dos dados de estimativa de característica na direção do tempo a partir do circuito de amostragem para cima tripla 22A. Ajuste é feito com base no coeficiente fornecido a partir do circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 como o que uma banda larga e uma banda estreita é empregada como a banda do LPF (filtro de interpolação) usado na filtragem e na posição central da banda.

O circuito de filtro de interpolação 22B realiza uma filtragem usando um filtro de banda larga ou um filtro de banda estreita como o filtro de interpolação para, por meio disso, remover o componente que dobra para trás nos dados de estimativa de característica na direção do tempo devido a interpolação dos zeros e obter a característica de canal resultante da interpolação na direção da frequência. O circuito de filtro de interpolação 22B emite, para o circuito divisor 8-4, a característica de canal resultante da interpolação na direção da frequência, i. e. dados de interpolação de característica na direção da frequência, como dados representando a característica de canal de todas as subportadoras.

Quando a banda do filtro de interpolação é mostrada no eixo do tempo como mostrado na FIG. 5, uma banda equivalente de cerca de $T_u/3$ [segundos] é usada como a banda do filtro de banda larga por exemplo. Como a banda do filtro de banda estreita, uma banda equivalente de cerca de $T_u/12$ [segundos], mais estreita do que a banda do filtro de banda larga, é usada.

A descrição será feita abaixo sobre $T_u/3$ usado como a banda do filtro de banda larga.

FIG. 10 é um diagrama mostrando dados de estimativa de característica na direção do tempo.

Dados de estimativa de característica na direção do tempo como aqueles mostrados na FIG. 10 são obtidos através de um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 usando a característica de canal dados para os sinais de SP arrumados como mostrados na FIG. 2. Na FIG. 10, os círculos brancos e os círculos preenchidos com linhas inclinadas indicam subportadoras de sinais de OFDM (símbolos de transmissão). Ainda mais, na FIG. 10, os círculos preenchidos com linhas inclinadas indicam os símbolos de transmissão cuja característica de canal foi estimada através do processamento em um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2.

Através da estimativa da característica de canal na direção do tempo com uso dos dados de característica de canal para os sinais de SP, a característica de canal para cada símbolo de OFDM é obtida para cada terceira subportadora conforme mostrado na FIG. 10. Os dados de estimativa de característica na direção do tempo representando a característica de canal como aqueles mostrados na FIG. 10 são fornecidos a partir de um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 para o circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22.

FIG. 11 é um diagrama mostrando dados de interpolação de característica na direção da frequência.

O circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22 obtém a característica de canal de cada uma das subportadoras do símbolo de OFDM envolvido pela área preenchida com linhas inclinadas na FIG. 11 usando os dados de estimativa de característica na direção do tempo representando a característica de canal de cada terceira subportadora ao longo da direção do número de subportadora.

Especificamente, o circuito de amostragem para cima tripla 22A interpola dois zeros entre os valores de amostras dos dados de estimativa de característica na direção do tempo para, por meio disso, criar os dados de

estimativa de característica na direção do tempo cuja quantidade de dados é aumentada por um fator de três vezes aquele dos dados originais.

Os dados de estimativa de característica na direção do tempo entrados para o circuito de amostragem para cima tripla 22A é uma seqüência dos valores de amostras representando a característica de canal de cada terceira subportadora com aqueles mostrados na FIG. 10. Por conseguinte, nestes dados de estimativa de característica na direção do tempo, duas subportadoras cuja característica de canal está ainda para ser estimada existe entre as subportadoras cuja característica de canal foi estimada. Por conseguinte, o circuito de amostragem para cima tripla 22A interpola dois zeros servindo como os pontos de amostra da característica de canal para duas subportadoras cuja característica de canal está ainda para ser estimada.

O número de zeros interpolados difere dependendo do intervalo das subportadoras cuja característica de canal é estimada nos dados de estimativa de característica na direção do tempo obtidos através do circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2.

Se dois zeros são interpolados entre os valores de amostras dos dados de estimativa de característica na direção do tempo nesta maneira, os dados de estimativa de característica na direção do tempo obtidos como um resultado da interpolação incluem um componente de dobra no domínio do tempo. Daqui em diante, consequentemente, os dados de estimativa de característica na direção do tempo resultante da interpolação de zero será referido como os dados característicos de interpolação de valor zero.

A razão por que os dados de estimativa de característica na direção do tempo incluem o componente de dobra será descrito abaixo. Os dados de estimativa de característica na direção do tempo são dados obtidos a partir de um sinal de OFDM no domínio da frequência e assim sendo dados no domínio da frequência.

Os dados de estimativa de característica na direção do tempo e

os dados característicos de interpolação de valor zero obtidos através da interpolação de zero nestes dados de estimativa de característica na direção do tempo são o mesmo sinal que um sinal analógico. Os dados no domínio do tempo dos dados de estimativa de característica na direção do tempo e os
 5 dados no domínio do domínio do tempo dos dados característicos de interpolação de valor zero têm o componente de frequência idêntico.

Os dados de estimativa de característica na direção do tempo é a seqüência dos valores de amostras representando a característica de canal de cada terceira subportadora. O intervalo entre as subportadoras é $F_c = 1/T_u$
 10 [Hz] como descrito acima. Por conseguinte, o intervalo entre os valores de amostras nos dados de estimativa de característica na direção do tempo como a seqüência dos valores de amostras representando a característica de canal de cada terceira subportadora é $3F_c = 3/T_u$ [Hz].

Conseqüentemente, o intervalo entre os valores de amostras
 15 nos dados característicos de interpolação de valor zero obtidos através da interpolação de dois zeros entre os valores de amostras nos dados de estimativa de característica na direção do tempo é $F_c = 1/T_u$ [Hz].

Por outro lado, os dados de estimativa de característica na direção do tempo nos quais intervalo entre os valores de amostras é $3F_c =$
 20 $3/T_u$ [Hz] são dados cujo um ciclo é $1/3F_c = T_u/3$ [segundos] no domínio do tempo.

Os dados característicos de interpolação de valor zero nos quais o intervalo entre os valores de amostras é $F_c = 1/T_u$ [Hz], são dados cujo um ciclo é $1/F_c = T_u$ [segundos], i. e. dados cujo um ciclo é três vezes aquele
 25 dos dados de estimativa de característica na direção do tempo, no domínio do tempo.

Conforme acima, os dados no domínio do tempo dos dados característicos de interpolação de valor zero, que têm o mesmo componente de frequência que aquele dos dados no domínio do tempo dos dados de

estimativa de característica na direção do tempo e cujo um ciclo é três vezes aquele dos dados no domínio do tempo dos dados de estimativa de característica na direção do tempo, são dados obtidos repetindo três vezes os dados no domínio do tempo dos dados de estimativa de característica na direção do tempo.

FIG. 12 é um diagrama mostrando um exemplo dos dados no domínio do tempo de dados característicos de interpolação de valor zero.

No exemplo da FIG. 12, há dois trajetos: um trajeto principal e um trajeto de retardo. Na FIG. 12, a abscissa indica o tempo e a ordenada indica o nível de potência do trajeto.

Os dados característicos de interpolação de valor zero cujo ciclo é T_u [segundos] é, no domínio do tempo, equivalente aos dados obtidos através de três repetições do trajeto múltiplo correspondendo aos dados de estimativa de característica na direção do tempo cujo ciclo é $T_u/3$ [segundos].

Quando o trajeto múltiplo central, que está preenchido com linhas inclinadas na FIG. 12, é desejado ser extraído como dados de interpolação de característica na direção de frequência, os outros trajetos múltiplos necessitam ser removidos de modo a obter o trajeto múltiplo desejado correspondendo aos dados de interpolação de característica na direção de frequência.

Para ir de encontro a esta necessidade, o circuito de filtro de interpolação 22B realiza filtragem dos dados característicos de interpolação de valor zero para, por meio disso, remover os trajetos múltiplos outros do que o trajeto múltiplo desejado, a fim de extrair o trajeto múltiplo desejado correspondendo aos dados de interpolação de característica na direção da frequência.

Os dados característicos de interpolação de valor zero são dados no domínio da frequência. A filtragem dos dados característicos de interpolação de valor zero no circuito de filtro de interpolação 22B são

equivalentes para a convolução entre o coeficiente de filtro do filtro de interpolação e os dados característicos de interpolação de valor zero, que são dados no domínio da frequência.

5 A convolução no domínio da frequência é equivalente à multiplicação por uma função de janela no domínio do tempo. Por conseguinte, a filtragem dos dados característicos de interpolação de valor zero pode ser expressa como multiplicação dos dados característicos de interpolação de valor zero pela função de janela correspondendo à banda de passagem do circuito de filtro de interpolação 22B no domínio do tempo. A
10 função de janela indicada pela linhas sólida em negrito na FIG. 12 representa a função que é usada na multiplicação como a filtragem do dados característicos de interpolação de valor zero e corresponde à banda de passagem do circuito de filtro de interpolação 22B.

O ciclo do trajeto múltiplo que é repetido três vezes é $T_u/3$
15 [segundos]. Por conseguinte, usando, como o filtro de interpolação, e. g. um LPF cuja banda de passagem é uma banda no intervalo de $-T_u/6$ à $+T_u/6$, cuja largura de banda é igual ao ciclo de $T_u/3$ [segundos] do trajeto múltiplo que é repetido três vezes, o trajeto múltiplo desejado correspondendo aos dados de interpolação de característica na direção da frequência pode ser
20 extraído.

O $T_u/3$, que é a largura de banda do filtro de banda larga usado como o filtro de interpolação no circuito de filtro de interpolação 22B, depende do intervalo de subportadoras cuja característica de canal pode ser obtida na estimativa da característica de canal na direção de tempo.

25 O circuito de filtro de interpolação 22B emite o resultado de estimativa da característica de canal de todas as subportadoras, estimado através do processamento de interpolação de frequência, para o circuito divisor 8-4 na FIG. 6.

O circuito divisor 8-4 realiza equalização através da correção

da distorção incluída no sinal de OFDM no domínio da frequência com base na característica de canal de todas as subportadoras, fornecida a partir do circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22. O circuito divisor 8-4 emite o sinal de OFDM no domínio da frequência cuja

5 distorção tenha sido corrigida para o circuito de correção de erro 9.

A distorção que é recebida através do sinal de OFDM no canal e é atribuída ao trajeto múltiplo e assim por diante, é equivalente à multiplicação do sinal de OFDM. A correção da distorção recebida através do sinal de OFDM no canal é realizada dividindo o sinal efetivamente recebido

10 de OFDM pela característica do canal.

O circuito de correção de erro 9 emite os dados obtidos através dos vários tipos de processamento para o circuito de estágio subsequente como dados decodificados.

O circuito de estimativa de perfil de retardo 10 estima o perfil

15 de retardo do canal e emite o perfil de retardo para o circuito de controle de intervalo de FFT 7.

O circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 desloca a posição central de cada um do filtro de banda larga e do filtro de banda estreita, e realiza testes de processamento de interpolação de frequência sob a

20 pluralidade de condições usando o filtro de interpolação cuja posição central é deslocada. Cada um do filtro de banda larga e do filtro de banda estreita usados pelo circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 têm a mesma largura de banda que aquela do filtro de banda larga e do filtro de banda estreita usados no processamento de interpolação de frequência no circuito de

25 interpolação de característica na direção da frequência 22.

Ainda mais, o circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 corrige a distorção do sinal de OFDM no domínio da frequência fornecido a partir do circuito de FFT 6 com base na característica de canal de todas as subportadoras, obtidas através dos testes do processamento de interpolação de

freqüência sob as respectivas condições. O circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 calcula a qualidade de cada um dos sinais de OFDM no domínio da freqüência cuja distorção tenha sido corrigida.

O circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 determina a condição sob a qual a melhor qualidade é obtida, e emite, para o circuito de interpolação de característica na direção da freqüência 22, o coeficiente representando o filtro de interpolação (o filtro de banda larga ou o filtro de banda estreita) usado nesta condição e a posição central da banda do filtro de interpolação.

Se o filtro de interpolação usado na condição sob a qual a melhor qualidade é obtida, é o filtro de banda estreita, o circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 determina que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo e emite um sinalizador de trajeto de retardo próximo indicando isto para o circuito de controle de intervalo de FFT

7.

No circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21, o filtro de interpolação e sua posição central que pode oferecer o sinal tendo a melhor qualidade, e o resultado da determinação de trajeto de retardo próximo são obtidos, e. g. em um base de símbolo à símbolo.

A determinação de trajeto de retardo próximo feita através do uso do filtro de banda estreita e do filtro de banda larga será descrita abaixo.

FIGS. 13A à 13D são diagramas para descrição sobre a posição central do filtro de interpolação e a qualidade de sinal do sinal de OFDM no domínio da freqüência cuja distorção tenha sido corrigida. Nos diagramas, a direção horizontal corresponde à direção do tempo e a direção vertical corresponde à potência de um trajeto.

FIG. 13A é um diagrama mostrando um exemplo do perfil de um sinal de recebido. Neste exemplo, três trajetos P, Q, e R existem.

Se o filtro de interpolação é assim aplicado, que todos os

trajetos são incluídos na banda do filtro de interpolação como mostrado na FIG. 13B, a qualidade do sinal de OFDM no domínio da frequência finalmente obtida após a correção de distorção é alta. O triângulo branco apontando para cima indica a posição central da banda do filtro de interpolação.

Por outro lado, se o filtro de interpolação é assim aplicado, que parte dos trajetos não está incluído na banda do filtro de interpolação como mostrado nas FIGS. 13C e 13D, a qualidade do sinal de OFDM no domínio da frequência finalmente obtida após a correção de distorção é mais baixa do que aquela no caso da FIG. 13B, na qual o filtro de interpolação é assim aplicado que todos os trajetos estão incluídos na banda.

Se a qualidade de sinal obtida nos respectivos momentos com mudança na posição central do filtro de interpolação para seqüencialmente deslocar a banda nesta maneira é representada como um gráfico, um gráfico parecido com aquele mostrado na FIG. 14B é obtido. A abscissa do gráfico da FIG. 14B indica a posição central do filtro de interpolação, e a ordenada indica a qualidade de sinal. Um valor no lado superior indica a pior qualidade, e um valor no lado inferior indica a melhor qualidade.

Quando a posição central da banda do filtro de interpolação existe na posição p_1 mostrado na FIG. 14A, a qualidade do sinal de OFDM no domínio da frequência cuja distorção tenha sido corrigida usando a característica de canal obtida através do processamento de interpolação de frequência é representada como qualidade q como mostrado na FIG. 14B.

Porque o trajeto P não está incluído na banda do filtro de interpolação, a qualidade q obtida neste caso é pior, pelo grau correspondendo à potência do trajeto P, do que a qualidade obtida quando a posição central da banda está localizada na e. g. posição p_2 tal que todos os trajetos podem ser incluídos na banda.

Conforme mostrado na FIG. 14A, ruído branco sobre o inteiro

intervalo. Por conseguinte, o intervalo da posição central que permite a banda incluir todos os três trajetos na FIG. 14A, não corresponde com o intervalo da posição central que oferece a melhor qualidade no gráfico da FIG. 14B.

FIGS. 15A e 15B são diagramas nos quais a qualidade de sinal obtida com mudança seqüencial na posição central da banda do filtro de banda estreita e a qualidade de sinal obtida com mudança seqüencial na posição central da banda do filtro de banda larga são sobrepostas.

No exemplo das FIGS. 15A e 15B, a banda do filtro de banda estreita é definida como BW1 e a banda do filtro de banda larga é definida como BWO. Todos os três trajetos podem ser incluídos na banda do filtro de banda larga dependendo na posição central da banda. Contudo, não todos os três trajetos podem ser incluídos na banda do filtro de banda estreita independente da posição central da banda.

No ambiente envolvendo três trajetos, não todos os trajetos podem ser incluídos na banda do filtro de banda estreita. Por conseguinte, como mostrado na FIG. 15B, basicamente a qualidade de sinal obtida quando o filtro de banda estreita é usado é pior do que aquela obtida quando o filtro de banda larga é usado. A linha sólida na FIG. 15B indica a qualidade de sinal obtida quando o filtro de banda larga é usado, e a linha tracejada indica a qualidade de sinal obtida quando o filtro de banda estreita é usado.

FIGS. 16A e 16B são diagramas nos quais, considerando um ambiente de trajeto único, a qualidade de sinal obtida com mudança seqüencial na posição central da banda do filtro de banda estreita e a qualidade de sinal obtida com mudança seqüencial na posição central da banda do filtro de banda larga são sobrepostas.

Em um ambiente de trajeto único, todo o trajeto (trajeto único) pode ser incluído na banda do filtro de banda estreita dependendo da posição central da banda. Por conseguinte, mesmo quando o filtro de banda estreita é usado, o sinal de OFDM no domínio da frequência tendo boa qualidade pode

ser obtida.

De acordo com o exemplo da FIG. 16B, um trajeto P é incluído na banda do filtro de banda estreita quando a posição central da banda existe no intervalo a partir da posição p_{11} para uma posição p_{12} . Ainda
5 mais, o trajeto Para é incluído na banda do filtro de banda larga quando a posição central da banda existe no intervalo a partir da posição p_{21} para uma posição p_{22} .

A qualidade de sinal obtida quando o filtro de banda estreita é usado e o trajeto P é incluído em sua banda é melhor do que aquela obtida
10 quando o filtro de banda larga é usado e o trajeto P é incluído em sua banda. A razão para isto é que a quantidade de ruído branco incluído na banda é menor quando o filtro de banda estreita é usado.

Com base neste recurso, na determinação de trajeto de retardo próximo, é determinado que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de
15 retardo próximo se a melhor qualidade de sinal obtida quando o filtro de banda estreita é usado é melhor do que a melhor qualidade de sinal obtida quando o filtro de banda larga é usado.

Também é possível que a posição central da banda seja também levada em consideração e seja determinado que o ambiente do canal
20 é um ambiente de trajeto de retardo próximo, se o intervalo da melhor qualidade de sinal quando o filtro de banda estreita é usado cai dentro do intervalo da melhor qualidade de sinal quando o filtro de banda larga é usado conforme mostrado na FIG. 16B.

Por outro lado, é determinado que o ambiente do canal não é
25 um ambiente de trajeto de retardo próximo se a melhor qualidade de sinal obtida quando o filtro de banda estreita é usado não é melhor do que a melhor qualidade de sinal obtida quando o filtro de banda larga é usado.

Na determinação descrita acima, um ambiente envolvendo um trajeto cujo espalhamento de retardo com relação ao trajeto P na FIG. 16A é

tão pequeno que este trajeto é incluído na banda do filtro de banda estreita junto com o trajeto P é também determinado para ser um ambiente de trajeto de retardo próximo porque é impossível distinguir tal um ambiente de um ambiente de trajeto único. O trajeto de retardo próximo é um trajeto de retardo cujo espalhamento de retardo é tão pequeno que este trajeto de retardo é incluído na banda do filtro de banda estreita junto com o trajeto principal dependendo da posição central da banda.

FIG. 17 é um diagrama mostrando uma configuração exemplo do circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21, que faz a determinação de trajeto de retardo próximo no princípio descrito acima e controla o filtro de interpolação usado no circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22.

Um controlador 31 controla leitura/escrita de/para as memórias 32 e 33 tal que os dados do mesmo símbolo podem ser mantidas nele e os dados mantidos do mesmo símbolo podem ser lidos dele. Ainda mais, o controlador 31 emite uma posição central de teste como a posição central da banda do filtro de interpolação para um teste, para um circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34, para um circuito de interpolação de frequência de banda larga 35, e os circuitos de seleção de valor ótimo 38A e 38B.

A memória 32 mantém o sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo, fornecido do circuito de FFT 6, de acordo com controle através do controlador 31. O sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo, mantido na memória 32, é lido através dos circuitos de correção de distorção de canal 36A e 36B.

A memória 33 mantém os dados de estimativa de característica de direção do tempo de um símbolo, como dados representando a característica de canal de cada terceira subportadora estimada através de um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2, de acordo

com controle através do controlador 31. Os dados de estimativa de característica na direção do tempo de um símbolo, mantido na memória 33, é lido pelo circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34 e o circuito de interpolação de frequência de banda larga 35.

5 O circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34 tem uma configuração similar àquela do circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22 na FIG. 9, e executa processamento de interpolação de frequência usando um filtro de banda estreita como o filtro de interpolação. Especificamente, o circuito de interpolação de frequência de
10 banda estreita 34 amostra para cima os valores de amostras dos dados de estimativa de característica na direção do tempo para os valores de amostra triplos, e executa o processamento de interpolação de frequência usando o filtro de banda estreita cuja posição central da banda é ajustada de acordo com a posição central de teste fornecido a partir do controlador 31.

15 O circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34 emite a característica de canal de todas as subportadoras, obtida através do processamento de interpolação de frequência, para o circuito de correção de distorção de canal 36A.

O circuito de interpolação de frequência de banda larga 35
20 também tem uma configuração similar àquela do circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22 na FIG. 9, e executa processamento de interpolação de frequência usando um filtro de banda larga como o filtro de interpolação. O circuito de interpolação de frequência de banda larga 35 amostra para cima os valores de amostras dos dados de estimativa de
25 característica na direção do tempo para os valores de amostra triplos, e executa o processamento de interpolação de frequência usando o filtro de banda larga cuja posição central de banda é ajustada de acordo com a posição central de teste fornecida a partir do controlador 31.

O circuito de interpolação de frequência de banda larga 35

emite a característica de canal de todas as subportadoras, obtida pelo processamento de interpolação de frequência para o circuito de correção de distorção de canal 36B.

5 O circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34 e o circuito de interpolação de frequência de banda larga 35 têm funções como o interpolador.

10 O circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34 e o circuito de interpolação de frequência de banda larga 35 executam o processamento de interpolação de frequência para grandes quantidades de padrões com o movimento seqüencial da posição central do filtro de interpolação de uma predeterminada largura para cada movimento. As características de canal obtidas através do processamento de interpolação de frequência para os respectivos padrões são emitidas deles. Se um trajeto é ou não incluído na banda do filtro de interpolação depende da posição central da
15 banda como descrito acima. Por conseguinte, a característica de canal obtida através do processamento de interpolação de frequência conseqüentemente varia através da posição central de teste, que é configurada pelo controlador 31.

20 Cada vez que uma característica de canal é fornecida a partir do circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34 para o circuito de correção de distorção de canal 36A, o circuito de correção de distorção de canal 36A corrige a distorção de canal incluída no sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo, lido da memória 32, com base na característica de canal fornecida. O circuito de correção de distorção de canal 36A emite o
25 sinal de OFDM no domínio da frequência cuja distorção tenha sido corrigida, para um circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A.

Cada vez que uma característica de canal é fornecida a partir do circuito de interpolação de frequência de banda larga 35 para o circuito de correção de distorção de canal 36B, o circuito de correção de distorção de

canal 36B corrige a distorção de canal incluída no sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo, lido da memória 32, com base na característica de canal fornecida. O circuito de correção de distorção de canal 36B emite o sinal de OFDM no domínio da frequência cuja distorção tenha sido corrigida, para um circuito de cálculo de qualidade de sinal 37B.

Os circuitos de correção de distorção de canal 36A e 36B têm funções como o corretor de distorção.

Cada vez que o sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo é fornecido a partir do circuito de correção de distorção de canal 36A para o circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A, o circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A calcula a qualidade do sinal e emite a qualidade calculada com um resultado de teste para o circuito de seleção de valor ótimo 38A.

Por exemplo, o circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A calcula a potência de ruído incluído no sinal de OFDM no domínio da frequência e emite o valor calculado. Porque a qualidade é representada como a potência de ruído, um menor valor indica melhor qualidade e um maior valor indica pior qualidade.

Cada vez que o sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo é aplicado a partir do circuito de correção de distorção de canal 36B para o circuito de cálculo de qualidade de sinal 37B, o circuito de cálculo de qualidade de sinal 37B calcula a qualidade do sinal e emite a qualidade calculada como um resultado de teste para o circuito de seleção de valor ótimo 38B, de forma similar ao circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A.

Os circuitos de cálculo de qualidade de sinal 37A e 37B têm funções como o calculador.

O circuito de seleção de valor ótimo 38A seqüencialmente mantém a qualidade calculada através do circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A. Se os testes para todos os padrões são completados para o sinal de

OFDM no domínio da frequência de um símbolo com o objeto com mudança na posição central da banda do filtro de banda estreita, um resultado de teste como aquele indicado pela linha tracejada nos gráficos das FIGS. 15B e 16B é obtido no circuito de seleção de valor ótimo 38A.

5 Após aquisição do resultado de teste para todos os padrões, o circuito de seleção de valor ótimo 38A seleciona a posição central da banda do filtro de banda estreita, usado para criar o sinal de OFDM no domínio da frequência tendo a melhor qualidade. O circuito de seleção de valor ótimo 38A especifica que posição oferece o sinal tendo a melhor qualidade que a
10 posição central da banda do filtro de banda estreita, para o sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo como o objeto.

 O resultado da seleção através do circuito de seleção de valor ótimo 38A é emitido como a posição central ótima do filtro de banda estreita para o circuito de seleção estreita/larga 39 e para o circuito de determinação
15 de trajeto de retardo próximo 40. Para o circuito de seleção estreita/larga 39 e para o circuito de determinação de trajeto de retardo próximo circuito 40, a qualidade do resultado de teste obtida quando a posição central ótima é empregada como a posição central da banda do filtro de banda estreita, é também emitida.

20 O circuito de seleção de valor ótimo 38B sequencialmente mantém a qualidade calculada através do circuito de cálculo de qualidade de sinal 37B. Se os testes para todos os padrões são completados para o sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo como o objeto com mudança na posição central da banda do filtro de banda larga, um resultado de teste
25 como aquele indicado pela linha sólida nos gráficos das FIGS. 15B e 16B é obtido no circuito de seleção de valor ótimo 38B.

 Após aquisição do resultado de teste para todos os padrões, o circuito de seleção de valor ótimo 38B seleciona a posição central da banda do filtro de banda larga, usado para criar o sinal de OFDM no domínio da

freqüência tendo a melhor qualidade. O circuito de seleção de valor ótimo 38B especifica que posição oferece o sinal tendo a melhor qualidade que a posição central da banda do filtro de banda larga, para o sinal de OFDM no domínio da freqüência de um símbolo como o objeto.

5 O resultado da seleção através do circuito de seleção de valor ótimo 38B é emitido como a posição central ótima do filtro de banda larga para o circuito de seleção estreita/larga 39 e para o circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40. Para o circuito de seleção estreita/larga 39 e para o circuito de determinação de trajeto de retardo próximo circuito 40, a
10 qualidade do resultado de teste obtida quando a posição central ótima é empregada como a posição central da banda do filtro de banda larga, é também emitida.

O circuito de seleção estreita/larga 39 compara a qualidade fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A com a qualidade
15 fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38B, e seleciona a melhor qualidade e a posição central ótima fornecida. O circuito de seleção estreita/larga 39 emprega a posição central ótima selecionada como o centro do filtro ótimo, e emite um coeficiente representando o centro do filtro ótimo e a banda (o filtro de banda estreita ou o filtro de banda larga) cuja posição
20 central é para ser ajustada para o centro de filtro ótimo.

O coeficiente emitido a partir do circuito de seleção estreita/larga 39 é fornecido para o circuito de interpolação de característica na direção da freqüência 22 e usado no processamento de interpolação de freqüência. Para o circuito de interpolação de característica na direção da
25 freqüência 22, em uma base de símbolo à símbolo, qual do filtro de banda de larga e do filtro de banda estreita é usado no processamento de interpolação de freqüência é especificado e a posição central da banda do filtro é especificada.

O circuito de determinação de trajeto de retardo próximo

circuito 40 faz a determinação de trajeto de retardo próximo com base no princípio descrito com referência às FIGS. 15 e 16 e emite um sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indicando um resultado de determinação, com base na qualidade de sinal fora da posição central e a
 5 qualidade de sinal fornecida a partir dos circuitos de seleção de valor ótimo 38A e 38B.

O sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo emitido a partir do circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 é fornecido para o circuito de controle de intervalo de FFT 7 e usado para o
 10 controle de uma operação de FFT como aquele descrito com referência às FIGS. 7 e 8. Para o circuito de controle de intervalo de FFT 7, se o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto de retardo próximo, é especificado em uma base de símbolo à símbolo.

FIG. 18 é um diagrama mostrando um exemplo de
 15 configuração do circuito de determinação de trajeto de retardo próximo circuito 40.

A qualidade de sinal fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A e a qualidade de sinal fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38B são entradas para um circuito de comparação 61.
 20 Daqui em diante, para conveniência da descrição, a melhor qualidade do sinal de OFDM no domínio da frequência obtida quando o filtro de banda estreita é usado, fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A, será referida simplesmente como a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita. Em adição, a melhor qualidade do sinal de OFDM no domínio
 25 da frequência obtida quando o filtro de banda larga é usado, fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38B, será referida simplesmente como a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga.

O circuito de comparação 61 compara a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita com a qualidade de sinal proveniente

de filtro de banda larga. Se o circuito de comparação 61 determina que a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita é melhor (o valor indicando a qualidade de sinal pelo filtro de banda estreita, fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A, é menor), então isto determina que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo e emite um sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indicando isto.

[Primeira Modificação de Exemplo de Configuração de Circuito de Determinação de Trajeto de Retardo Próximo 40]

FIG. 19 é um diagrama mostrando um outro exemplo de configuração do circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40.

Dos componentes mostrados na FIG. 19, aos mesmos componentes que aqueles na FIG. 18 são dados os mesmos numerais. No exemplo da FIG. 19, um circuito multiplicador 62 é fornecido em adição ao circuito de comparação 61. A qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A é entrada para o circuito de comparação 61, e a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38B é entrada para o circuito multiplicador 62.

O circuito multiplicador 62 multiplica o sinal indicando a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga, por um ganho α ($\alpha \geq 1.0$) e emite o sinal resultante para o circuito de comparação 61. Como descrito acima, quanto menor o valor indicando a qualidade de sinal, melhor a qualidade indicada por este valor. Por conseguinte, a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga é assim convertida como a tornar qualidade pior através da multiplicação pelo ganho α , que é igual ou maior do que um.

O circuito de comparação 61 compara a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita com a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga resultante da conversão através do circuito

multiplicador 62. Se o circuito de comparação 61 determina que a qualidade de sinal proveniente do filtro de banda estreita é melhor, então isto determina que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo e emite o sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indicando isto para o circuito de controle de intervalo de FFT 7.

Como descrito acima com referência à FIG. 16B, se o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo, basicamente a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga é pior do que a qualidade de sinal proveniente do filtro de banda estreita porque uma pluralidade de ruído branco é incluído na banda do filtro de banda larga.

Contudo, se a quantidade de ruído branco é extremamente pequena, um fenômeno reverso frequentemente ocorre, no qual a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga é melhor do que a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita embora o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo. Neste caso, um erro surge no resultado da determinação de trajeto de retardo próximo.

Convertendo a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga em pior qualidade através da multiplicação pelo ganho e daí em diante fazendo comparação com a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita, pode ser corretamente determinado que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo mesmo quanto tal um fenômeno reverso da qualidade de sinal ocorre.

[Segunda Modificação de Exemplo de Configuração de Circuito de Determinação de Trajeto de Retardo Próximo 40]

FIG. 20 é um diagrama mostrando um outro exemplo adicional de configuração da determinação de trajeto de retardo próximo circuito 40.

Dos componentes mostrados na FIG. 20, os mesmos componentes como aqueles na FIG. 18 são dados os mesmos símbolos. No exemplo da FIG. 20, um circuito de proteção 63 é fornecido no lado de saída

do circuito de comparação 61. A qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A e a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38B são entradas para o circuito de
5 comparação 61.

O circuito de comparação 61 compara a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita com a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga, e emite o resultado da comparação para o circuito de proteção 63.

10 O circuito de proteção 63 determina se o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto de retardo próximo usando pluralidade de resultados de comparação através do circuito de comparação 61, e emite o sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indicando o resultado da determinação.

15 Por exemplo, o circuito de proteção 63 determina que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo se o número de resultados de comparação indicando que a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita é melhor é maior nos N resultados de comparação passados incluindo o último resultado de comparação, fornecidos a partir do
20 circuito de comparação 61.

Ainda mais, é determinado que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo se a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita é melhor nos N consecutivos resultados de comparação passados incluindo o último resultado de comparação, fornecidos a partir do
25 circuito de comparação 61.

Fazendo a determinação através do uso de pluralidade de resultados de comparação pode prevenir o resultado da determinação de trajeto de retardo próximo de ser afetado por um assim chamado erro instantâneo no resultado da comparação, tal como um fenômeno no qual, para

somente um determinado símbolo, um resultado de comparação diferente dos resultados de comparação no outro período, é obtido.

[Terceira Modificação de Exemplo de Configuração de Circuito de Determinação de Trajeto de Retardo Próximo 40]

5 FIG. 21 é um diagrama mostrando um outro exemplo adicional de circuito de configuração da determinação de trajeto de retardo 40.

10 O circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 mostrado na FIG. 21 inclui circuitos de comparação 61A e 61B, circuitos de multiplicador 62A e 62B, e um circuito AND 64. A qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A é entrada para o circuito de comparação 61A e para o circuito de comparação 61B, e a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38B é entrada para o circuito multiplicador 62A e para o circuito multiplicador 62B.

15 O circuito multiplicador 62A multiplica o sinal indicando a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga por um ganho α ($\alpha \geq 1.0$) e emite o sinal resultante para o circuito de comparação 61A. Através da multiplicação pelo ganho α igual ou maior do que um, a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga é assim convertido para se tornar a pior
20 qualidade de sinal.

 O circuito multiplicador 62B multiplica o sinal indicando a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga por um ganho β ($\beta \leq 1.0$) e emite o sinal resultante para o circuito de comparação 61B. Através da multiplicação pelo ganho β igual ou menor do que um, a qualidade de sinal
25 proveniente de filtro de banda larga é assim convertido para se tornar a melhor qualidade de sinal.

 O circuito de comparação 61A compara a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita com a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga resultando a partir da conversão através do circuito

multiplicador 62A, e emite o resultado da comparação para o circuito AND 64.

5 O circuito de comparação 61B compara a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita com a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga resultando a partir da conversão pelo circuito multiplicador 62B, e emite o resultado da comparação para o circuito AND 64.

10 Com base no resultado da comparação pelo circuito de comparação 61A e o resultado da comparação pelo circuito de comparação 61B, o circuito AND 64 determina que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo se a seguinte condição é satisfeita, e emite o sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indicando isso:

15 - a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga $\times \beta \leq$ a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita $\leq$ a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga $\times \alpha$.

A razão porque o limite inferior (a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga $\times \beta$) é configurado como a condição para a determinação como para o ambiente de trajeto de retardo próximo será descrito abaixo.

20 Como descrito acima, o processamento de interpolação de frequência no circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22 é realizado amostrando para cima os valores de amostras nos dados de estimativa de característica na direção do tempo para os valores de amostras triplos e daí em diante aplicando o filtro de interpolação cuja largura de banda é igual ou menor do que $T_u/3$ para dados característicos de
25 interpolação de valor zero.

FIG. 22A é um diagrama mostrando um exemplo dos dados de estimativa de característica na direção do tempo. De forma similar à FIG. 12, a direção horizontal indica o tempo e a direção vertical indica a potência de

um trajeto.

No exemplo da FIG. 22A, o ambiente do canal é um ambiente de dois trajetos envolvendo um trajeto P e um trajeto Q. O espalhamento de retardo é igual ou mais curto do que $T_u/3$ [segundos]. Os dados de estimativa de característica na direção do tempo no domínio do tempo representam um perfil efetivo.

Se dois zeros são interpolados nos dados de estimativa de característica na direção do tempo com aqueles mostrados na FIG. 22A e por meio disso, os valores de amostras são amostrados para cima para os valores de amostras triplos, componentes de dobra dos trajetos surgem com um ciclo de $T_u/3$ [segundos] como mostrado na FIG. 22B.

Se o espalhamento de retardo é igual ou mais curto do que $T_u/3$ [segundos], aplicando o filtro de banda larga cuja largura de banda é $T_u/3$ pode extrair somente os trajetos desejados como mostrado na FIG. 22C.

A seguir, a discussão será feita abaixo com base na suposição que o ambiente do canal envolve um trajeto de retardo cujo espalhamento de retardo excede $T_u/3$ [segundos].

FIG. 23A mostra dados de estimativa de característica na direção do tempo neste ambiente. Se dois zeros são interpolados nos dados de estimativa de característica na direção do tempo mostrados na FIG. 23A e por meio disso, os valores de amostras são amostrados para cima para os valores de amostras triplos, os componentes de dobra dos trajetos aparecem como aqueles mostrados na FIG. 23B.

Se o filtro de banda larga cuja largura de banda é $T_u/3$ é aplicado para os dados de estimativa de característica na direção do tempo amostrados para cima nas bases da posição do trajeto R, o trajeto R e um trajeto S", que é o componente de dobra do trajeto S como o trajeto de retardo, são incluídos na banda do filtro de banda larga como mostrado na FIG. 23C.

Isto é, o trajeto S como o componente de trajeto de retardo original é suprimido pelo filtro de banda larga. Neste caso, a qualidade de sinal do sinal de OFDM no domínio da frequência finalmente obtida é pior. A qualidade de sinal é melhor quando o próprio trajeto S" é também assim
 5 suprimido para não ser incluído na banda, do que quando o trajeto S" é incluído na banda em vez do trajeto S.

FIG. 24 mostra um estado no qual o filtro de banda estreita é aplicado em vez do filtro de banda larga no ambiente envolvendo um trajeto de retardo cujo espalhamento de espalhamento de retardo excede $T_u/3$
 10 [segundos].

Se o filtro de banda estreita é aplicado, como mostrado na FIG. 24, o trajeto S" pode ser suprimido embora o trajeto S pode não ser incluído na banda do filtro de banda estreita. A qualidade de sinal quando o filtro de banda estreita é aplicado como mostrado na FIG. 24 é geralmente melhor do
 15 que aquela quando o filtro de banda larga é aplicada como mostrado na FIG. 23C, embora dependendo da proporção de potência dos trajetos.

Se a determinação de trajeto de retardo próximo é feita com qualquer das configurações da FIGS. 18 à 20 e um trajeto de retardo cujo espalhamento de retardo excede $T_u/3$ [segundos] existe, é determinado que o
 20 ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo embora o ambiente do canal não seja efetivamente um ambiente de trajeto de retardo próximo.

Para endereçar isto, a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga resultando a partir da conversão em melhor qualidade através
 25 da multiplicação pelo ganho β igual ou menor do que um é configurada como o limite inferior, e é determinado que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo somente quando a condição descrita cima é satisfeita, Isto pode prevenir uma determinação errônea.

Se a qualidade de sinal que é melhor do que a qualidade de

sinal proveniente de filtro de banda larga obtida após a conversão e extremamente melhor do que a qualidade de sinal proveniente do filtro de banda larga antes da conversão é calculada como a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita, a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita não é confiável e é determinado que o ambiente do canal não é um ambiente de trajeto de retardo próximo.

[Operação do Receptor]

A operação do receptor 100 tendo a configuração descrita acima será descrita abaixo.

10 Inicialmente, o processamento de recepção pelo receptor 100 será descrito abaixo com referência ao fluxograma da FIG. 25.

O processamento de cada estágio não necessariamente necessita ser executado em ordem numérica mas pode, conseqüentemente, ser executado em paralelo ao processamento de um outro estágio ou em uma
15 outra ordem.

Em um estágio S1, o sintonizador 2 realiza conversão de frequência de um sinal de RF recebido através das antenas de recepção 1 e emite um sinal de IF.

Em um estágio S2, o circuito de conversão de A/D 3 executa
20 conversão de A/D para o sinal de IF e emite um sinal de IF digital.

Em um estágio S3, o circuito de demodulação de quadratura 4 efetua demodulação de quadratura e emite um sinal de OFDM no domínio do tempo.

Em um estágio S4, o circuito de FFT 6 efetua operação de FFT
25 de acordo com controle pelo circuito de controle de intervalo de FFT 7, e emite um sinal de OFDM no domínio da frequência.

Em um estágio S5, o circuito de extração de SP 8-1 extrai sinais de SP a partir do sinal de OFDM no domínio da frequência e estima a característica de canal das subportadoras para os sinais de SP.

Em um estágio S6, um circuito de estimativa de característica na direção do tempo 8-2 estima a característica de canal de cada terceira subportadora e emite dados de estimativa de característica na direção do tempo.

5 Em um estágio S7, o circuito de estimativa de perfil de retardo estima um perfil de retardo com base nos dados de estimativa de característica na direção do tempo.

 Em um estágio S8, o circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 executa processamento de seleção de coeficiente de filtro. Um
10 coeficiente selecionado através do processamento de seleção de coeficiente de filtro é emitido para o circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22, e um sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indicando o resultado de uma determinação de trajeto de retardo próximo é
15 emitido para o circuito de controle de intervalo de FFT 7. Detalhes do processamento de seleção de coeficiente de filtro serão descritos mais tarde com referência ao fluxograma da FIG. 26.

 Em um estágio S9, se o circuito de controle de intervalo de FFT 7 verifica que o ambiente do canal não é um ambiente de trajeto de retardo próximo a partir do sinalizador de determinação de trajeto de retardo
20 próximo, então ele controla o circuito de FFT 6 tal que o circuito de FFT 6 pode efetuar a operação de FFT após remover o GI como descrito com referência à FIG. 7. Por outro lado, se o circuito de controle de intervalo de FFT 7 verifica que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo, então ele controla o circuito de FFT 6 tal que o circuito de FFT 6
25 pode efetuar a operação de FFT após aplicar uma função de janela como descrito com referência à FIG. 8.

 Em um estágio S10, o circuito de interpolação de característica na direção da frequência 22 efetua amostragem para cima dos valores de amostra nos dados de estimativa de característica na direção do tempo, e

executa processamento de interpolação de frequência usando um filtro de interpolação cuja banda e posição central da banda são ajustadas com base no coeficiente selecionado através do processamento de seleção de coeficiente de filtro.

5 Em um estágio S11, o circuito divisor 8-4 corrige a distorção incluída no sinal de OFDM no domínio da frequência com base na característica de canal de todas as subportadoras, obtida através do processamento de interpolação de frequência.

10 Em um estágio S12, o circuito de correção de erro 9 executa processamento tal como correção de erro para o sinal de OFDM no domínio da frequência cuja distorção tenha sido corrigida, e emite dados decodificados.

O processamento descrito acima é repetido pelo receptor 100 durante a recepção do sinal.

15 Detalhes do processamento de seleção de coeficiente de filtro executado no estágio S8 na FIG. 25 será descrito abaixo com referência ao fluxograma da FIG. 26.

20 Este processamento é iniciado no momento quando um sinal de OFDM no domínio da frequência de um símbolo é lido da memória 32 e os dados de estimativa de característica na direção do tempo de um símbolo são lidos da memória 33.

Em um estágio S21, o controlador 31 seleciona uma posição predeterminada no eixo do tempo como uma posição central de teste.

25 Em um estágio S22, o circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34 configura um filtro de banda estreita em coincidência com a posição central de teste e executa processamento de interpolação de frequência. Ainda mais, o circuito de interpolação de frequência de banda larga 35 configura um filtro de banda larga em coincidência com a posição central de teste e executa processamento de interpolação de frequência.

Em um estágio S23, o circuito de correção de distorção de canal 36A corrige distorção de canal incluída no sinal de OFDM no domínio da frequência com base na característica de canal obtida através do processamento de interpolação de frequência pelo circuito de interpolação de frequência de banda estreita 34. Ainda mais, o circuito de correção de distorção de canal 36B corrige distorção de canal incluída no sinal de OFDM no domínio da frequência com base na característica de canal obtida através do processamento de interpolação de frequência pelo circuito de interpolação de frequência de banda larga 35.

Em um estágio S24, o circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A calcula a qualidade do sinal de OFDM no domínio da frequência cuja distorção tenha sido corrigida através do circuito de correção de distorção de canal 36A. Ainda mais, o circuito de cálculo de qualidade de sinal 37B calcula a qualidade do sinal de OFDM no domínio da frequência cuja distorção tenha sido corrigida pelo circuito de correção de distorção de canal 36B. A qualidade calculada através do circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A é mantida pelo circuito de seleção de valor ótimo 38A, e a qualidade calculada pelo circuito de cálculo de qualidade de sinal 37B é mantida pelo circuito de seleção de valor ótimo 38B.

Em um estágio S25, e. g. o circuito de cálculo de qualidade de sinal 37A determina se os testes do processamento de interpolação de frequência para todos os padrões com mudança na posição central da banda do filtro de interpolação forma ou não completados par ao símbolo em questão. Se é determinado no estágio S25 que os testes do processamento de interpolação de frequência para todos os padrões não foram ainda completados, o processamento retorna ao estágio S21, tal que o processamento descrito acima é repetido após mudar a posição central de teste.

Por outro lado, se é determinado no estágio S25 que os testes

do processamento de interpolação de frequência para todos os padrões forma completados, então em um estágio S26, o circuito de seleção de valor ótimo 38A seleciona a posição central ótima do filtro de banda estreita com base no resultado do teste para todos os padrões. Ainda mais, o circuito de seleção de
5 valor ótimo 38B seleciona a posição central ótima do filtro de banda estreita com base no resultado do teste para todos os padrões.

Em um estágio S27, o circuito de seleção estreita/larga 39 compara a qualidade fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A com a qualidade fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo
10 38B e seleciona o centro de filtro ótimo. O circuito de seleção estreita/larga 39 emite um coeficiente representando o centro de filtro ótimo e a banda (o filtro de banda estreita ou o filtro de banda larga) cuja posição central é para ser ajustada a partir ao centro de filtro ótimo.

Em um estágio S28, o circuito de determinação de trajeto de
15 retardo próximo 40 faz uma determinação de trajeto de retardo próximo com base na qualidade de sinal fornecido a partir dos circuitos de seleção de valor ótimo 38A e 38B, e emite um sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo.

Daí em diante, o processamento retorna ao estágio S8 na FIG.
20 25, tal que o processamento subsequente é executado.

Através do processamento descrito acima, se o ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto de retardo próximo pode ser determinado com alta precisão sem usar um perfil de retardo estimado.

Ainda mais, a operação de FFT pode ser efetuada com o GI
25 removido quando o ambiente do canal não é um ambiente de trajeto de retardo próximo, e a operação de FFT pode ser efetuado com a utilização efetiva do GI quando o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo. Porque o resultado da determinação de trajeto de retardo próximo é obtido com alta precisão, o chaveamento de uma operação de FFT dependente

do ambiente pode ser prevenido de ser realizado de forma errônea.

Mais ainda, o processamento de interpolação de frequência pode ser executado usando o filtro de banda estreita se o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo, e o processamento de interpolação de frequência pode ser executado usando o filtro de banda larga se o ambiente do canal não é um ambiente de trajeto de retardo próximo. Porque o resultado da determinação de trajeto de retardo próximo é obtido com alta precisão, o chaveamento do filtro de interpolação dependente do ambiente pode ser prevenido de ser realizado de forma errônea.

<2. Segunda Modalidade>

FIG. 27 é um diagrama de bloco mostrando um outro exemplo de configuração do receptor 100 de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Dos componentes mostrados na FIG. 27, aos mesmos componentes que aqueles na FIG. 6 são dados os mesmos símbolos. Descrição sobreposta é omitida. A configuração do receptor 100 mostrado na FIG. 27 é diferente da configuração da FIG. 6 em que uma posição de trajeto principal é fornecida a partir do circuito de estimativa de perfil de retardo 10 para o circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21.

O circuito de estimativa de perfil de retardo 10 na FIG. 27 especifica a posição de trajeto principal com base em um perfil de retardo estimado e emite a posição de trajeto principal para o circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21.

O circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21, que realiza testes de processamento de interpolação de frequência para selecionar a posição central do filtro de interpolação e assim por diante e faz a determinação do trajeto de retardo próximo, usa a posição de trajeto principal especificada pelo circuito de estimativa de perfil de retardo 10 nesta determinação de trajeto de retardo próximo. O circuito de seleção de

coeficiente de filtro ótimo 21 emite, para o circuito de controle de intervalo de FFT 7, um sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indicando o resultado da determinação de trajeto de retardo próximo feita usando a posição de trajeto principal.

5 FIG. 28 é um diagrama mostrando um configuração exemplo do circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 na FIG. 27.

10 Dos componentes mostrados na FIG. 28, aos mesmos componentes que aqueles na FIG. 17 são dados os mesmos símbolos. Descrição sobreposta é omitida. A configuração do circuito de seleção de coeficiente de filtro ótimo 21 mostrada na FIG. 28 é diferente da configuração da FIG. 17 em que uma posição de trajeto principal emitida a partir do circuito de estimativa de perfil de retardo 10 é entrada para o circuito de determinação de trajeto de retardo próximo circuito 40.

15 O circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 compara a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita com a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga de forma similar para o circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 na FIG. 17.

20 Ainda mais, o circuito de determinação de trajeto de retardo circuito 40 utiliza uma característica que a posição central ótima do filtro de banda estreita selecionada através do circuito de seleção de valor ótimo 38A substancialmente corresponde com a posição de trajeto principal se o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo. Especificamente, o circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 compara o valor absoluto da diferença entre a posição central ótima do filtro
25 de banda estreita e a posição de trajeto principal com um valor limite.

O circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 determina que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo se a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita é melhor do que a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga e o

valor absoluto da diferença entre a posição central ótima do filtro de banda estreita e a posição de trajeto principal é menor do que o valor limite.

Por outro lado, o circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 determina que o ambiente do canal não é um ambiente de trajeto de retardo próximo se a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita é pior do que a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga ou o valor absoluto da diferença entre a posição central ótima do filtro de banda estreita e a posição de trajeto principal é maior do que o valor limite.

FIG. 29 é um diagrama mostrando um exemplo de configuração de um circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 na FIG. 28.

No exemplo da FIG. 29, uma configuração para executar processamento com uso de uma posição de trajeto principal é adicionada à configuração descrita com referência à FIG. 21. Descrição sobreposta é consequentemente omitida. É também possível adicionar a configuração para executar processamento com uso de uma posição de trajeto principal para a configuração descrita com FIG. 18, FIG. 19, ou FIG. 20 para, por meio disso, realizar o circuito de determinação de trajeto de retardo próximo 40 da FIG. 28.

A qualidade de sinal proveniente de filtro de banda estreita fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A é entrada para o circuito de comparação 61A e o circuito de comparação 61B, e a qualidade de sinal proveniente de filtro de banda larga fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38B é entrada para o circuito multiplicador 62A e para o circuito multiplicador 62B. Ainda mais, a posição de trajeto principal fornecida a partir do circuito de estimativa de perfil de retardo 10 e a posição central ótima do filtro de banda estreita fornecida a partir do circuito de seleção de valor ótimo 38A são entradas para circuito de subtração 72.

O circuito de subtração 72 calcula a diferença entre a posição

central ótima do filtro de banda estreita e a posição de trajeto principal e emite a diferença para um circuito de operação de valor absoluto 73.

O circuito de operação de valor absoluto 73 calcula o valor absoluto da diferença calculada pelo circuito de subtração 72 e emite o valor absoluto para um circuito de comparação 71.

O circuito de comparação 71 compara um valor limite com o valor absoluto da diferença calculada pelo circuito de operação de valor absoluto 73, e emite o resultado da comparação para o circuito AND 64.

O circuito AND 64 determina que o ambiente do canal é um ambiente de trajeto de retardo próximo se o resultado da comparação pelo circuito de comparação 61A e o resultado da comparação pelo circuito de comparação 61B satisfaz a condição descrita acima e o resultado da comparação pelo circuito de comparação 71 indica que o valor absoluto da diferença entre a posição central ótima do filtro de banda estreita e a posição de trajeto principal é menor do que o valor limite. O circuito AND 64 emite o sinalizador de determinação de trajeto de retardo próximo indicando um resultado da determinação.

Usando a posição de trajeto principal nesta maneira permite fazer a determinação de trajeto de retardo próximo com maior precisão comparado com o caso em que a posição de trajeto principal não é usada.

Também é possível usar uma outra posição tal como a posição central entre a posição de trajeto principal e uma posição de trajeto de retardo, em vez da posição de trajeto principal.

A série descrita acima de processamento pode ser executada por hardware ou alternativamente por software. No caso de executar a série de processamento por software, o programa servindo como o software é instalado a partir de um meio de gravação de programa em um computador incorporado em hardware dedicado, em computador pessoal de propósito geral, ou o similar.

FIG. 30 é um diagrama em bloco mostrando um exemplo de configuração de hardware de um computador que executa a série de processamento descrita acima com base em um programa.

5 Uma unidade de processamento central (CPU) 81, uma memória de somente leitura (ROM) 82, e uma memória de acesso aleatório (RAM) 83 estão conectada cada uma a outra através de uma barra de comunicação 84.

10 Uma interface de entrada/output interface 85 é também conectada à barra de comunicação 84. Para a interface de entrada/output 85, uma unidade de entrada 86 formada de e. g. um teclado e um mouse, e uma unidade de saída 87 formada de e. g. um mostrador e um alto-falante estão conectados conectado. Ainda mais, para a barra de comunicação 84, uma memória 88 formada de e. g. um disco rígido ou uma memória não volátil, uma unidade de comunicação 89 formada de e. g. uma interface de rede
15 interface, e um acionador para operar um meio removível 90 estão conectados.

No computador tendo a configuração descrita acima, por exemplo, a CPU 81 carrega um programa armazenada na memória 88 na RAM 83 através da interface de entrada/output 85 e da barra de comunicação
20 84 e executa o programa, onde a série de processamento descrita acima é executada.

Por exemplo, o programa a ser executado pela CPU 81 é gravado no meio removível 91 ou fornecido através de um meio de transmissão sem fio ou com fio tal com uma rede de área local, a Internet, ou
25 radiodifusão digital, a fim de ser instalado na 88.

O programa a ser executado pelo computador pode ser um programa que é processado em uma maneira temporal em série ao longo da ordem descrita na presente especificação ou alternativamente pode ser um programa que é processado em paralelo ou no momento necessário tal como

um momento quando chamada é realizada.

As modalidades da presente invenção não são limitadas às modalidades descritas acima, mas várias mudanças podem ser incorporadas nelas sem fugir da essência da presente invenção.

- 5 A presente aplicação contém objeto relacionado àquele divulgado no Pedido de Patente de Prioridade Japonesa JP 2008-240275 depositada no Escritório Patente do Japão em 19 de setembro de 2008, o inteiro conteúdo da qual é aqui incorporada para referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de recepção, caracterizado pelo fato de compreender:

- um extrator de sinal de piloto configurado para extrair um
5 sinal de piloto a partir de um sinal de multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) recebido;

- um estimador configurado para estimar uma característica de um canal do sinal de OFDM para o sinal de piloto e interpolar uma característica de canal em uma direção do tempo para, por meio disso, obter
10 uma característica de canal de cada determinado número de subportadoras;

- um interpolador configurado para realizar filtragem da característica de canal de cada determinado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma primeira banda para interpolar uma característica de canal em uma direção da frequência para, por meio
15 disso, obter uma primeira característica de canal de todas as subportadoras, e realizar filtragem da característica de canal de cada determinado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma segunda banda mais larga do que a primeira banda para interpolar uma característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, obter uma segunda
20 característica de canal de todas as subportadoras;

- um corretor de distorção configurado para corrigir distorção do sinal de OFDM usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e corrigir a distorção do sinal de OFDM usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras;

- um calculador configurado para calcular qualidade de cada
25 um dos sinais de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida; e

- um determinador configurado para determinar se um ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo no qual todos os trajetos são permitidos serem

incluídos em uma banda de passagem de um filtro de interpolação tendo a primeira banda, com base na qualidade de um primeiro sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e na qualidade de um
 5 segundo sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras.

2. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

10 - se uma característica de canal interpolada na direção do tempo é obtida através do estimador para cada N-ésima subportadora e uma duração de símbolo útil de um símbolo de OFDM do sinal de OFDM como uma duração que não inclui um intervalo de proteção é T_u segundos,

15 - uma banda de passagem de um filtro de interpolação tendo a primeira banda e uma banda de passagem de um filtro de interpolação tendo a segunda banda são iguais ou mais estreitas do que T_u/N segundos.

3. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

20 - uma unidade de operação de transformada de Fourier rápida (FFT) configurada para efetuar operação de FFT após aplicar uma função de janela para um sinal de OFDM no domínio do tempo representando um símbolo como um objeto de processamento se é determinado que o ambiente do canal é o ambiente de trajeto único ou o ambiente de trajeto de retardo próximo, e efetuar operação de FFT sem aplicar a função de janela para um
 25 sinal de OFDM no domínio do tempo representando um símbolo como um objeto de processamento se é determinado que o ambiente do canal é nem o ambiente de trajeto único nem o ambiente de trajeto de retardo próximo.

4. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que

- a função de janela é uma função para multiplicar, por $1/2$, a amplitude de um sinal de um intervalo de proteção de um símbolo como um objeto de processamento e amplitude de um sinal de um intervalo como uma cópia de origem para o intervalo de proteção para adicionar sinais cuja amplitude é voltada para $1/2$ para cada uma da outra e multiplicar, por 1, a amplitude de um sinal de um intervalo outro do que os intervalos nos quais a amplitude é voltada para $1/2$.

5. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

- o determinador determina que o ambiente do canal é o ambiente de trajeto único ou o ambiente de trajeto de retardo próximo se a qualidade do primeiro sinal de distorção corrigida é melhor do que a qualidade do segundo sinal de distorção corrigida.

6. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

- o determinador determina que o ambiente do canal é o ambiente de trajeto único ou o ambiente de trajeto de retardo próximo se a qualidade do primeiro sinal de distorção corrigida é melhor do que a qualidade do segundo sinal de distorção corrigida resultando da conversão em pior qualidade através da multiplicação por um determinado coeficiente.

7. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

- se a qualidade do primeiro e do segundo sinais de distorção corrigida é calculada pelo calculador a cada determinado período,

- o determinador determina que o ambiente do canal é o ambiente de trajeto único ou o ambiente de trajeto de retardo próximo se a qualidade do primeiro sinal de distorção corrigida é melhor do que a qualidade do segundo sinal de distorção corrigida continuamente sobre uma pluralidade dos períodos determinados ou, de uma pluralidade dos

períodos predeterminados, um período durante o qual a qualidade do primeiro sinal de distorção corrigida é melhor do que a qualidade do segundo sinal de distorção corrigida, é maior do que um período durante o qual a qualidade do segundo sinal de distorção corrigida é melhor do que a qualidade do primeiro sinal de distorção corrigida.

8. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

- o determinador determina que o ambiente do canal é o ambiente de trajeto único ou o ambiente de trajeto de retardo próximo se a qualidade do primeiro sinal de distorção corrigida é pior do que a qualidade do segundo sinal de distorção corrigida resultando da conversão em melhor qualidade através da multiplicação por um predeterminado coeficiente e é melhor do que a qualidade do segundo sinal de distorção corrigida resultando da conversão em pior qualidade através da multiplicação por um coeficiente diferente do predeterminado coeficiente.

9. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente

- a controlador configurado para mudar a posição central de uma banda de um filtro de interpolação tendo a primeira banda e uma posição central de uma de um filtro de interpolação tendo uma segunda banda.

10. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

- um seletor configurado para fazer seleção de modo que um filtro de interpolação tendo a primeira banda e um filtro de interpolação tendo a segunda banda é um filtro de interpolação usado para obter um sinal de distorção corrigida tendo melhor qualidade e uma posição central de uma banda do filtro de interpolação usado para obter o sinal de distorção corrigida tendo a melhor qualidade, com base na qualidade de uma pluralidade do primeiro e do sinais de distorção corrigida adquiridos através de mudança em

uma posição central de uma banda;

- um interpolador de coeficiente variável para configurar um filtro de interpolação selecionado pelo seletor em tal uma maneira que uma posição central da banda do filtro de interpolação é configurada na mesma
5 posição que a posição central selecionado pelo seletor, e realizar filtragem da característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras estimado pelo estimador usando o filtro de interpolação configurado para interpolar a característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, obter uma característica de canal de todas as subportadoras; e

10 - um equalizador configurado para realizar equalização através da correção de distorção do sinal de OFDM usando a característica de canal de todas subportadoras obtida através do interpolador de coeficiente variável.

11. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente

15 - um estimador de perfil de retardo configurado para estimar um perfil de retardo com base no sinal de OFDM sinal, em que

- o determinador determina que o ambiente do canal é o ambiente de trajeto único ou o ambiente de trajeto de retardo próximo se a qualidade do primeiro sinal de distorção corrigida é melhor do que a
20 qualidade do segundo sinal de distorção corrigida e a diferença entre uma posição de trajeto principal representada por um perfil de retardo estimado pelo estimador de perfil de retardo e uma posição central da primeira banda de um filtro de interpolação usado para obter o primeiro sinal de distorção corrigida tendo melhor qualidade é menor do que um valor limite.

25 12. Método de recepção, caracterizado pelo fato de compreender os estágios de:

- extrair um sinal de piloto a partir de um sinal de multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) recebido;

- estimar uma característica de um canal do sinal de OFDM

para o sinal de piloto e interpolar a característica de canal em uma direção do tempo para, por meio disso, obter a característica de canal de cada predeterminado número de subportadora;

5 - realizar filtragem da característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma primeira banda para interpolar uma característica de canal em uma direção da frequência para, por meio disso, obter uma primeira característica de canal de todas as subportadoras, e realizar filtragem da característica de canal de cada predeterminado número de subportadoras através de um filtro
10 de interpolação tendo uma segunda banda mais larga do que a primeira banda para interpolar uma característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, obter uma segunda característica de canal de todas as subportadoras;

 - corrigir distorção do sinal de OFDM usando a primeira
15 característica de canal de todas subportadoras e corrigir a distorção do sinal de OFDM usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras;

 - calcular qualidade de cada um dos sinais de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida; e

 - determinar se um ambiente do canal é ou não um ambiente
20 de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo no qual todos os trajetos são permitidos serem incluídos em uma banda de passagem de um filtro de interpolação tendo a primeira banda, com base na qualidade de um primeiro sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a primeira característica de canal de todas
25 subportadoras e na qualidade de um segundo sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras.

13. Programa que faz com que um computador execute processamento, caracterizado pelo fato de que o processamento compreende

os estágios de:

- extrair um sinal de piloto a partir de um sinal de OFDM recebido;
- estimar a característica de um canal do sinal de OFDM para o
5 sinal de piloto e interpolar uma característica de canal em uma direção do tempo para, por meio disso, obter uma característica de canal de cada determinado número de subportadoras;
- realizar filtragem da característica de canal de cada
10 determinado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma primeira banda para interpolar uma característica de canal em uma direção da frequência para, por meio disso, obter uma primeira característica de canal de todas as subportadoras, e realizar filtragem da característica de canal de cada determinado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma segunda banda mais larga do que a primeira banda
15 para interpolar uma característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, obter uma segunda característica de canal de todas as subportadoras;
- corrigir distorção do sinal de OFDM usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e corrigir a distorção do sinal de
20 OFDM usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras;
- calcular qualidade de cada um dos sinais de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida; e
- determinar se um ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de retardo próximo no qual todos
25 os trajetos são permitidos serem incluídos em uma banda de passagem de um filtro de interpolação tendo a primeira banda, com base na qualidade de um primeiro sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e na qualidade de um segundo sinal de distorção corrigida que

é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras.

14. Dispositivo de recepção, caracterizado pelo fato de compreender:

5 - meios de extração de sinal de piloto para extrair um sinal de piloto a partir de um sinal de multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) recebido;

10 - meios de estimativa para estimar uma característica de um canal do sinal de OFDM para o sinal de piloto e interpolar uma característica de canal em uma direção do tempo para, por meio disso, obter uma característica de canal de cada determinado número de subportadoras;

15 - meios de interpolação para realizar filtragem da característica de canal de cada determinado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma primeira banda para interpolar uma característica de canal em uma direção da frequência para, por meio disso, obter uma primeira característica de canal de todas as subportadoras, e realizar filtragem da característica de canal de cada determinado número de subportadoras através de um filtro de interpolação tendo uma segunda banda mais larga do que a primeira banda para interpolar uma característica de canal na direção da frequência para, por meio disso, obter uma segunda característica de canal de todas as subportadoras;

20 - meios de correção de distorção para corrigir distorção do sinal de OFDM usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e corrigir a distorção do sinal de OFDM usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras;

25 - meios de cálculo para calcular qualidade de cada um dos sinais de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida; e

 - meios de determinação para determinar se um ambiente do canal é ou não um ambiente de trajeto único ou um ambiente de trajeto de

- 5 retardo próximo no qual todos os trajetos são permitidos serem incluídos em uma banda de passagem de um filtro de interpolação tendo a primeira banda, com base na qualidade de um primeiro sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a primeira característica de canal de todas subportadoras e na qualidade de um segundo sinal de distorção corrigida que é o sinal de OFDM cuja distorção tenha sido corrigida usando a segunda característica de canal de todas as subportadoras.

FIG. 1

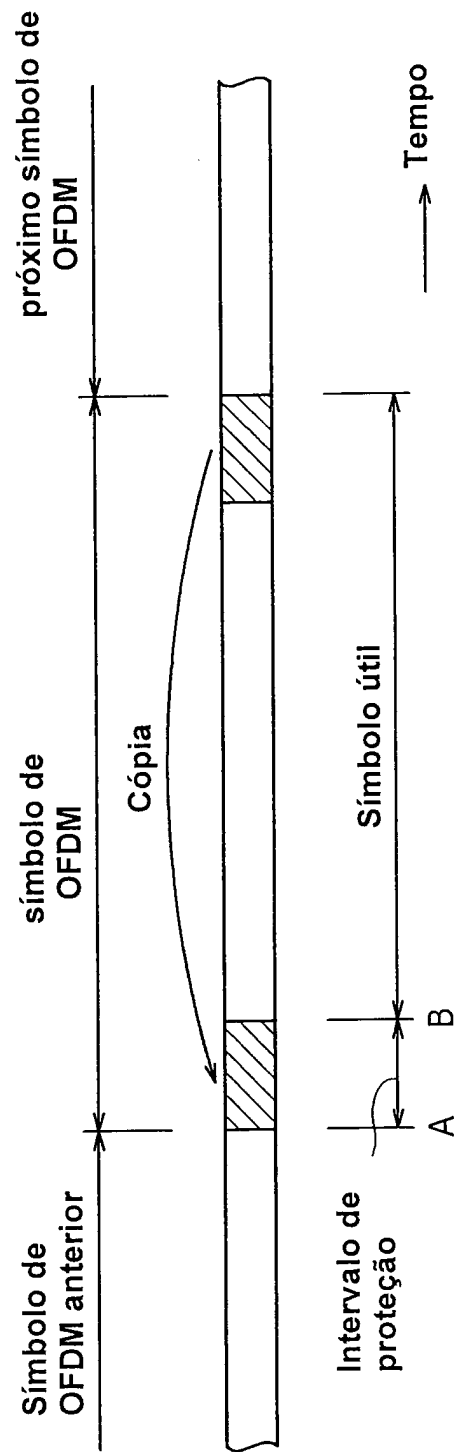


FIG. 2

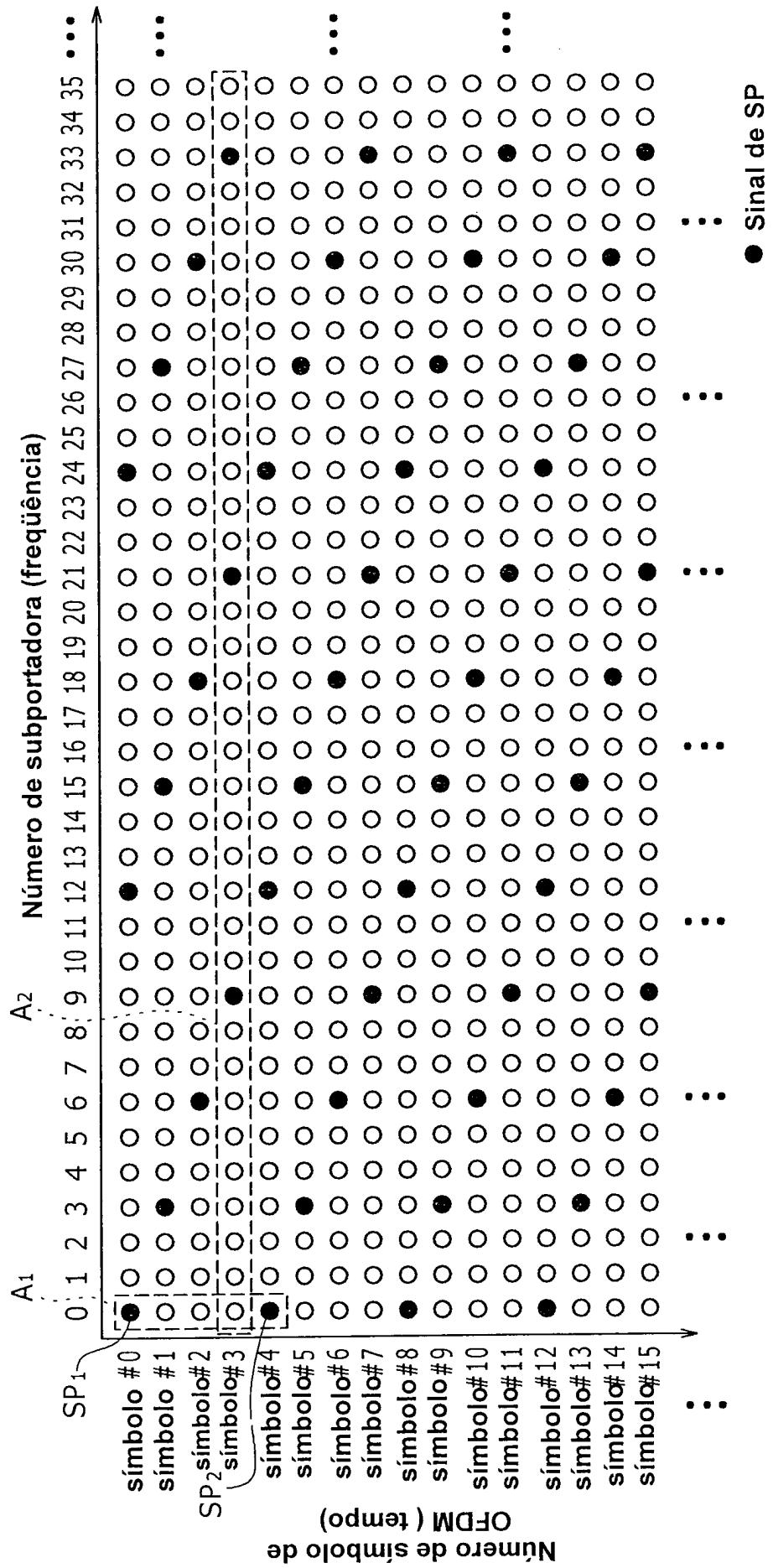


FIG. 3

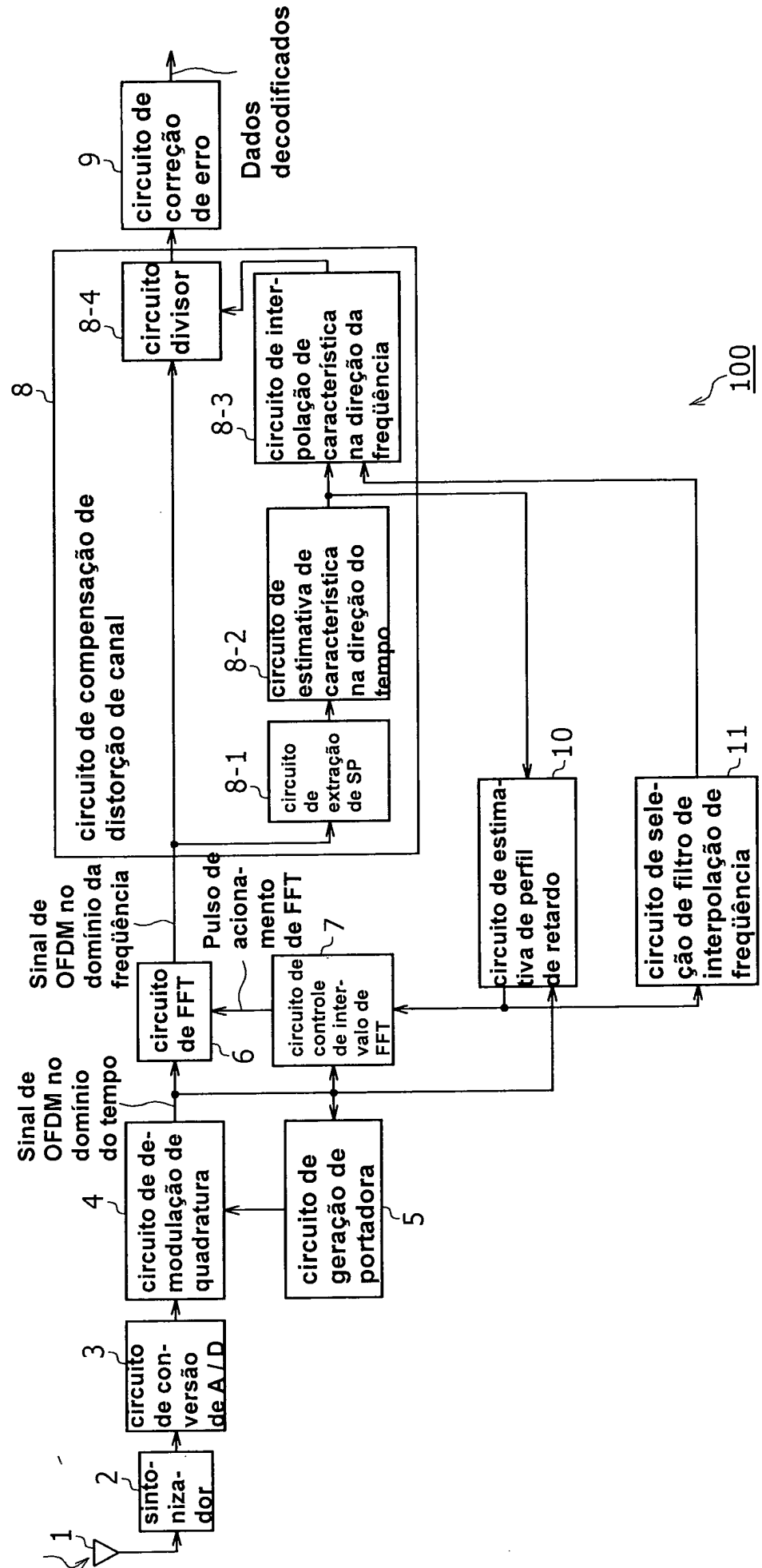


FIG. 4

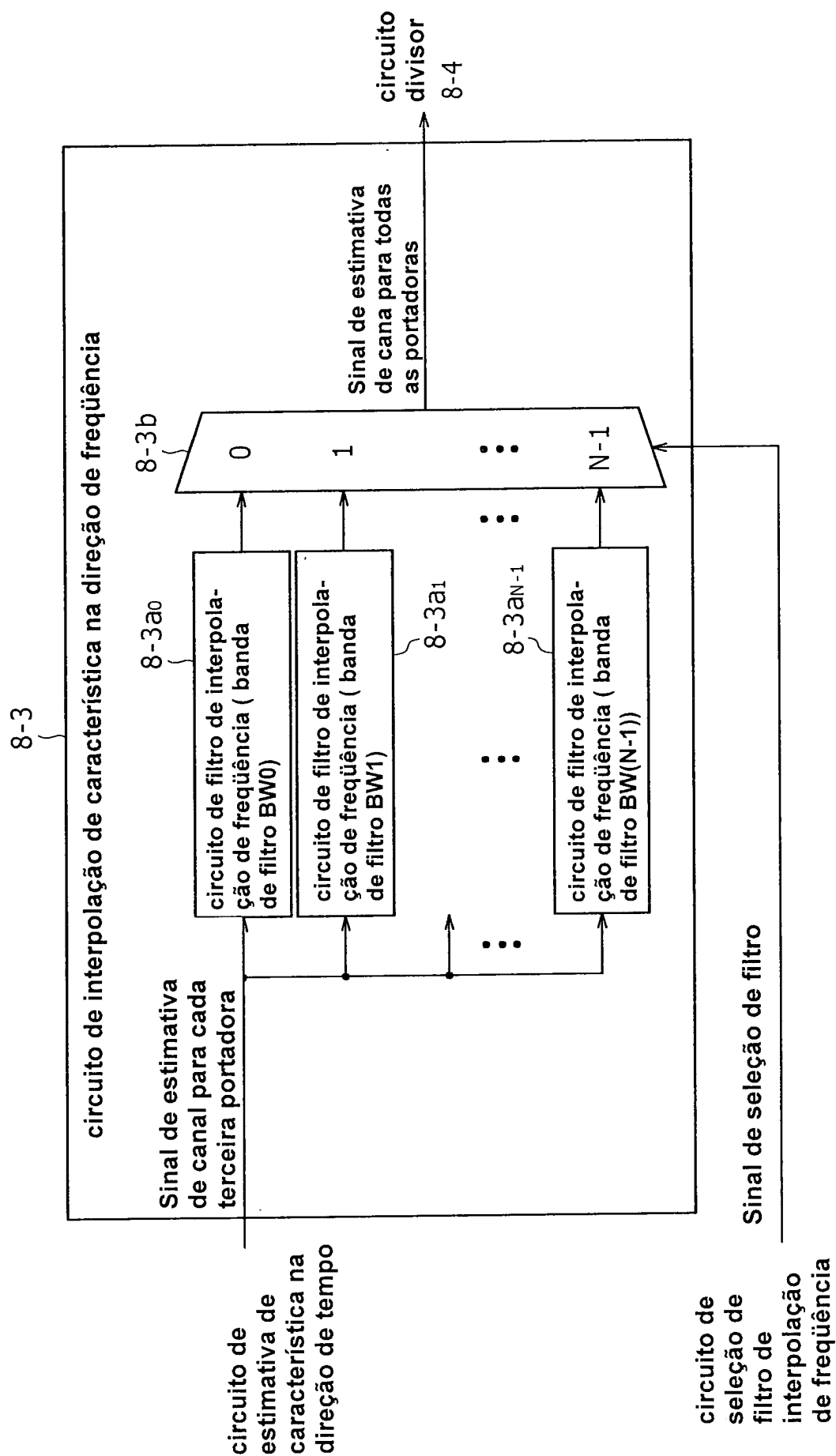


FIG. 5

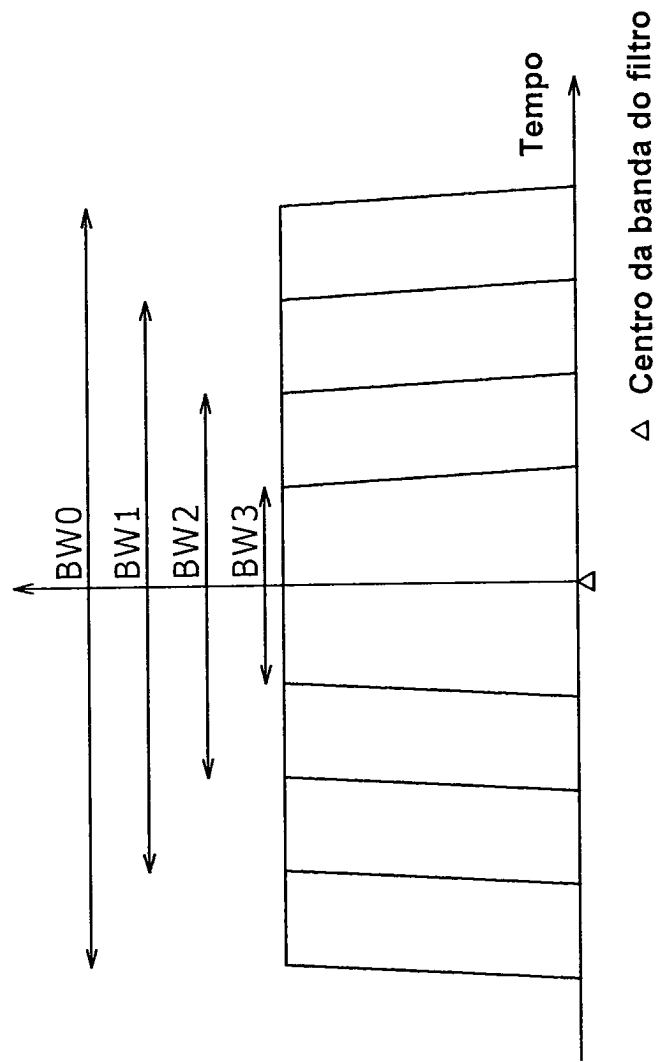


FIG. 6

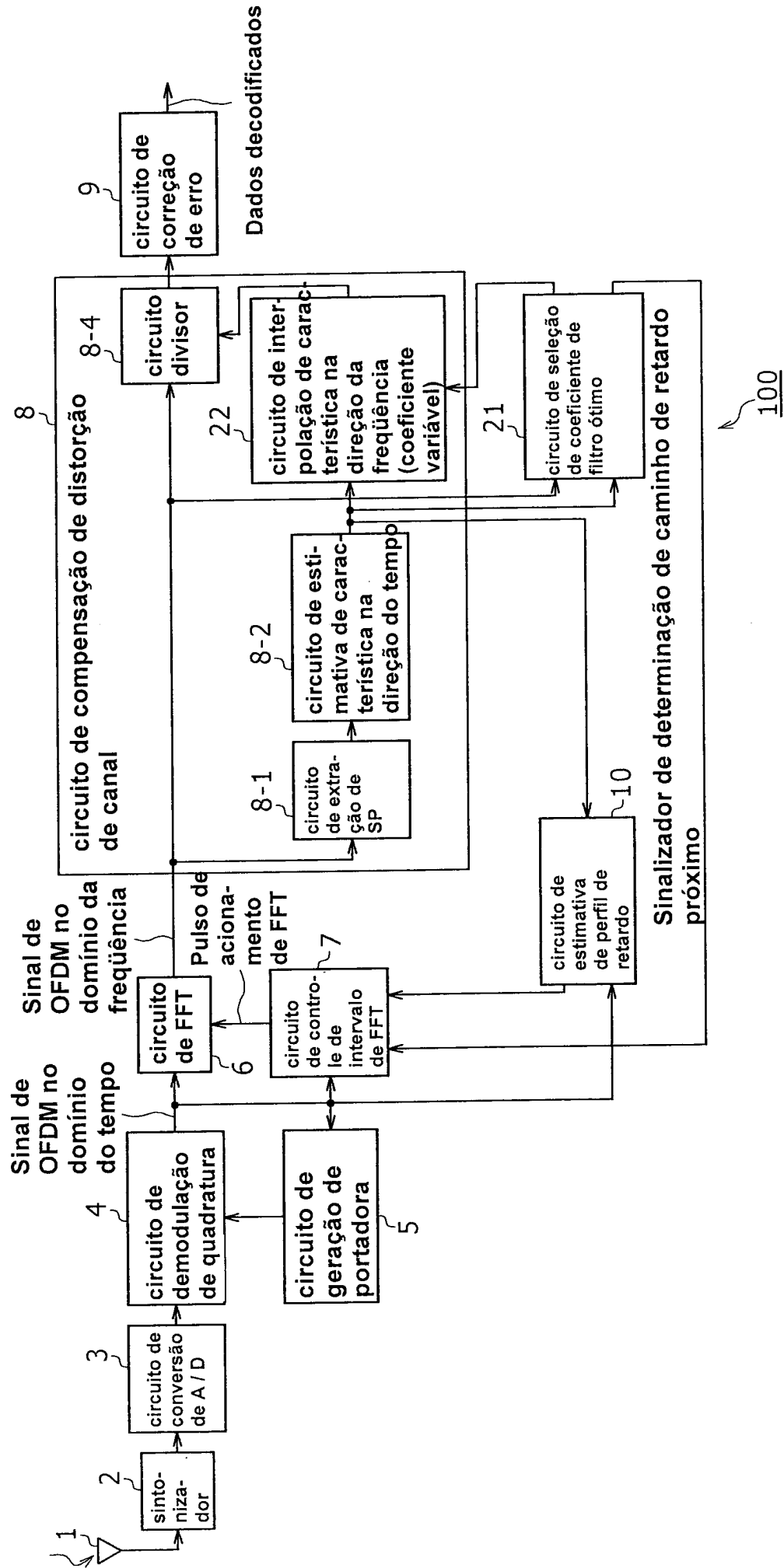


FIG. 7

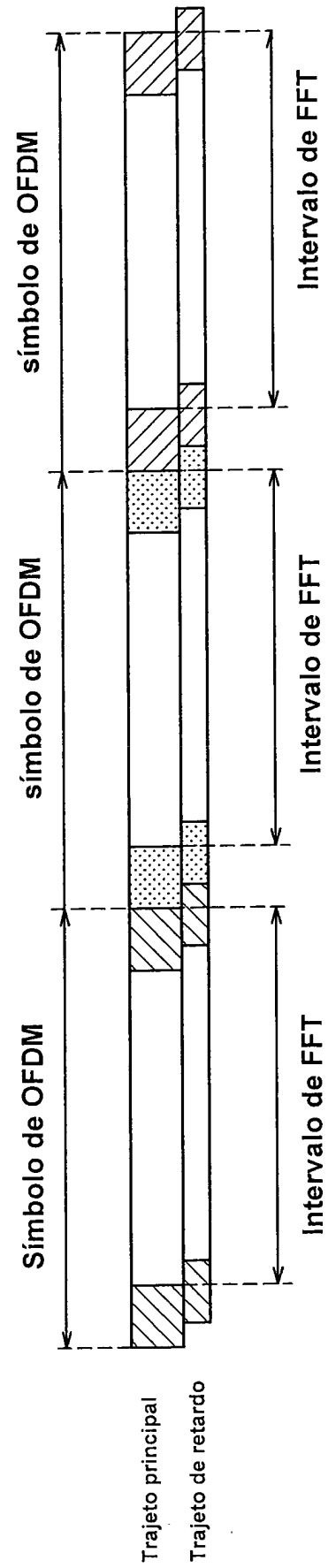


FIG. 8

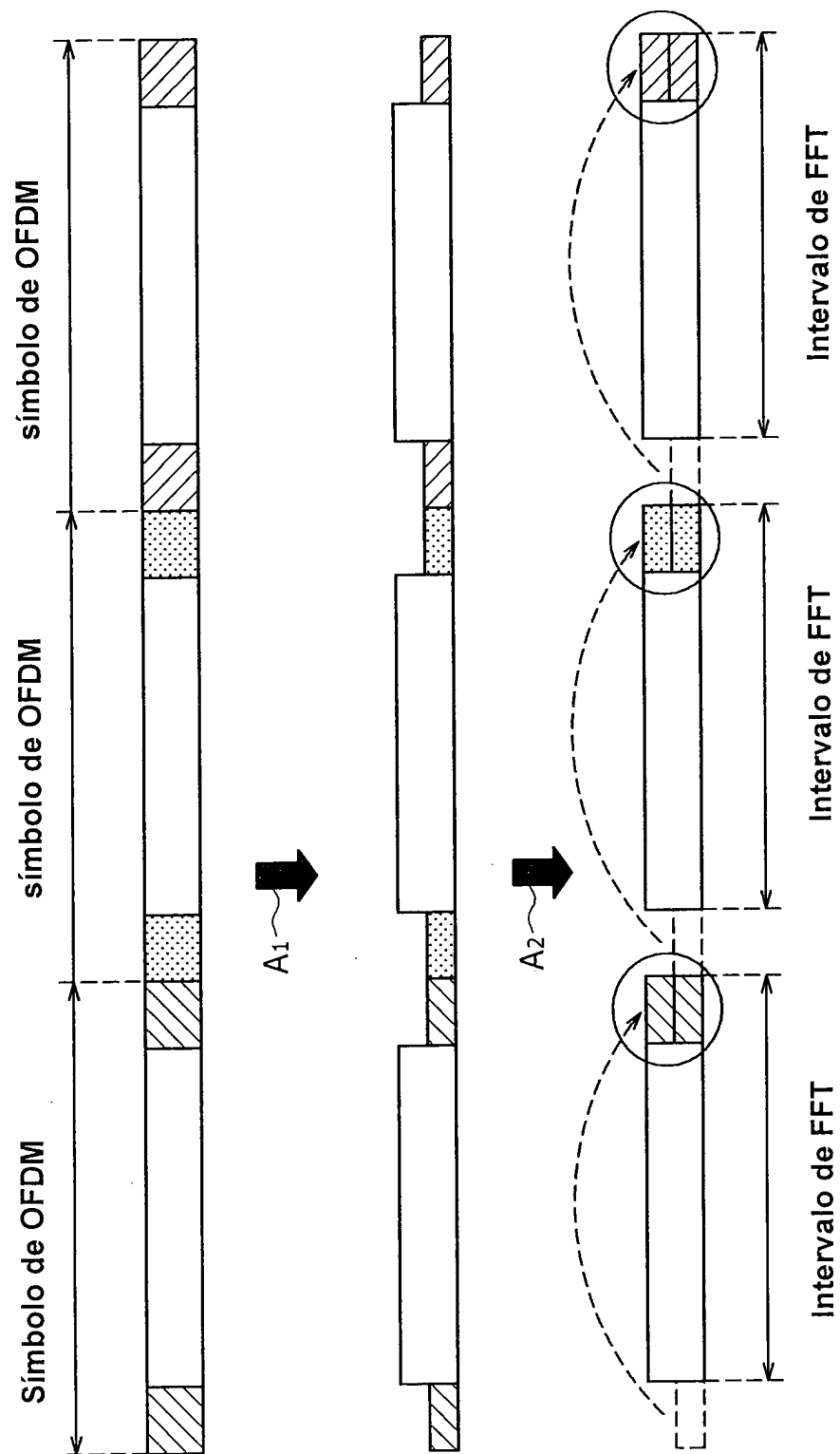


FIG. 9

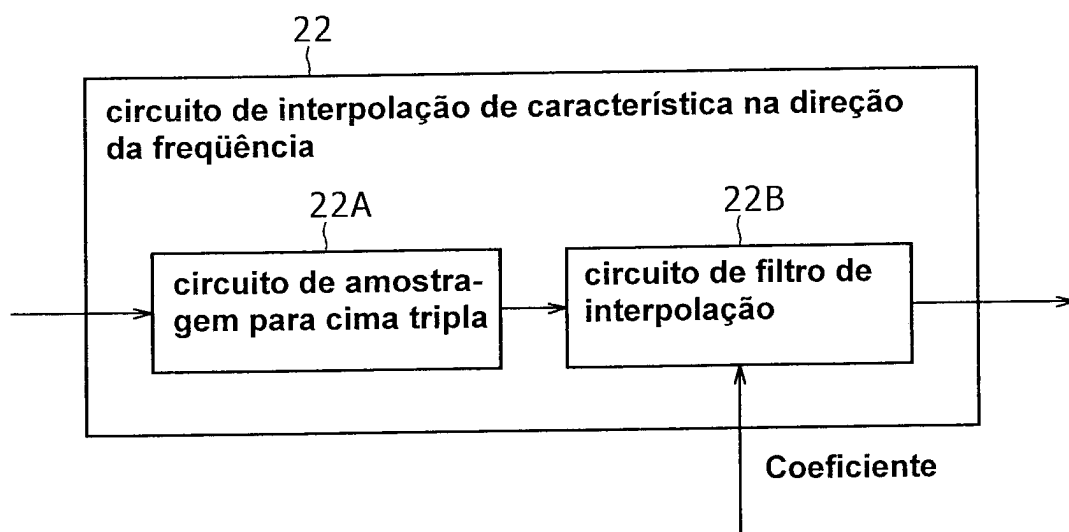


FIG. 10

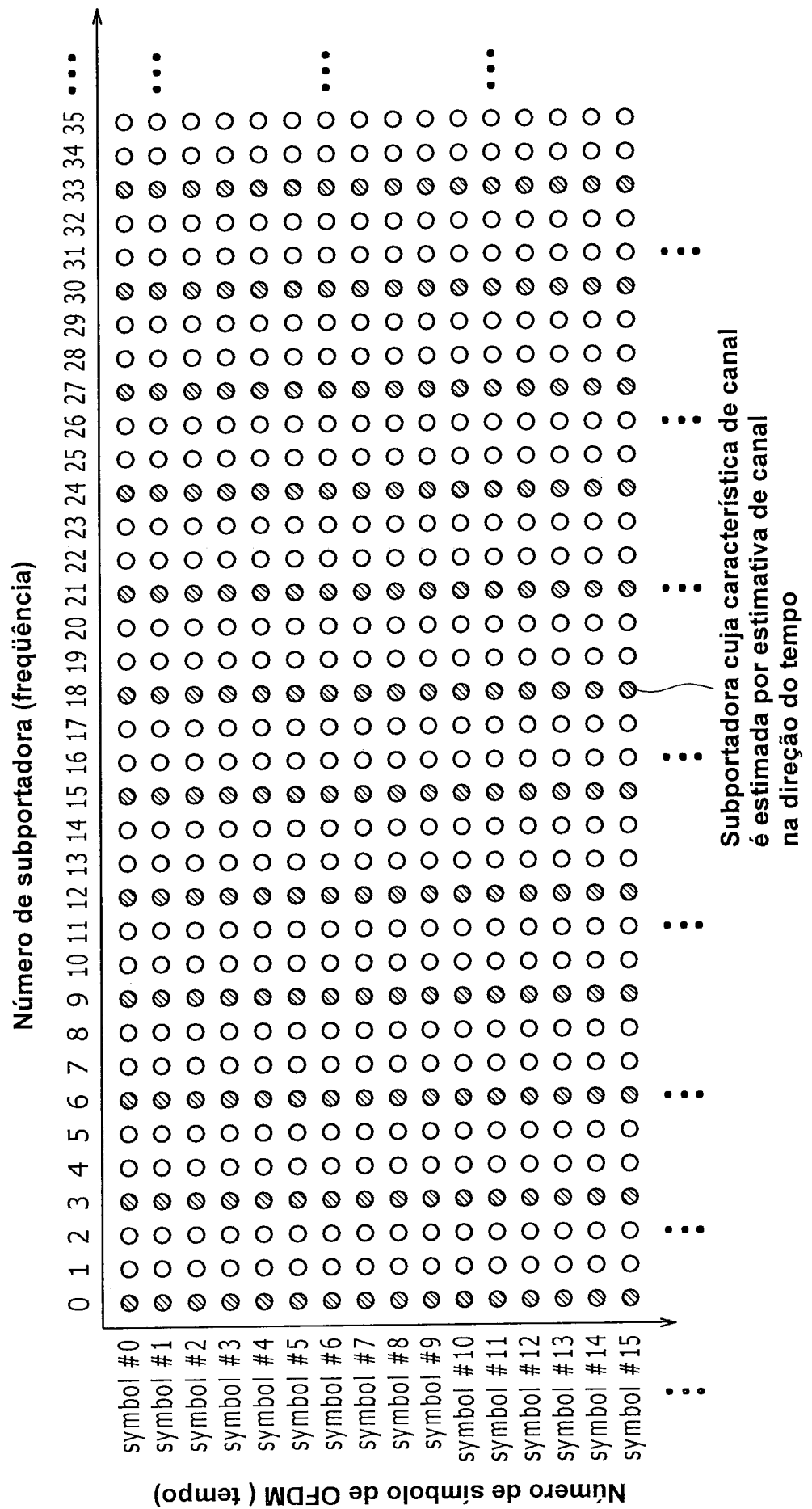


FIG. 11

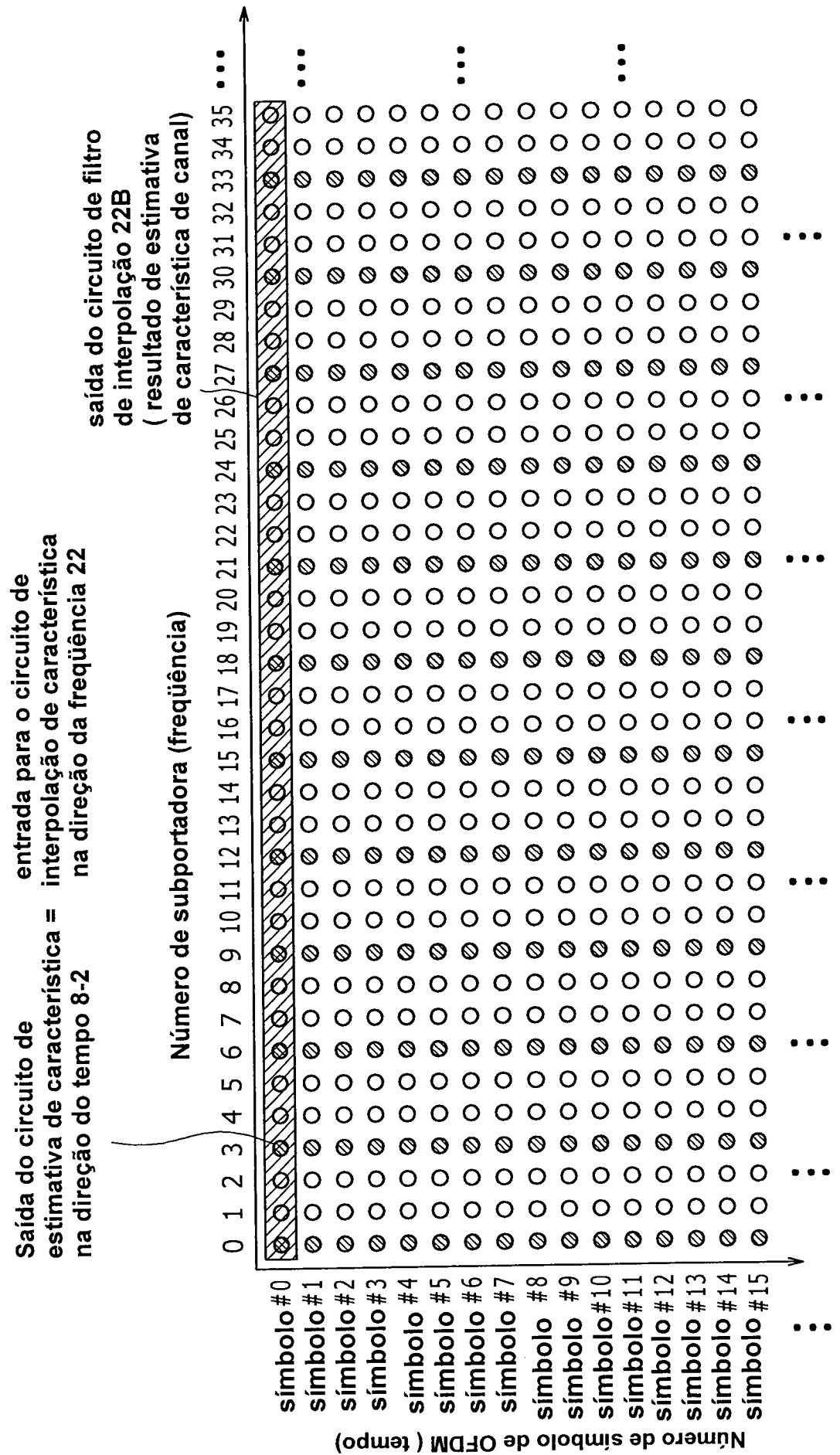


FIG. 12

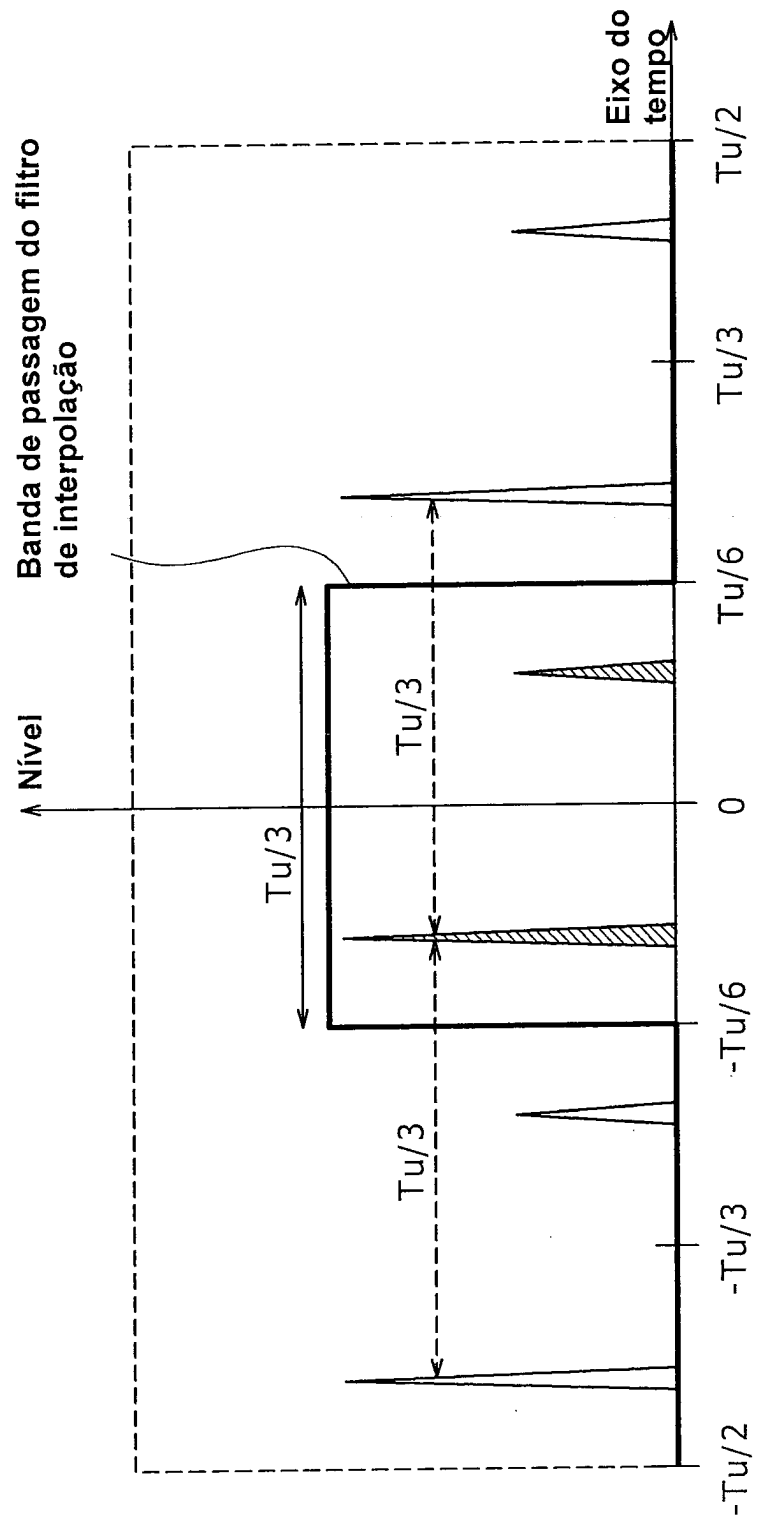


FIG.13A



FIG.13B

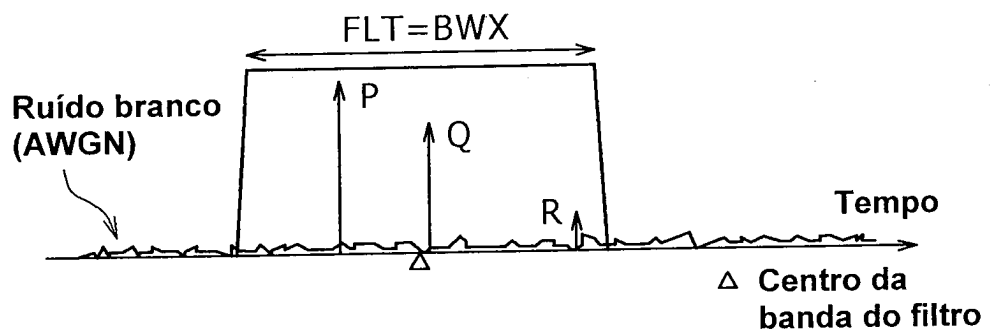


FIG.13C

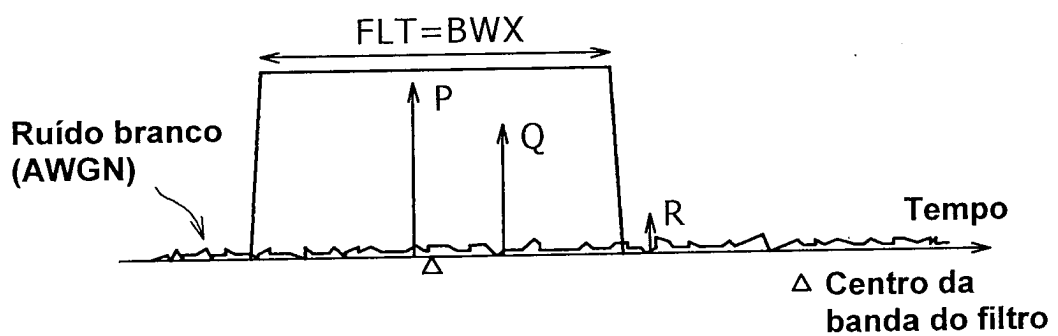


FIG.13D

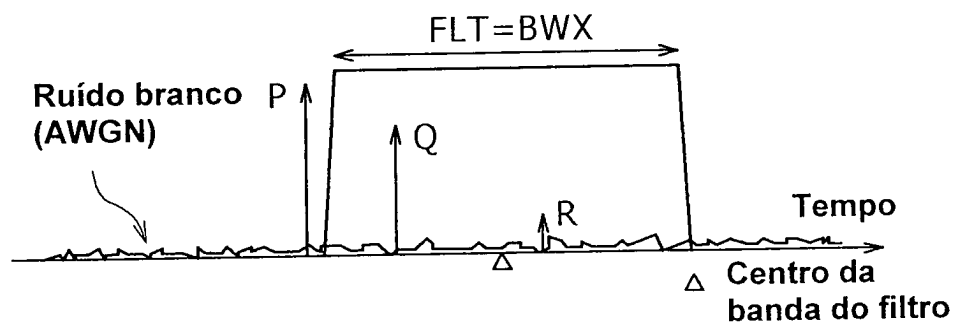


FIG.14A

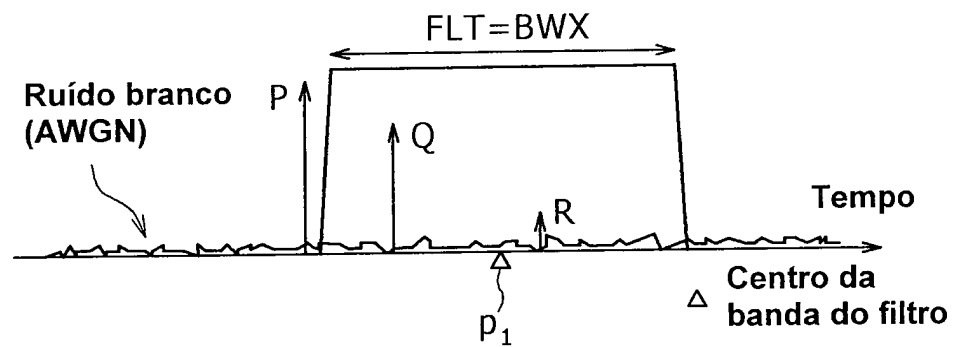


FIG.14B

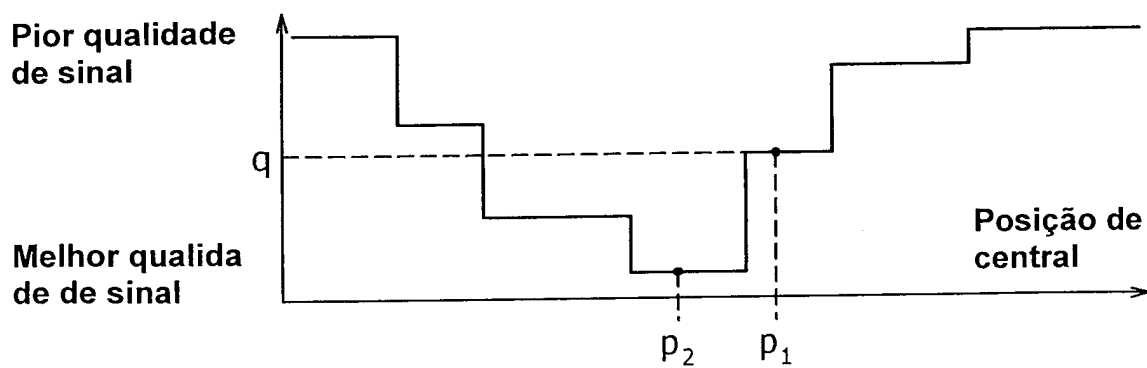


FIG. 15A

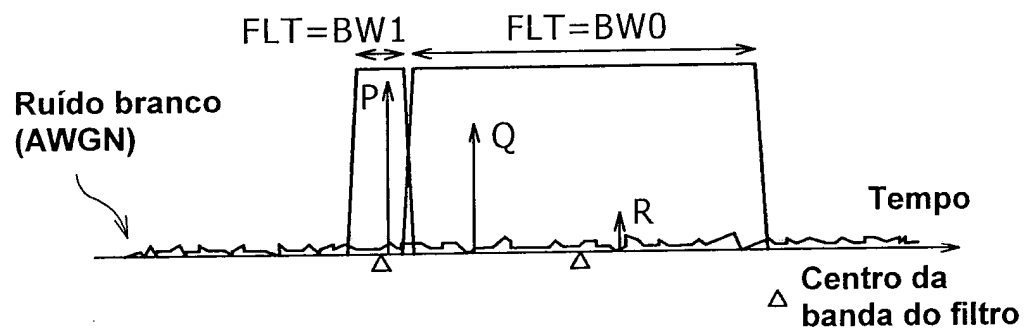


FIG. 15B

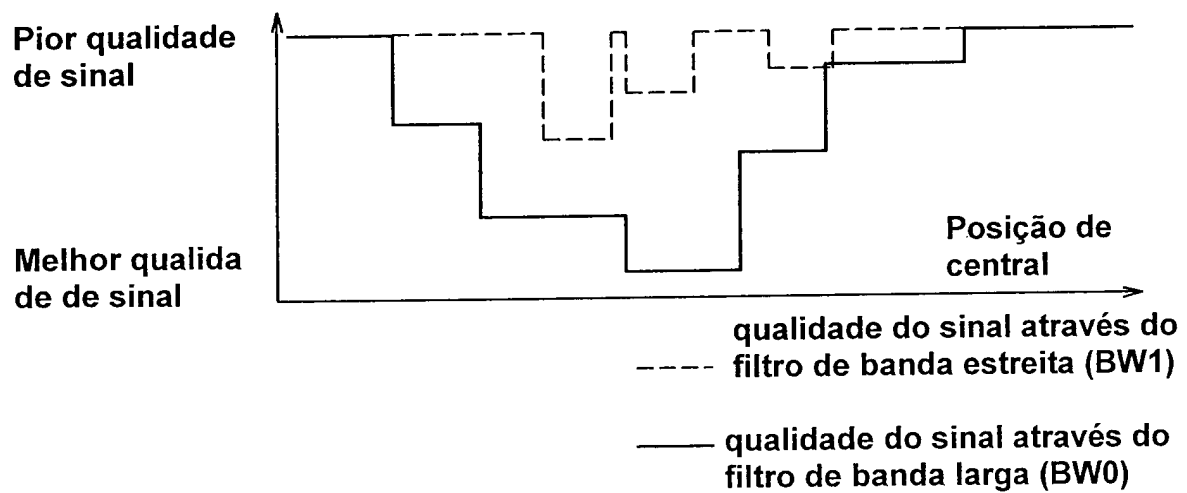


FIG. 16A

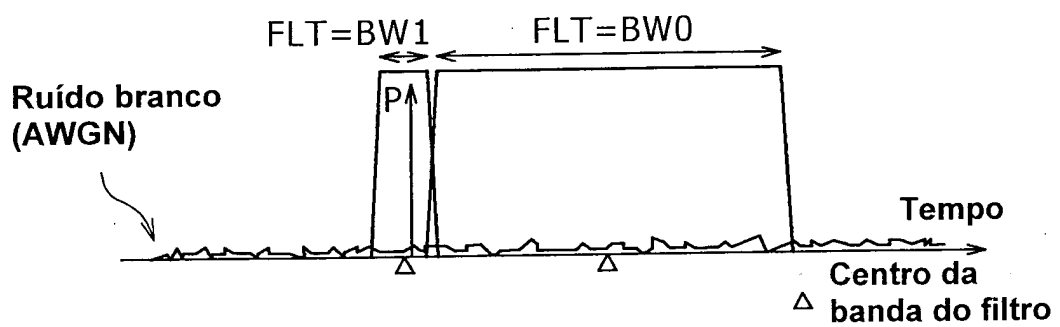


FIG. 16B

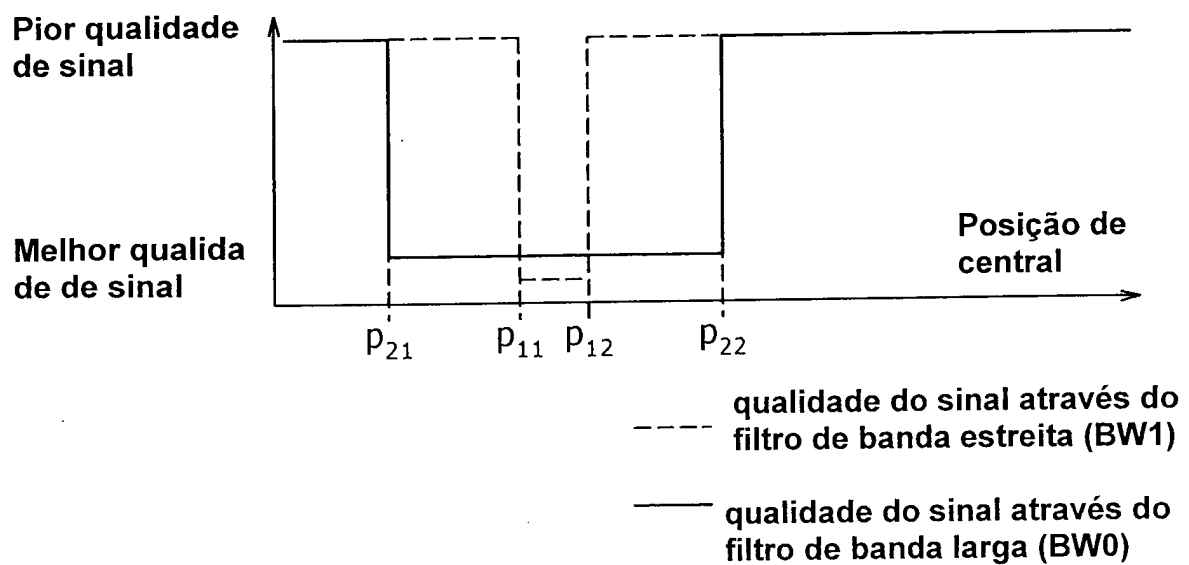


FIG. 17

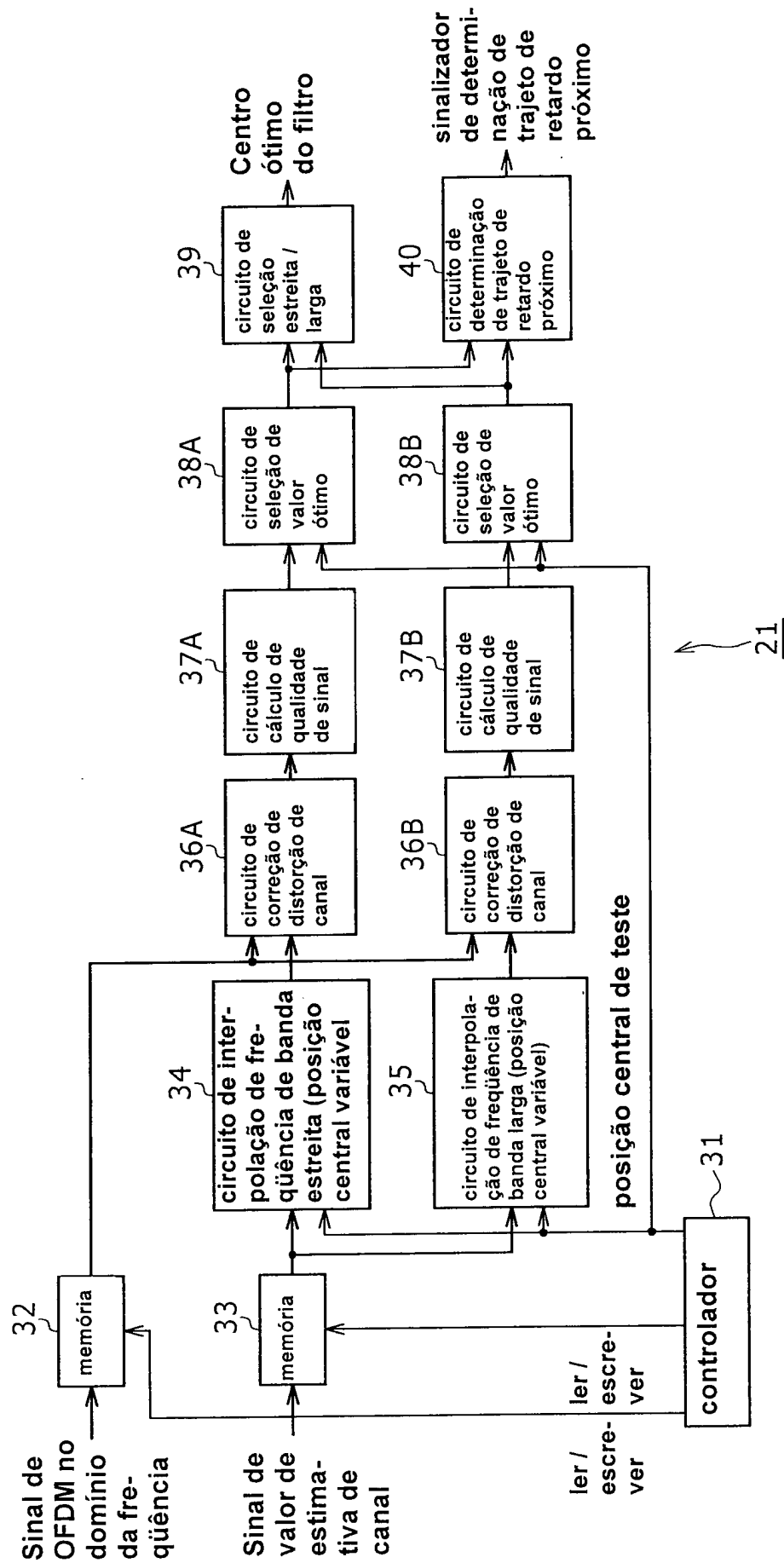


FIG. 18

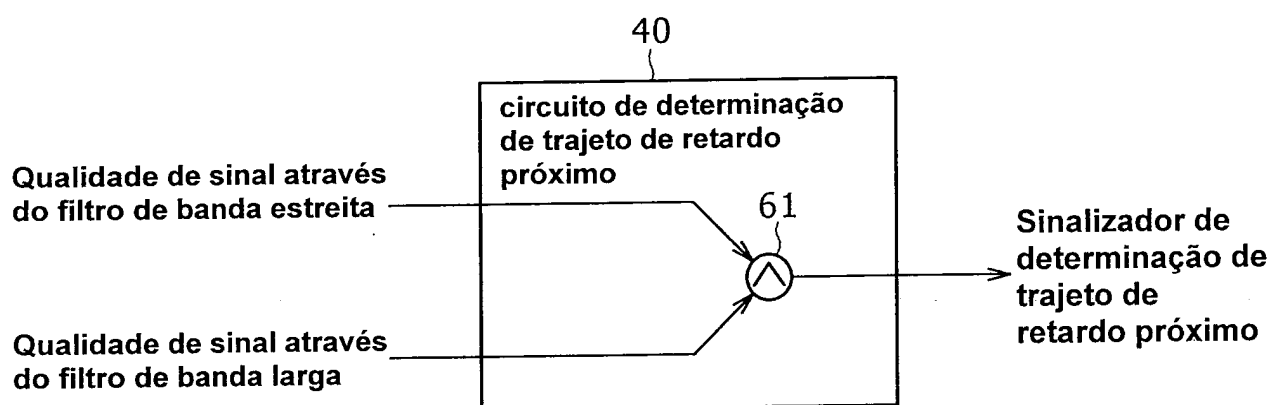


FIG. 19

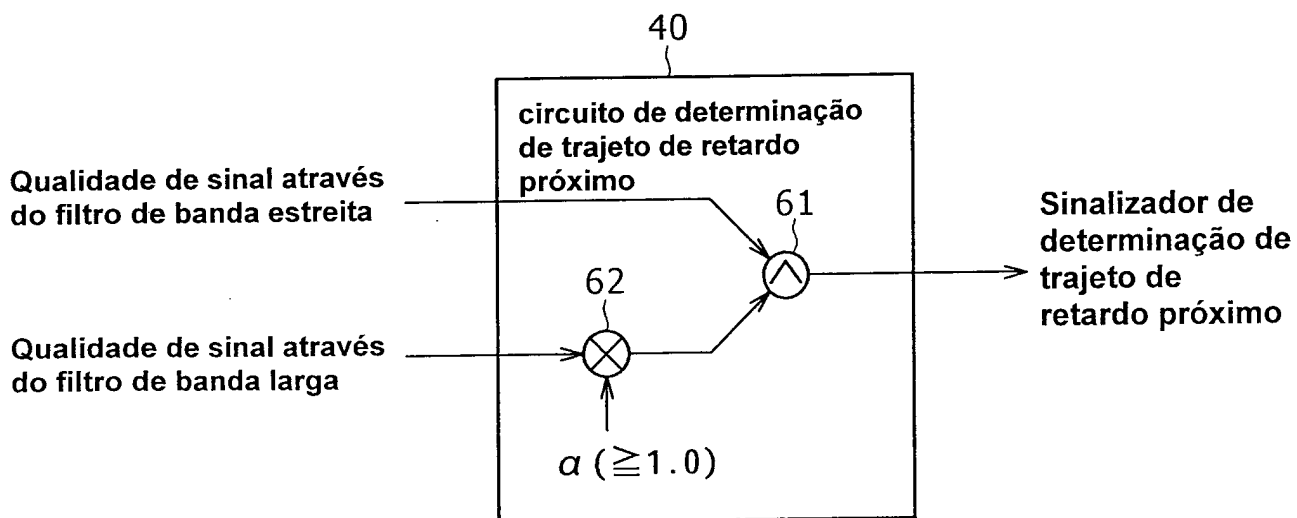


FIG. 20

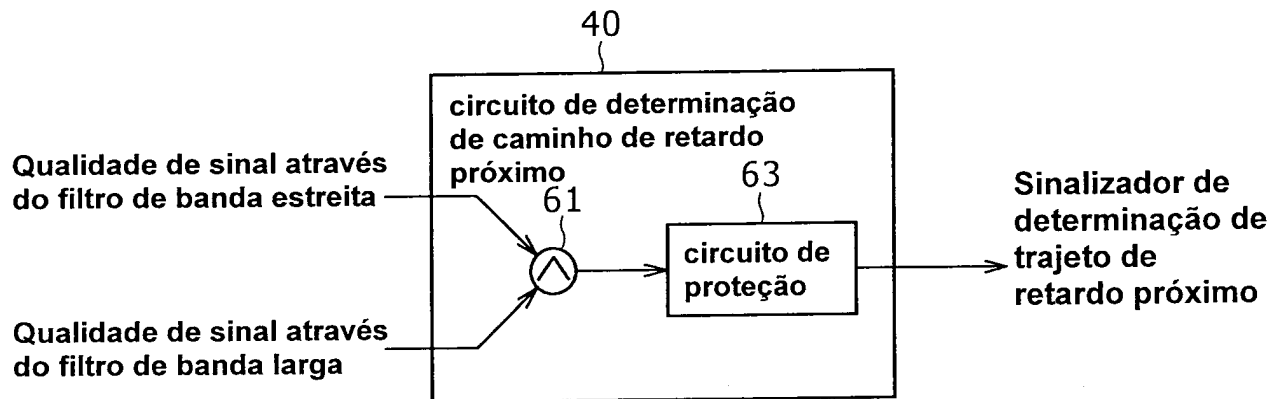


FIG. 21

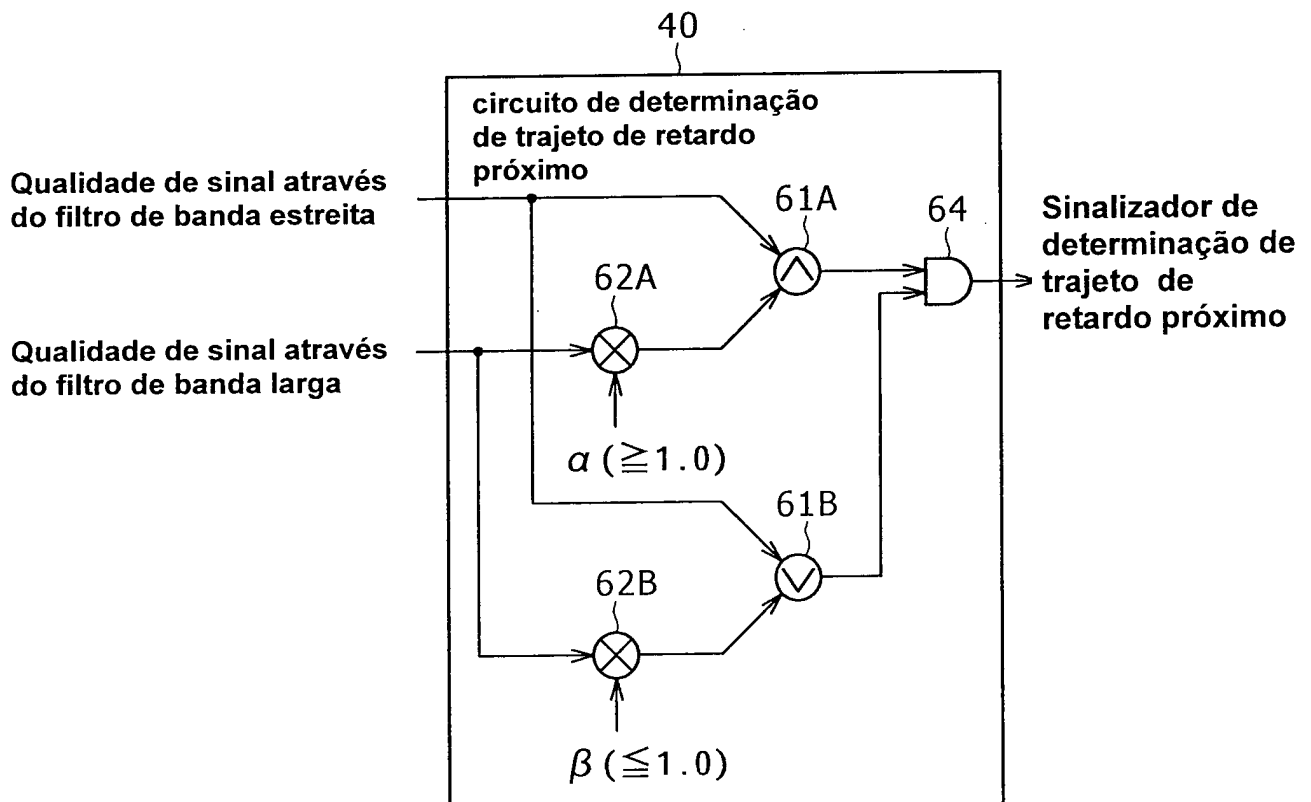


FIG. 22A

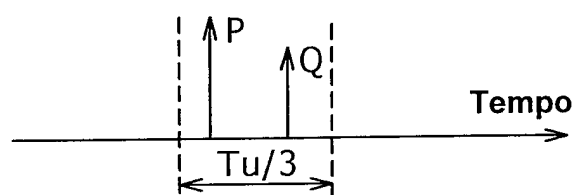


FIG. 22B

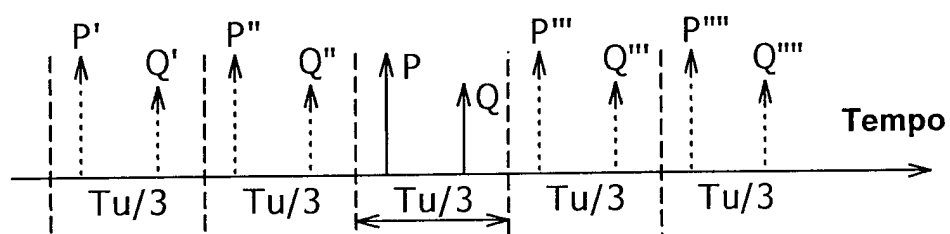


FIG. 22C

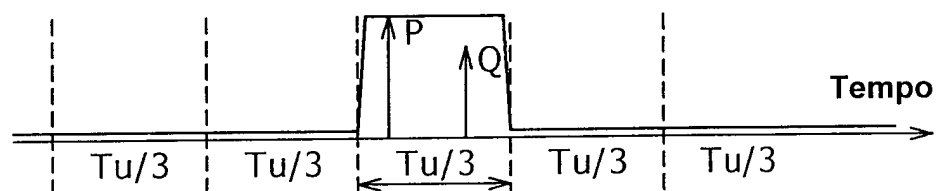


FIG. 23A

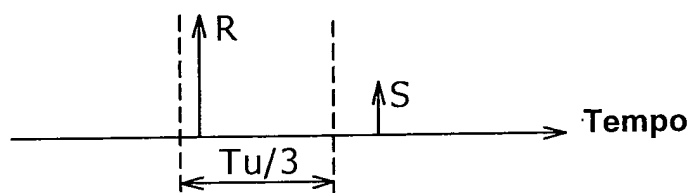


FIG. 23B

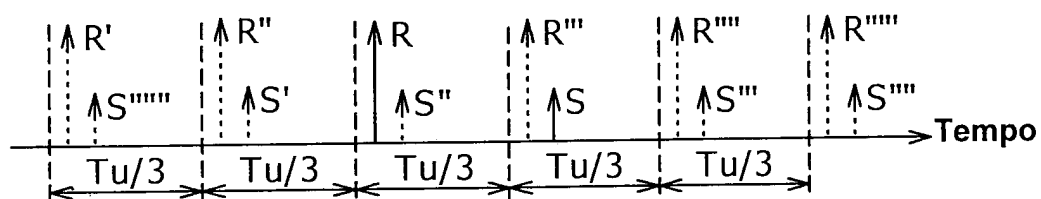


FIG. 23C

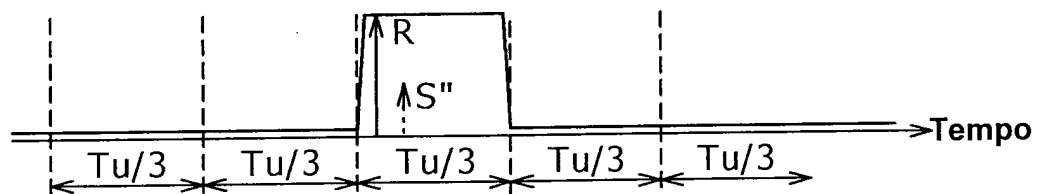


FIG. 24

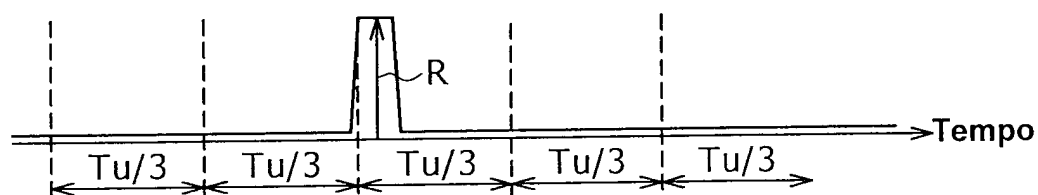


FIG. 25

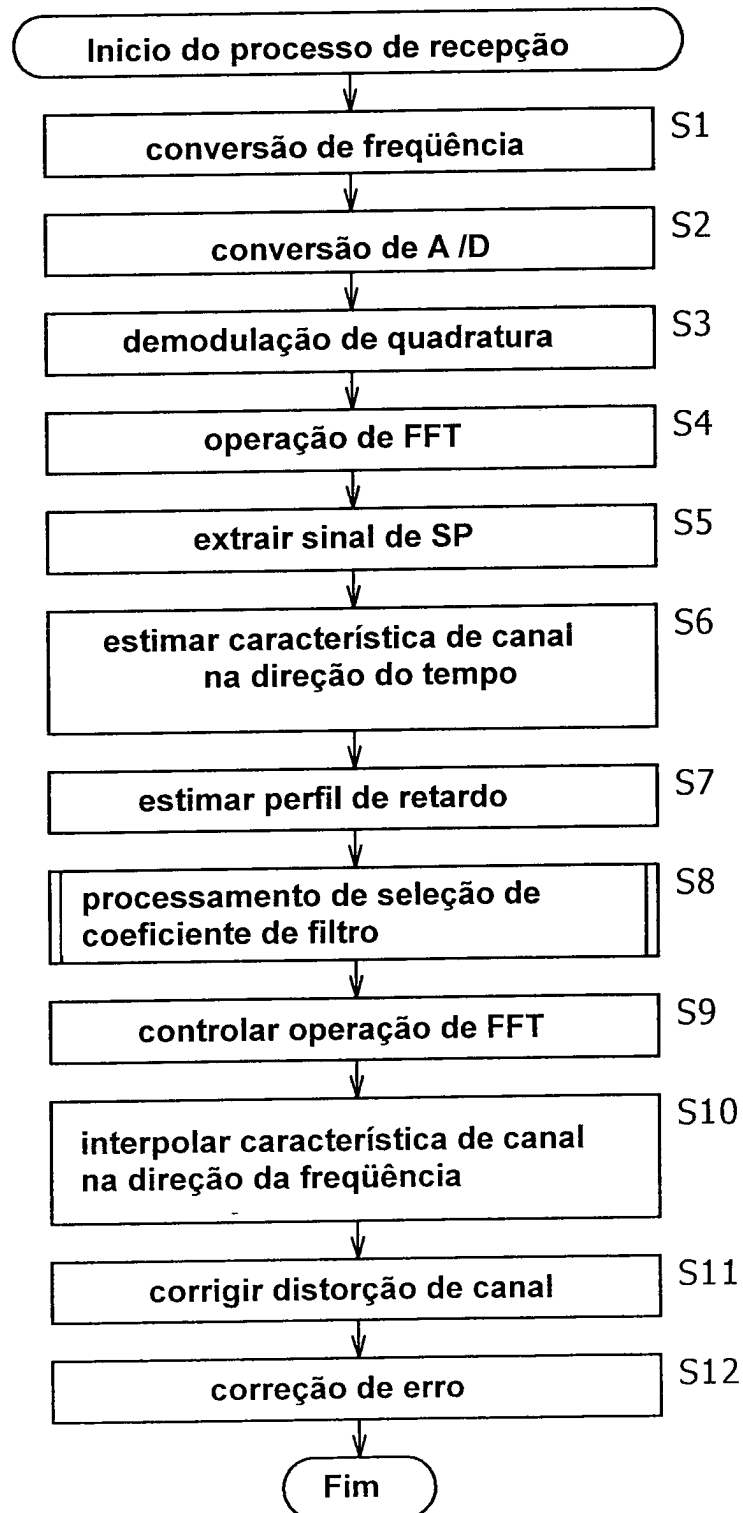


FIG. 26

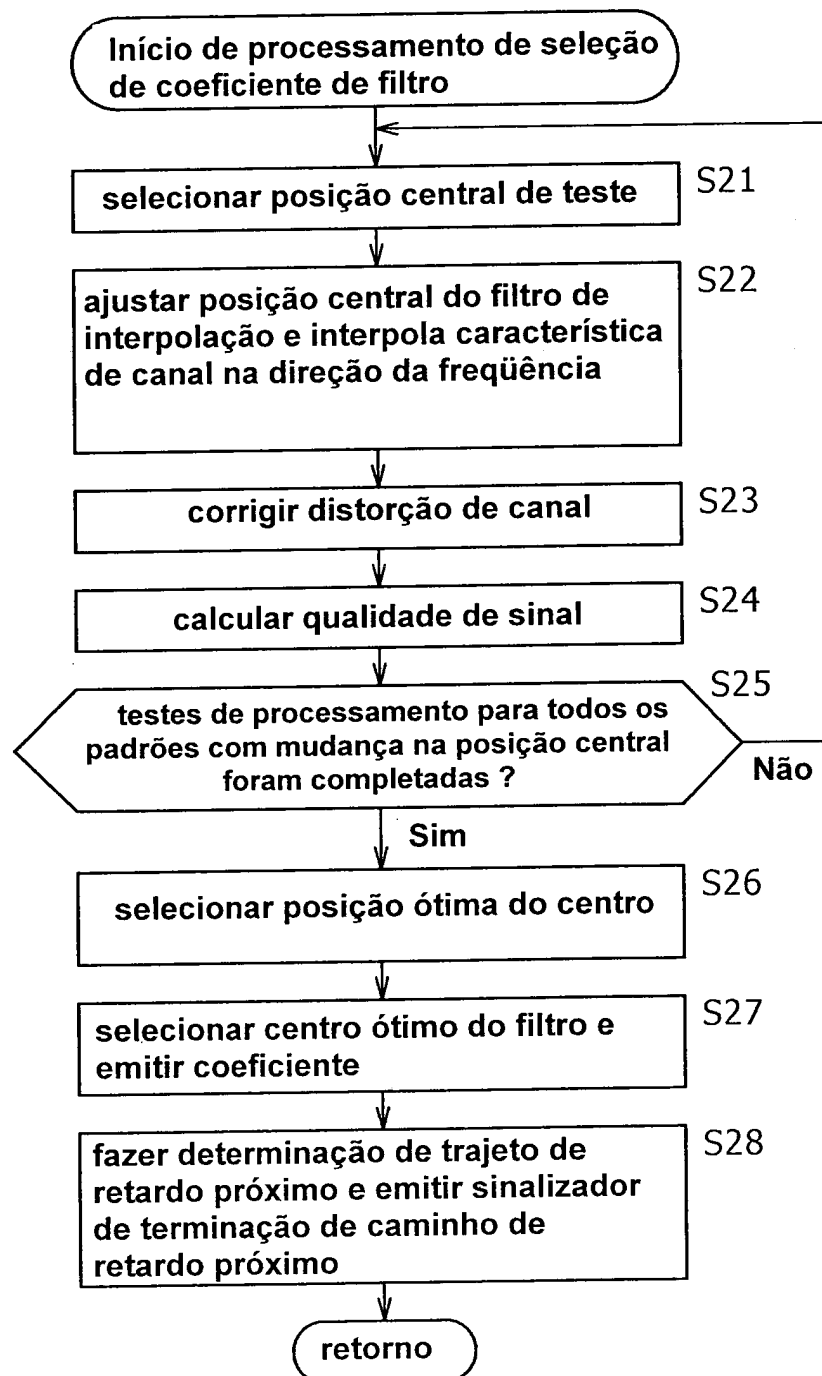


FIG. 27

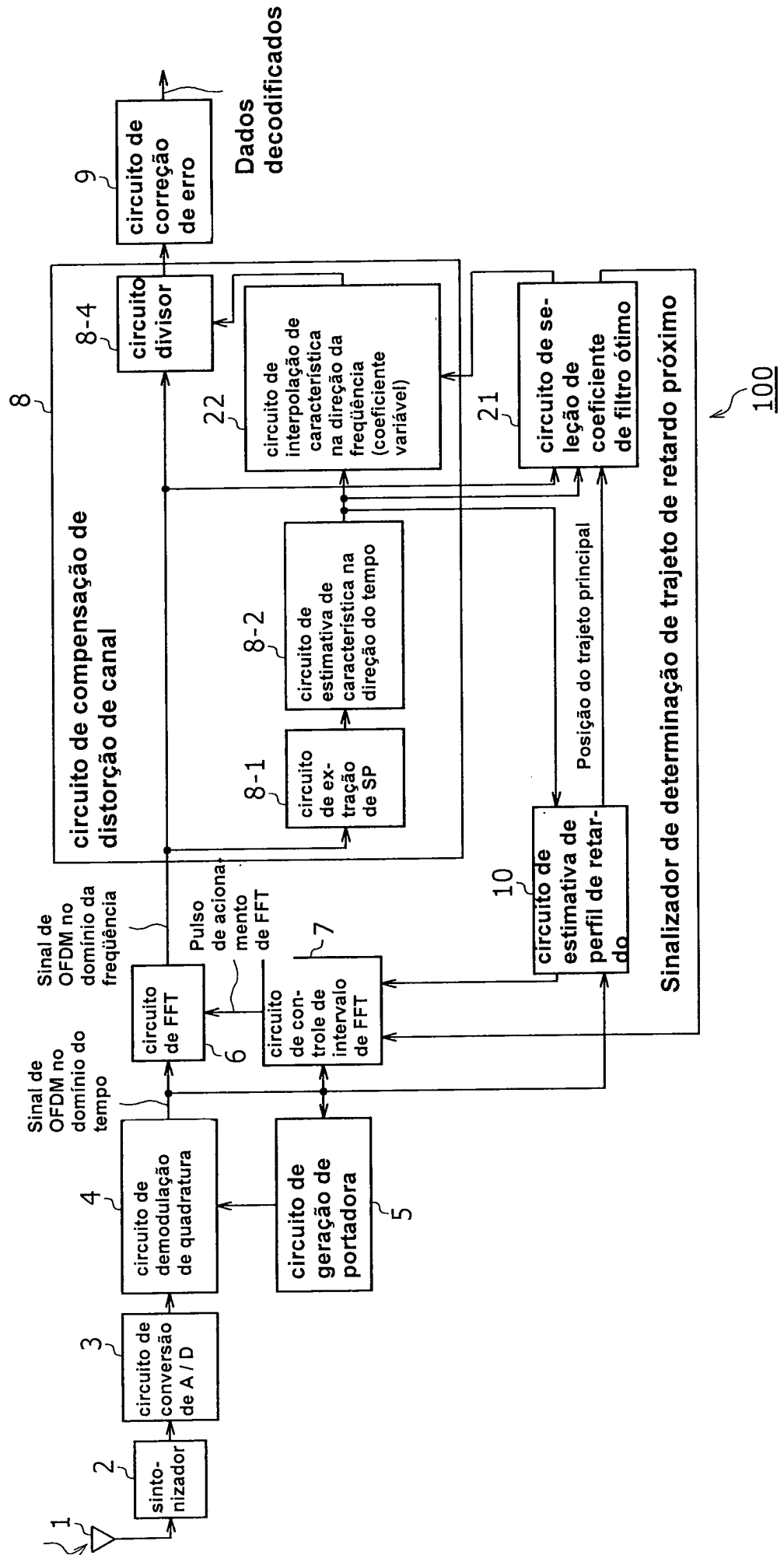


FIG. 28

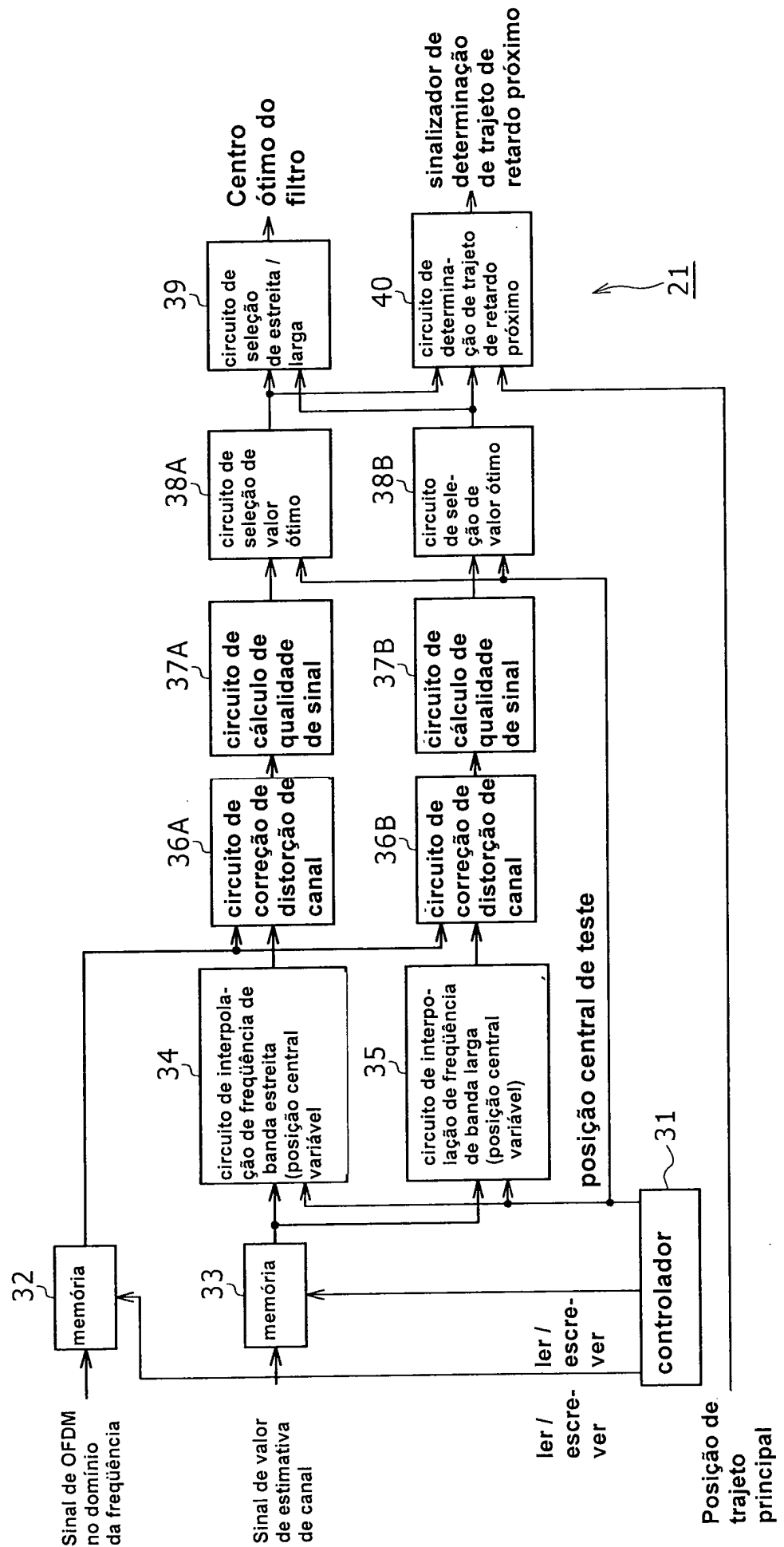


FIG. 29

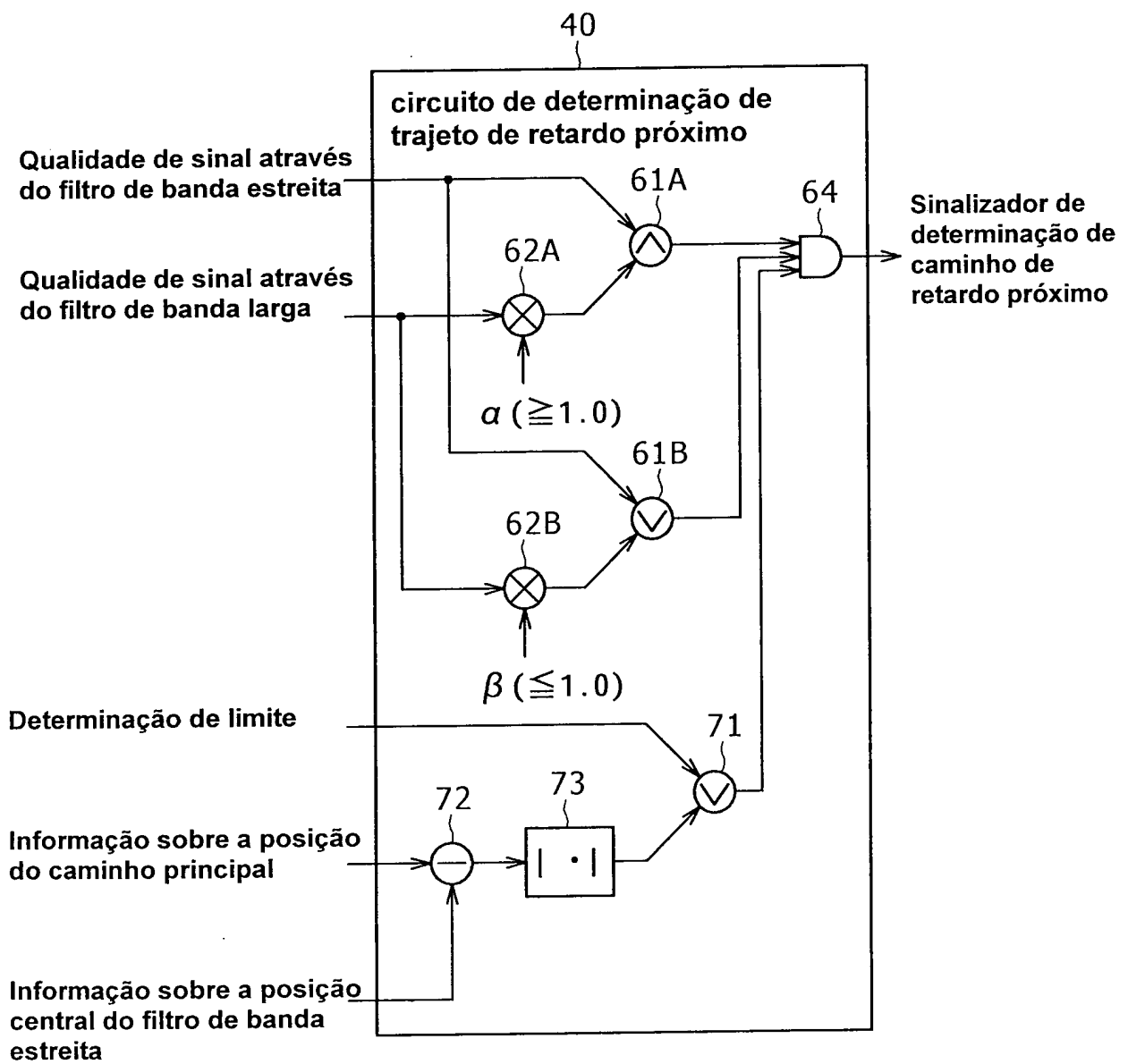
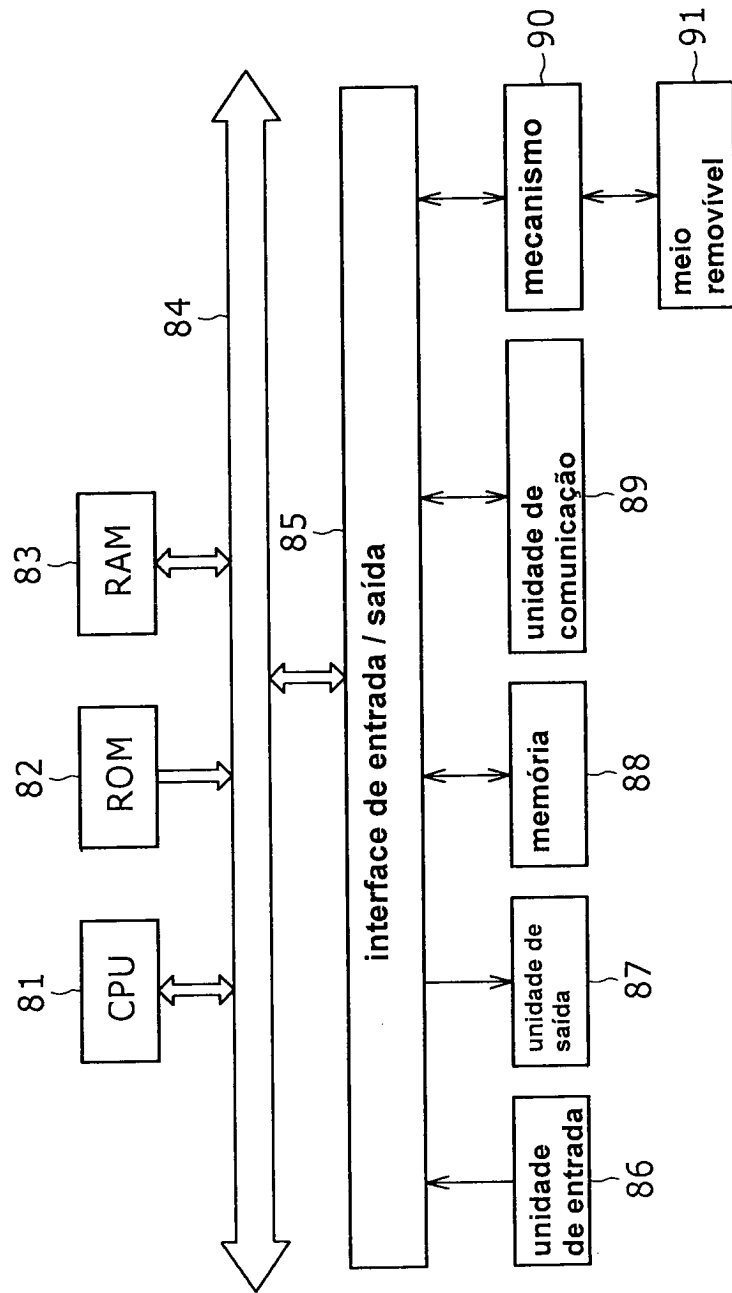


FIG. 30



RESUMO

“DISPOSITIVO E MÉTODO DE RECEPÇÃO, E, PROGRAMA QUE FAZ
COM QUE UM COMPUTADOR EXECUTE PROCESSAMENTO”

5 Um dispositivo de recepção inclui um extrator de sinal de
piloto, um estimador, um interpolador, um corretor de distorção, um
calculador, e um determinador.