

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

(21) PI 1002714-9 A2



(51) Int.Cl.:

H04L 27/26

H04J 11/00

(22) Data de Depósito: 09/07/2010
(43) Data da Publicação: 03/04/2012
(RPI 2152)

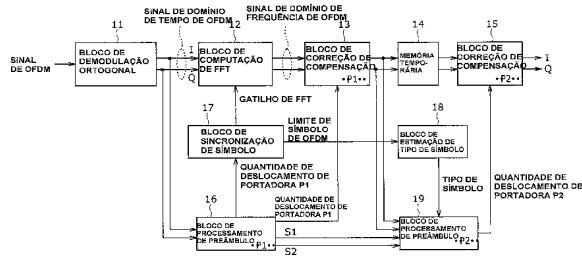
(54) Título: APARELHO E MÉTODO DE PROCESSAMENTO DE SINAL, E, SISTEMA DE RECEPÇÃO

(30) Prioridade Unionista: 16/07/2009 JP P2009-167497

(73) Titular(es): Sony Corporation

(72) Inventor(es): Kenichi Kobayashi, Tadaaki Yuba, Takuya Okamoto, Yuken Goto

(57) Resumo: APARELHO E MÉTODO DE PROCESSAMENTO DE SINAL, E, SISTEMA DE RECEPÇÃO. Exposto aqui é um aparelho de processamento de sinal incluindo um bloco de processamento configurado para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular um sinal de multiplexação por divisão de frequência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM; e um bloco de correção configurado para corrigir o sinal de OFDM conforme a quantidade de deslocamento de portadora. O sinal de OFDM inclui um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras das quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas no primeiro sinal de preâmbulo. O segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras. O bloco de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação das subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.



“APARELHO E MÉTODO DE PROCESSAMENTO DE SINAL, E,
SISTEMA DE RECEPÇÃO”

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

5 A presente invenção relaciona-se a um aparelho de processamento de sinal, um método de processamento de sinal e um sistema de recepção. Mais particularmente, a invenção relaciona-se a um aparelho de processamento de sinal, um método de processamento de sinal e um sistema de recepção para estimar, rapidamente e com precisão exigida, erros da 10 portadora usada ilustrativamente para demodular o sinal de OFDM (Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal).

2. Descrição da Técnica Relacionada

15 Radiodifusões digitais terrestres e esquemas de radiodifusão semelhantes adotam OFDM (Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal) como seu método de modulação de dados (isto é, sinal).

Sob OFDM, numerosas subportadoras ortogonais são providas dentro da banda de transmissão, cada subportadora sendo atribuídos dados em sua amplitude e fase para modulação digital tal como PSK (Chaveamento de Deslocamento de Fase) e QAM (Modulação de Amplitude em Quadratura).

20 De acordo com OFDM, a banda de transmissão é dividida em um grande número de subportadoras. Significa que para cada subportadora, a largura de banda é estreita e a taxa de modulação é baixa. Porém, a velocidade de transmissão total (de todas as subportadoras) é a mesma como aquela de métodos de modulação ordinários.

25 Desde que dados são alocados a uma pluralidade de subportadoras sob OFDM como mencionado acima, modulação de dados pode ser executada por computação de IFFT (Transformada de Fourier Rápida Inversa). O sinal de OFDM resultante da modulação pode ser demodulado por computação de FFT (Transformada de Fourier Rápida).

Segue que o aparelho de transmissão para transmitir o sinal de OFDM pode ser constituído usando circuitos executando computações de IFFT e que o aparelho da recepção para receber o sinal de OFDM pode ser formado usando circuitos efetuando computações de FFT.

5 Sob OFDM, segmentos de sinal chamados intervalos de guarda são providos para melhorar resistência a interferência de multitrajeto. Também de acordo com OFDM, sinais pilotos (isto é, sinais conhecidos ao aparelho da recepção) são inseridos discretamente na direção de tempo como também na direção de freqüência. Estes sinais pilotos são usados pelo
10 aparelho da recepção para sincronização e para estimar características de canal de transmissão.

Por causa de sua alta resistência à interferência de multitrajeto, OFDM é adotado notavelmente por radiodifusões digitais terrestres que são vulneráveis aos efeitos de tal interferência de multitrajeto. Os padrões de
15 radiodifusão digital terrestre adotando OFDM ilustrativamente incluem DVB-T (Radiodifusão Terrestre de Vídeo Digital) e ISDB-T (Radiodifusão Terrestre Digital de Serviços Integrados).

Sob OFDM, dados são transmitidos nas unidades chamadas símbolos de OFDM.

20 Geralmente, o símbolo de OFDM é formado por símbolos efetivos que constituem um período de sinal em que IFFT é executada em modulação, e por um intervalo de guarda feito por uma forma de onda parcial da metades posterior dos símbolos efetivos sendo copiados inalterados para o início dos símbolos efetivos.

25 O intervalo de guarda anexado ao início do símbolo de OFDM ajuda a aumentar a resistência à interferência de multitrajeto.

Os padrões de radiodifusão digital terrestre adotando OFDM definem a unidade chamada um quadro (quadro de transmissão de OFDM) composto de uma pluralidade de símbolos de OFDM. Os dados são então

transmitidos em unidades de quadros.

O aparelho da recepção para receber o sinal de OFDM acima descrito usa uma portadora de sinal de OFDM para efetuar demodulação ortogonal digital do sinal de OFDM.

5 Geralmente, porém, a portadora de sinal de OFDM usada pelo aparelho de recepção para demodulação ortogonal digital não coincide com a portadora de sinal de OFDM empregada pelo aparelho de transmissão transmitindo o sinal de OFDM; a portadora contém erros. Isto é, a freqüência do sinal de OFDM usada para demodulação ortogonal digital está deslocada
10 da freqüência de centro do sinal de OFDM (isto é, seu sinal de FI (Freqüência Intermediária)) recebido pelo aparelho da recepção.

Por esta razão, o aparelho da recepção é arranjado para executar dois processos: um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de
15 portadora que é o erro da portadora de sinal de OFDM usada para demodulação ortogonal digital, e um processo de correção (isto é, correção de offset) para corrigir o sinal de OFDM de tal maneira a eliminar a quantidade de deslocamento de portadora.

Enquanto isso, DVB-T2 (Radiodifusão de Vídeo Digital-
20 Segunda Geração Terrestre na Europa) está sendo planejado como um padrão de radiodifusão digital terrestre que adota OFDM.

O denominado BlueBook (DVB BlueBook A122) descreve DVB-T2 ("Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)",
25 Documento DVB A122, junho de 2008; chamado Documento Não Patente 1 aqui abaixo).

Sob DVB-T2 (como publicado em BlueBook), uma quadro chamado quadro T2 é definido. Dados são transmitidos nas unidades de quadros T2.

Um quadro T2 (representando os sinais de OFDM) inclui dois sinais de preâmbulo chamados P1 e P2 que contêm informação necessárias para processos tal como demodulação de sinal de OFDM.

Figura 1 é uma vista esquemática mostrando o formato de um quadro T2. O quadro T2 contém símbolos P1, símbolos P2 e símbolos de dados, nessa ordem.

Os símbolos P1 são símbolos para transmitir sinalização de P1 incluindo um tipo de transmissão e parâmetros de transmissão básicos.

Mais especificamente, os símbolos (P1) de sinalização de P1 incluem parâmetros S1 e S2 indicando se símbolos P2 são transmitidos pelo método de SISO (Entrada Única, Saída Única (significando uma antena transmissora e uma receptora)) ou pelo método de MISO (Entrada Múltipla, Saída Única (significando múltiplas antenas transmissoras, mas uma antena receptora)). Os parâmetros também indicam o tamanho de FFT (isto é, número de amostras (símbolos) sujeitas a uma computação de FFT única) para executar computação de FFT de P2.

Segue que para demodular P2 pode exigir demodular P1 antecipadamente.

Os símbolos P2 são símbolos para transmitir pré-sinalização L1 e pós-sinalização L1.

A pré-sinalização L1 inclui informação para permitir ao aparelho de recepção recebendo quadros T2 receber e decodificar a pós-sinalização L1. A pós-sinalização L1 inclui parâmetros exigidos pelo aparelho da recepção em ganhar acesso à camada física (isto é, para os tubos de camada física).

Um quadro T2 pode ter P2 de 1 a 16 símbolos de OFDM dispostos nele.

Os símbolos P1 e P2 incluem sinais pilotos conhecidos. Especificamente, sinais pilotos de P1 estão dispostos nas subportadoras que

- não são periodicamente localizadas, enquanto sinais pilotos de P2 estão dispostos nas subportadoras que são localizadas periodicamente. Dos sinais pilotos, aqueles localizados periodicamente a intervalos de um número predeterminado de subportadoras (símbolos) são chamados sinais SP (Pilotos Espalhados); os sinais pilotos dispostos nas subportadoras da mesma freqüência são chamados sinais CP (Piloto Contínuo).

Também, o aparelho da recepção executa computação de FFT do sinal de OFDM por símbolo de OFDM. DVB-T2 define seis tamanhos de FFT, 1 K, 2 K, 4 K, 8 K, 16 K e 32 K, cada tamanho de FFT sendo o número de símbolos (subportadoras) compondo um símbolo de OFDM.

O espaçamento entre as subportadoras de símbolos de OFDM (isto é, espaçamento de subportadora) é inversamente proporcional ao tamanho de FFT do símbolo de OFDM. Assim, sob DVB-T2, definir o tamanho de FFT é equivalente a estipular o espaçamento de subportadora.

DVB-T2 também estipula que, dos seis tamanhos de FFT acima mencionados, 1 K deveria ser usado para os símbolos de OFDM de P1. É adicionalmente estipulado que para P2 e outros símbolos de OFDM diferentes de P1, qualquer um dos seis tamanhos de FFT acima pode ser usado.

Segue que relativo aos símbolos de OFDM de P1, somente as subportadoras tendo o espaçamento mais largo de subportadora (correspondendo ao tamanho de FFT de 1 K) definido por DVB-T2 são usadas.

Com respeito a P2 e outros símbolos de OFDM diferentes de P1, isto é, símbolo de OFDM de P2 e símbolo de OFDM de dados (Normal), é possível usar não só as subportadoras tendo o espaçamento mais largo de subportadora definido por DVB-T2, mas também as subportadoras tendo um espaçamento de subportadora diferente do espaçamento mais largo de subportadora (isto é, qualquer um dos espaçamentos correspondendo aos

tamanhos de FFT de 2 K, 4 K, 8 K, 16 K e 32 K).

Figura 2 é uma vista esquemática mostrando um sinal de OFDM de P1.

O sinal de OFDM de P1 tem 1 K (= 1024) símbolos como seus 5 símbolos efetivos.

Este sinal tem uma estrutura cíclica em que parte de um 10 começo A1 dos símbolos efetivos A está deslocada em freqüência a um sinal C copiado à frente dos símbolos efetivos e a parte restante A2 dos símbolos efetivos A está deslocada em freqüência a um sinal B copiados atrás dos símbolos efetivos.

O sinal de OFDM de P1 tem 853 subportadoras como suas subportadoras efetivas. Sob DVB-T2, informação é localizada em 384 subportadoras fora das 853 subportadoras.

As diretrizes de implementação de DVB-T2 (ETSI TR 102 15 831: IG) digamos que se a banda de transmissão para transmitir o sinal de OFDM for ilustrativamente 8 MHz, então a correlação de local de informação nas 384 subportadoras acima mencionadas relativo ao sinal de OFDM de P1 pode ser usada para estimar uma compensação de freqüência de portadora "grossa" com precisão de até ± 500 kHz.

20 As diretrizes de implementação também dizem que no caso de P1, a estrutura cíclica explicada acima em referência à Figura 2 pode ser usada para estimar uma compensação de freqüência de portadora "fina" com precisão de até $\pm 0,5$ multiplicado pelo espaçamento de subportadora.

DVB-T2 estipula que o tamanho de FFT de P1 deveria ser 1 K 25 amostras (símbolos) como mencionado acima.

DVB-T2 também estipula que se a banda de transmissão for ilustrativamente 8 MHz, então o período de amostragem para P1 com o tamanho de FFT de 1 K amostras deveria ser $7/64 \mu\text{s}$.

Assim, quando a banda de transmissão é ilustrativamente 8

MHz, o comprimento de símbolo efetivo T_u de P1 é $1024 \times 7/64 \mu\text{s}$.

Enquanto isso, existe a relação definida pela expressão $D = 1/T_u$, onde T_u (em segundos) denota o comprimento dos símbolos efetivos fora dos símbolos de OFDM (isto é, comprimento de símbolo efetivo excluindo intervalos de guarda), e D (em Hz) representa o espaçamento de subportadora das subportadoras do sinal de OFDM.

Assim, se a banda de transmissão for 8 MHz, o espaçamento de subportadora D das subportadoras de P1 é aproximadamente 8.929 Hz, que é o inverso do comprimento de símbolo efetivo $T_u = 1024 \times 7/64 \mu\text{s}$.

Assim descrito, porque o espaçamento de subportadora D de P1 é cerca de 8.929 Hz, a quantidade de deslocamento de portadora "fina" pode ser estimada usando P1 com uma precisão de $\pm 8.929/2$ Hz.

Neste caso, a gama de captura de P1, isto é, a gama na qual a portadora do sinal de OFDM usado para demodulação digital ortogonal pode ser capturada corrigindo o sinal de OFDM em manter com a quantidade de deslocamento de portadora "fina" obtida de P1, está dentro de $\pm 8.929/2$ Hz (entre $-8.929/2$ Hz e $+8.929/2$ Hz) em referência ao valor verdadeiro da portadora de sinal de OFDM.

Dada a quantidade de deslocamento de portadora estimada usando P1 com o tamanho de FFT de 1 K, é possível capturar a portadora dos símbolos de OFDM tendo o tamanho de FFT de 1 K na gama de $\pm 0,5 \times$ espaçamento de subportadora D, por meio de que os símbolos de OFDM são demodulados.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Porém, com respeito aos símbolos de OFDM tendo o tamanho de FFT diferente de 1 K, isto é, os símbolos de OFDM com o tamanho de FFT de 2 K, 4 K, 8 K, 16 K ou 32 K, pode não ser possível capturar a portadora na gama de $\pm 0,5 \times$ espaçamento de subportadora D dependendo da quantidade de deslocamento de portadora estimada usando P1 com o tamanho

de FFT de 1 K.

Ilustrativamente, se a banda de transmissão for 8 MHz, o espaçamento de subportadora D para os símbolos de OFDM com o tamanho de FFT de 32 K é 279 Hz.

5 Segue que até mesmo se a portadora puder ser capturada na gama de $\pm 8.929/2$ Hz baseado na quantidade de deslocamento de portadora estimada usando P1 com o tamanho de FFT de 1 K, a quantidade de deslocamento de portadora (isto é, sua magnitude) ainda pode estar em excesso de 279 Hz multiplicado por $\pm 0,5$ constituindo o espaçamento de 10 subportadora D para os símbolos de OFDM com o tamanho de FFT de 32 K.

Como descrito acima, é possível demodular os símbolos de OFDM na presença da quantidade de deslocamento de portadora (de uma subportadora ou mais) excedendo o espaçamento de subportadora D para os símbolos de OFDM multiplicado por $\pm 0,5$.

15 Em um ambiente onde existe tais perturbações externas como interferência de multitrajeto ou ondas contínuas (CW), P1 tende a ser detectado erroneamente. Se o P1 detectado erroneamente for usado para estimar a quantidade de deslocamento de portadora "fina", a precisão envolvida é abaixada significativamente. Como resultado, há uma alta 20 possibilidade que os símbolos de OFDM com o tamanho de FFT de 2 K, 4 K, 8 K, 16 K, ou 32 K não serão demodulados.

Como mencionado acima, com respeito aos símbolos de OFDM com o tamanho de FFT de 2 K, 4 K, 8 K, 16 K ou 32 K, há casos em que os símbolos de OFDM podem não ser demodulados por causa da 25 inabilidade para capturar a portadora na gama de $\pm 0,5$ multiplicado pelo espaçamento de subportadora D, dependendo da quantidade de deslocamento de portadora estimada usando P1 com o tamanho de FFT de 1 K.

A fim de capturar a portadora na gama de $\pm 0,5$ multiplicado pelo espaçamento de subportadora D relativo aos símbolos de OFDM com o

tamanho de FFT de 2 K, 4 K, 8 K, 16 K ou 32 K, pode ser necessário estimar a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" para cada um dos tamanhos de FFT de 2 K, 4 K, 8 K, 16 K e 32 K além da estimação da quantidade de deslocamento de portadora usando P1.

5 As diretrizes de implementação introduzem métodos gerais para estimar a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" para cada tamanho de FFT ilustrativamente sob DVB-T (Radiodifusão de Vídeo Digital-Segunda Geração Terrestre na Europa).

10 Especificamente, as diretrizes de implementação expõem o método para estimar a compensação de freqüência de portadora usando locais de CP como também o método de estimação de compensação de freqüência de portadora que utiliza respostas de impulso de SP.

15 Depois que a portadora é capturada na gama de $\pm 0,5$ multiplicado pelo espaçamento de subportadora D relativo aos símbolos de OFDM com cada tamanho de FFT, a quantidade de deslocamento de portadora "fina" relativa a cada tamanho de FFT pode ser estimada ilustrativamente usando um correlator que utiliza o comprimento de intervalo de guarda ou um correlator que faz uso da diferença de fase na direção dos símbolos de OFDM de CP (na direção de tempo).

20 Enquanto isso, o aparelho de recepção para receber o sinal de OFDM de acordo com DVB-T2 demodula a sinalização P1 e estima o comprimento de intervalo de guarda no quadro T2 em que P1 é primeiro detectado na hora de denominada varredura de canal.

25 Depois disso, o aparelho de recepção reconhece o tamanho de FFT de P2 para detectar o local de começo de computação de FFT (local de gatilho de janela de FFT) em P2 no próximo quadro T2. O aparelho de recepção então executa computação de FFT de P2 para obter o sinal de OFDM do domínio de freqüência. Uma vez que o sinal de OFDM do domínio de freqüência comece a ser adquirido, é possível demodular a pré-sinalização

L1 (Figura 1) incluída em P2, seguida pelo demodulação de dados.

Suponha agora que o tamanho de FFT de P2 é 2 K, 4 K, 8 K, 16 K ou 32 K, isto é, o espaçamento de portadora de P2 é mais estreito do que aquele de P1, e que a precisão da estimativa da quantidade de deslocamento de portadora usando P1 caiu. Nesse caso, pode ser necessário estimar a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" para o tamanho de FFT de P2 a fim de corrigir o sinal de OFDM.

Por exemplo, o quadro T2 pode conter dois ou mais símbolos P2. Em tal caso, é possível estimar a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" para o tamanho de FFT de P2 baseado na correlação entre dois símbolos de P2 adjacentes.

Porém, se o quadro T2 contiver só um símbolo de P2, então obviamente a correlação entre dois símbolos de P2 adjacentes não pode ser adquirida. Em tal caso, a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" não pode ser estimada baseada nos dois símbolos de P2 adjacentes tipicamente até que um quadro T2 incluindo pelo menos dois símbolos de P2 seja transmitido.

Enquanto isso, a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" relativa ao tamanho de FFT de P2 pode ser estimada ilustrativamente usando os locais de CP.

Sob DVB-T2, oito padrões de local de CP são definidos. A pré-sinalização L1 de P2 (Figura 1) inclui informação sobre a qual dos oito padrões de local de CP corresponde ao padrão dos locais de CP contidos no sinal de OFDM de interesse. Assim, quando a pré-sinalização L1 não pode ser demodulada em varredura de canal, é impossível adotar o método de estimativa de freqüência de compensação de portadora baseado nos locais de CP.

A presente invenção foi feita devido às circunstâncias acima e provê um aparelho de processamento de sinal, um método de processamento

de sinal, e um sistema de recepção para estimar a quantidade de deslocamento de portadora rapidamente e com precisão exigida.

Ao executar a presente invenção e de acordo com uma concretização dela, é provido um aparelho de processamento de sinal incluindo: meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM; e meio de correção para corrigir o sinal de OFDM conforme a quantidade de deslocamento de portadora; em que o sinal de OFDM inclui: um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras; e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas no primeiro sinal de preâmbulo; em que o segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e em que o meio de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação das subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

De acordo com outra concretização da presente invenção, é provido um método de processamento de sinal incluindo as etapas de: fazer um aparelho de processamento de sinal executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM; e fazer o aparelho de processamento de sinal corrigir o sinal de OFDM conforme a quantidade de deslocamento de portadora; em que o sinal de OFDM inclui: um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras; e um segundo sinal de preâmbulo incluindo

subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento da subportadoras incluídas no primeiro sinal de preâmbulo; em que o segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e em que o 5 processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação da subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

De acordo com uma concretização adicional da presente invenção, é provido um sistema de recepção incluindo: um bloco de 10 processamento de decodificação de canal de transmissão configurado para executar um processo de decodificação de canal de transmissão em um sinal adquirido por um canal de transmissão, o processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos o processo de corrigir erros tendo ocorrido no canal de transmissão; e um bloco de processamento de 15 decodificação de fonte de informação configurado para executar um processo de decodificação de fonte de informação no sinal tendo sofrido o processo de decodificação de canal de transmissão, o processo de decodificação de fonte de informação incluindo pelo menos o processo de expandir informação comprimida de volta para a informação original; em que o de sinal adquirido 20 pelo canal de transmissão é um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM obtido executando pelo menos codificação de compressão para compressão de informação e codificação de correção de erro para corrigir os erros tendo ocorrido no canal de transmissão; em que o bloco de processamento de decodificação de canal 25 de transmissão inclui: meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular o sinal de OFDM; e meio de correção para corrigir o sinal de OFDM conforme a quantidade de deslocamento de portadora; em que

o sinal de OFDM inclui: um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras; e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas no primeiro sinal de preâmbulo; em que o segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e em que o meio de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação das subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

De acordo com uma concretização ainda adicional da presente invenção, é provido um sistema de recepção incluindo: um bloco de processamento de decodificação canal de transmissão configurado para executar um processo de decodificação de canal de transmissão em um de sinal adquirido por um canal de transmissão, o processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos o processo de corrigir erros tendo ocorrido no canal de transmissão; e um bloco de saída configurado para produzir imagens e sons baseados no sinal tendo sofrido o processo de decodificação de canal de transmissão; em que o de sinal adquirido pelo canal de transmissão é um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM obtido executando pelo menos codificação de correção de erro para corrigir os erros tendo ocorrido no canal de transmissão; em que o bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão inclui: meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular o sinal de OFDM; e meio de correção para corrigir o sinal de OFDM conforme a quantidade de deslocamento de portadora; em que o sinal de OFDM inclui: um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras; e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de

quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas no primeiro sinal de preâmbulo; em que o segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e em que o meio de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação das subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

De acordo com uma concretização ainda adicional da presente invenção, é provido um sistema de recepção incluindo: um bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão configurado para executar um processo de decodificação de canal de transmissão em um de sinal adquirido por um canal de transmissão, o processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos o processo de corrigir erros tendo ocorrido no canal de transmissão; e um bloco de gravação configurado para gravar o sinal tendo sofrido o processo de decodificação de canal de transmissão; em que o sinal adquirido pelo canal de transmissão é um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM obtido executando pelo menos codificação de correção de erro para corrigir os erros tendo ocorrido no canal de transmissão; em que o bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão inclui: meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar um quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular o sinal de OFDM; e meio de correção para corrigir o sinal de OFDM conforme a quantidade de deslocamento de portadora; em que o sinal de OFDM inclui: um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras; e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas no primeiro sinal de preâmbulo; em que o segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são

sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e em que o meio de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação da subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

5 De acordo com uma concretização ainda adicional da presente invenção, é provido um sistema de recepção incluindo: meio de aquisição para adquirir um sinal por um canal de transmissão; e um bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão configurado para executar um processo de decodificação de canal de transmissão no sinal
10 adquirido pelo canal de transmissão, o processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos o processo de corrigir erros tendo ocorrido no canal de transmissão; em que o sinal adquirido pelo canal de transmissão é um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM obtido executando pelo menos codificação de
15 correção de erro para corrigir os erros tendo ocorrido no canal de transmissão; em que o bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão inclui: meio de processamento para executar uma portadora trocar processo de detecção de quantidade para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular o sinal de
20 OFDM; e meio de correção para corrigir o sinal de OFDM conforme a quantidade de deslocamento de portadora; em que o sinal de OFDM inclui: um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras; e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento da subportadoras incluídas no primeiro sinal de
25 preâmbulo; em que o segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e em que o bloco de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação da subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

Onde qualquer uma das concretizações acima esboçadas da presente invenção está em uso, o processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora é executado para detectar a quantidade de deslocamento de portadora constituindo o erro de portadora usada para 5 demodular o sinal de OFDM (Multiplexação por Divisão de Freqüência Ortogonal). O sinal de OFDM é corrigido em manter com a quantidade de deslocamento de portadora detectada. O sinal de OFDM tem o primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras e o segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o 10 espaçamento da subportadoras incluídas no primeiro sinal de preâmbulo. O segundo sinal de preâmbulo adicionalmente inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras. A quantidade de deslocamento de portadora é detectada usando a correlação das subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de 15 preâmbulo.

O aparelho de processamento e sistema de recepção de sinal da presente invenção pode cada um ser um aparelho independente. Alternativamente, o aparelho de processamento e sistema de recepção sinal inventivo pode ser um bloco ou blocos internos constituindo parte de um 20 aparelho independente.

De acordo com a presente invenção concretizada como esboçado acima, a quantidade de deslocamento de portadora pode ser estimada, ilustrativamente com precisão exigida em alta velocidade.

DESCRIÇÃO BREVE DOS DESENHOS

25 Figura 1 é uma vista esquemática mostrando o formato de um quadro T2;

Figura 2 é uma vista esquemática mostrando o sinal de OFDM de P1;

Figura 3 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura

típica de um aparelho de processamento de sinal como uma concretização da presente invenção;

Figura 4 é uma vista esquemática mostrando valores de potência de um sinal de domínio de freqüência de OFDM;

5 Figuras 5A e 5B são vistas esquemáticas mostrando um P2 com quantidade de deslocamento de portadora zero e um P2 com uma quantidade de deslocamento de portadora -1;

Figuras 6A e 6B são vistas esquemáticas mostrando um P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM (isto é, P2 real) e um P2 real tendo subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora;

10 Figura 7 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica de um bloco de processamento de preâmbulo para detectar um quantidade de deslocamento de portadora usando um primeiro método de 15 estimação;

Figura 8 é um fluxograma explicativo de um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar a quantidade de deslocamento de portadora usando o primeiro método de estimação;

20 Figuras 9A, 9B, 9C e 9D são vistas esquemáticas explicativas de um segundo método de estimação para estimar a quantidade de deslocamento de portadora;

Figura 10 é uma vista esquemática mostrando valores de potência de P1 e P2;

25 Figura 11 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica de um bloco de processamento de preâmbulo para detectar a quantidade de deslocamento de portadora usando o segundo método de estimação;

Figura 12 é uma vista esquemática explicativa do processamento executado por um bloco de modulação de BPSK;

Figura 13 é um diagrama de bloco mostrando uma instalação típica na qual um bloco de geração de PRBS, o bloco de modulação de BPSK, um bloco de multiplicação, e um bloco de detecção de fase são implementados;

5 Figura 14 é um diagrama de bloco mostrando outra instalação típica na qual o bloco de geração de PRBS, bloco de modulação de BPSK, bloco de multiplicação, e bloco de detecção de fase são implementados;

10 Figura 15 é um fluxograma explicativo de um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar a quantidade de deslocamento de portadora usando o segundo método de estimação;

Figuras 16A, 16B, 16C, 16D e 16E são vistas esquemáticas explicativas de um terceiro método de estimação para estimar a quantidade de deslocamento de portadora;

15 Figura 17 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica de um bloco de processamento de preâmbulo para detectar a quantidade de deslocamento de portadora usando o terceiro método de estimação;

20 Figura 18 é um fluxograma explicativo de um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar a quantidade de deslocamento de portadora usando o terceiro método de estimação;

Figura 19 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica de um aparelho de processamento de sinal como outra concretização da presente invenção;

25 Figura 20 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica de uma primeira concretização de um sistema de recepção ao qual a presente invenção é aplicada;

Figura 21 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica de uma segunda concretização do sistema de recepção ao qual a

presente invenção é aplicada;

Figura 22 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica de uma terceira concretização do sistema de recepção ao qual a presente invenção é aplicada; e

5 Figura 23 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica de um computador ao qual a presente invenção é aplicada.

DESCRÍÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS

Estrutura típica do aparelho de processamento de sinal

Figura 3 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura 10 típica de um aparelho de processamento de sinal como uma concretização da presente invenção.

Na Figura 3, o aparelho de processamento de sinal funciona como um dispositivo de demodulação que demodula o sinal de OFDM sob DVB-T2.

15 Mais especificamente, o aparelho de processamento de sinal na Figura 3 inclui um bloco de demodulação ortogonal 11, um quadro de computação de FFT 12, bloco de correção de compensação 13, uma memória temporária 14, bloco de correção de compensação 15, um bloco de processamento de preâmbulo 16, um bloco de sincronização de símbolo 17, 20 um bloco de estimativa de tipo de símbolo 18, e um bloco de processamento de preâmbulo 19.

O bloco de demodulação ortogonal 11 é alimentado com um sinal de OFDM (isto é, seu sinal de FI (Freqüência Intermediária)) de um aparelho de transmissão transmitindo o sinal de OFDM em questão.

25 O bloco de demodulação ortogonal 11 executa demodulação ortogonal digital do sinal de OFDM provido usando uma portadora de uma freqüência predeterminada (freqüência de portadora; idealmente, a portadora devia ser a mesma como aquela usada pelo aparelho de transmissão) e um sinal ortogonal para essa portadora. O sinal de OFDM resultante da banda

base é então produzido pelo bloco de demodulação ortogonal 11.

Deveria ser notado que o sinal de OFDM produzido pelo bloco de demodulação ortogonal 11 é um sinal no domínio de tempo em efeito antes de computação de FFT (logo depois que os símbolos de uma constelação QI 5 (isto é, dados transmitidos por uma única subportadora) foram sujeitos à computação de IFFT). Este sinal pode ser chamado o sinal de domínio de tempo de OFDM aqui abaixo onde apropriado.

O sinal de domínio de tempo de OFDM é um sinal complexo expresso em números complexos incluindo um componente de eixo real 10 (componente I (Em Fase)) e um componente de eixo imaginário (componente Q (Fase em Quadratura)).

O sinal de domínio de tempo de OFDM é provido do bloco de demodulação ortogonal 11 ao bloco de computação de FFT 12 e bloco de processamento de preâmbulo 16.

15 Conforme informação de gatilho de FFT alimentada do bloco de sincronização de símbolo 17, o bloco de computação de FFT 12 extrai um sinal de domínio de tempo de OFDM do tamanho de FFT (dados amostrados do sinal) fora do sinal de domínio de tempo de OFDM vindo do bloco de demodulação ortogonal 11 e executa computação de FFT, isto é, computação 20 rápida de DFT (Transformada de Fourier Discreta).

Isto é, a informação de gatilho de FFT fornecida do bloco de sincronização de símbolo 17 ao bloco de computação de FFT 12 representa o local de começo desse segmento do sinal de domínio de tempo de OFDM que é sujeito à computação de FFT, como também o tamanho do segmento de 25 sinal em questão (tamanho de FFT).

Em permanecer a informação de gatilho de FFT assim alimentada do bloco de sincronização de símbolo 17, o bloco de computação de FFT 12 extrai do local de começo indicado pela informação de gatilho de FFT um sinal de domínio de tempo de OFDM do segmento correspondendo

ao tamanho de FFT denotado pela mesma informação de gatilho de FFT, como o sinal de domínio de tempo de OFDM do segmento sujeito à computação de FFT (chamado o segmento de FFT aqui abaixo onde apropriado).

5 Na maneira descrita acima, os símbolos do comprimento de símbolo efetivo excluindo intervalos de guarda (isto é, seus símbolos) são extraídos idealmente dos símbolos constituindo um único símbolo de OFDM incluído no sinal de domínio de tempo de OFDM, como o sinal de domínio de tempo de OFDM do segmento de FFT.

10 O bloco de computação de FFT 12 procede para executar computação de FFT no sinal de domínio de tempo de OFDM do segmento de FFT (símbolos do comprimento de símbolo efetivo).

15 A computação de FFT efetuada pelo bloco de computação de FFT 12 no sinal de domínio de tempo de OFDM provê a informação transmitida pelas subportadoras, isto é, o sinal de OFDM representativo dos símbolos na constelação QI.

20 O sinal de OFDM obtido pela computação de FFT do sinal de domínio de tempo de OFDM é um sinal no domínio de freqüência e assim pode ser chamado o sinal de domínio de freqüência de OFDM aqui abaixo onde apropriado.

 O bloco de computação de FFT 12 provê o bloco de correção de compensação 13 com o sinal de domínio de freqüência de OFDM obtido pela computação de FFT.

25 O bloco de correção de compensação 13 também é alimentado com uma quantidade de deslocamento de portadora de P1 vindo do bloco de processamento de preâmbulo 16 além do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de computação de FFT 12.

 A quantidade de deslocamento de portadora P1 é uma quantidade de deslocamento de portadora estimada usando P1. Como tal, a

quantidade de deslocamento de portadora P1 inclui uma quantidade de deslocamento de portadora "grossa" e um quantidade de deslocamento de portadora "fina" relativa ao tamanho de FFT (1 K) de P1.

Em permanecer a quantidade de deslocamento de portadora de P1 vindo do bloco de processamento de preâmbulo 16, o bloco de correção de compensação 13 corrige o sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de computação de FFT 12 de tal maneira a trazer a quantidade de deslocamento de portadora de P1 a zero. O bloco de correção de compensação 13 então provê o sinal de domínio de freqüência de OFDM corrigido para a memória temporária 14 e bloco de processamento de preâmbulo 19.

A memória temporária 14 acomoda temporariamente o sinal de domínio de freqüência de OFDM vindo do bloco de correção de compensação 13, antes de alimentar o sinal para o bloco de correção de compensação 15.

O bloco de correção de compensação 15 também é provido com uma quantidade de deslocamento portadora de P2 vindo do bloco de processamento de preâmbulo 19 além do sinal de domínio de freqüência de OFDM da memória temporária 14.

A quantidade de deslocamento de portadora de P2 é uma quantidade de deslocamento de portadora estimada usando P2. A quantidade de deslocamento de portadora de P2 constitui a quantidade de deslocamento de portadora "fina" para o tamanho de FFT de P2 (1 K, 2 K, 4 K, 8 K, 16 K ou 32 K). Esta quantidade de deslocamento de portadora é uma compensação que pode ser capturada (relativamente) no gama de $\pm 0,5 \times$ espaçamento de subportadora D, a portadora sendo uma usada pelo bloco de demodulação ortogonal 11.

Conforme a quantidade de deslocamento de portadora de P2 vindo do bloco de processamento de preâmbulo 19, o bloco de correção de compensação 15 corrige o sinal de domínio de freqüência de OFDM da

memória temporária 14 de tal maneira a trazer a quantidade de deslocamento de portadora de P2 a zero. o bloco de correção de compensação 15 procede para prover o sinal de domínio de freqüência de OFDM corrigido ilustrativamente para blocos, não mostrados, para executar processos necessários incluindo equalização e correção de erro.

O bloco de processamento de preâmbulo 16 detecta P1, que é um primeiro sinal de preâmbulo típico, do sinal de domínio de tempo de OFDM alimentado do bloco de demodulação ortogonal 11. Usando o P1 detectado, o bloco de processamento de preâmbulo 16 estima quantidades de deslocamento de portadora "grossa" e "fina".

As quantidades de deslocamento de portadora "grossa" e "fina" estimadas pelo bloco de processamento de preâmbulo 16 usando P1 com respeito ao tamanho de FFT (1 K) de P1 constituem a quantidade de deslocamento de portadora de P1. O bloco de processamento de preâmbulo 16 então remete a quantidade de deslocamento de portadora de P1 contendo as quantidades de deslocamento de portadora "grossa" e "fina" para o bloco de correção de compensação 13.

O bloco de processamento de preâmbulo 16 extrai S1 e S2 de P1 e alimenta o S1 e S2 extraídos ao bloco de processamento de preâmbulo 19.

Também, o bloco de processamento de preâmbulo 16 provê o bloco de sincronização de símbolo 17 com informação de local de P1 que está incluída no sinal de domínio de tempo de OFDM do bloco de demodulação ortogonal 11 e que representa o local de P1 no sinal de domínio de tempo de OFDM em questão, com o tamanho de FFT reconhecido de S1 e S2 incluído em P1, e com informação necessária para estimar o local do limite de símbolo de OFDM.

O bloco de sincronização de símbolo 17 cria informação de gatilho de FFT da informação de local de P1 e tamanho de FFT vindo do

bloco de processamento de preâmbulo 16, e envia a informação criada para o bloco de computação de FFT 12.

Também, o bloco de sincronização de símbolo 17 estima o local de limite do símbolo de OFDM da informação fornecida pelo bloco de 5 processamento de preâmbulo 16, e provê o bloco de estimativa de tipo de símbolo 18 com o sinal indicativo do local de limite como um sinal de sincronização de símbolo.

Baseado no sinal de sincronização de símbolo do bloco de sincronização de símbolo 17, o bloco de estimativa de tipo de símbolo 18 10 estima o tipo de símbolo do símbolo de OFDM do sinal de domínio de freqüência de OFDM enviado do bloco de correção de compensação 13 ao bloco de processamento de preâmbulo 19, e alimenta o tipo de símbolo estimado para o bloco de processamento de preâmbulo 19.

O tipo de símbolo indica se o símbolo de OFDM do sinal de 15 domínio de freqüência de OFDM é P1, P2, um símbolo de OFDM de dados, ou um FCS (Símbolo de Fechamento de Quadro).

O bloco de processamento de preâmbulo 19 executa um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para estimar (isto é, detectar) a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" 20 com respeito ao tamanho de FFT de P2, isto é, um típico segundo sinal de preâmbulo contendo a subportadora de qual o espaçamento é mais estreito do que aquele das subportadoras contidas em um primeiro sinal de preâmbulo, o primeiro e o segundo sinais de preâmbulo sendo incluídos no sinal de domínio de freqüência de OFDM alimentado do bloco de correção de compensação 13.

Isto é, o bloco de processamento de preâmbulo 19 primeiro 25 detecta P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM vindo do bloco de correção de compensação 13, na base do tipo de símbolo fornecido pelo bloco de estimativa de tipo de símbolo 18.

Então, baseado em S1 e S2 providos pelo bloco de

processamento de preâmbulo 16, o bloco de processamento de preâmbulo 19 reconhece o tamanho de FFT de P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM alimentado do bloco de correção de compensação 13. Com o tamanho de FFT assim reconhecido, o bloco de processamento de 5 preâmbulo 19 estima a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" para o tamanho de FFT em questão.

O bloco de processamento de preâmbulo 19 procede para prover o bloco de correção de compensação 15 com a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" com respeito ao tamanho de FFT de P2 10 como a quantidade de deslocamento de portadora de P2.

O bloco de processamento de preâmbulo 16 estima a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" relativa ao tamanho de FFT de P2, usando a correlação de um P2, isto é, a correlação das subportadoras incluídas em P2 de um símbolo de OFDM, de um modo a ser 15 discutido mais tarde.

O bloco de processamento de preâmbulo 19 pode assim estimar a quantidade de deslocamento de portadora rapidamente e com um grau de precisão exigido para demodular P2, até mesmo quando só um P2 está incluído no quadro T2.

20 Onde uma pluralidade de P2s (isto é, múltiplos símbolos de OFDM) está incluída no quadro T2, o bloco de processamento de preâmbulo 19 pode estimar a quantidade de deslocamento de portadora usando qualquer uma das duas da pluralidade de P2s ou dois ou mais P2s fora dos múltiplos P2s.

25 Há ilustrativamente três métodos de estimação, o primeiro, o segundo e o terceiro, pelo qual o bloco de processamento de preâmbulo 19 estima a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" com respeito ao tamanho de FFT de P2 usando a correlação das subportadoras incluídas em um P2 único.

O primeiro a terceiro métodos são comuns um ao outro visto que eles utilizam a correlação das subportadoras a intervalos de um número predeterminado de subportadoras incluídas em P2.

Em computar correlações de subportadora, cada um do 5 primeiro ao terceiro métodos de estimação é distinto dos outros como segue: o primeiro método de estimação usa o valor de potência correspondendo à potência de cada subportadora (símbolo); o segundo método de estimação utiliza a fase de cada subportadora; e o terceiro método de estimação emprega a diferença de fase de cada subportadora.

10 **Primeiro método para estimar a quantidade de deslocamento de portadora**

O que segue é uma descrição do primeiro método de estimação para estimar a quantidade de deslocamento de portadora usando correlação de subportadora computada utilizando o valor de potência correspondendo à 15 potência de cada subportadora.

Figura 4 mostra valores de potência de um sinal de domínio de freqüência de OFDM.

Na Figura 4, o eixo horizontal representa índices (isto é, freqüências) identificando as subportadoras do sinal de domínio de freqüência 20 de OFDM, e corresponde a uma freqüência. Também, o eixo vertical denota valores de potência.

Em P2, como discutido acima em referência à Figura 1, sinais pilotos (pilotos P2) são localizados nas subportadoras que são localizados periodicamente.

25 Isto é, de acordo com DVB-T2 com respeito ao P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está no formato de SISO (em modo de SISO), sinais pilotos são para serem localizados nas subportadoras #k de qual o índice #k deveria satisfazer a expressão $\text{mod}(k, 6) = 0$; relativo aos outros P2s, sinais pilotos são para serem localizados nas subportadoras #k de qual o

índice $\#k$ deveria satisfazer a expressão $\text{mod}(k, 3) = 0$.

5 Devia ser notado que $\text{mod}(A, B)$ representa o resto da divisão de A por B. Os índices $\#k$ são ordenados como segue: o índice $\#0$ é anexado à subportadora tendo a freqüência mais baixa, e os índices $\#k$ de inteiros ascendentes são anexados às subportadoras com freqüências ascendentes respectivamente.

Em P2, sinais pilotos são localizados em todas as portadoras estendidas. Em P2 em modo de MISO, sinais pilotos são localizados em duas subportadoras em ambas as extremidades da portadora normal.

10 Do que foi discutido acima, pode ser visto que sinais pilotos são localizados pelo menos em subportadoras $\#0, \#6, \dots, \#6n$, etc. ("n" é um inteiro maior que 0) no P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de SISO (na descrição que segue, subportadoras $\#0, \#6, \dots, \#6n$, etc., também pode ser dito serem sinais pilotos). No outros P2s, sinais pilotos são 15 localizados pelo menos em subportadoras $\#0, \#3, \dots, \#3n$, etc.

DVB-T2 também estipula que a amplitude das subportadoras dos sinais pilotos no P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de SISO deveria ser $\sqrt{37/5}$ e que a amplitude das subportadoras dos sinais pilotos no outro P2 deveria ser $\sqrt{31/5}$.

20 DVB-T2 adicionalmente estipula que a potência média das subportadoras para os dados no sinal de domínio de freqüência de OFDM deveria ser 1,0.

25 Figura 4 mostra valores de potência típicos do P2 (do sinal de domínio de freqüência de OFDM) de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de SISO.

Como indicado, o P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de SISO tem 27.265 subportadoras variando de subportadora $\#0$ a subportadora $\#27.264$, com subportadoras efetivas.

No P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo

de SISO, como descrito acima, as subportadoras #0, #6,..., #6n, etc., constituem sinais pilotos, e um sinal piloto está localizado todas seis subportadoras. Além disso, a potência do sinal piloto é $1,48 = (\sqrt{37/5})^2$, que significa a amplitude $(\sqrt{37/5})$ quadrada.

5 Enquanto isso, a potência média das subportadoras de dados em P2 é 1,0 como mencionado acima.

Como descrito acima, existe uma diferença em potência (chamada a diferença de estimativa de reforço) entre a subportadora de sinal piloto e a subportadora de dados em P2.

10 De acordo com o primeiro método de estimação, a diferença em potência entre a subportadora de sinal piloto e a subportadora de dados é utilizada para computar a correlação das subportadoras.

15 No P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de SISO, os sinais pilotos estão localizados nas subportadoras #k de qual o índice #k satisfaz a expressão $\text{mod}(k, 6) = 0$ como mencionado acima. Isso significa que os sinais pilotos estão localizados periodicamente, isto é, a intervalos de seis subportadoras. O período de subportadoras sobre as quais um sinal piloto está localizado (todas 6 subportadoras neste exemplo) pode ser chamado o período de piloto aqui abaixo onde apropriado.

20 Nos P2s diferentes daquele do qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de SISO, os sinais pilotos estão localizados nas subportadoras #k de qual o índice #k satisfaz a expressão $\text{mod}(k, 3) = 0$. Neste caso, o período de piloto é 3.

25 Figuras 5A e 5B mostram esquematicamente um P2 com quantidade de deslocamento de portadora zero e um P2 com um quantidade de deslocamento de portadora de -1.

Nas Figuras 5A e 5B, o eixo horizontal e o eixo vertical são os mesmos como aqueles na Figura 4.

O sinal (positivo ou negativo) de uma quantidade de

deslocamento de portadora indica a direção na qual subportadoras estão deslocadas em seus locais (freqüências). Isto é, se a quantidade de deslocamento de portadora for positiva, isso significa que as subportadoras envolvidas estão deslocadas na direção de freqüências mais altas; se a 5 quantidade de deslocamento de portadora for negativa, as subportadoras estão deslocadas na direção de freqüências mais baixas.

A magnitude da quantidade de deslocamento de portadora (em valor absoluto) é expressa pela magnitude da quantidade de deslocamento de subportadora em referência ao espaçamento de subportadora D sendo 10 considerado como 1.

Segue que a quantidade de deslocamento de portadora -1 denota um deslocamento da subportadora pelo espaçamento de subportadora D na direção de freqüências mais baixas.

Figura 5A mostra um P2 de qual a quantidade de 15 deslocamento de portadora é 0, enquanto Figura 5B indica um P2 de qual a quantidade de deslocamento de portadora é -1.

Os P2s nas Figuras 5A e 5B são cada um P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de SISO.

No P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo 20 de SISO, sinais pilotos estão localizados a intervalos de seis subportadoras como mencionado acima. A quantidade de deslocamento de portadora não afeta os sinais pilotos estando localizados a intervalos de seis subportadoras.

Figuras 6A e 6B mostram esquematicamente um P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM (isto é, P2 real) alimentado ao 25 bloco de processamento de preâmbulo 19 (Figura 3), e um P2 real tenda subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora.

Especificamente, Figura 6A indica um P2 típico real.

O P2 real na Figura 6A é o mesmo como o P2 mostrado na Figura 5B, de qual o tamanho de FFT é 32 K, que está em modo de SISO, e

de qual a quantidade de deslocamento de portadora é -1.

No P2 real da Figura 6A, adicionar sua quantidade de deslocamento de portadora -1 ao índice $\#k$ satisfazendo a expressão $\text{mod}(k, 6) = 0$ provê um índice $\#k'$ ($= k-1$) indicativo dos locais (freqüências) nos quais 5 subportadoras $\#-1, \#5, \dots, \#6n-1, \dots, \#27.263$ são mostradas localizadas.

Figura 6B mostra as subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora a ser executada no P2 real onde a quantidade de deslocamento de portadora é assumida ser igual à quantidade de compensação (offset).

10 Se a quantidade de deslocamento for, digamos, -2, então as subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora são subportadoras $\#-2, \#4, \dots, \#6n-2, \dots, \#27.262$ achadas nos locais denotados pelo índice $\#k'$ ($= k-2$) obtido adicionando a quantidade de compensação ($= -2$) ao índice $\#k$ satisfazendo a expressão $\text{mod}(k, 6) = 0$ de P2.

15 Se a quantidade de compensação (offset) for ilustrativamente -1, então as subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora são subportadoras $\#-1, \#5, \dots, \#6n-1, \dots, \#27.263$ achadas nos locais denotados pelo índice $\#k'$ ($= k-1$) obtido adicionando a quantidade de compensação ($= -1$) ao o índice $\#k$ satisfazendo a expressão $\text{mod}(k, 6) = 0$ de 20 P2.

25 De maneira semelhante, as subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora são subportadoras $\#0 + \text{offset}, \#6 + \text{offset}, \dots, \#6n + \text{offset}$, etc., achados nos locais denotados pelo índice $\#k'$ ($= k + \text{offset}$) obtido adicionando a quantidade de compensação (offset) ao índice $\#k$ satisfazendo a expressão $\text{mod}(k, 6) = 0$ de P2.

Isto é, para propósito de simplificação e ilustração, onde o P2 de qual a quantidade de deslocamento de portadora é zero e onde uma quantidade de compensação predeterminada (offset) é dada, as subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora são aquelas localizadas a

intervalos do período de piloto (um número predeterminado; 6 neste exemplo) a partir do local determinado por deslocamento da primeira subportadora em P2 pela quantidade de compensação (isto é, ponto "0 + offset").

De acordo com o primeiro método de estimação, o valor de 5 potência correspondendo à potência de subportadora tal como a própria potência é usada para computar a correlação de subportadora.

Isto é, onde o primeiro método de estimação é adotado, o ponto alcançado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela 10 quantidade de offset é considerado como a origem (0 + offset), e a soma dos valores da potência das subportadoras localizadas a intervalos do período de piloto (um número predeterminado de subportadoras) a partir da origem é computada como a correlação de subportadora.

A correlação de subportadora é adquirida usando cada uma de quantidades de offset variadas (offsets) dentro de uma gama predeterminada.

15 No descrição seguinte, os valores menores e maiores da gama em que a quantidade de compensação (offset) é variada será chamado o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset), respectivamente. Como obter os valores mínimo (MIN) e máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) será descrito mais tarde.

20 Na Figura 6B, os valores mínimo (MIN) e máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) são assumidos serem -2 e +2, respectivamente. Com respeito a cada uma das quantidades de compensação de -2, -1, 0,..., +2, a soma dos valores da potência das subportadoras a intervalos de seis subportadoras (constituindo o período de piloto) é 25 computada como a correlação de subportadora.

Onde a quantidade de compensação (offset) coincide com a quantidade de compensação de portadora de -1 para o P2 real na Figura 6A, o ponto alcançado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (isto é, 0 + offset) é considerado como a origem.

Desse ponto ($0 + \text{offset}$) em diante, as subportadoras achadas todas seis subportadoras constituindo o período de piloto são sinais pilotos. A soma dos valores da potência destas subportadoras assim totaliza na soma dos valores da potência dos sinais pilotos (correspondendo às subportadoras).

5 Por outro lado, onde a quantidade de compensação (offset) não coincide com a quantidade de deslocamento de portadora de -1 para o P2 real na Figura 6A, o ponto alcançado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (isto é, $0 + \text{offset}$) também é considerado a origem. Desse ponto ($0 + \text{offset}$) em diante, as subportadoras 10 achadas todas seis subportadoras compondo o período de piloto são dados (e não sinais pilotos). A soma dos valores da potência destas subportadoras assim totaliza na soma dos valores da potência das subportadoras de dados.

Como discutido acima, a amplitude das subportadoras dos sinais pilotos no P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de 15 SISO é $\sqrt{37/5}$, e a amplitude das subportadoras dos sinais pilotos nos outros P2s é $\sqrt{31/5}$. Também, a potência média das subportadoras para os dados no sinal de domínio de freqüência de OFDM é 1,0.

Assim, a partir da origem " $0 + \text{offset}$ " alcançado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de 20 compensação (offset), a soma dos valores da potência das subportadoras a intervalos de seis subportadoras constituindo o período de piloto, obtido como a correlação de subportadora, tende a ser grande se as subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora forem sinais pilotos. A soma dos valores de potência das subportadoras tende a ser pequena se estas 25 subportadoras sujeitas à computação de correlação de subportadora forem subportadoras de dados.

De acordo com o primeiro método de estimação, com respeito a cada de uma pluralidade de quantidades compensadas (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX), a soma dos valores de

potência das subportadoras localizada a intervalos do período de piloto é computada como a correlação de subportadora a partir do local determinado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (offset) em efeito. Depois disto, a maior das somas dos valores de potência obtidos com respeito a cada das múltiplas quantidades compensadas (offsets) é detectada. A quantidade de compensação (offset) correspondendo à maior soma dos valores de potência é então detectada a quantidade de deslocamento de portadora (quantidade de deslocamento de portadora P2).

10 Bloco de processamento de preâmbulo 19 detectando a quantidade de
deslocamento de portadora usando o primeiro método de estimação

Figura 7 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica do bloco de processamento de preâmbulo 19 (Figura 3) detectando a quantidade de deslocamento de portadora usando o primeiro método de estimação.

Na Figura 7, o bloco de processamento de preâmbulo 19 inclui um bloco de controle 31, um bloco de detecção da potência 32, um bloco de computação de soma 33, e um bloco de detecção de valor máximo 34.

O bloco de controle 31 é alimentado com um tipo de símbolo
20 do bloco de estimativa de tipo de símbolo 18 (Figura 3) e S1 e S2 do bloco de
processamento de preâmbulo 16.

Baseado no tipo de símbolo vindo do bloco de estimação de tipo de símbolo 18, o bloco de controle 31 reconhece uma temporização de provisão à qual o bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) provê o bloco de processamento de preâmbulo 19 com P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM.

O bloco de controle 31 então controla o bloco de detecção de potência 32, bloco de computação de soma 33, e bloco de detecção de valor máximo 34 constituindo o bloco de processamento de preâmbulo 19 de tal

maneira a processar P2, isto é, o sinal de domínio de freqüência de OFDM provido na temporização de provisão reconhecida.

Também, o bloco de controle 31 reconhece o tamanho de FFT e o modo de transmissão (SISO ou MISO) de P2 baseado em S1 e S2 vindo do bloco de processamento de preâmbulo 16 (Figura 3).

Com o tamanho de FFT e modo de transmissão de P2 reconhecidos, o bloco de controle 31 reconhece o período de piloto dos sinais pilotos de P2, e envia o período de piloto reconhecido para o bloco de computação de soma 33.

10 Além disso, o bloco de controle 31 obtém o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) e provê o bloco de computação de soma 33 com isso.

15 De acordo com DVB-T2, como mencionado acima, o P2 de qual o tamanho de FFT é 32 K e que está em modo de SISO tem o período de piloto de 6; os outros P2s têm o período de piloto de 3.

20 Suponha que o período de piloto é representado por T_p . Nesse caso, o bloco de controle 31 obtém o valor mínimo (MIN) conforme a expressão $MIN = -INT[(T_p-1)/2]$, e adquire o valor máximo (MAX) em permanecer a expressão $MAX = +INT[(T_p-1)/2]$, onde $INT[A]$ é o maior inteiro não excedendo A.

O bloco de detecção da potência 32 é alimentado com o sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3). O bloco de detecção da potência 32 detecta ilustrativamente a potência ele mesmo de cada subportadora em um símbolo de OFDM de P2, como o valor de potência correspondendo à potência da subportadora em questão incluída em P2 como parte do sinal de domínio de freqüência de OFDM do vindo do bloco de correção de compensação 13. O valor de potência assim detectado é enviado para o bloco de computação de soma 33.

O bloco de detecção da potência 32 pode detectar não a

potência de cada subportadora, mas a amplitude da subportadora em questão como o valor da potência. Se esse for o caso, então o processamento subsequente é executado usando a amplitude de subportadora.

Usando a potência de subportadora de um sinal de OFDM de 5 P2 (isto é, um P2) vindo do bloco de detecção da potência 32, o bloco de computação de soma 33 computa como a correlação de subportadora a soma dos valores de potência das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p alimentado do bloco de controle 31, com respeito a cada de uma pluralidade de quantidades de compensação (offset) variando do valor mínimo (MIN) ao 10 valor máximo (MAX) fornecido do bloco de controle 31, a partir do local determinado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (offset) na realidade. A correlação de subportadora assim computada é enviada para o bloco de detecção de valor máximo 34.

15 O bloco de detecção de valor máximo 34 detecta a maior das somas dos valores de potência que vem do bloco de computação de soma 33 e que foram obtidos com respeito a cada uma das múltiplas quantidades de compensação (offset). O bloco de detecção de valor máximo 34 então detecta a quantidade de compensação (offset) correspondendo à maior soma dos 20 valores de potência como a quantidade de deslocamento de portadora P2, e envia a quantidade de deslocamento de portadora P2 detectada para o bloco de correção de compensação 15 (Figura 3).

Figura 8 é um fluxograma explicativo de um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora executado pelo bloco 25 de processamento de preâmbulo 19 mostrado na Figura 7.

Baseado no tipo de símbolo alimentado do bloco de estimação de tipo de símbolo 18 (Figura 3), o bloco de controle 31 reconhece a temporização de provisão à qual o bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) provê o bloco de processamento de preâmbulo 19 com P2 incluído

no sinal de domínio de freqüência de OFDM.

Quando a temporização de provisão é alcançada, isto é, quando o sinal de domínio de freqüência de OFDM alimentado do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) para o bloco de detecção da potência 32 se torna P2, o bloco de controle 31 na etapa S11 reconhece o tamanho de FFT e modo de transmissão (SISO ou MISO) de P2 baseado em S1 e S2 vindo do bloco de processamento de preâmbulo 16 (Figura 3). Também, o bloco de controle 31 reconhece o período de piloto T_p dos sinais pilotos em P2 na base do tamanho de FFT reconhecido de P2 e modo de transmissão de P2, e envia o período de piloto T_p assim reconhecido para o bloco de computação de soma 33.

Além disso, o bloco de controle 31 obtém o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) usando o período de piloto T_p e em permanecer as expressões $MIN = -INT[(T_p-1)/2]$ e $MAX = +INT[(T_p-1)/2]$, e alimenta o valor máximo MAX e valor mínimo MIN assim adquirido para o bloco de computação de soma 33. Da etapa S11, controle é passado para a etapa S12.

Na etapa S12, o bloco de detecção de potência 32 detecta a potência de cada subportadora em P2 provido do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3), e envia o valor da potência detectado para o bloco de computação de soma 33. Controle é então passado para a etapa S13.

Na etapa S13, o bloco de computação de soma 33 fixa a quantidade de compensação (offset) para o valor mínimo (MIN) vindo do bloco de controle 31. Da etapa S13, controle é passado para a etapa S14.

Na etapa S14, com respeito à quantidade de compensação (offset) de interesse, o bloco de computação de soma 33 computa a soma dos valores da potência das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p vindo do bloco de controle 31, a partir do local determinado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (offset), o

valor da potência de cada subportadora em P2 sendo provido do bloco de detecção da potência 32.

O bloco de computação de soma 33 procede para prover o bloco de detecção de valor máximo 34 com a soma dos valores da potência computados com respeito à quantidade de compensação (offset) em efeito. Da etapa S14, controle é passado para a etapa S15.

Na etapa S15, o bloco de computação de soma 33 verifica para determinar se a quantidade de compensação (offset) é igual ao valor máximo (MAX).

10 Se na etapa S15 a quantidade de compensação (offset) não for achada igual ao valor máximo (MAX), isto é, se a quantidade de compensação (offset) for menor que o valor máximo (MAX), então controle é passado para a etapa S16. Na etapa S16, o bloco de computação de soma 33 incrementa a quantidade de compensação (offset) por 1. Da etapa S16, 15 controle é retornado à etapa S14 e as etapas subsequentes são repetidas.

Se na etapa S15 a quantidade de compensação (offset) for achada igual ao valor máximo (MAX), isto é, se as somas dos valores da potência relativas às quantidades de compensação (offset) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX) foram computadas, então controle é 20 passado para a etapa S17. Na etapa S17, o bloco de detecção de valor máximo 34 detecta como a correlação de subportadora a maior das somas dos valores de potência com respeito a cada uma das quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX).

Também, o bloco de detecção de valor máximo 34 detecta a 25 quantidade de compensação (offset) correspondendo às maiores das somas dos valores de potência (valor máximo da correlação de subportadora) como a quantidade de deslocamento de portadora P2. A quantidade de deslocamento de portadora P2 assim detectada é enviada para o bloco de correção de compensação 15 (Figura 3).

Depois disso, o bloco de controle 31 espera pelo próximo P2, que está incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM, a ser provido do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) para o bloco de processamento de preâmbulo 19. Quando o próximo P2 é provido, controle é 5
retornado da etapa S17 à etapa S11 e as etapas subsequentes são repetidas.

Assim descrito, o método de estimação acima envolve detectar a maior das somas dos valores de potência com respeito a cada uma das quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX) como a correlação de subportadora P2. Isto faz possível 10
estimar rapidamente a quantidade de deslocamento de portadora com precisão exigida, isto é, a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" com respeito ao tamanho de FFT de P2.

Para propósito de simplificação e ilustração, Figura 8 mostra a 15
quantidade de compensação (offset) a ser mudada sucessivamente do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX) quando a soma dos valores de potência das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p está sendo computada. Na prática, porém, a soma dos valores de potência das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p pode ser computada 20
paralelamente com respeito a cada uma das quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX).

Também na Figura 8, é assumido que só um P2 está incluído no quadro T2 e que a soma dos valores de potência das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p é computada de um P2 como a correlação 25
de subportadora com respeito à quantidade de compensação (offset) em efeito. Alternativamente, se o quadro T2 contiver uma pluralidade de P2s, então a soma dos valores de potência de cada um dos múltiplos P2s pode ser computada. O total cumulativo ou integral das somas dos valores de potência dos múltiplos P2s pode então ser adquirido, e o resultado pode ser adotado como o correlação de subportadora.

Especificamente, para propósito de simplificação e ilustração, suponha que o quadro T2 contém dois P2s chamados o primeiro P2 e o segundo P2. Nesse caso, o total cumulativo ou integral das somas dos valores de potência do primeiro P2 e do segundo P2 pode ser computado com respeito a uma dada quantidade de compensação (offset), e o resultado pode então ser adotado como a correlação de subportadora com respeito à quantidade de compensação em efeito.

Suponha agora que $x(m)$ denota m-ésimo dados sujeitos à integração e que $y(m)$ representa a estimativa de integração obtido executando a integração de dados variando de $x(1)$ a $x(m)$. Neste caso, o valor de integração $y(m)$ é adquirido usando a expressão $y(m) = \beta x(m) + (1-\beta)y(m-1)$.

Nos parágrafos precedentes, o correlação de subportadora era mostrada ser computada usando todas as subportadoras incluídas em P2 a intervalos do período de piloto T_p . Alternativamente, algumas das subportadoras incluídas em P2 a intervalos do período de piloto T_p podem ser excluídas antes que as subportadoras sejam submetidas à computação de correlação de subportadora.

Enquanto isso, de acordo com o primeiro método de estimativa, o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) são obtidos usando as expressões $MIN = -INT[(T_p-1)/2]$ e $MAX = +INT[(T_p-1)/2]$, respectivamente.

Com o primeiro método de estimativa, é impossível detectar qualquer quantidade de deslocamento de portadora fora da gama do mínimo (MIN) ao máximo (MAX).

Sob DVB-T2, o período de piloto T_p é tanto 6 ou 3 como mencionado acima. Segue que o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) são tanto -2 e +2, ou -1 e +1.

Ilustrativamente, considere um exemplo em que o período de piloto T_p é 6 e o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) são -2 e +2,

respectivamente. Neste caso, se a quantidade de deslocamento de portadora de um P2 for, digamos, -3 fora da gama do mínimo (MIN) ao máximo (MAX), então é impossível distinguir duas possibilidades usando o primeiro método de estimação: a quantidade de deslocamento de portadora do P2 em questão 5 pode ser tanto -3, ou +3 ($= -3 + i \times T_p$; "i" é um inteiro).

Em outro exemplo, se a quantidade de deslocamento de portadora de um P2 for -4 fora da gama do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX), então também é impossível distinguir duas possibilidades usando o primeiro método de estimação: a quantidade de deslocamento de 10 portadora do P2 em questão pode ser tanto -4, ou +2 ($= -4 + i \times T_p$).

Como descrito acima, em casos onde a quantidade de deslocamento de portadora P2 está do lado de fora da gama do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX), isto é, onde a quantidade de deslocamento de portadora é menor que $-INT[(T_p-1)/2]$ ou maior que $+INT[(T_p-1)/2]$, é 15 impossível detectar precisamente a quantidade de deslocamento de portadora usando o primeiro método de estimação.

Porém, onde a precisão de estimar a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" usando P1 deteriorou, a quantidade de deslocamento de portadora pode bem se tornar menor que $-INT[(T_p-1)/2]$ ou 20 maior que $+INT[(T_p-1)/2]$. Em tais casos, é preferível detectar precisamente a quantidade de deslocamento de portadora.

Segundo método para estimar a quantidade de deslocamento de portadora

O que segue é uma descrição do segundo método de estimação 25 para estimar a quantidade de deslocamento de portadora usando o correlação de subportadora computada pelo uso de fases de subportadora.

Figuras 9A, 9B, 9C e 9D são visões esquemáticas explicativas do segundo método de estimação para estimar a quantidade de deslocamento de portadora.

Figura 9A indica valores de potência de um P2 (do sinal de domínio de freqüência de OFDM).

Na Figura 9A, o eixo horizontal e o eixo vertical são os mesmos como aqueles na Figura 4.

5 Como com o P2 mostrado na Figuras 5A e 5B, o P2 na Figura 9A tem seu tamanho de FFT fixado a 32 K e está em modo de SISO, de forma que o período de piloto é 6. A quantidade de deslocamento de portadora do P2 na Figura 9A é -1.

10 Os sinais pilotos do P2 são aqueles obtidos modulando Do PRBSs (Seqüências Binárias Pseudo-aleatórias) por BPSK (Chaveamento por Deslocamento de Fase Binária).

15 Isto é, os sinais pilotos do P2 são aqueles que adquiridos modulando em BPSK o OU exclusivo entre PRBSs na direção de subportadoras (direção de freqüências) e seqüências de PN (Pseudo-ruído) na direção de símbolos de OFDM (direção de tempo).

20 Como resultado, em um plano bidimensional definido pelo eixo x (eixo horizontal se estendendo da esquerda à direita) representando a direção de freqüências e pelo eixo y (eixo vertical se estendendo do fundo) denotando a direção de tempo, a fase do símbolo do sinal piloto com uma freqüência "x" a um tempo "y" de P2, isto é, a fase do sinal piloto (sua subportadora) em um local (x, y), é tanto 0 ou π [radiano] dependendo do OU exclusivo entre o x-ésimo bit da esquerda dos PRBSs na direção de freqüências e o bit y do topo das seqüências de PN na direção de tempo.

25 O sinal piloto descrito acima de P2 é multiplicado pelo PRBS. Isto é, quando girado por 0 ou por π em fase dependendo do PRBS, o sinal piloto se torna um símbolo com sua fase em 0 ou π em uma constelação QI.

Assim, cada subportadora em P2 é mapeada a um local na circunferência de, digamos, um círculo unitário centrando na origem da constelação QI, o local sendo determinado por rotação pela fase da

subportadora P2 multiplicada pelo sinal de modulação obtido modulando por BPSK o PRBS. Obtido a seguir é um vetor de fase do qual o ponto de partida é a origem da constelação e de qual a extremidade é o ponto de mapeamento ao qual a subportadora foi mapeada. Com respeito a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX), a correlação de subportadora é computada na forma da soma dos vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto a partir do local determinado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (offset) em efeito. A soma dos vetores de fase adquiridos como a correlação de subportadora é então usada para detectar a quantidade de deslocamento de portadora P2.

Figura 9B mostra um ponto de mapeamento de um sinal piloto P2 (sua subportadora) na constelação IQ.

Com respeito a um único P2 (um símbolo de OFDM de P2), a subportadora constituindo um sinal piloto é multiplicada pelo sinal de modulação obtido modulando por BPSK o PRBS. A subportadora multiplicada tem sua fase fixada a 0 (ou π), de forma que o ponto de mapeamento (I, Q) na constelação QI seja um ponto (1, 0) (ou (-1, 0)).

Quando a subportadora no local alcançado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (offset) é um sinal piloto, esse local é considerado como o ponto de partida. Desde que as subportadoras a intervalos do período de piloto T_p do ponto de partida em diante são todas sinais pilotos, a correlação de subportadora representada pela soma dos vetores de fase destas subportadoras a intervalos do período de piloto T_p tende a ser grande.

Figura 9C mostra a soma dos vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto de um ponto de partida em diante; o ponto de partida é representado pela subportadora no local alcançado

por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (offset).

Como discutido acima, quando a subportadora no local alcançado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (offset) é um sinal piloto, as subportadoras a intervalos do período de piloto a partir desse local deslocado são todas sinais pilotos.

Como resultado, o ponto de mapeamento de toda subportadora a intervalos do período de piloto é (idealmente) um ponto $(1, 0)$ e seu vetor de fase é um vetor $(1, 0)$. A soma dos vetores de fase da subportadoras a 10 intervalos do período de piloto constitui um vetor de uma magnitude grande porque os vetores $(1, 0)$ são adicionados cumulativamente.

Por outro lado, se a subportadora no local alcançado por deslocamento da primeira subportadora P2 pela quantidade de compensação (offset) não for um sinal piloto, mas dados, então a soma dos vetores de fase 15 da subportadoras a intervalos do período de piloto constitui um correlação de subportadora de uma magnitude pequena.

Figura 9D mostra um ponto de mapeamento de uma subportadora de dados P2 na constelação IQ.

A fase de subportadora de dados varia dependendo dos dados, 20 e o ponto de mapeamento varia de maneira semelhante.

Se a subportadora no local alcançado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de compensação (offset) não for um sinal piloto, mas dados, então as subportadoras a intervalos do sinal piloto a partir desse local deslocado são todas subportadoras de dados e não sinais 25 pilotos. Os vetores de fase destas subportadoras a intervalos do período de piloto são assim orientadas em direções diversas, cada vetor tendo a magnitude de 1.

Como resultado, onde a subportadora no local alcançado por deslocamento da primeira subportadora de P2 pela quantidade de

compensação (offset) é uma subportadora de dados, a soma dos vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto constitui um correlação de subportadora de um vetor tendo uma magnitude pequena (por exemplo, 0).

5 O segundo método de estimação assim envolve detectar o maior dos vetores de soma totalizando os vetores de fase obtidos com respeito a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX). As quantidades de compensação (offsets) correspondendo ao maior vetor de soma é então
10 detectada como a quantidade de deslocamento de portadora P2.

Incidentemente, a multiplicação da subportadora P2 pela modulação de sinal adquirido modulando por BPSK o PRBS (isto é, a fase da subportadora P2 é girada permanecendo o PRBS) é chamada decodificação de PRBS.

15 De acordo com o segundo método de estimação (como com um terceiro método de estimação, a ser discutido mais tarde), as subportadoras de P2 são decodificadas em PRBS, e a soma dos vetores de fase das subportadoras decodificadas em PRBS a intervalos do período de piloto é obtida. Isto faz possível detectar precisamente uma quantidade de
20 deslocamento de portadora menor que $-\text{INT}[(T_p-1)/2]$ ou uma quantidade de deslocamento de portadora maior que $+\text{INT}[(T_p-1)/2]$ (chamada a quantidade de deslocamento de portadora maior que o período de piloto T_p aqui abaixo onde apropriado).

Ilustrativamente, considere o P2 que é mostrado na Figura 9A,
25 do qual o período de piloto T_p é 6, e do qual a quantidade de deslocamento de portadora é -1. As quantidades de deslocamento de portadora -16 e +16 maior que o período de piloto T_p são assumidas serem adotadas como os valores mínimo (MIN) e máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset), respectivamente.

Nesse caso, com respeito à quantidade de compensação (offset) de -16, as subportadoras a intervalos do período de piloto T_p a partir do local determinado por deslocamento pela quantidade de compensação (offset) em efeito não são sinais pilotos, mas subportadoras de dados. O vetor de soma totalizando os vetores de fase destas subportadoras a intervalos do período de piloto T_p é então um vetor de uma magnitude pequena, por exemplo, 0.

Igualmente, com respeito à quantidade de compensação (offset) de -15 ou -14, as subportadoras a intervalos do período de piloto T_p a partir do local determinado por deslocamento pela quantidade de compensação (offset) em efeito são subportadoras de dados. O vetor de soma totalizando os vetores de fase destas subportadoras a intervalos do período de piloto T_p também é um vetor de uma magnitude pequena.

Com respeito à quantidade de compensação (offset) de -13, as subportadoras a intervalos do período de piloto T_p a partir do local determinado por deslocamento pela quantidade de compensação (offset) em questão são sinais pilotos. Porém, a quantidade de deslocamento de -13 não coincide com a quantidade de deslocamento de portadora -1. Por esta razão, os pontos de mapeamento dos sinais pilotos na constelação IQ como as subportadoras decodificadas em PRBS a intervalos do período de piloto T_p são dispersadas aleatoriamente para pontos (1, 0) e (-1, 0).

Como resultado, o vetor de soma totalizando os vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p constitui um vetor de uma magnitude pequena.

As quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) de -16 ao valor máximo (MAX) de +16 incluem quantidades de compensação (offsets) não coincidindo com o valor obtido adicionando um inteiro múltiplo do período de piloto T_p à quantidade de compensação de portadora de -1. Com respeito àquela quantidade de compensação não casada,

como com o caso acima mencionado, onde a quantidade de compensação (offset) é -16, as subportadoras a intervalos do período de piloto a partir do local determinado por deslocamento pelas quantidades de compensação (offsets) em questão são subportadoras de dados. Neste caso, o vetor de soma 5 totalizando os vetores de fase destas subportadoras a intervalos do período de piloto T_p constitui um vetor de uma magnitude pequena, por exemplo, 0.

As quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) de -16 ao valor máximo (MAX) de +16 também incluem quantidades de compensação (offset) coincidindo com o valor obtido 10 adicionando um múltiplo inteiro (exceto para 0) do período de piloto T_p à quantidade de deslocamento de portadora de -1. Com respeito a essas quantidades de compensação coincidentes (offset), como com o caso acima mencionado, onde a quantidade de compensação (offset) é -13, as subportadoras a intervalos do período de piloto T_p a partir do local 15 determinado por deslocamento pelas quantidades de compensação (offsets) em questão são sinais pilotos. Desde que a quantidade de compensação (offset) não coincide com a quantidade de deslocamento de portadora de -1, os pontos de mapeamento na constelação IQ dos sinais pilotos constituídos pelas subportadoras das subportadoras decodificadas em PRBS a intervalos 20 do período de piloto T_p são dispersadas aleatoriamente para pontos (1, 0) e (-1, 0). Neste caso, o vetor de soma totalizando os vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p também compõe um vetor de uma magnitude pequena.

As quantidades de compensação (offsets) variando do valor 25 mínimo (MIN) de -16 ao valor máximo (MAX) de +16 também incluem quantidades de compensação (offsets) coincidindo com a quantidade de deslocamento de portadora de -1. Com respeito a essas quantidades de compensação coincidentes (offsets), a subportadoras a intervalos do período de piloto T_p a partir do local determinado por deslocamento pelas quantidades

de compensação (offsets) em questão são sinais pilotos. Os pontos de mapeamento na constelação IQ dos sinais pilotos constituídos pelas subportadoras das subportadoras decodificadas em PRBS a intervalos do período de piloto T_p então se concentram no ponto $(1, 0)$ ou $(-1, 0)$.

5 Como resultado, o vetor de soma totalizando os vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p constitui um vetor de uma magnitude grande como mostrado na Figura 9C.

De acordo com o segundo método de estimativa (como com o terceiro método de estimativa a ser discutido mais tarde), como descrito 10 acima, as subportadoras de P2 são decodificadas em PRBS. Destas subportadoras decodificadas em PRBS, aquelas a intervalos do período de piloto T_p têm seus vetores de fase totalizados para prover um vetor de soma. Se a quantidade de compensação (offset) não coincidir com a quantidade de deslocamento de portadora, então o vetor de soma é um vetor de uma 15 magnitude pequena até mesmo onde as subportadoras a intervalos do período de piloto T_p são sinais pilotos.

Como resultado, até mesmo quando há uma quantidade de compensação de portadora maior que o período de piloto T_p , é possível detectar precisamente tal quantidade de compensação de portadora.

20 Alternativamente, com o segundo método de estimativa em uso, as subportadoras de P2 podem ser mapeadas sem serem decodificadas em PRBS. O vetor de fase de cada subportadora é então computado, cada vetor começando na origem e terminando na extremidade determinada pelo componente I (em valor absoluto ou quadrado) do ponto de mapeamento em 25 questão e pelo componente Q do ponto de mapeamento. Os vetores de fase são totalizados para prover o vetor de soma que pode ser usado para detectar a quantidade de deslocamento de portadora.

No caso precedente, a quantidade de deslocamento de portadora P2 que pode ser detectada precisamente é maior que $\text{-INT}[(T_p-1)/2]$

e menor que $+\text{INT}[(T_p-1)/2]$, como com o caso onde o primeiro método de estimação é adotado.

Como discutido acima, das subportadoras decodificadas em PRBS, aquelas a intervalos do período de piloto T_p têm seus vetores de fase totalizados para prover o vetor de soma. Este vetor de soma é um vetor de uma magnitude pequena a menos que a quantidade de compensação (offset) não coincida com a quantidade de compensação de portadora. Isso significa que o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) pode ser estabelecido de uma maneira determinando uma gama desejada em que detectar a quantidade de deslocamento de portadora.

Deveria ser notado que se a gama na qual detectar a quantidade de compensação de portadora for fixada para ser extensa, o número de quantidades de compensação (offsets) para quais os vetores de soma são para serem obtidos pode se tornar apreciavelmente grande. Ilustrativamente, se os vetores de soma forem para serem adquiridos em paralelo por hardware, a escala do hardware pode ser enorme.

Por essa razão, é preferível estabelecer uma gama necessária e suficiente na qual detectar a quantidade de compensação de portadora, isto é, um gama necessária e suficiente de um valor mínimo apropriado (MIN) a um valor máximo adequado (MAX) de quantidades de compensação (offsets).

É assumido aqui que D_1 representa o espaçamento de subportadora D de P1 (Figura 1) que usa só o mais largo dos espaçamentos de subportadora estipulados por DVB-T2 e que D_2 denota o espaçamento de subportadora D de P2. Nessa suposição, o segundo método de estimação é utilizado para obter o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) usando o quociente da divisão do espaçamento de subportadora D_1 de P1 pelo espaçamento de subportadora D_2 de P2.

Figura 10 mostra esquematicamente valores de potência de P1 e P2 em efeito quando a largura de banda de transmissão é 8 MHz.

O espaçamento de subportadora D_1 de P1 é 8.929 Hz como explicado acima em referência à Figura 2.

5 O P2 na Figura 10 tem seu tamanho de FFT fixado a 32 K, está em modo de SISO, e possui o espaçamento de subportadora D_2 de 279 Hz como discutido acima em referência à Figura 2.

10 No bloco de processamento de preâmbulo 19 (Figura 3), o sinal de domínio de freqüência de OFDM incluindo P2 usado para detectar a 15 quantidade de deslocamento de portadora P2 é um sinal de OFDM tendo sofrido a correção pelo bloco de correção de compensação 13 da quantidade de deslocamento de portadora de P1 detectada por uso de P1. A quantidade de deslocamento de portadora cai dentro da gama de $\pm 0,5 \times$ espaçamento de subportadora D_1 , isto é, dentro do gama de $\pm 8.929/2$ Hz (entre $-8.929/2$ Hz e

15 $+8.929$ Hz).

Portanto, um gama suficiente na qual detectar a quantidade de deslocamento de portadora é determinada como $\pm 0,5 \times$ espaçamento de subportadora D_1 . A gama de $\pm 0,5 \times$ espaçamento de subportadora D_1 muda para ser $\pm 0,5 \times D_1/D_2$ quando convertida à quantidade de compensação 20 (offset) para o P2 do qual o espaçamento de subportadora D é D_2 .

25 Da descrição precedente, pode ser visto que para o P2 do qual o espaçamento de subportadora D_2 é 279 Hz, é suficiente detectar a quantidade de deslocamento de portadora dentro da gama de $\pm 0,5 \times 8.929$ Hz/279 Hz, isto é, dentro do gama de ± 16 . Neste caso, o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) são -16 e +16, respectivamente.

Bloco de processamento de preâmbulo 19 detectando a quantidade de deslocamento de portadora usando o segundo método de estimação

Figura 11 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura

típica do bloco de processamento de preâmbulo 19 (Figura 3) para detectar a quantidade de deslocamento de portadora usando o segundo método de estimativa.

Na Figura 11, o bloco de processamento de preâmbulo 19 inclui um bloco de controle 51, um bloco de geração de PRBS 52, um bloco de modulação de BPSK 53, um bloco de multiplicação 54, um bloco de detecção de fase 55, um bloco de mapeamento 56, um bloco de computação de soma de vetor 57, e um bloco de detecção de vetor máximo 58.

O bloco de controle 51 é alimentado com o tipo de símbolo do bloco de estimativa de tipo de símbolo 18 (Figura 3) e com S1 e S2 do bloco de processamento de preâmbulo 16.

Baseado no tipo de símbolo vindo do bloco de estimativa de tipo de símbolo 18, o bloco de controle 51 reconhece a temporização de provisão à qual o bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) provê o bloco de processamento de preâmbulo 19 com P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM.

O bloco de controle 51 então controla os blocos (variando do bloco de geração de PRBS 52 ao bloco de detecção de vetor máximo 58) constituindo o bloco de processamento de preâmbulo 19 assim para processar o sinal de domínio de freqüência de OFDM, isto é, P2, provido na temporização de provisão.

O bloco de controle 51 também reconhece o tamanho de FFT e modo de transmissão (SISO ou MISO) de P2 baseado em S1 e S2 vindo do bloco de processamento de preâmbulo 16 (Figura 3).

Adicionalmente, o bloco de controle 51 reconhece o período de piloto T_p dos sinais pilotos em P2 na base do tamanho de FFT de P2 e modo de transmissão de P2. O período de piloto T_p assim reconhecido é enviado para o bloco de computação de soma de vetor 57.

Também, o bloco de controle 51 obtém o espaçamento de

subportadora D_2 de P2 do tamanho de FFT de P2 e outros dados. Usando o quociente D_1/D_2 da divisão do espaçamento de subportadora D_1 de P1 pelo espaçamento de subportadora D_2 de P2, o bloco de controle 51 adquire o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset). Os valores mínimo (MIN) e máximo (MAX) assim obtidos são alimentados ao bloco de computação de soma de vetor 57.

Mais especificamente, o bloco de controle 51 obtém o valor mínimo (MIN) conforme a expressão $MIN = -INT[(D_1/D_2)/2]$, e o valor máximo (MAX) em permanecer a expressão $MAX = +INT[(D_1/D_2)/2]$.

10 O bloco de geração de PRBS 52 gera os mesmos PRBSs como aqueles usados por um aparelho de transmissão não mostrado gerando os sinais pilotos de P2 enquanto transmitindo o sinal de OFDM. Os PRBSs assim gerados são providos ao bloco de modulação de BPSK 53.

15 O bloco de modulação de BPSK 53 modula em BPSK os bits no PRBS vindo do bloco de geração de PRBS 52 em símbolos em uma constelação IQ constituindo um sinal modulado. Os símbolos na constelação IQ são então alimentados ao bloco de multiplicação 54.

20 Além do sinal modulado alimentado do bloco de modulação de BPSK 53, o bloco de multiplicação 54 é provido com o sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3).

25 O bloco de multiplicação 54 executa um processo de decodificação de PRBS envolvendo multiplicação, pelo sinal modulado do bloco de modulação de BPSK 53, de cada uma da subportadoras pertencendo a um símbolo de OFDM de P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM vindo do bloco de correção de compensação 13. As subportadoras tendo sofrido o processo de decodificação de PRBS são enviadas para o bloco de detecção de fase 55.

O bloco de detecção de fase 55 detecta a fase de cada uma das subportadoras decodificadas em PRBS do bloco de multiplicação 54, e envia

as fases detectadas para o bloco de mapeamento 56.

Aqui, o bloco de detecção de fase 55 detecta a fase de cada subportadora decodificada em PRBS ilustrativamente na suposição que a fase do sinal piloto (localizado na subportadora em questão) tendo a freqüência mais baixa em P2 é 0. Embora o sinal piloto com a freqüência mais baixa em P2 seja chamado o sinal piloto de borda sob DVB-T2, este sinal pode ser tratado como um sinal piloto P2 (piloto P2) sem problema.

O bloco de mapeamento 56 mapeia cada subportadora a um local na circunferência de, digamos, um círculo unitário centrando na origem da constelação IQ, o local sendo determinado por rotação pela fase de subportadora em questão vindo do bloco de detecção de fase 55. O bloco de mapeamento 56 procede para obter um vetor de fase começando na origem e terminando no ponto de mapeamento ao qual a subportadora foi mapeada (alternativamente, o vetor de fase pode começar no ponto de mapeamento e fim na origem). O bloco de mapeamento 56 provê o bloco de computação de soma de vetor 57 com o vetor de fase assim adquirido relativo a cada uma das subportadoras em P2.

Com respeito a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação (offsets) variando dos valores mínimo (MIN) a máximo (MAX) (= MIN, MIN+1,..., MAX-1, MAX) alimentado do bloco de controle 51, o bloco de computação de soma de vetor 57 usa os vetores de fase das subportadoras em um símbolo de OFDM de P2 enviado do bloco de mapeamento 56 a fim de computar como a correlação de subportadora o vetor de soma totalizando os vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p a partir do local determinado por deslocamento da primeira subportadora em P2 pela quantidade de compensação (offset). A correlação de subportadora assim computada é alimentada ao bloco de detecção de vetor máximo 58.

O bloco de detecção de vetor máximo 58 detecta o maior (em

magnitude) dos vetores de soma que vem do bloco de computação de soma de vetor 57 e que são obtidos com respeito a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação (offsets). O bloco de detecção de vetor máximo 58 então detecta a quantidade de compensação (offset) correspondendo ao maior vetor de soma como a quantidade de deslocamento de portadora P2, e envia a quantidade de deslocamento de portadora P2 detectada para o bloco de correção de compensação 15 (Figura 3).

Figura 12 é um vista esquemática explicativa do processamento executado pelo bloco de modulação de BPSK 53 mostrado na Figura 11.

Especificamente, Figura 12 mostra uma constelação IQ.

Como mencionado acima, o bloco de modulação de BPSK 53 modula em BPSK cada um dos bits no PRBS vindo do bloco de geração de PRBS 52.

Isto é, se um dado bit no PRBS do bloco de geração de PRBS 52 for 0, o bloco de modulação de BPSK 53 modula em BPSK esse bit em um sinal modulado correspondendo ao símbolo de um ponto de constelação (1, 0) na constelação IQ. Se um dado bit no PRBS do bloco de geração de PRBS 52 for 1, então o bloco de modulação de BPSK 53 modula em BPSK esse bit em um sinal modulado correspondendo ao símbolo de um ponto de constelação (-1, 0) na constelação IQ.

A modulação de BPSK do PRBS executado pelo bloco de modulação de BPSK 53 é a mesma como a modulação de BPSK do PRBS como o sinal piloto em P2 (isto é, para achar o OU exclusivo entre o PRBS e a seqüência de PN), a modulação posterior sendo executada pelo aparelho de transmissão transmitindo o sinal de OFDM.

Figura 13 é um diagrama de bloco mostrando como o bloco de geração de PRBS 52, bloco de modulação de BPSK 53, bloco de multiplicação 54, e bloco de detecção de fase 55 na Figura 11 são

implementados ilustrativamente.

Na Figura 13, o bloco de geração de PRBS 52, bloco de modulação de BPSK 53, bloco de multiplicação 54, e bloco de detecção de fase 55 na Figura 11 são constituídos por um bloco de geração de PRBS 61, 5 blocos de multiplicação 62I e 62Q, seletores 63I e 63Q, e um bloco de detecção de fase 64.

O bloco de geração de PRBS 61 gera o mesmo PRBS como aquele gerado pelo bloco de geração de PRBS 52 na Figura 11. O PRBS assim gerado é alimentado aos seletores 63I e 63Q.

10 O bloco de multiplicação 62I é provido com o componente I do domínio de freqüência de sinal de OFDM (isto é, um subportadora P2 (símbolo) incluída no sinal) vindo do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3).

15 O bloco de multiplicação 62I então multiplica por -1 o componente I do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13. O produto resultante da multiplicação é alimentado ao seletor 63I.

20 O bloco de multiplicação 62Q é alimentado com o componente Q do sinal de domínio de freqüência de OFDM (isto é, uma subportadora P2 (símbolo) incluída no de sinal) vindo do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3).

25 O bloco de multiplicação 62Q então multiplica por -1 o componente Q do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13. O produto resultante da multiplicação é enviado ao seletor 63Q.

Além do produto do bloco de multiplicação 62I, o seletor 63I é provido com o componente I do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3).

Em permanecer o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS

61, o seletor 63I seleciona tanto o componente I do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13 ou o produto do bloco de multiplicação 62I. O que era selecionado pelo seletor 63I é enviado para o bloco de detecção de fase 64 como o componente I da subportadora tendo sofrido o processo de decodificação de PRBS.

Se o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS 61 for 0, o seletor 63I seleciona o componente I do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13. Se o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS 61 for 1, então o seletor 63I seleciona o produto do bloco de multiplicação 62I.

Além do produto do bloco de multiplicação 62Q, o seletor 63Q é provido com o componente Q do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3).

Em permanecer o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS 61, o seletor 63Q seleciona tanto o componente Q do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13 ou o produto do bloco de multiplicação 62Q. O que era selecionado pelo seletor 63Q é enviado para o bloco de detecção de fase 64 como o componente Q da subportadora tendo sofrido o processo de decodificação de PRBS.

Se o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS 61 for 0, o seletor 63Q seleciona o componente Q do sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13. Se o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS 61 for 1, então o seletor 63Q seleciona o produto do bloco de multiplicação 62Q.

O bloco de detecção de fase 64 adquire a fase da subportadora que é composta do componente I do seletor 63I e do componente Q do seletor 63Q e que sofreu o processo de decodificação de PRBS. A fase de subportadora assim obtida é alimentada ao bloco de mapeamento 56 (Figura 11).

Figura 14 é um diagrama de bloco mostrando como o bloco de geração de PRBS 52, bloco de modulação de BPSK 53, bloco de multiplicação 54, e bloco de detecção de fase 55 indicado na Figura 11 são implementados alternativamente.

5 Na Figura 14, o bloco de geração de PRBS 52, bloco de modulação de BPSK 53, bloco de multiplicação 54, e bloco de detecção de fase 55 na Figura 11 são constituídos por um bloco de geração de PRBS 71, um bloco de detecção de fase 72, um quadro de adição 73, um quadro de WRAP 74, e um seletor 75.

10 O bloco de geração de PRBS 71 gera o mesmo PRBS que aquele gerado pelo bloco de geração de PRBS 52 na Figura 11. O PRBS assim gerado é alimentado ao seletor 75.

15 O bloco de detecção de fase 72 é alimentado com o sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3).

20 O bloco de detecção de fase 72 então detecta a fase θ de uma subportadora P2 dentro da gama de $-\pi$ a $+\pi$, a subportadora sendo incluída no sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13. A fase de subportadora assim detectada é enviada para o quadro de adição 73 e seletor 75.

 O bloco de adição 73 adiciona π à fase θ provida do bloco de detecção de fase 72. A fase $\theta+\pi$ resultando da adição é alimentada ao quadro de WRAP 74.

25 O bloco de WRAP 74 adiciona um múltiplo inteiro de 2π à fase $\theta+\pi$ do quadro de adição 73, por esse meio convertendo a fase $\theta+\pi$ em uma fase definida dentro da gama de $-\pi$ a $+\pi$. A fase resultante é alimentada ao seletor 75.

 Em permanecer o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS 71, o seletor 75 seleciona tanto a fase do bloco de detecção de fase 72 ou a

fase do quadro de WRAP 74. O que era selecionado pelo seletor 75 é enviado para o quadro de mapeamento 56 (Figura 11) como a fase da subportadora tendo sofrido o processo de decodificação de PRBS.

Se o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS 71 for 0, o seletor 75 seleciona a fase alimentada do bloco de detecção de fase 72. Se o bit do PRBS do bloco de geração de PRBS 71 for 1, então o seletor 75 seleciona a fase do quadro de WRAP 74.

Figura 15 é um fluxograma explicativo do processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora executado pelo bloco de processamento de preâmbulo 19 mostrado na Figura 11.

Baseado no tipo de símbolo alimentado do bloco de estimação de tipo de símbolo 18 (Figura 3), o bloco de controle 51 reconhece a temporização de provisão à qual o bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) provê o bloco de processamento de preâmbulo 19 com P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM.

Quando a temporização de provisão é alcançada, isto é, quando o sinal de domínio de freqüência de OFDM alimentado do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) para o bloco de multiplicação 54 se torna P2, o bloco de controle 51 na etapa S31 reconhece o tamanho de FFT e modo de transmissão (SISO ou MISO) de P2 baseado em S1 e S2 vindo do bloco de processamento de preâmbulo 16 (Figura 3). Também, o bloco de controle 51 reconhece o período de piloto T_p dos sinais pilotos em P2 na base do tamanho de FFT reconhecido de P2 e modo de transmissão de P2, e envia o período de piloto T_p assim reconhecido para o bloco de computação de soma de vetor 57.

O bloco de controle 51 então obtém o espaçamento de subportadora D_2 de P2 do tamanho de FFT de P2. Também, usando o quociente D_1/D_2 (isto é, de divisão do espaçamento de subportadora D_1 de P1 pelo espaçamento de subportadora D_2 de P2), o bloco de controle 51

adquire o valor mínimo (MIN) da quantidade de compensação (offset) conforme a expressão $MIN = -INT[(D_1/D_2)/2]$ e a quantidade máxima (MAX) em permanecer a expressão $MAX = +INT[(D_1/D_2)/2]$.

Além disso, o bloco de controle 51 alimenta os valores mínimo (MIN) e máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) para o bloco de computação de soma de vetor 57. Da etapa S31, controle é passado para a etapa S32.

Na etapa S32, o bloco de geração de PRBS 52, bloco de modulação de BPSK 53, bloco de multiplicação 54, e bloco de detecção de fase 55 obtém a fase de subportadora subsequente ao processo de decodificação de PRBS com respeito a cada uma das subportadoras contidas por P2 alimentado do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3). As fases de subportadora assim adquiridas são enviadas para o bloco de mapeamento 56.

Da etapa S32, controle é passado para a etapa S33. Na etapa S33, o bloco de mapeamento 56 mapeia cada subportadora a um local na circunferência de um círculo unitário centrando na origem da constelação IQ, o local sendo determinado por rotação pela fase da subportadora tendo sofrido o processo de decodificação de PRBS, a fase sendo enviada do bloco de detecção de fase 55. O bloco de mapeamento 56 procede para obter o vetor de fase começando na origem e terminando no ponto de mapeamento ao qual a subportadora em questão foi mapeada.

O bloco de mapeamento 56 adicionalmente provê o bloco de computação de soma de vetor 57 com o vetor de fase adquirido com respeito a cada uma das subportadoras em P2. Da etapa S33, controle é passado para a etapa S34.

Na etapa S34, o bloco de computação de soma de vetor 57 fixa a quantidade de compensação (offset) ao valor mínimo (MIN) alimentado do bloco de controle 51. O controle é então passado para a etapa S35.

Na etapa S35, usando os vetores de fase das subportadoras P2 do bloco de mapeamento 56, o bloco de computação de soma de vetor 57 computa o vetor de soma totalizando os vetores de fase das subportadoras (subseqüente ao processo de decodificação de PRBS) a intervalos do período de piloto T_p enviado do bloco de controle 51, cada subportadora a partir do local determinada por deslocamento pela quantidade de compensação (offset) da primeira subportadora de P2.

O bloco de computação de soma de vetor 57 então provê o bloco de detecção de vetor máximo 58 com o vetor de soma totalizando os vetores de fase computados com respeito à quantidade de compensação (offset) em efeito. Da etapa S35, controle é passado para a etapa S36.

Na etapa S36, o bloco de computação de soma de vetor 57 verifica para determinar se a quantidade de compensação (offset) é igual ao valor máximo (MAX).

Se na etapa S36 a quantidade de compensação (offset) não for achada igual ao valor máximo (MAX), isto é, se a quantidade de compensação (offset) for menor do que o valor máximo, controle é passado para a etapa S37. Na etapa S37, o bloco de computação de soma de vetor 57 incrementa a quantidade de deslocamento por 1. Da etapa S37, controle é retornado à etapa S35 e as etapas subseqüentes são repetidas.

Se na etapa S36, a quantidade de compensação (offset) for achada igual ao valor máximo (MAX), isto é, se o vetor de soma foi computado com respeito a cada uma das quantidades de compensação variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX), controle é passado para a etapa S38. Na etapa S38, o bloco de detecção de vetor máximo 58 detecta o maior dos vetores de soma alimentado do bloco de computação de soma de vetor 57, os vetores de soma tendo sido computados pelas posteriores como a correlação de subportadora com respeito a cada uma das quantidades de compensação (offsets) variando dos valores mínimo (MIN) ao

máximo (MAX).

Também, o bloco de detecção de vetor máximo 58 detecta a quantidade de compensação (offset) correspondendo ao maior vetor de soma (isto é, máxima correlação de subportadora) como a quantidade de deslocamento portadora P2. A quantidade de deslocamento de portadora P2 assim detectada é enviada para o bloco de correção de compensação 15 (Figura 3).

Depois disso, o bloco de controle 51 espera pelo próximo P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM a ser provido do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) para o bloco de processamento de preâmbulo 19. Da etapa S38, controle é retornado à etapa S31 e as etapas subseqüentes são repetidas.

Como descrito acima, o vetor de soma é computado como a soma dos vetores de fase, cada um representando correlação de subportadora P2 com respeito a cada uma das quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX). O maior destes vetores de soma é então detectado assim para estimar a quantidade de deslocamento de portadora com precisão exigida. Nesta maneira, a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" é estimada rapidamente e com o grau de precisão necessário para o tamanho de FFT de P2.

Além disso, é possível detectar precisamente quantidades de deslocamento de portadora que podem ser menores que $-INT[(T_p-1)/2]$ ou maiores que $+INT[(T_p-1)/2]$.

Para propósito de simplificação e ilustração, Figura 18 mostra a quantidade de compensação a ser mudada sucessivamente do valor mínimo (MIN) para o valor máximo (MAX) quando a soma dos vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p subseqüente ao processo de decodificação de PRBS está sendo computada. Na prática, porém, a soma dos vetores de diferença de fase das subportadoras a intervalos do período de

piloto T_p pode ser computada paralelamente com respeito a cada uma das quantidades de compensação variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX).

Também na Figura 18, é assumido que só um P2 está incluído no quadro T_2 e que a soma dos vetores de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p é computada de um P2 como a correlação de subportadora com respeito à quantidade de compensação em efeito. Alternativamente, se o quadro T_2 contiver uma pluralidade de P2s, então a soma dos vetores de diferença de fase de cada um dos múltiplos P2s pode ser computada. O total cumulativo ou integral das somas dos vetores de fase dos múltiplos P2s pode então ser adquirido, e o resultado pode ser adotado como o correlação de subportadora.

Nos parágrafos precedentes, a correlação de subportadora era mostrada ser computada usando todas as subportadoras incluídas em P2 a intervalos do período de piloto T_p . Alternativamente, algumas das subportadoras incluídas em P2 a intervalos do período de piloto T_p podem ser excluídas antes que as subportadoras sejam submetidas à computação de correlação de subportadora.

Como descrito, os sinais pilotos de P2 são sinais obtidos modulando em BPSK o OU exclusivo entre os PRBSs na direção de freqüências as seqüências de PN na direção de tempo. Assim, se a fase absoluta de cada sinal piloto em P2 fosse para ser obtida, o sinal piloto primeiro tem que ser multiplicado pelo sinal piloto pelo PRBS (isto é, girando a fase do sinal piloto por 0 ou por π dependendo do bit do PRBS) e também pela seqüência de PN. O produto da multiplicação então seria usado para achar a fase absoluta do sinal piloto.

Porém, de acordo com o segundo método de estimativa (como com o terceiro método de estimativa), as fases absolutas dos sinais pilotos em P2 não são precisadas. Ao invés, fases relativas só precisam ser adquiridas

ilustrativamente em referência ao sinal piloto com a freqüência mais baixa em P2 sendo assumida ser 0. Isto torna possível estimar a quantidade de deslocamento de portadora com o grau de precisão necessário par o tamanho de P2 sem executar multiplicações de seqüências de PN.

5 **Terceiro método para estimar a quantidade de deslocamento de portadora**

Figuras 16A, 16B, a6C, 16D e 16E são vistas esquemáticas explicativas do terceiro método de estimação para estimar a quantidade de deslocamento de portadora baseado na correlação de subportadora computada 10 usando diferenças de fase de subportadora.

De acordo com o segundo método de estimação, como discutido acima, é possível detectar quantidades de deslocamento de portadora significantes que podem se menores que $-INT[T_p-1]/2$ ou maiores que $+INT[T_p-1]/2$, rapidamente e com o grau de precisão necessário para o 15 tamanho de P2.

Enquanto isso, instabilidades ocorrendo no local onde o bloco de computação de FFT 12 começa computando FFT de P2 (instabilidades de gatilho de janela de FFT), ou um deslocamento de freqüência incorrido quando o sinal de domínio de tempo de OFDM sujeito à computação de FFT 20 está sendo amostrado (compensação de temporização residual) pode constituir um fator para causar as fases das subportadoras (símbolo) em um sinal de OFDM girarem (chamado o fator de rotação de fase aqui abaixo).

Figura 16A mostra fases típicas de sinais pilotos (constituídos por subportadoras) em um símbolo de OFDM de P2 subseqüente ao processo 25 de decodificação de PRBS onde o fator de rotação de fase existe.

Se o fator de rotação de fase estiver presente, as fases dos sinais pilotos decodificados em PRBS aumentam a um gradiente constante em proporção às freqüências como ilustrado na Figura 16A.

No exemplo da Figura 16A, as fases dos sinais pilotos

decodificados em PRBS estão inclinadas de uma maneira subindo por $\Delta\theta$ para as subportadoras do período de piloto T_p (seis subportadoras na Figura 16A.)

Figura 16B mostra vetores de fase típicos de sinais pilotos de P2 na constelação IQ onde o fator de rotação de fase existe.

5 Suponha agora que um dos sinais pilotos de P2 está realçado (isto é, considerado como o sinal piloto de interesse) e que a fase do sinal piloto de interesse é 0.

10 Nesse caso, o sinal piloto fixado à parte do sinal piloto de interesse pelas subportadoras do intervalo de piloto T_p ilustrativamente na direção de freqüências mais altas (este sinal piloto é chamado o próximo sinal piloto) tem uma fase aumentada pelo gradiente de $\Delta\theta$ da fase do sinal piloto de interesse ($\Delta\theta = 0 + \Delta\theta$).

15 Adicionalmente, o sinal piloto fixado à parte do próximo sinal piloto pelas subportadoras do intervalo de piloto T_p na direção de freqüências mais altas (este sinal piloto é chamado o sinal piloto depois de próximo) tem uma fase aumentada pelo gradiente de $\Delta\theta$ da fase $\Delta\theta$ do próximo sinal piloto ($2\Delta\theta = \Delta\theta + \Delta\theta$).

Figura 16C mostra como as fases de sinais pilotos tipicamente giram em unidades de gradiente de $\Delta\theta$ como discutido acima.

20 Ilustrativamente, se as fase de todos os sinais pilotos codificados em PRBS em um símbolo de OFDM de P2 fizerem uma rotação, então o vetor de soma resultante pode vir a ser um vetor de uma magnitude pequena (isto é, 0). Isto torna difícil detectar a quantidade de deslocamento de portadora.

25 De acordo com o terceiro método de estimativa, a diferença de fase entre cada uma das subportadoras contidas por P2 por um lado, e a subportadora fixada à parte da subportadora em questão pelo período de piloto T_p por outro lado, é detectada. A subportadora de interesse é então mapeada a um local na circunferência de, digamos, um círculo unitário

centrando na origem da constelação IQ, o local sendo determinado por rotação pela diferença de fase relativa à subportadora em questão. Depois disso, um vetor de diferença de fase é obtido que inicia (ou termina) na origem e termina (ou inicia) no ponto de mapeamento ao qual a subportadora de interesse foi mapeada.

Também de acordo com o terceiro método de estimação, com respeito a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX), um vetor de diferença de fase é obtido entre cada uma das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p por um lado, e o local de partida alcançado por deslocamento pela quantidade de compensação (offsets) em efeito da primeira subportadora de P2 por outro lado. Os vetores de diferença de fase assim adquiridos são totalizados como a correlação de subportadora.

O terceiro método de estimação adicionalmente envolve detectar o maior dos vetores de soma, cada um totalizando os vetores de diferença de fase obtidos com respeito a cada uma da pluralidade de quantidades de compensação (offsets). A quantidade de compensação (offset) correspondendo ao maior vetor de soma é detectada como a quantidade de deslocamento de portadora P2.

Figura 16D mostra um vetor de diferença de fase típico.

Onde a fase de um sinal piloto decodificado em PRBS girado pelo gradiente de $\Delta\theta$ devido à presença do fator de rotação de fase, o vetor de diferença de fase do sinal piloto em questão tem uma magnitude de 1 e um gradiente (ângulo de deflexão) de como ilustrado na Figura 16D.

Como descrito acima, o vetor de soma totalizando os vetores de diferença de fase de sinais pilotos (constituídos pelas subportadoras correspondentes) é um vetor de uma grande magnitude.

Figura 16E mostra um vetor de soma típico totalizando os vetores de diferença de fase de tais sinais pilotos (compostos das

subportadoras).

Os vetores de diferença de fase de todos os sinais pilotos tendo sofrido o processo de decodificação de PRBS vem a ser vetores cada um orientado para ter o gradiente de $\Delta\theta$. O vetor de soma totalizando estes vetores de diferença de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p assim tem uma grande magnitude como mostrado na Figura 16E, cada vetor de diferença de fase sendo obtido entre cada subportadora, isto é, sinal piloto e o local de partida determinado por deslocamento por cada quantidade de compensação (offset) da primeira subportadora de P_2 .

Por outro lado, se a subportadora no local de partida alcançado por deslocamento pela quantidade de compensação (offset) da primeira subportadora de P_2 não é um sinal piloto, mas uma subportadora de dados, então as subportadoras a intervalos do período de piloto T_p partindo do local deslocado são todas subportadoras de dados. Nesse caso, os vetores de diferença de fase destas subportadoras a intervalos do período de piloto T_p são orientados em direções diversas, cada vetor tendo a magnitude de 1.

Como resultado, quando a subportadora no local alcançado por deslocamento pela quantidade de compensação (offset) da primeira subportadora de P_2 é uma subportadora de dados, as subportadoras a intervalos do período de piloto T_p partindo do local deslocado provêem vetores de diferença de fase que, quando totalizados, constituem o vetor de soma de uma pequena magnitude, por exemplo 0.

Assim, depois que os vetores de soma são obtidos dos vetores de diferença de fase cada um adquirido com respeito a cada uma da pluralidade de quantidades de compensação (offsets) variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX), o maior dos vetores de soma é detectado como a quantidade de deslocamento de portadora P_2 .

De acordo com o terceiro método de estimação, como com o caso do segundo método de estimação, é possível detectar precisamente

quantidades de deslocamento de portadora significantes que podem exceder o período de piloto T_p , da maneira discutida abaixo.

Bloco de processamento de preâmbulo 19 detectando a quantidade de deslocamento de portadora usando o terceiro método de estimação

5 Figura 17 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica do bloco de processamento de preâmbulo 19 (Figura 3) para detectar a quantidade de deslocamento de portadora usando o terceiro método de estimação.

10 Na Figura 17, os blocos que correspondem àqueles na Figura 11 são designados por mesmos numerais de referência, e suas descrições serão omitidas aqui abaixo onde redundante.

15 O bloco de processamento de preâmbulo 19 na Figura 17 é comum a sua contraparte na Figura 11 visto que contém o bloco de controle 51, bloco de geração de PRBS 52, bloco de modulação de BPSK 53, bloco de multiplicação 54, e bloco de detecção de fase 55.

20 Por outro lado, o bloco de processamento de preâmbulo 19 na Figura 17 é diferente de sua contraparte na Figura 11 visto que tem um bloco de detecção de diferença de fase 81, um bloco de mapeamento 82, um bloco de computação de soma de vetor máximo 84 no lugar do bloco de mapeamento 56, bloco de computação de soma de vetor 57, e bloco de detecção de vetor máximo 58.

25 O bloco de controle 51 na Figura 17, como com sua contraparte na Figura 11, controla os blocos (variando do bloco de geração de PRBS ao bloco de detecção de fase 55 e do bloco de detecção de diferença de fase 81 ao bloco de detecção de vetor máximo 84) compondo o bloco de processamento de preâmbulo 19.

 Também, o bloco de controle 51 reconhece o período de piloto T_p dos sinais pilotos em P2 como sua contraparte na Figura 11. O bloco de controle 51 adicionalmente obtém os valores mínimo (MIN) e máximo

(MAX) da quantidade de compensação (offset) pelo uso de um quociente D_1/D_2 adquiridos pela divisão do espaçamento de subportadora D_1 de P_1 pelo espaçamento de subportadora D_2 de P_2 .

5 O bloco de controle 51 alimenta o período de piloto T_p ao bloco de detecção de diferença de fase 81 e bloco de computação de soma de vetor 83. O bloco de controle 51 também provê o valor mínimo (MIN) e valor máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) ao bloco de computação de soma de vetor 83.

10 Os blocos variando do bloco de geração de PRBS 52 ao bloco de multiplicação 55 executam um processo de decodificação de PRBS que multiplica, pelo sinal modulado do bloco de modulação de BPSK 53, cada uma das subportadoras contidas por P_2 no sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3). os blocos 52 por 15 55 também detectam as fases das subportadoras decodificadas em PRBS, e provêem o bloco de detecção de diferença de fase 81 com as fases detectadas.

20 O bloco de detecção de diferença de fase 81 detecta (isto é, computa) a diferença de fase entre cada uma das subportadoras contidas por P_2 por um lado, e a subportadora fixada à parte da subportadora em questão pelo período de piloto T_p provido do bloco de controle 51 por outro lado, pelo uso das fases de subportadora alimentadas do bloco de detecção de fase 55. A diferença de fase assim detectada é enviada para o bloco de mapeamento 82.

25 O bloco de mapeamento 82 mapeia cada subportadora a um local na circunferência de, digamos, um círculo unitário centrando na origem da constelação IQ, o local sendo determinado por rotação pela diferença de fase de subportadora provida do bloco de detecção de diferença de fase 81. Um vetor de diferença de fase é então obtido que inicia na origem e termina no ponto de mapeamento ao qual a subportadora em questão foi mapeada. O bloco de mapeamento 82 procede para prover o bloco de computação de soma de vetor 83 com o vetor de diferença de fase adquirido com respeito a cada

uma das subportadoras de P2.

Usando os vetores de diferença de fase das subportadoras em um símbolo de OFDM de P2 alimentado do bloco de mapeamento 82 com respeito a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação (offsets) variando dos valores mínimo (MIN) ao máximo (MAX) (= MIN, MIN+1,..., MAX-1, MAX) vindo do bloco de controle 51, o bloco de computação de soma de vetor 83 computa como a correlação de computação de subportadora o vetor de soma totalizando os vetores de diferença de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p alimentado do bloco de controle 51 e partindo no local determinado por deslocamento pela quantidade de compensação (offset) da primeira subportadora de P2. Os vetores de soma assim adquiridos são enviados para o bloco de detecção de vetor máximo 84.

O bloco de detecção de vetor máximo 84 detecta o maior (em magnitude) dos vetores de soma providos pelo bloco de computação de soma de vetor 83 com respeito a cada uma das múltiplas quantidades de compensação (offsets). O bloco de detecção de vetor máximo 84 então detecta a quantidade de compensação (offset) correspondendo ao maior vetor de soma como a quantidade de deslocamento de portadora P2, e envia a quantidade de deslocamento de portadora P2 detectada para o bloco de correção de compensação 15 (Figura 3).

Figura 18 é um fluxograma explicativo do processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora executado pelo bloco de processamento de preâmbulo 19 na Figura 17.

Baseado no tipo de símbolo alimentado do bloco de estimação de tipo de símbolo 18 (Figura 3), o bloco de controle 51 reconhece a temporização de provisão à qual o bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) provê o bloco de processamento de preâmbulo 19 com P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM.

Quando a temporização de provisão é alcançada, isto é,

quando o sinal de domínio de freqüência de OFDM provido pelo bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) ao bloco de multiplicação 54 se torna P2, o bloco de controle 51 na etapa S51 reconhece o tamanho de FFT e modo de transmissão (SISO ou MISO) de P2 baseado em S1 e S2 do bloco de processamento de preâmbulo 16 (Figura 3). O bloco de controle 51 também reconhece o período de piloto T_p dos sinais pilotos em P2 na base do tamanho de FFT de P2 e modo de transmissão de P2, e alimenta o período de piloto T_p ao bloco de computação de soma de vetor 83.

O bloco de controle 51 também obtém o espaçamento de subportadora D_2 de P2 ilustrativamente baseado no tamanho de FFT de P2. Além disso, usando o quociente D_1/D_2 da divisão do espaçamento de subportadora D_1 de P1 pelo espaçamento de subportadora D_2 de P2, o bloco de controle 51 adquire o valor mínimo (MIN) conforme a expressão $MIN = -INT[(D_1/D_2)/2]$ e o valor máximo (MAX) mantendo a expressão $MAX = +INT[(D_1/D_2)/2]$.

O bloco de controle 51 então envia os valores mínimo (MIN) e máximo (MAX) da quantidade de compensação (offset) ao bloco de computação de soma de vetor 83. Da etapa S51, controle é passado para a etapa S52.

Na etapa S52, o bloco de geração de PRBS 52, bloco de modulação de BPSK 53, bloco de multiplicação 54, e bloco de detecção de fase 55 obtém a fase de cada uma das subportadoras contidas por P2 alimentadas do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) seguindo o processo de decodificação de PRBS. As fases de subportadora assim adquiridas são providas ao bloco de detecção de diferença de fase 81.

Da etapa S52, controle é passado para a etapa S53. Na etapa S53, usando as fases de subportadora alimentadas do bloco de detecção de fase 55, o bloco de detecção de diferença de fase 81 detecta a diferença de fase entre cada uma das subportadoras contidas por P2 por um lado, e a

subportadora fixada à parte da subportadora em questão pelo período de piloto Tp provido do bloco de controle 51.

Também, o bloco de detecção de diferença de fase 81 provê o bloco de mapeamento 82 com a diferença de fase detectada com respeito a 5 cada uma das subportadoras contidas por P2 (isto é, diferenças de fase de subportadora). Da etapa S53, controle é passado para a etapa S54.

Na etapa S54, o bloco de mapeamento 82 mapeia cada subportadora a um local na circunferência de um círculo unitário centrando na origem da constelação IQ, o local sendo determinado por rotação pela 10 diferença de fase da subportadora decodificada em PRBS enviada do bloco de detecção de diferença de fase 81. O bloco de mapeamento 82 procede para obter o vetor de diferença de fase partindo na origem e terminando no ponto de mapeamento ao qual a subportadora em questão foi mapeada.

O bloco de mapeamento 82 então provê o bloco de 15 computação de soma de vetor 83 com os vetores de diferença de fase obtidos com respeito a cada uma das subportadoras em P2. Da etapa S54, controle é passado para a etapa S55.

Na etapa S55, o bloco de computação de soma de vetor 83 fixa a quantidade de compensação (offset) ao valor mínimo (MIN) enviado do 20 controle 51. Da etapa S55, controle é passado para a etapa S56.

Na etapa S56, usando os vetores de diferença de fase das subportadoras P2 do bloco de mapeamento 82, o bloco de computação de soma de vetor 83 computa o vetor de soma totalizando os vetores de diferença de fase das subportadoras (subseqüente ao processo de decodificação de 25 PRBS) a intervalos do período de piloto Tp enviado do bloco de controle 51, cada subportadora partindo do local alcançado por deslocamento pela quantidade de compensação (offset) da primeira subportadora de P2.

O bloco de computação de soma de vetor 83 então provê o bloco de detecção de vetor máximo 84 com o vetor de soma totalizando os

vetores de diferença de fase computados com respeito à quantidade de compensação (offset) em efeito. Da etapa S56, controle é passado para a etapa S57.

Na etapa S57, o bloco de computação de soma de vetor 83 verifica para determinar se a quantidade de compensação é igual ao valor máximo (MAX).

Se na etapa S57 a quantidade de compensação não for achada igual ao valor máximo (MAX), isto é, se a quantidade de compensação for menor do que o valor máximo, controle é passado para a etapa S58. Na etapa S58, o bloco de computação de soma de vetor 83 incrementa a quantidade de compensação por 1. Da etapa S58, controle é retornado à etapa S56 e as etapas subsequentes são repetidas.

Se na etapa S57 a quantidade de compensação for achada igual ao valor máximo (MAX), isto é, se o vetor de soma foi computado com respeito a cada uma das quantidades de compensação variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX), controle é passado para a etapa S59. Na etapa S59, o bloco de detecção de vetor máximo 84 detecta o maior dos vetores de soma do bloco de computação de soma de vetor 83, os vetores de soma tendo sido computados pelo posterior como a correlação de subportadora com respeito a cada uma das quantidades de compensação variando dos valores mínimo (MIN) ao máximo (MAX).

Também, o bloco de detecção de vetor máximo 84 detecta a quantidade de compensação correspondendo ao maior vetor de soma (isto é, correlação de subportadora máxima) como a quantidade de deslocamento de portadora P2. A quantidade de deslocamento de portadora P2 assim detectada é enviada para o bloco de correção de compensação 15 (Figura 3).

Depois disso, o bloco de controle 51 espera pelo próximo P2, incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM a ser provido do bloco de correção de compensação 13 (Figura 3) ao bloco de processamento de

preâmbulo 19. Da etapa S59, controle é retornado à etapa S51 e as etapas subsequentes são repetidas.

Como mencionado acima, o vetor de soma é computado como a soma dos vetores de diferença de fase cada um representando a correlação de subportadora P2 com respeito a cada uma das quantidades de compensação variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX). O maior destes vetores de soma é então detectado assim para estimar a quantidade de deslocamento de portadora com precisão requerida. Desta maneira, a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" é estimada rapidamente e com o grau de precisão necessário para o tamanho de FFT de P2.

Além disso, é possível detectar precisamente quantidades de deslocamento de portadora que podem ser menores que $-INT[(T_p-1)/2]$ ou maiores que $+INT[(T_p-1)/2]$.

Para o propósito de simplificação e ilustração, Figura 18 mostra a quantidade de compensação (offset) a ser mudada sucessivamente do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX) quando a soma dos vetores de diferença de fase das subportadoras a intervalos de período de piloto T_p subsequente ao processo de decodificação de PRBS está sendo computada. Na prática, porém, a soma dos vetores de diferença de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p pode ser computada paralelamente com respeito a cada uma das quantidades de compensação variando do valor mínimo (MIN) ao valor máximo (MAX).

Também, na Figura 18, é assumido que só um P2 está incluído no quadro T2 e que a soma dos vetores de diferença de fase das subportadoras a intervalos do período de piloto T_p é computada de um P2 como a correlação de subportadora com respeito à quantidade de compensação (offset) em efeito. Alternativamente, se o quadro T2 contiver uma pluralidade de P2s, então, a soma dos vetores de diferença de fase de cada um dos múltiplos P2s pode ser computada. O total cumulativo ou integral das somas dos vetores de

fase dos múltiplos P2s pode então ser adquirido, e o resultado pode ser adotado como a correlação de subportadora.

Nos parágrafos precedentes, a correlação de subportadora era mostrada ser computada usando todas as subportadoras incluídas em P2 a intervalos do período de piloto T_p . Alternativamente, algumas das subportadoras incluídas em P2 a intervalos do período de piloto T_p podem ser excluídas antes que as subportadoras sejam submetidas à computação de correlação de subportadora.

Como descrito acima, o bloco de processamento de preâmbulo 10 19 pode usar subportadoras espaçadas a intervalos diferentes que não o mais largo dos espaçamentos de subportadora definidos por DVB-T2 ou padrões similares. O bloco de processamento de preâmbulo 19 assim detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando as correlações das subportadoras incluídas em um P2 que contém sinais pilotos a intervalos de 15 um período de piloto T_p predeterminado. Isto torna possível detectar a quantidade de deslocamento de portadora rapidamente e com precisão exigida.

Mais especificamente, o bloco de processamento de preâmbulo 19 pode detectar a quantidade de deslocamento de portadora com o grau de 20 precisão necessário para o tamanho de FFT de P2, usando ilustrativamente os primeiros dos símbolos de OFDM de P2 (ou o único símbolo de OFDM no quadro T2 se só um símbolo de OFDM de P2 estiver incluído nisso) incluído no quadro T2.

Portanto, o aparelho de processamento de sinal da Figura 3 25 pode detectar a quantidade de compensação de portadora com o grau de precisão necessário para o tamanho de FFT de P2 enquanto a memória temporária 14 está memorizando o primeiro símbolo de OFDM único de P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM, antes de corrigir a quantidade de compensação de portadora detectada. Isto torna possível

estabelecer sincronização rapidamente.

Enquanto isso, um quadro T2 tem uma duração de tempo máxima de 250 ms. Poderia acontecer que na recepção de um quadro T2 em um dado ponto em tempo, o aparelho de processamento de sinal não pode 5 detectar a quantidade de deslocamento de portadora com o grau de precisão necessário para o tamanho de FFT de P2. Em tal caso, o aparelho de processamento de sinal tem que esperar muito tempo pelo próximo quadro T2 a ser recebido antes do processamento.

No caso do aparelho de processamento de sinal da Figura 3, 10 enquanto o primeiro símbolo de OFDM único de P2 incluído em um quadro T2 recebido em um dado ponto em tempo está sendo memorizado, é possível detectar a quantidade de compensação de portadora com o grau de precisão necessário para o tamanho de FFT de P2 em questão. Esta característica elimina a necessidade para esperar muito tempo antes que o próximo quadro 15 T2 seja recebido e processado como no caso precedente.

Outra estrutura típica do aparelho de processamento de sinal

Figura 19 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica do aparelho de processamento de sinal como outra concretização da invenção presente.

20 Na Figura 19, os quadros correspondendo àqueles na Figura 3 são designados por mesmos numerais de referência, e suas descrições serão omitidas aqui abaixo onde redundante.

No aparelho de processamento de sinal da Figura 3, o sinal de OFDM é corrigido (isto é, correção de compensação) sob controle de 25 alimentação dianteira. No aparelho de processamento de sinal da Figura 19, por contraste, o sinal de OFDM é corrigido sob controle de realimentação.

Na Figura 19, o aparelho de processamento de sinal inclui um bloco de demodulação ortogonal 11, um bloco de computação de FFT 12, um bloco de processamento de preâmbulo 16, um bloco de sincronização de

símbolo 17, um bloco de estimativa de tipo de símbolo 18, um bloco de processamento de preâmbulo 19, um bloco de correção de um compensação 91, e um bloco de computação de quantidade de correção 92.

5 O bloco de demodulação ortogonal 11 demodula em digital ortogonal o sinal de OFDM provido. Os componentes I e Q do sinal de domínio de tempo de OFDM resultante, que é um sinal de OFDM de banda base, são enviados do bloco de demodulação ortogonal 11 para o bloco de correção de compensação 91.

10 O bloco de correção de compensação 91 corrige o sinal de domínio de tempo de OFDM do bloco de demodulação ortogonal 11 conforme uma quantidade de correção alimentada do bloco de computação de quantidade de correção 92 (isto é, para correção de compensação). O sinal de domínio de tempo de OFDM assim corrigido é enviado do bloco de correção de compensação 91 para o bloco de computação de FFT 12 e bloco de 15 processamento de preâmbulo 16.

Conforme informação de gatilho de FFT alimentada do bloco de sincronização de símbolo 17, o bloco de computação de FFT 12 extrai o sinal de domínio de tempo de OFDM do tamanho de FFT vindo de domínio de tempo de sinal de OFDM do bloco de demodulação ortogonal 11, e 20 executa computação de FFT no sinal de domínio de tempo de OFDM extraído.

O bloco de computação de FFT 12 provê o bloco de processamento de preâmbulo 19 com o sinal de domínio de freqüência de OFDM obtido pela computação de FFT.

25 Além de ser alimentado ao bloco de processamento de preâmbulo 19, o sinal de domínio de freqüência de OFDM derivado da computação de FFT é enviado para aqueles blocos, não mostrados, que executam tais processos necessários como equalização e correção de erro.

Enquanto isso, o bloco de processamento de preâmbulo 16

detecta P1 do sinal de domínio de tempo de OFDM enviado do bloco de correção de compensação 91. Usando P1 assim detectado, o bloco de processamento de preâmbulo 16 estima quantidades de deslocamento de portadora "grossa" e "fina".

5 O bloco de processamento de preâmbulo 16 então provê o bloco de computação de quantidade de correção 92 com uma quantidade de deslocamento de portadora P1 que inclui a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" e quantidade de deslocamento de portadora "fina" estimada por uso de P1 com respeito ao tamanho de FFT (1 K) do P1 em questão.

10 Também, o bloco de processamento de preâmbulo 16 extraí S1 e S2 de P1 e provê o S1 e S2 extraídos para o bloco de processamento de preâmbulo 19.

15 Além disso, o bloco de processamento de preâmbulo 16 alimenta o bloco de sincronização de símbolo 17 com informação de local de P1 que está incluída no sinal de domínio de tempo de OFDM do bloco de correção de compensação 91 e que representa o local de P1 no sinal de domínio de tempo de OFDM em questão, como também o tamanho de FFT incluído em P1.

20 Da informação de local de P1 e tamanho de FFT provido pelo bloco de processamento de preâmbulo 16, o bloco de sincronização de símbolo 17 gera informação de gatilho de FFT e a alimenta ao bloco de computação de FFT 12.

25 Também, o bloco de sincronização de símbolo 17 estima o local do limite de símbolo de OFDM (isto é, local de limite), e envia um sinal representativo do local de limite para o bloco de estimação de tipo de símbolo 18 como um sinal de sincronização de símbolo.

Baseado no sinal de sincronização de símbolo e similar do bloco de sincronização de símbolo 17, o bloco de estimação de tipo de símbolo 18 estima o tipo de símbolo dos símbolos no sinal de domínio de freqüência de OFDM alimentado do bloco de computação de FFT 12 ao bloco

de processamento de preâmbulo 19. O tipo de símbolo assim estimado é enviado para o bloco de processamento de preâmbulo 19.

O bloco de processamento de preâmbulo 19 executa um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para estimar (detectar) a quantidade de deslocamento de portadora "grossa" com respeito ao tamanho de FFT de P2 incluído no sinal de domínio de freqüência de OFDM vindo do bloco de computação de FFT 12. O processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora é executado usando o sinal de domínio de freqüência de OFDM do bloco de computação de FFT 12, S1 e S2 do bloco de processamento de preâmbulo 16, e o tipo de símbolo do bloco de estimação de tipo de símbolo 18.

O bloco de processamento de preâmbulo 19 envia a quantidade de deslocamento de portadora de P2 obtida pelo processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para o bloco de computação de quantidade de correção 92.

O bloco de computação de quantidade de correção 92 computa uma quantidade de correção de sinal de OFDM que fixará a zero a quantidade de deslocamento de portadora de P1 do bloco de processamento de preâmbulo 16 e a quantidade de deslocamento de portadora de P2 do bloco de processamento de preâmbulo 19. A quantidade de correção assim computada é enviada para o bloco de correção de compensação 91.

Da maneira descrita acima, o bloco de correção de compensação 91 corrige o sinal de domínio de tempo de OFDM vindo do bloco de demodulação ortogonal 11 conforme a quantidade de correção provida pelo bloco de computação de quantidade de correção 92.

A correção acima descrita do sinal de OFDM é executada sob controle de realimentação pelo aparelho de processamento de sinal da Figura 19 de uma maneira estimando a quantidade de deslocamento de portadora tão rapidamente e com o mesmo grau de precisão necessário para demodular P2

como a correção do sinal de OFDM executada sob controle de alimentação dianteira pelo aparelho de processamento de sinal da Figura 3.

Com esta concretização da invenção, a quantidade de deslocamento de portadora é detectada usando os sinais pilotos (e sinais pilotos de borda) de P2. Alternativamente, a quantidade de deslocamento de portadora pode ser detectada usando sinais de SP (Piloto Espalhado), sinais de CP (Piloto Contínuo), sinais de FCP (Piloto de Fechamento de Quadro), ou similar.

Também com esta concretização da presente invenção, a detecção da quantidade de deslocamento de portadora é visada no sinal de OFDM definido por DVB-T2. Alternativamente, a detecção da quantidade de deslocamento de portadora usando os vetores de fase acima mencionados ou vetores de diferença de fase pode ser visada no sinal de OFDM de sistemas de portadora múltipla, por meio de que seqüências aleatórias tal como o PRBS são dispostas como sinais pilotos na direção de subportadoras (isto é, na direção de freqüências).

15 Estrutura típica do sistema de recepção

Figura 20 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica da primeira concretização do sistema de recepção ao qual a presente invenção é aplicada.

Na Figura 20, o sistema de recepção é composto de um bloco de aquisição 101, um bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102, e um bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103.

O bloco de aquisição 101 adquire ilustrativamente dados constituindo programas de radiodifusão de TV ou similar na forma de sinais modulados em OFDM conhecidos como sinal de OFDM.

Especificamente, por exemplo, Estações de Radiodifusão e servidores da Web, não mostrado, podem transmitir o sinal de OFDM a ser adquirido pelo bloco de aquisição 101.

Onde o sinal de OFDM é transmitido ilustrativamente de

estações de radiodifusão usando ondas terrestres, ondas de satélite, ou por redes de CATV (Televisão a Cabo), o bloco de aquisição 101 pode ser composto de um sintonizador ou um STB (Conversor de TV). Onde o sinal de OFDM é transmitido de servidores da Web em modo de multidifusão tal como IPTV (Televisão de Protocolo de Internet), o bloco de aquisição 101 pode ser tipicamente constituído por uma interface de rede I/F (Interface) tal como NIC (Cartão de Interface de Rede).

O bloco de aquisição 101 adquire o sinal de OFDM por canais de transmissão tais como radiodifusões digitais terrestres, radiodifusões de digitais de satélite, rede de CATV, ou a Internet, não mostrada. O sinal de OFDM assim adquirido é remetido para o bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102.

O bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102 executa um processo de decodificação de canal de transmissão no sinal de OFDM adquirido pelo bloco de aquisição 101 através do canal de transmissão, o processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos demodulação e um processo de correção de erro para corrigir erros que podem ter ocorrido no canal de transmissão. Como resultado, o sinal assim adquirido é provido ao bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103.

Isto é, o sinal de OFDM adquirido pelo bloco de aquisição 101 através do canal de transmissão elo menos sofreu codificação de correção de erro para corrigir erros que podem acontecer no canal de transmissão. O bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102 executa o processo de decodificação de canal de transmissão tal como demodulação e correção de erro nesse sinal de OFDM.

Esquemas de codificação de correção de erro típicos incluem codificação de LDPC e codificação de Reed-Solomon.

O bloco de processamento de decodificação de fonte de

informação 103 executa um processo de decodificação de fonte de informação no sinal tendo sofrido o processo de decodificação de canal de transmissão, o processo de decodificação de fonte de informação incluindo pelo menos um processo para expandir informação comprimida para a informação original.

5 Isto é, o sinal de OFDM adquirido pelo bloco de aquisição 101 através do canal de transmissão pode ter sido codificado por compressão para compressão de dados, por meio de que a quantidade de dados ou informação tais como imagens e sons é reduzida. Nesse caso, o bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103 executa o processo de 10 decodificação de fonte de informação tal como o processo de expandir sinal comprimido para a informação original (processo de expansão) no sinal que sofreu o processo de decodificação de canal de transmissão.

Se o sinal de OFDM adquirido pelo bloco de aquisição 101 pelo canal de transmissão não for achado codificado por compressão, então o 15 bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103 não executa o processo de expandir informação comprimida de volta para seu formato original.

Um processo de expansão típico pode ser decodificação de 20 MPEG. O processo de decodificação de canal de transmissão pode incluir desembaralhamento e similar além do processo de expansão.

No sistema de recepção estruturado como descrito acima, o bloco de aquisição 101 adquire pelo canal de transmissão o sinal de OFDM que representa os dados compondo imagens e sons e similar tendo sofrido codificação de compressão tal como codificação de MPEG e que era sujeito à 25 codificação de correção de erro tal como codificação de LDPC. O sinal de OFDM assim adquirido é remetido para o bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102.

O bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102 executa o processo de decodificação de canal de transmissão

no sinal de OFDM vindo do bloco de aquisição 101, o processo de decodificação de canal de transmissão incluindo os mesmos processos de demodulação e de correção de erro como aqueles executados pelo aparelho de processamento de sinal mostrado na Figura 3 ou na Figura 19 como o 5 aparelho de demodulação. O sinal resultando do processo de decodificação de canal de transmissão é provido para o bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103.

O bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103 executa o processo de decodificação de fonte de informação 10 10 tal como decodificação de MPEG no sinal alimentado do bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102. Imagens e/ou sons adquiridos pelo processo são então produzidos pelo bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103.

O sistema de recepção da Figura 20 estruturado como 15 discutido acima pode ilustrativamente ser aplicado a sintonizadores de TV para receber radiodifusões de TV digital.

O bloco de aquisição 101, bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102, e bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103 pode cada um ser estruturado como 20 um aparelho independente (um módulo de hardware tal como um CI (Circuito Integrado) ou um módulo de software).

Algum ou todo do bloco de aquisição 101, bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102, e bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103 pode ser 25 instalado em combinação como um aparelho independente. Isto é, um conjunto do bloco de aquisição 101 e bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102, um conjunto bloco do bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102 e bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103, ou um conjunto

do bloco de aquisição 101, bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102, e bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103 pode ser formado em um único aparelho independente.

Figura 21 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica da segunda concretização do sistema de recepção ao qual a presente invenção é aplicada.

Dos numerais de referência na Figura 21, aqueles já usados na Figura 20 designam mesmas ou partes correspondentes, e as descrições destas partes podem ser omitidas onde redundante.

O sistema de recepção na Figura 21 é comum a sua contraparte na Figura 20 visto que inclui o bloco de aquisição 101, bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102, e bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103. A diferença entre as duas versões do sistema de recepção é que o sistema de recepção na Figura 21 inclui adicionalmente um bloco de saída 111.

O bloco de saída 111 é composto ilustrativamente de um dispositivo de exibição para exibir imagens e/ou de alto-falantes para produzir sons. Como tal, o bloco de saída 111 produz as imagens e sons representados pelo sinal saído do bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103. Em resumo, o que o bloco de saída 111 faz é exibir imagens e/ou produzir sons.

O sistema de recepção acima descrito na Figura 21 pode ser aplicado ilustrativamente a aparelhos de TV para receber radiodifusões de TV digital ou a receptores de rádio para receber radiodifusões.

Se o sinal adquirido pelo bloco de aquisição 101 não for achado ser codificado por compressão, então o sinal produzido pelo bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102 é enviado diretamente para o bloco de saída 111, desviando o bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103.

Figura 22 é um diagrama de bloco mostrando uma estrutura típica da terceira concretização do sistema de recepção ao qual a presente invenção é aplicada.

5 Dos numerais de referência na Figura 22, aqueles já usados na Figura 20 designam mesmas partes ou correspondentes, e as descrições destas partes podem ser omitidas onde redundante.

O sistema de recepção na Figura 22 é comum a sua contraparte na Figura 20 visto que inclui o bloco de aquisição 101 e bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102.

10 A diferença entre as duas versões do sistema de recepção é que o sistema de recepção na Figura 22 falta o bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103, mas inclui adicionalmente um bloco de gravação 121.

15 O bloco de gravação 121 grava (isto é, armazena) o sinal produzido do bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão 102 (tais como pacotes de TS de fluxos de transporte de MPEG) a mídia de gravação (isto é, armazenamento) incluindo discos ópticos, discos rígidos (discos magnéticos), e memórias flash.

20 O sistema de recepção acima esboçado na Figura 22 pode ser aplicado ilustrativamente a gravadores para gravar radiodifusões de TV.

Na Figura 22, o sistema de recepção pode ser estruturado alternativamente para incluir o bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103. Nesta instalação, o bloco de processamento de decodificação de fonte de informação 103 executa o processo de decodificação de fonte de informação no sinal recebido, de forma que as imagens e sons adquiridos do sinal decodificado possam ser gravados pelo bloco de gravação 121.

Explicação do computador ao qual a presente invenção é aplicada

A série dos processos descritos acima pode ser executada tanto

por hardware ou por software. Onde os processos são para serem executados por software, os programas constituindo o software são instalados em computadores adequados para execução do processo.

Figura 23 mostra uma estrutura típica de um computador ao qual a presente invenção é aplicada e em que programas adequados para executar a série dos processos acima descritos estão instalados.

Os programas podem ser gravados previamente em um disco rígido 205 ou ROM 203 fornecida como um meio de gravação embutido do computador.

Alternativamente, os programas podem ser armazenados (gravados) em meio de gravação removível 211 que pode ser oferecido como um denominado pacote de software. O meio de gravação removível 211 inclui ilustrativamente discos flexíveis, CD-ROM (Memória Só de Leitura de Disco Compacto), discos MO (Magneto-Ópticos), DVD (Discos Versáteis Digitais), discos magnéticos, e memórias de semicondutor.

Além de ser instalado do meio de gravação removível 211 acima mencionado no computador, os programas podem ser carregados ao computador por redes de comunicação ou radiodifusão e instalados no disco rígido interno 205. Isto é, os programas podem ser transferidos ilustrativamente de sites de carregamento para o computador por modo sem fios por satélite de radiodifusão digital ou por fios através de tais redes como LANs (Redes de Área Local) e a Internet.

O computador incorpora uma CPU (Unidade de Processamento Central) 202 à qual uma interface de entrada/saída 210 está conectada por um barramento 201.

Quando um usuário introduz comandos à CPU 202 pela interface de entrada/saída 210 tipicamente operando um bloco de entrada 207, a CPU 202 executa programas correspondentes armazenados na ROM (Memória Só de Leitura) 203. Alternativamente, a CPU 202 pode carregar os

programas relevantes do disco rígido 205 em uma RAM (Memória de Acesso Aleatório) 204 para execução de programa.

A CPU 202 assim executa seu processamento seguindo os fluxogramas acima descritos ou utilizando as estruturas descritas nos diagramas de bloco explicados acima. Os resultados do processamento podem ser produzidos do bloco de saída 206, transmitidos por um bloco de comunicação 208, ou gravados ao disco rígido 205 como exigido.

O bloco de entrada 207 é tipicamente composto de um teclado, um mouse e um microfone. O bloco de saída 206 é constituído ilustrativamente por um LCD (Mostrador de Cristal Líquido) e alto-falantes.

Nesta especificação, as etapas de processamento que descrevem os programas para fazer o computador executar operações podem não representar somente os processos que são para serem executados na seqüência descrita nos fluxogramas em uma base de série de tempo. Especificamente, as etapas também podem representar processos que são conduzidos paralelamente ou individualmente (por exemplo, em processamento paralelo ou de maneira orientada para objeto).

Os programas podem ser processados por um computador único (ou processador) ou por uma pluralidade de computadores em uma base distribuída. O programa também pode ser transferido para um computador ou computadores remotos para execução.

Devia ser entendido por aqueles qualificados na técnica que várias modificações, combinações, subcombinações e alterações podem ocorrer dependendo de requisitos de projeto e outros fatores na medida que eles estão dentro do âmbito das reivindicações anexas ou equivalentes disso.

O presente pedido contém assunto relacionado àquele exposto no Pedido de Patente de Prioridade Japonês JP 2009-167497 depositado no Escritório de Patentes do Japão em 16 de julho de 2009, o conteúdo inteiro do qual está por este meio incorporado por referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de processamento de sinal, caracterizado pelo fato de incluir:

meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar um quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM; e

meio de correção para corrigir dito sinal de OFDM conforme dita quantidade de deslocamento de portadora; em que

dito sinal de OFDM inclui:

um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras das quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas em dito primeiro sinal de preâmbulo;

dito segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e

dito meio de processamento detecta dita quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação de ditas subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

2. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito meio de processamento inclui:

meio de detecção de fase para detectar fases das subportadoras incluídas em dito segundo sinal de preâmbulo;

meio de detecção de diferença de fase para detectar uma diferença de fase entre cada subportadora incluída em dito segundo sinal de preâmbulo por um lado, e a subportadora fixa à parte por dito número

predeterminado de subportadoras da subportadora em questão por outro lado;

meio de mapeamento para mapear a subportadora em questão ao local alcançado por rotação por dita diferença de fase na circunferência de um círculo centrando na origem de uma constelação IQ, dito meio de mapeamento adicionalmente obtendo um vetor de diferença de fase do qual o ponto de partida é dita origem e de qual a extremidade é o local ao qual dita subportadora é mapeada;

meio de computação de soma de vetor configurado tal que com respeito a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação constituindo quantidades de deslocamento de portadora de um número predeterminado de subportadoras, ditas quantidades de compensação variando de um valor mínimo a um máximo, dito meio de computação de soma de vetor determina um local deslocado alcançado por deslocamento por cada uma de ditas quantidades de compensação da primeira subportadora em dito segundo sinal de preâmbulo, adquire o vetor de diferença de fase partindo de dito local deslocado e terminando em cada uma das subportadoras localizadas a intervalos de dito número predeterminado de subportadoras, e totaliza os vetores de diferença de fase adquiridos como a correlação de cada uma de ditas subportadoras; e

um meio de detecção de valor máximo para detectar uma soma máxima fora das somas de ditos vetores de diferença de fase relativo a cada uma de dita pluralidade de quantidades de compensação, dito meio de detecção de valor máximo adicionalmente detectando a quantidade de compensação correspondendo a dita soma máxima como dita quantidade de deslocamento de portadora.

3. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que:

ditos sinais pilotos incluídos em dito segundo sinal de preâmbulo são cada obtidos modulando uma seqüência binária pseudo-

aleatória conhecida como PRBS por chaveamento por deslocamento de fase binária conhecido como BPSK; e

dito meio de detecção de fase detecta as fases de ditas subportadoras multiplicadas pelo sinal modulado obtido modulando a 5 seqüência de PRBS por BPSK.

4. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os valores mínimo e máximo de ditas quantidades de compensação são obtidos usando o quociente da divisão do espaçamento das subportadoras em dito primeiro sinal de 10 preâmbulo pelo espaçamento das subportadoras em dito segundo sinal de preâmbulo.

5. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito meio de processamento inclui:

15 meio de detecção de fase para detectar fases das subportadoras incluídas em dito segundo sinal de preâmbulo;

meio de mapeamento para mapear cada uma de ditas subportadoras ao local alcançado por rotação pela fase da subportadora em questão na circunferência de um círculo centrando na origem de uma 20 constelação IQ, dito meio de mapeamento adicionalmente obtendo um vetor de fase do qual o ponto de partida é dita origem e de qual a extremidade é o local ao qual a subportadora em questão é mapeada;

meio de computação de soma de vetor configurado tal que com respeito a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação 25 constituindo quantidades de deslocamento de portadora de um número predeterminado de subportadoras, ditas quantidades de compensação variando de um valor mínimo a um máximo, dito meio de computação de soma de vetor determina um local deslocado alcançado por deslocamento por cada uma de ditas quantidades de compensação da primeira subportadora em dito

segundo sinal de preâmbulo, adquire o vetor de fase partindo em dito local deslocado e terminando em cada uma das subportadoras localizadas a intervalos de dito número predeterminado de subportadoras, e totaliza os vetores de fase adquiridos como a correlação de cada uma de ditas subportadoras; e

meio de detecção de valor máximo para detectar uma soma máxima fora das somas de ditos vetores de fase relativo a cada uma de dita pluralidade de quantidades de compensação, dito meio de detecção de valor máximo adicionalmente detectando a quantidade de compensação correspondendo a dita soma máxima como dita quantidade de deslocamento de portadora.

6. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que:

ditos sinais pilotos incluídos em dito segundo sinal de preâmbulo são cada obtidos modulando uma seqüência binária pseudo-aleatória conhecida como PRBS por chaveamento por deslocamento de fase binária conhecido como BPSK; e

dito meio de detecção de fase detecta as fases de ditas subportadoras multiplicadas pelo sinal modulado obtido modulando a seqüência de PRBS por BPSK.

7. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que os valores mínimo e máximo de ditas quantidades de compensação são obtidos usando o quociente da divisão do espaçamento das subportadoras em dito primeiro sinal de preâmbulo pelo espaçamento das subportadoras em dito segundo sinal de preâmbulo.

8. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito meio de processamento inclui:

meio de detecção de potência para detectar um valor de potência correspondendo à potência de cada uma das subportadoras incluídas em dito segundo sinal de preâmbulo;

meio de computação de soma configurado tal que com respeito
5 a cada uma de uma pluralidade de quantidades de compensação constituindo quantidades de deslocamento de portadora de um número predeterminado de subportadoras, ditas quantidades de compensação variando de um valor mínimo a um máximo, dito meio de computação de soma de vetor determina um local deslocado alcançado por deslocamento por cada uma de ditas
10 quantidades de compensação da primeira subportadora em dito segundo sinal de preâmbulo, e totaliza os valores de potência detectados a intervalos de dito número predeterminado de subportadoras relativo a dito local deslocado como a correlação de cada uma de ditas subportadoras; e

meio de detecção de valor máximo para detectar uma soma
15 máxima fora das somas de ditos valores de potência relativo a cada uma de dita pluralidade de quantidades de compensação, dito meio de detecção de valor máximo adicionalmente detectando a quantidade de compensação correspondendo a dita soma máxima de ditos valores de potência como dita quantidade de deslocamento de portadora.

20 9. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que os valores máximo e mínimo de ditas quantidades de compensação são obtidos usando dito número predeterminado.

25 10. Aparelho de processamento de sinal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

dito aparelho de processamento de sinal é sujeito a um padrão chamado DVB-T2; e

dito primeiro e dito segundos sinais de preâmbulo correspondem a P1 e P2, respectivamente, que são definidos por DVB-T2.

11. Método de processamento de sinal, caracterizado pelo fato de que inclui as etapas de:

- 5 fazer um aparelho de processamento de sinal executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM; e
- 10 fazer dito aparelho de processamento de sinal corrigir dito sinal de OFDM conforme dita quantidade de deslocamento de portadora; em que
- dito sinal de OFDM inclui:
- um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e
- um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras
- 15 incluídas em dito primeiro sinal de preâmbulo;
- dito segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e
- dito processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora detecta dita quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação de ditas subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

20 12. Sistema de recepção, caracterizado pelo fato de incluir:

- 25 um bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão configurado para executar um processo de decodificação de canal de transmissão em um de sinal adquirido por um canal de transmissão, dito processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos o processo de corrigir erros tendo ocorrido em dito canal de transmissão; e
- um bloco de processamento de decodificação de fonte de

informação configurado para executar um processo de decodificação de fonte de informação no sinal tendo sofrido dito processo de decodificação de canal de transmissão, dito processo de decodificação de fonte de informação incluindo pelo menos o processo de expandir informação comprimida de volta para a informação original; em que

5 dito sinal adquirido por dito canal de transmissão é um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM obtido executando pelo menos codificação de compressão para compressão de informação e codificação de correção de erro para corrigir os 10 erros tendo ocorrido em dito canal de transmissão;

10 dito bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão inclui:

15 meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular dito sinal de OFDM, e

20 meio de correção para corrigir dito sinal de OFDM conforme dita quantidade de deslocamento de portadora;

25 dito sinal de OFDM inclui:

um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas em dito primeiro sinal de preâmbulo;

30 dito segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e

35 dito meio de processamento detecta dita quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação de ditas subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

13. Sistema de recepção, caracterizado pelo fato de incluir:
- um bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão configurado para executar um processo de decodificação de canal de transmissão em um de sinal adquirido por um canal de transmissão, dito 5 processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos o processo de corrigir erros tendo ocorrido em dito canal de transmissão; e
- um bloco de saída configurado para produzir imagens e sons baseados no sinal tendo sofrido dito processo de decodificação de canal de transmissão; em que
- 10 dito sinal adquirido por dito canal de transmissão é um sinal multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM obtido executando pelo menos codificação de correção de erro para corrigir os erros tendo ocorrido em dito canal de transmissão;
- dito bloco de processamento de decodificação de canal de 15 transmissão inclui:
- meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular dito sinal de OFDM, e
- 20 meio de correção para corrigir dito sinal de OFDM conforme dita quantidade de deslocamento de portadora;
- dito sinal de OFDM inclui:
- um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e
- um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de 25 quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas em dito primeiro sinal de preâmbulo;
- dito segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e

dito meio de processamento detecta dita quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação de ditas subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

14. Sistema de recepção, caracterizado pelo fato de incluir:

5 um bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão configurado para executar um processo de decodificação de canal de transmissão em um sinal adquirido por um canal de transmissão, dito processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos o processo de corrigir erros tendo ocorrido em dito canal de transmissão; e

10 um bloco de gravação configurado para gravar o sinal tendo sofrido dito processo de decodificação de canal de transmissão; em que

 dito sinal adquirido por dito canal de transmissão é um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM obtido executando pelo menos codificação de correção de erro para 15 corrigir os erros tendo ocorrido em dito canal de transmissão;

 dito bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão inclui:

 meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar um quantidade de 20 deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular dito sinal de OFDM, e

 meio de correção para corrigir dito sinal de OFDM conforme dita quantidade de deslocamento de portadora;

 dito sinal de OFDM inclui:

25 um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e

 um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento da subportadoras incluídas em dito primeiro sinal de preâmbulo;

 dito segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são

sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e

dito meio de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação de ditas subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

15. Sistema de recepção, caracterizado pelo fato de incluir:

meio de aquisição para adquirir uma via de sinal por um canal de transmissão; e

um bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão configurado para executar um processo de decodificação de canal de transmissão no sinal adquirido por dito canal de transmissão, dito processo de decodificação de canal de transmissão incluindo pelo menos o processo de corrigir erros tendo ocorrido em dito canal de transmissão; em que

dito sinal adquirido por dito canal de transmissão é um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM obtido executando pelo menos codificação de correção de erro para corrigir os erros tendo ocorrido em dito canal de transmissão;

dito bloco de processamento de decodificação de canal de transmissão inclui:

20 meio de processamento para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular dito sinal de OFDM, e

meio de correção para corrigir dito sinal de OFDM conforme dita quantidade de deslocamento de portadora;

dito sinal de OFDM inclui:

um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e

um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento da subportadoras

incluídas em dito primeiro sinal de preâmbulo;

dito segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e

5 dito meio de processamento detecta dita quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação de ditas subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

16. Aparelho de processamento de sinal, caracterizado pelo fato de incluir:

10 um bloco de processamento configurado para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar um quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM; e

15 um bloco de correção configurado para corrigir dito sinal de OFDM conforme dita quantidade de deslocamento de portadora; em que

dito sinal de OFDM inclui:

um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e

um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras de

20 quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas em dito primeiro sinal de preâmbulo;

dito segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras; e

25 dito bloco de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação de ditas subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.

FIG. 1

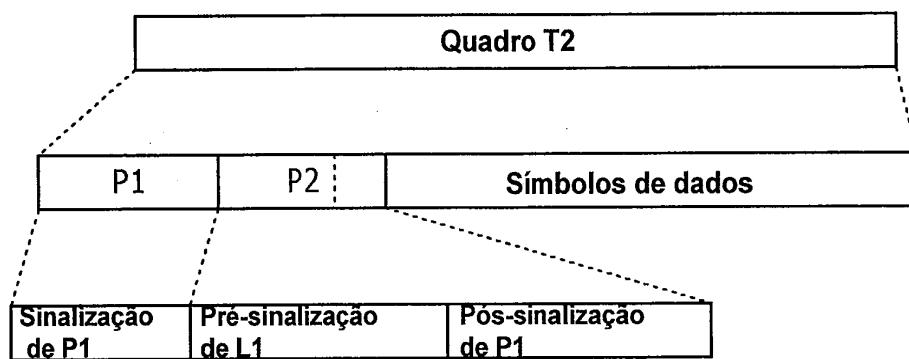


FIG. 2

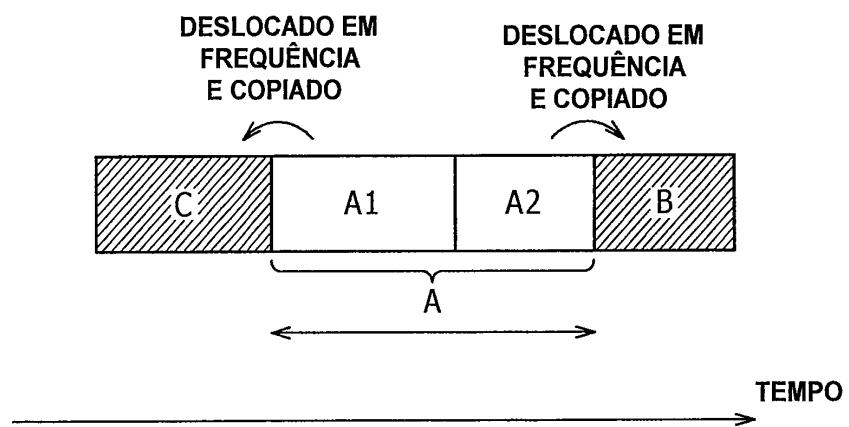


FIG. 3

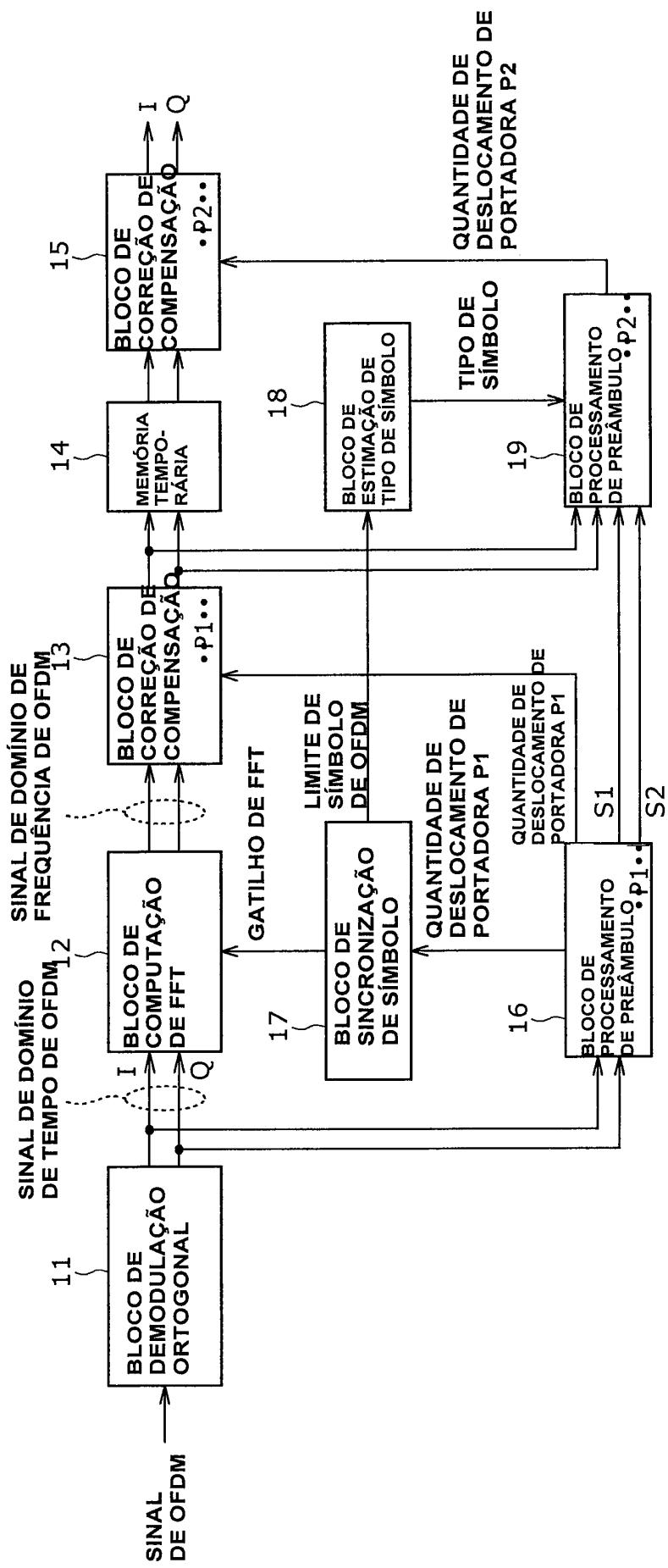
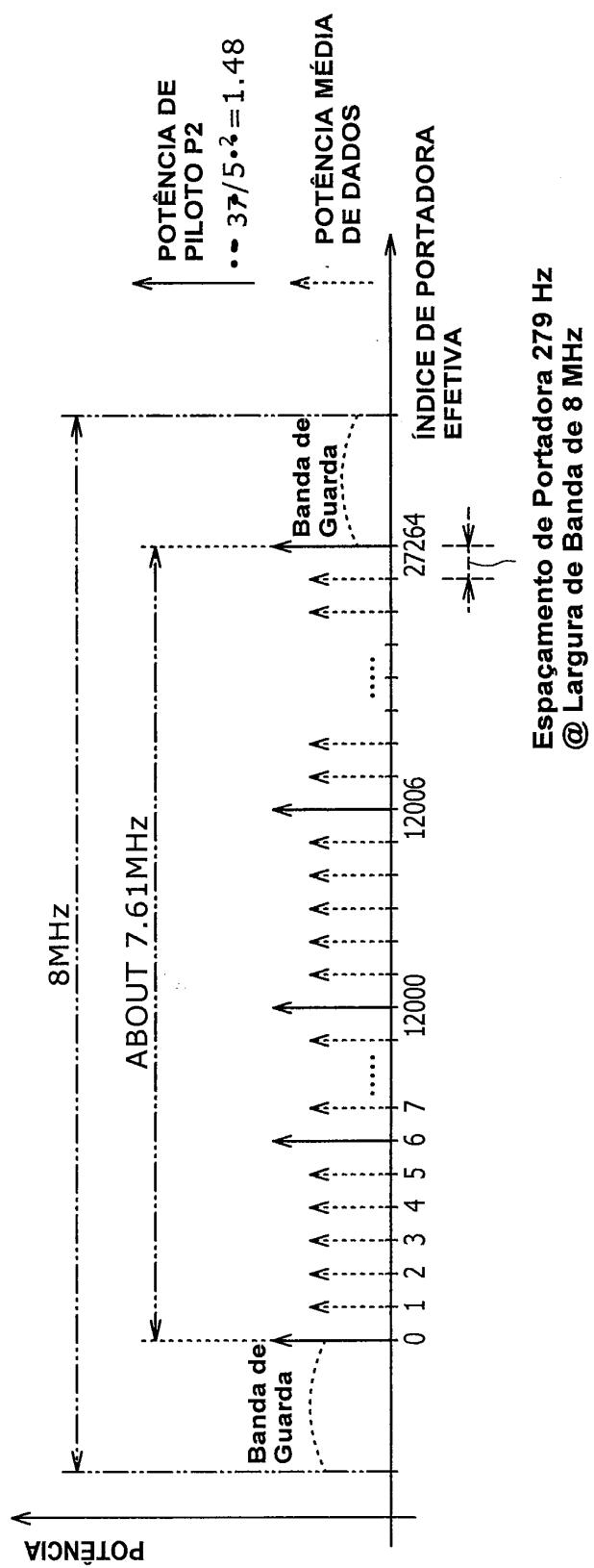


FIG. 4



Espaçamento de Portadora 279 Hz
 $\therefore 37/5 \cdot 2 = 1.48$

FIG. 5 A

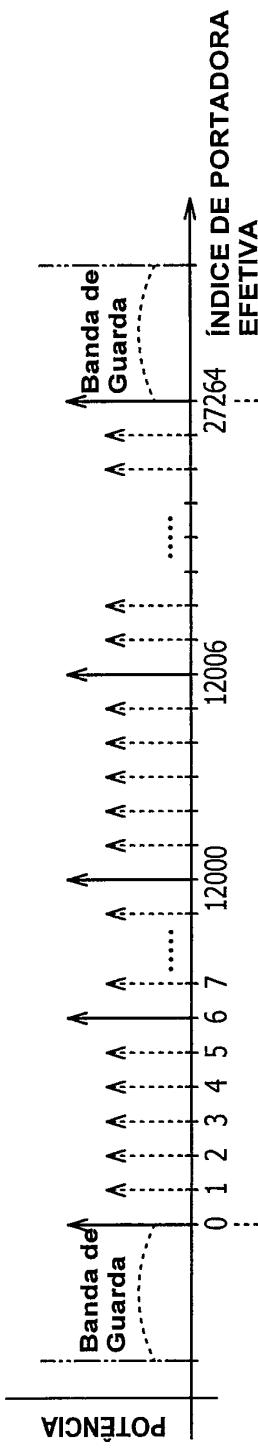


FIG. 5 B

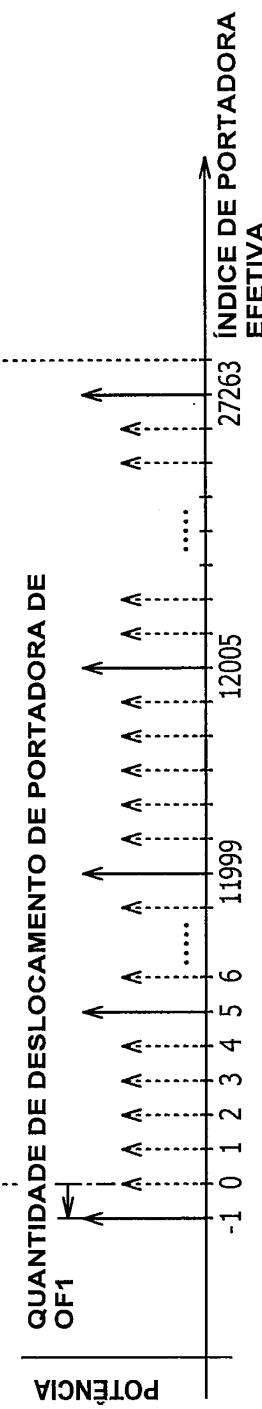


FIG. 6A

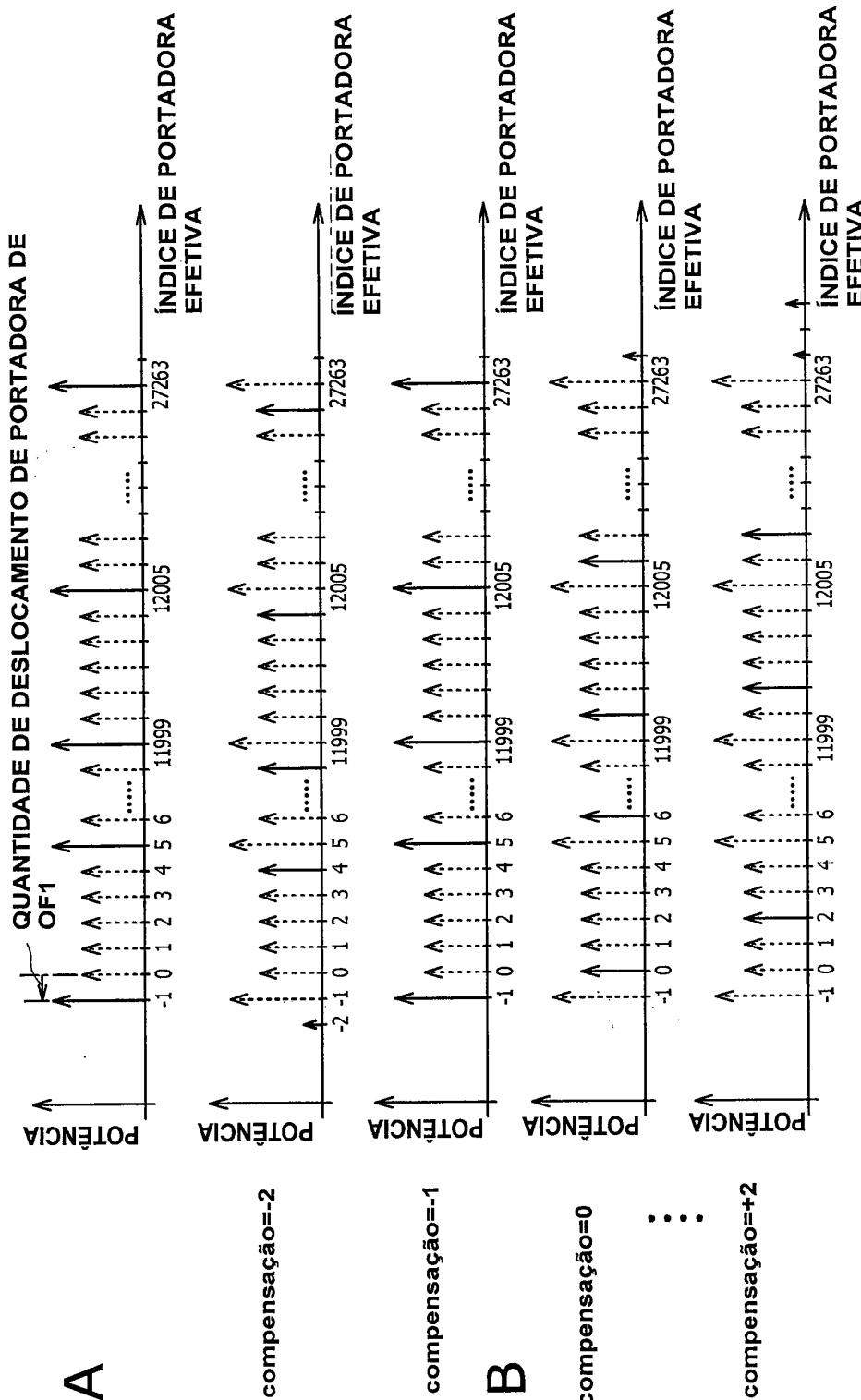


FIG. 7

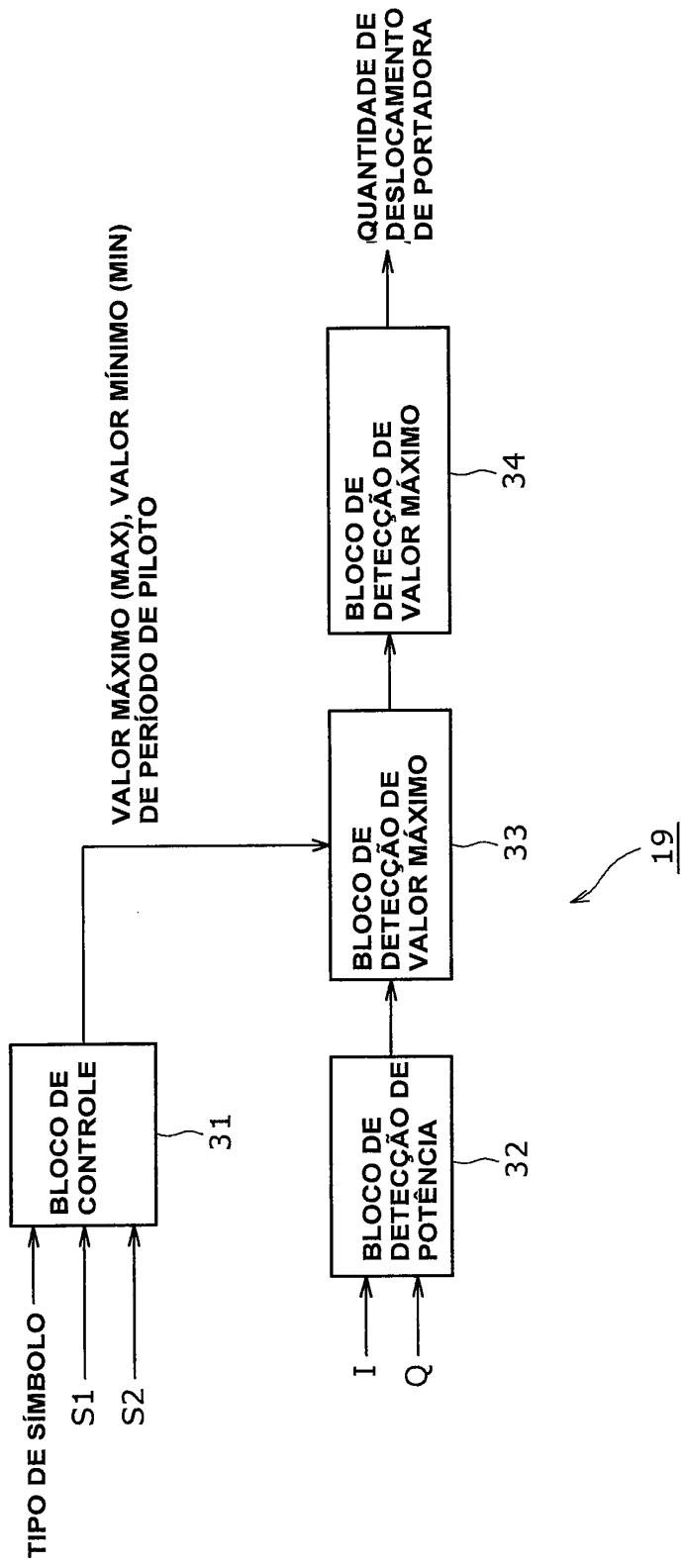


FIG. 8

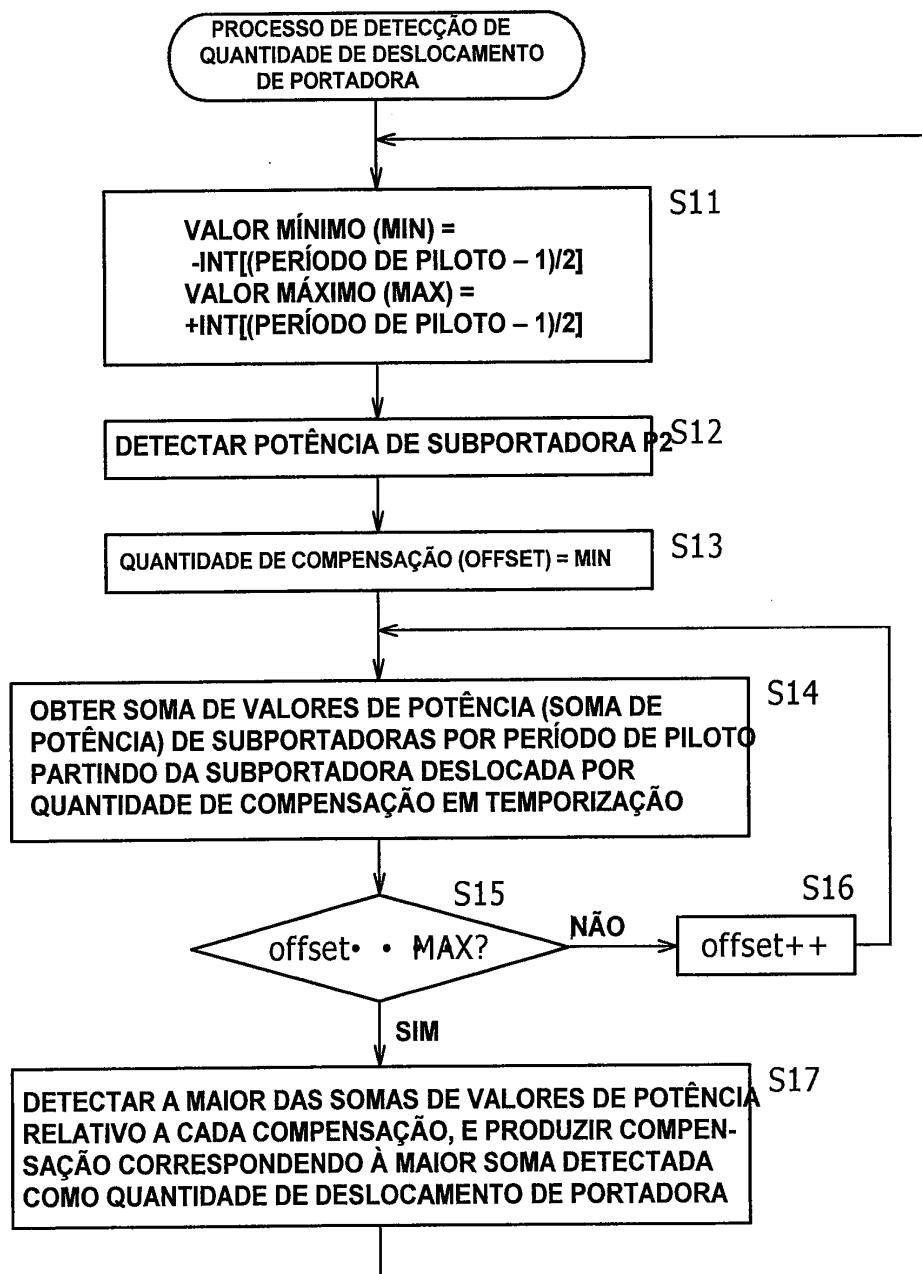


FIG. 9A

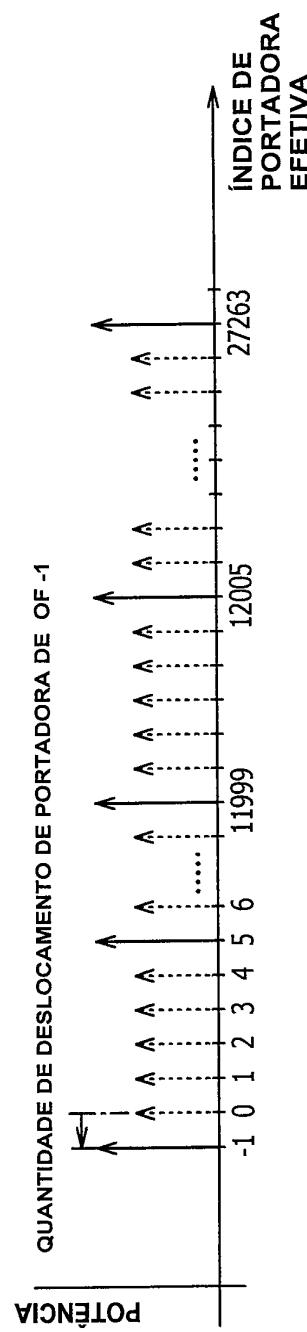


FIG. 9B

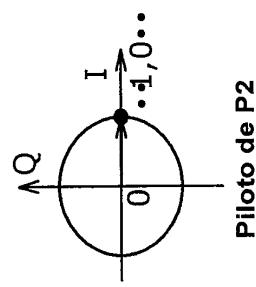
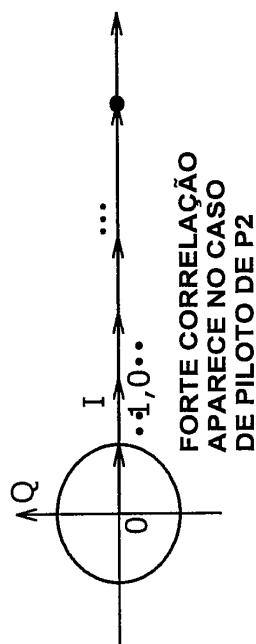


FIG. 9C



FORTE CORRELAÇÃO APARECE NO CASO DE PILOTO DE P2

FIG. 9 D

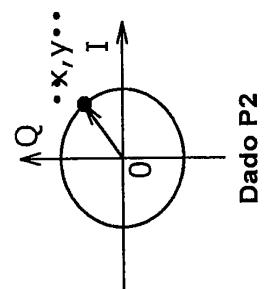


FIG. 10

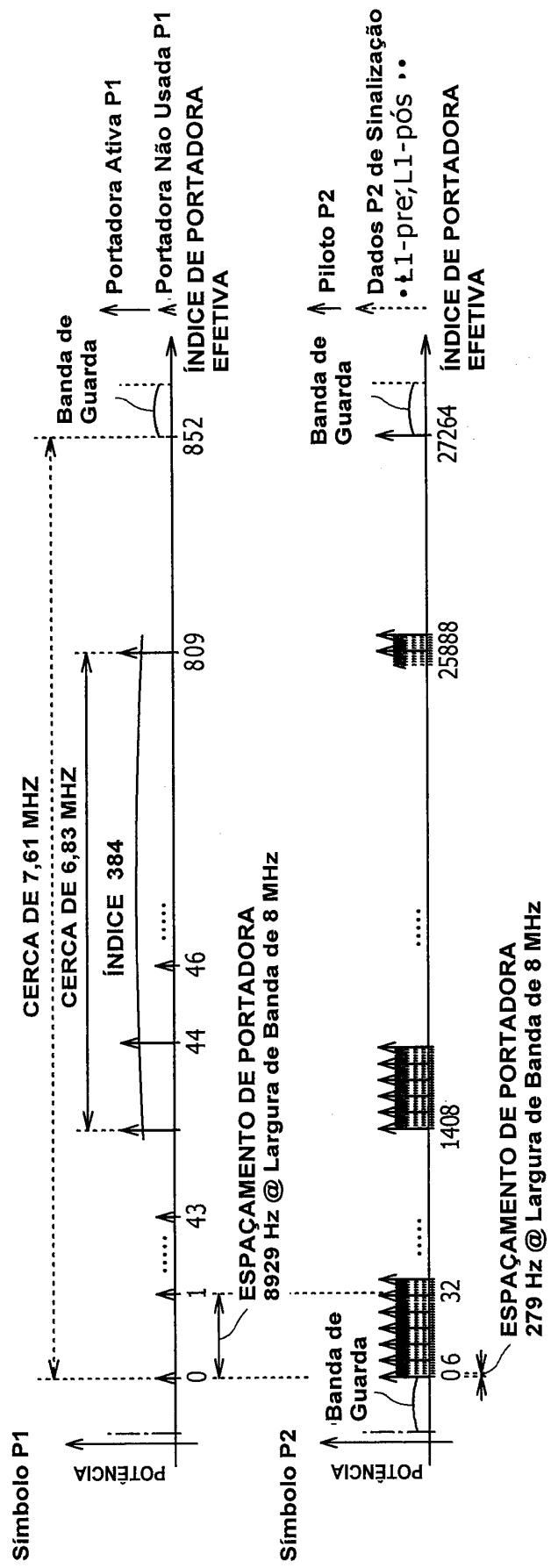


FIG. 11

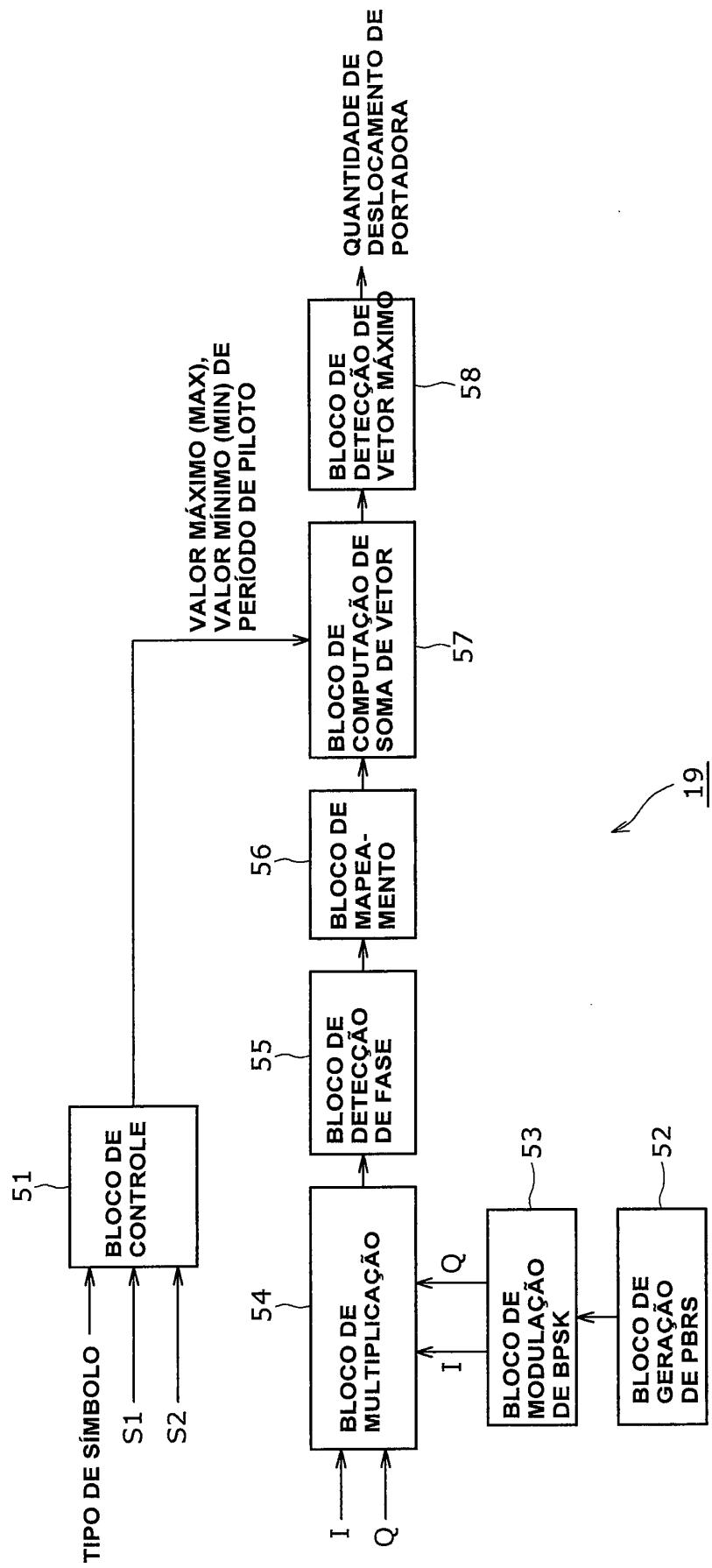


FIG. 12

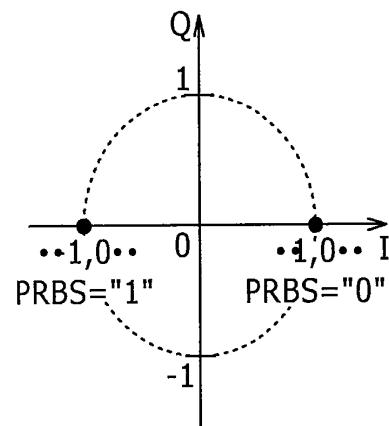


FIG. 13

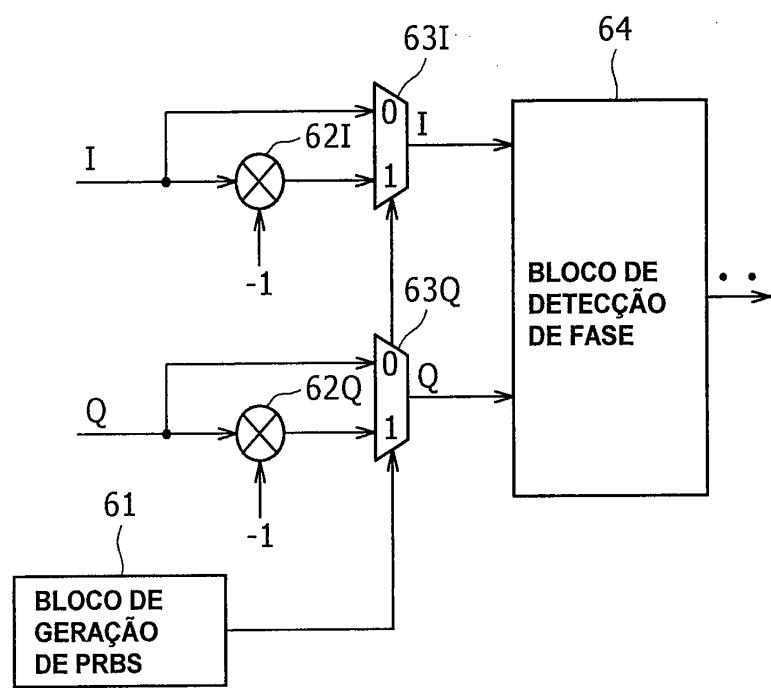


FIG. 14

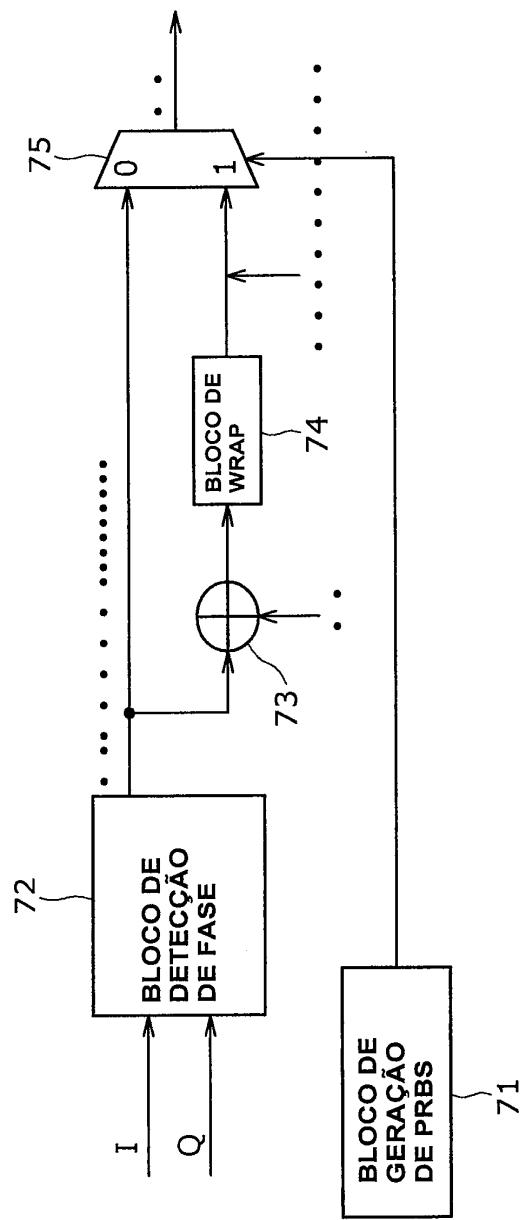


FIG. 15

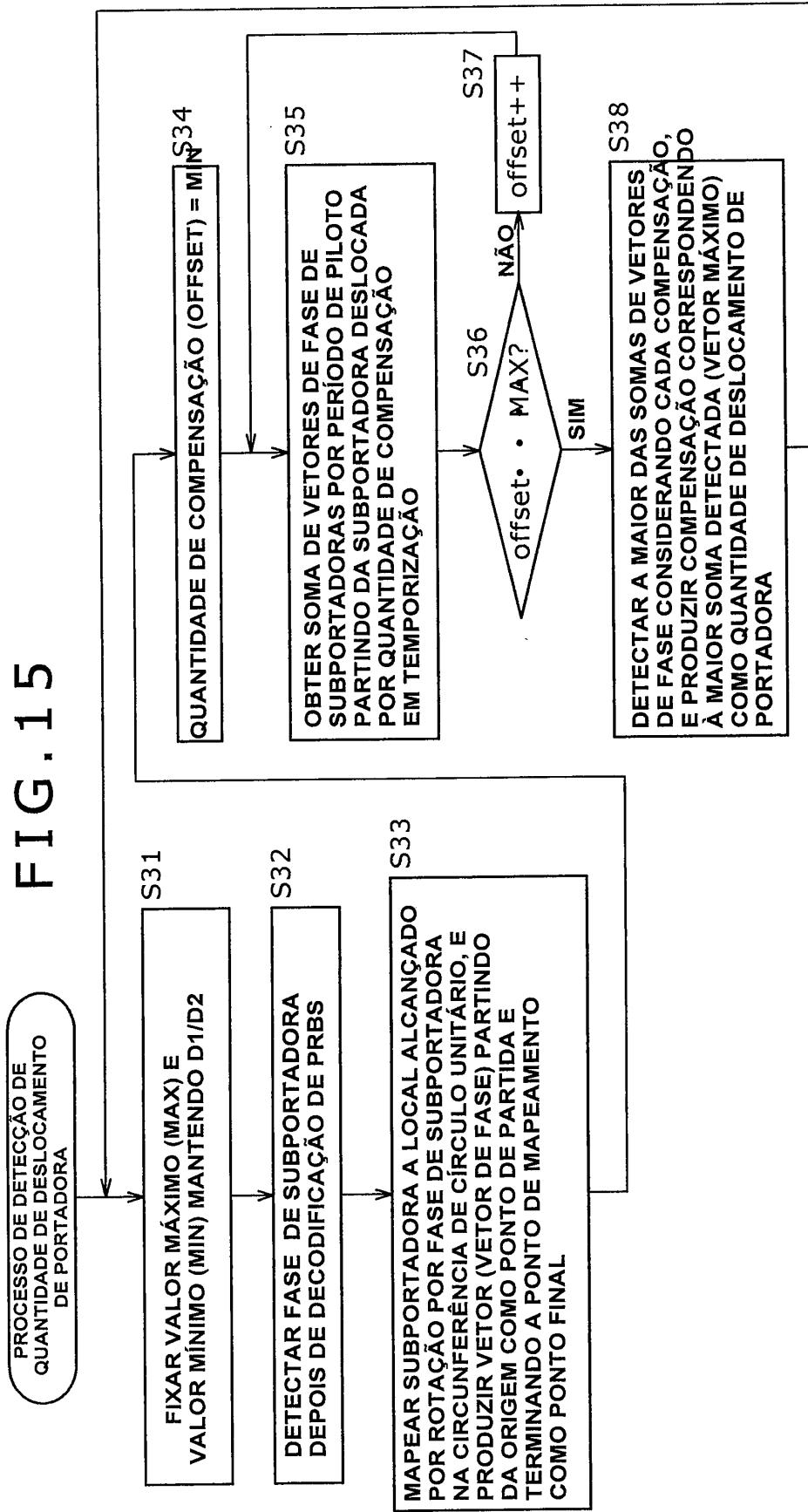


FIG. 16 A

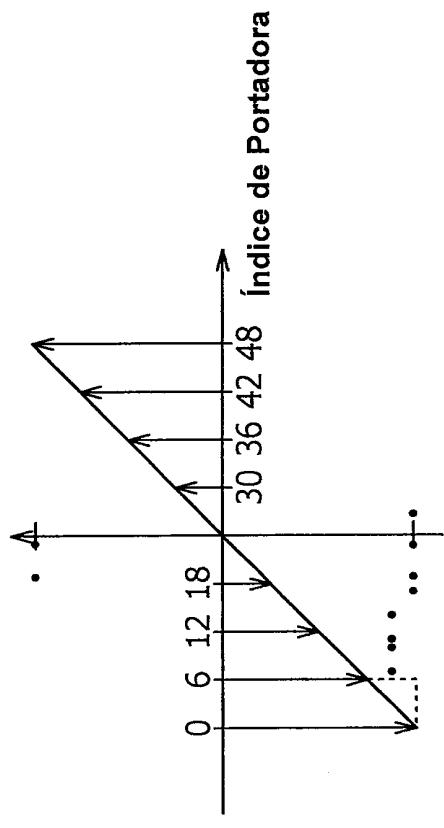
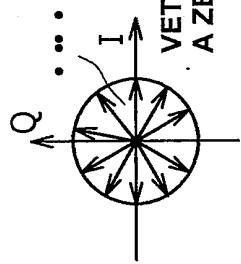
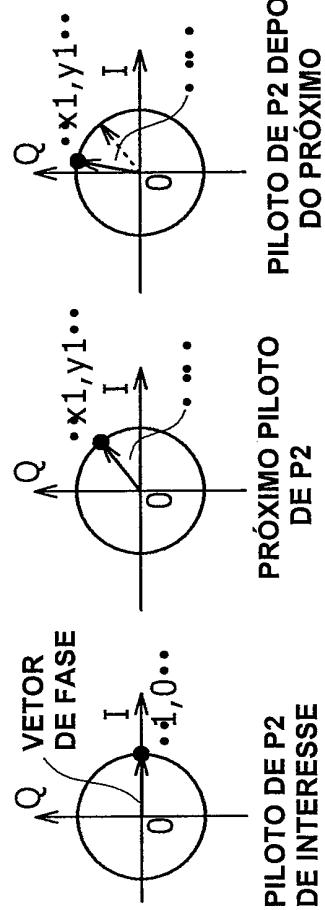


FIG. 16 C



VETORES DE PILOTO DE P2 ESTÃO COMPENSADOS
A ZERO QUANDO TOTALIZADOS

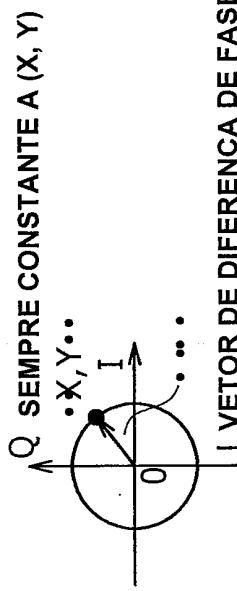
FIG. 16 B



PILOTO DE P2
DE INTERESSE

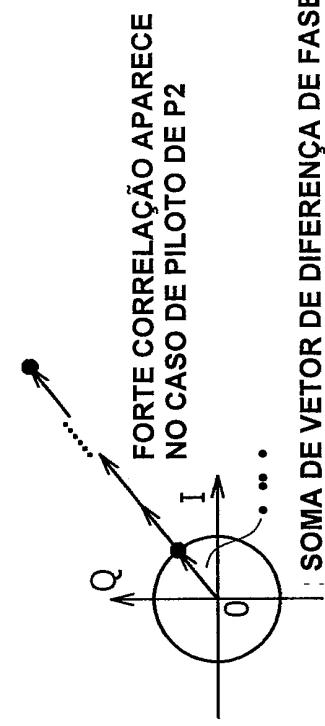
PRÓXIMO PILOTO
DE P2

FIG. 16 D



Q SEMPRE CONSTANTE A (X, Y)

FIG. 16 E



•...•
| VETOR DE DIFERENÇA DE FASE

FORTE CORRELAÇÃO APARECE
NO CASO DE PILOTO DE P2

SOMA DE VETOR DE DIFERENÇA DE FASE

FIG. 17

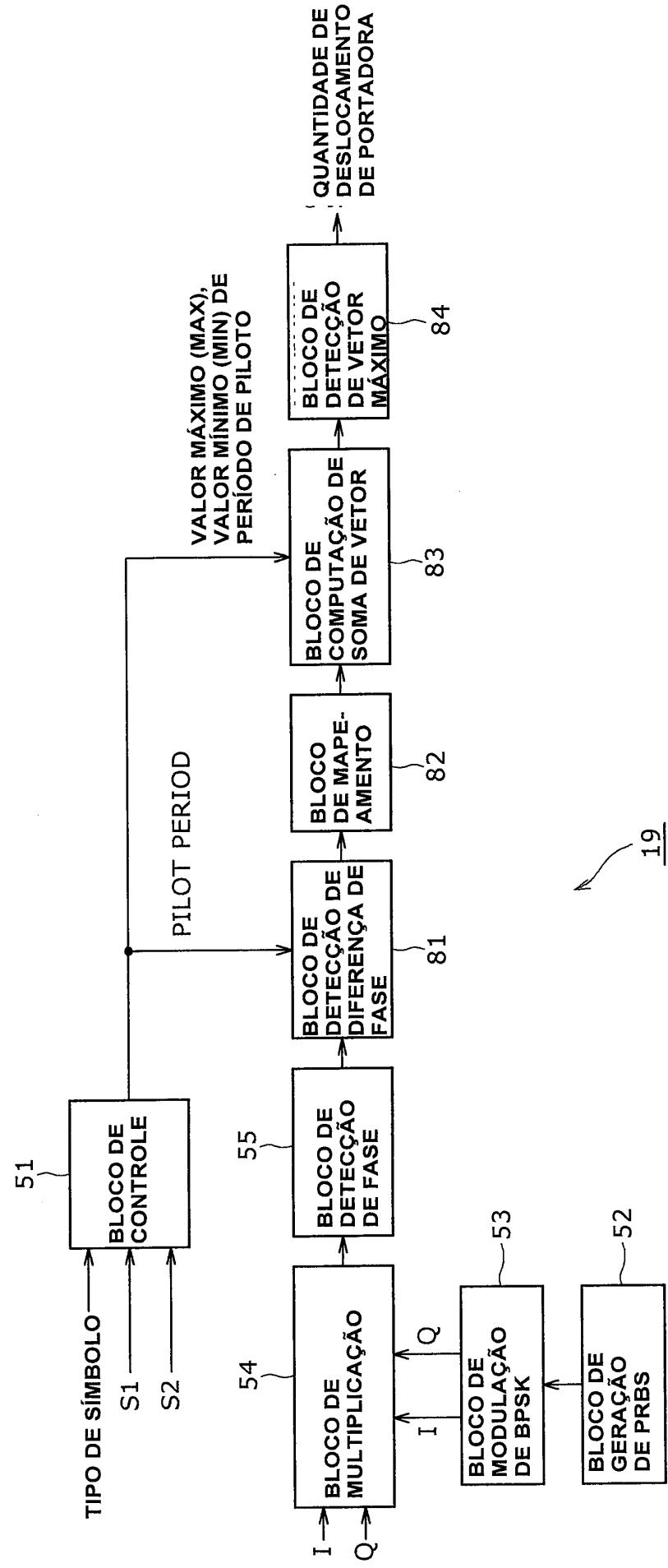


FIG. 18

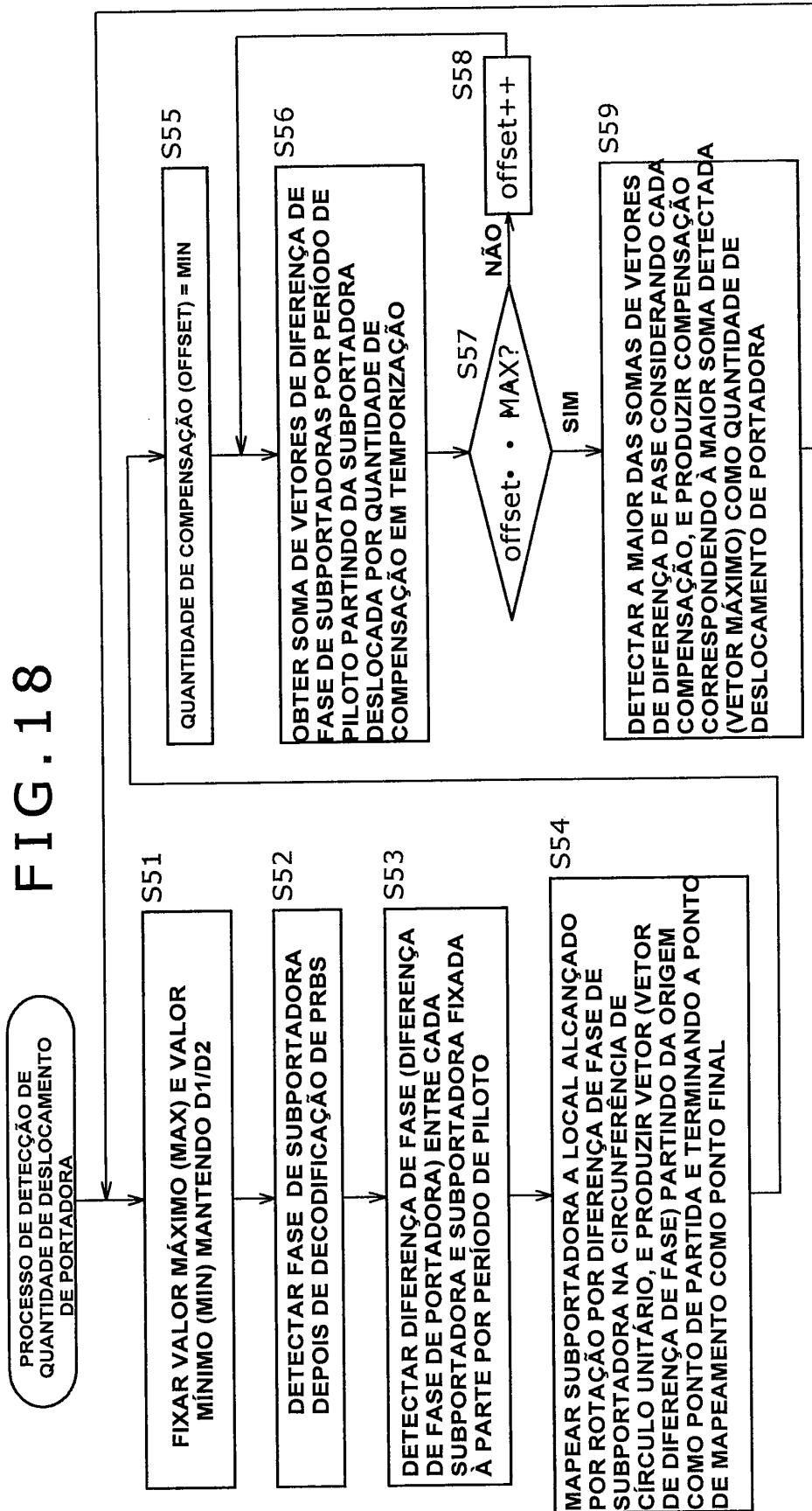


FIG. 19

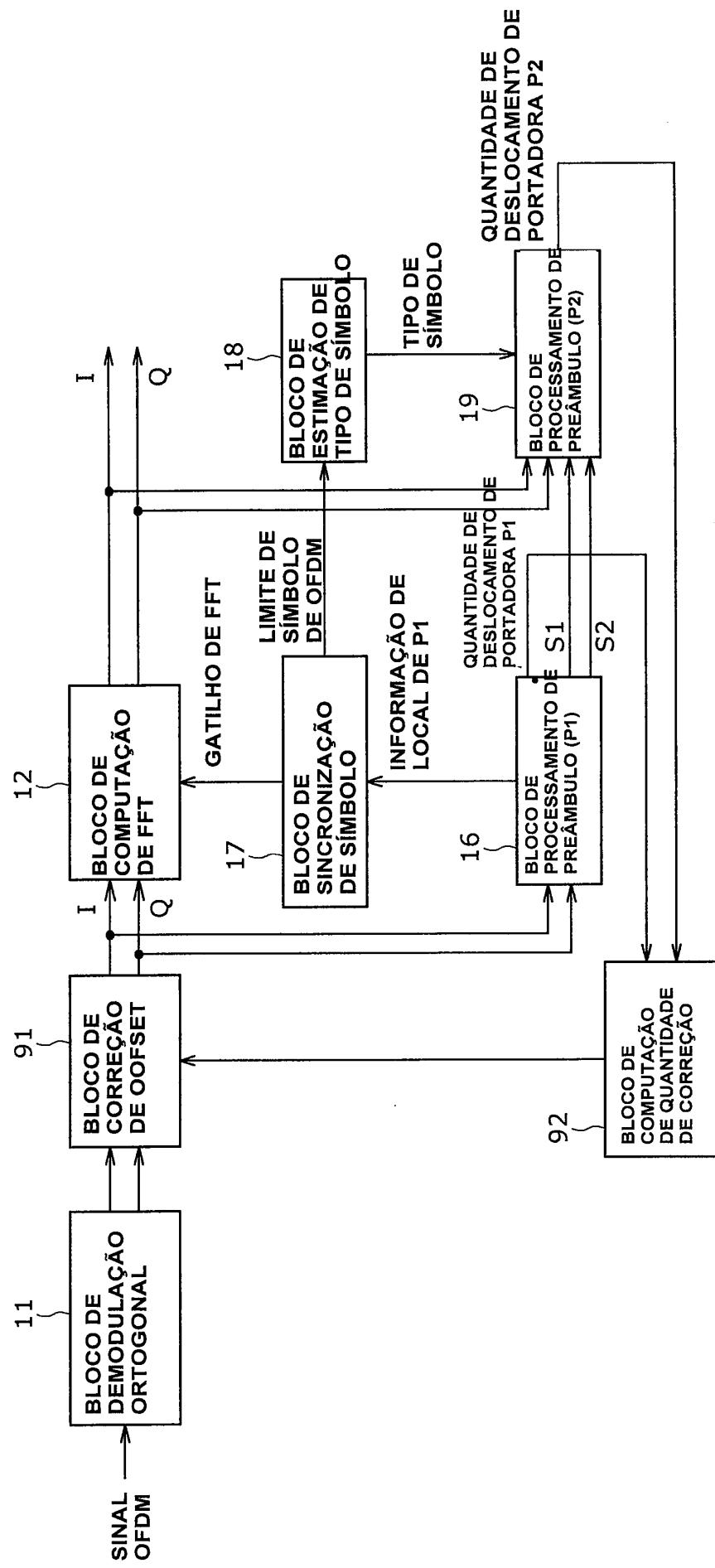


FIG. 20

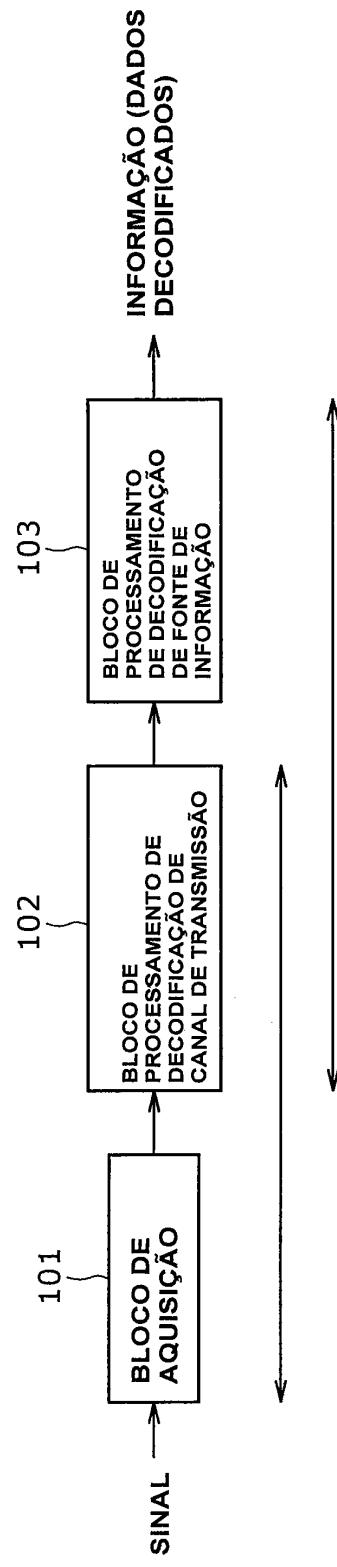


FIG. 21

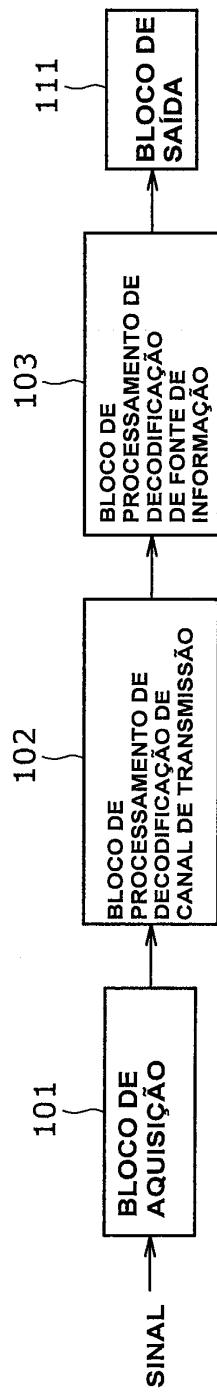


FIG. 22

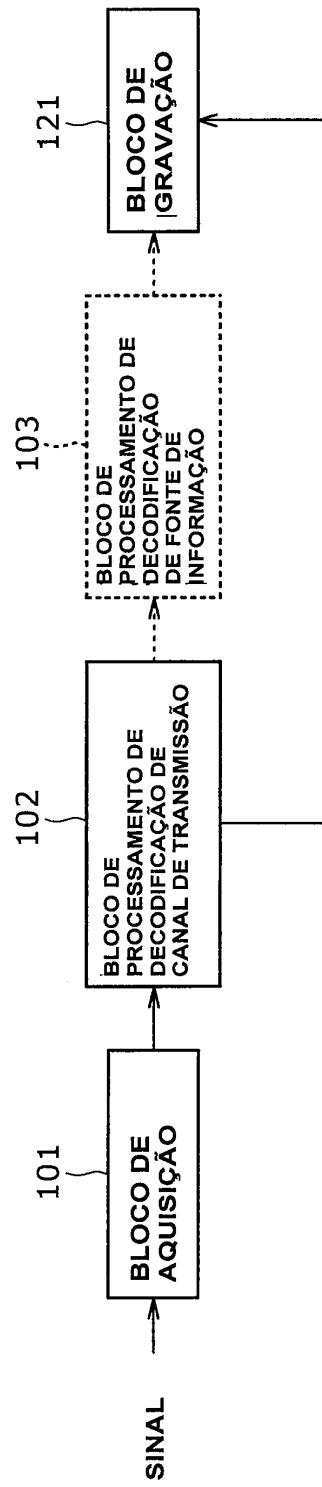
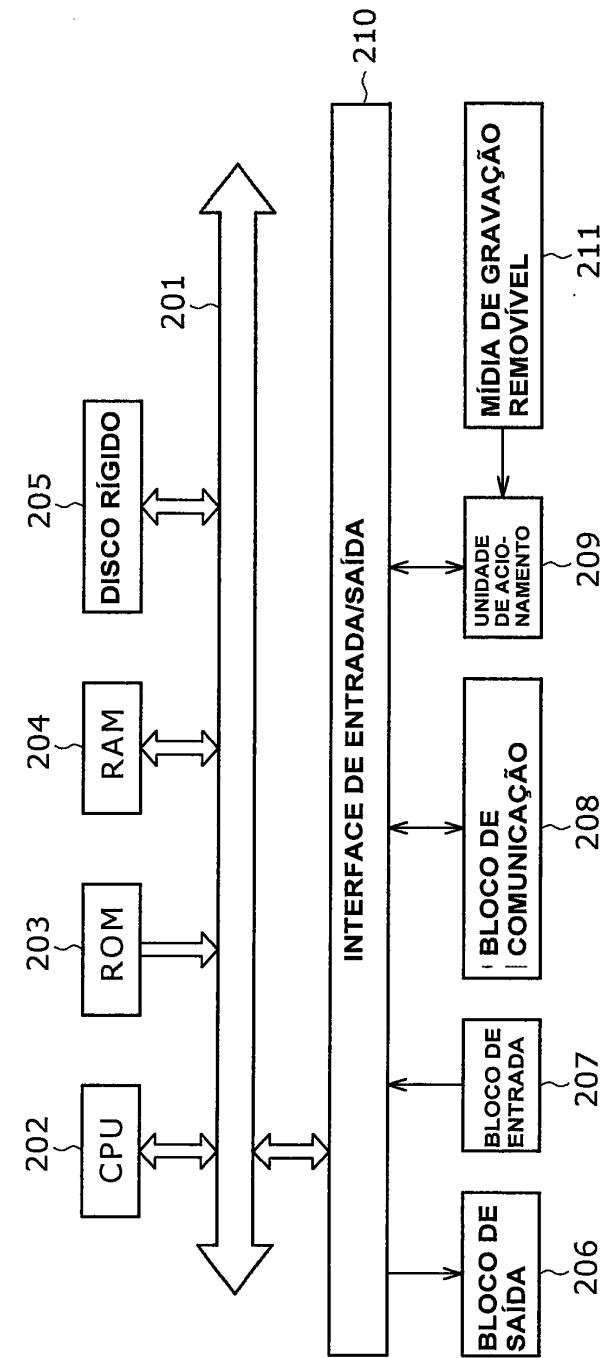


FIG. 23



RESUMO**“APARELHO E MÉTODO DE PROCESSAMENTO DE SINAL, E,
SISTEMA DE RECEPÇÃO”**

Exposto aqui é um aparelho de processamento de sinal incluindo um bloco de processamento configurado para executar um processo de detecção de quantidade de deslocamento de portadora para detectar uma quantidade de deslocamento de portadora constituindo um erro de portadora usada para demodular um sinal de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal conhecido como o sinal de OFDM; e um bloco de correção configurado para corrigir o sinal de OFDM conforme a quantidade de deslocamento de portadora. O sinal de OFDM inclui um primeiro sinal de preâmbulo incluindo subportadoras, e um segundo sinal de preâmbulo incluindo subportadoras das quais o espaçamento é mais estreito do que o espaçamento das subportadoras incluídas no primeiro sinal de preâmbulo. O segundo sinal de preâmbulo inclui sinais pilotos que são sinais conhecidos localizados a intervalos de um número predeterminado de subportadoras. O bloco de processamento detecta a quantidade de deslocamento de portadora usando uma correlação das subportadoras incluídas em um tal segundo sinal de preâmbulo.