



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

(21) **PI0618574-6 A2**

(22) Data de Depósito: 15/11/2006
(43) Data da Publicação: 06/09/2011
(RPI 2122)



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

(54) Título: SINCRONIZAÇÃO EM UM RECEPTOR DE MULTIPLANTAS COM CORRELAÇÃO DE INTERVALO DE GUARDA

(30) Prioridade Unionista: 22/03/2006 US 11/386,865, 15/11/2005 US 60/737,087, 15/11/2005 US 60/737,087, 22/03/2006 US 11/386,865

(73) Titular(es): Qualcomm Incorporated

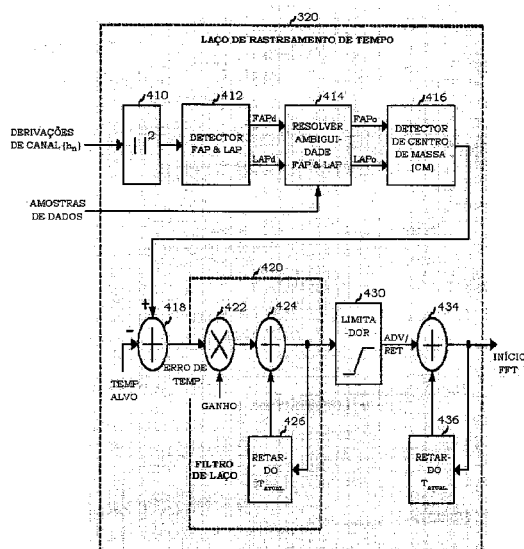
(72) Inventor(es): Kuei-Chiang Lai, Serguei A. Glazko, Shimman Patel

(74) Procurador(es): Montauri Pimenta & Machado Lioce S/C Ltda

(86) Pedido Internacional: PCT US2006060950 de 15/11/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/059520 de 24/05/2007

(57) Resumo: SINCRONIZAÇÃO EM UM RECEPTOR DE MULTIPLANTAS COM CORRELAÇÃO DE INTERVALO DE GUARDA. Técnicas para realizar rastreamento de tempo em um receptor são descritas. Um primeiro percurso de chegada (FAP) e um último percurso de chegada (LAP) são detectados com base em uma estimativa de resposta de impulso de canal para um canal de comunicação. O FAP e LAP detectados podem estar corretos ou trocados. Para resolver a ambiguidade no FAR e LAP detectados, uma primeira hipótese que corresponde ao FAR e LAP sendo detectados corretamente e uma segunda hipótese que corresponde ao FAP e LAP sendo detectados incorretamente são avaliadas. Para cada hipótese, o PAR e LAP hipotéticos são determinados com base no PAR e LAP detectados, uma janela de correlação é determinada com base no PAR e LAP hipotéticos, e uma correlação é realizada utilizando a janela de correlação. A hipótese correta é determinada com base nos resultados de correlação para as duas hipóteses. A temporização no receptor é atualizada com base no PAR e LAP hipotéticos para a hipótese correta e utilizada na demodulação.



7068546-6

"SINCRONIZAÇÃO EM UM RECEPTOR DE MULTIPORTADORAS COM CORRELAÇÃO DE INTERVALO DE GUARDA".

Campo da Invenção

A presente descrição refere-se, de maneira geral,
5 á comunicação e, mais especificamente, a técnicas para
efetuar rastreamento de tempo em um receptor em um sistema
de comunicação.

Descrição da Técnica Anterior

A multiplexação por divisão de frequência
10 ortogonal (OFDM) é uma técnica de modulação de
multiportadoras que pode proporcionar bom desempenho em
alguns ambientes sem fio. A OFDM particiona a largura de
banda total do sistema em múltiplas (K) sub-bandas de
frequência ortogonal, que são também chamadas sub-
15 portadoras, tons, bins e assim por diante. Com a OFDM, cada
sub-banda é associada a uma respectiva sub-portadora, que
pode ser modulada com dados. Até K símbolos de modulação
podem ser enviados nas K sub-bandas em cada período de
símbolos OFDM.

20 Em um sistema OFDM, um transmissor tipicamente
transforma os símbolos de modulação para cada período de
símbolos OFDM no domínio do tempo com uma transformada
rápida inversa de Fourier (IFFT) ou transformada discreta
inversa de Fourier (IDFT) de K pontos para obter K chips no
25 domínio do tempo. Para combater o espalhamento de retardo
em um canal de comunicação, o transmissor repete alguns dos
K chips para formar um símbolo OFDM. A parte repetida é
comumente denominada de intervalo de guarda ou prefixo
cíclico. O intervalo de guarda é utilizado para combater a
30 interferência inter-símbolo (ISI) e a interferência inter-
portadora (ICI) causadas pelo espalhamento de retardo, que

é a diferença de tempo entre os percursos dos sinais que chegam antes e depois em um receptor.

O receptor executa processamento exemplar e remove o intervalo de guarda em cada símbolo OFDM recebido.

5 O receptor então transforma K amostras no domínio do tempo para cada símbolo OFDM recebido no domínio da frequência com uma transformada rápida de Fourier (FFT) ou transformada discreta de Fourier (DFT) de K pontos para obter K símbolos recebidos para as K sub-bandas. O

10 receptor então realiza a detecção nos símbolos recebidos para recuperar os símbolos de modulação transmitidos. O receptor tipicamente mantém um laço de rastreamento de tempo que determina a colocação apropriada de uma janela FFT para cada símbolo OFDM recebido. Esta janela FFT indica

15 quais amostras devem ser retidas e quais amostras devem ser descartadas. O desempenho de detecção de dados é consideravelmente afetado pela colocação da janela FFT.

Há, portanto, necessidade na arte de técnicas para efetuar rastreamento de tempo em um receptor para

20 obter uma colocação precisa da janela FFT.

Resumo da Invenção

Técnicas para efetuar rastreamento de tempo em um receptor são descritas aqui. Uma estimativa de resposta de impulso de canal para um canal de comunicação pode ser

25 derivada, por exemplo, com base em um piloto recebido. Um primeiro percurso de chegada (FAP) e um último percurso de chegada (LAP) podem ser detectados com base na estimativa de resposta de impulso de canal. O FAP e o LAP podem ser detectados corretamente, e o FAP e o LAP podem ser o FAP e

30 o LAP verdadeiros, respectivamente. Entretanto, se o espalhamento de retardo do canal de comunicação for excessivo, então o FAP e o LAP podem ser detectados incorretamente, e o FAP e o LAP detectados podem ser

trocados e podem corresponder ao LAP e ao FAP verdadeiros, respectivamente.

Para resolver a ambigüidade no FAP e LAP detectados, duas hipóteses podem ser avaliadas. A primeira hipótese pode corresponder ao FAP e LAP sendo corretamente detectados, e a segunda hipótese pode corresponder ao FAP e LAP sendo incorretamente detectados. Para cada hipótese, o FAP e o LAP apresentados como hipóteses são determinados com base no FAP e LAP detectados, e uma janela de correlação é determinada com base no FAP e LAP hipotéticos. A janela de correlação para cada hipótese pode cobrir todo ou uma parte do intervalo de guarda para o LAP hipotético. Para cada hipótese, a correlação pode ser efetuada entre um primeiro segmento de dados recebidos dentro da janela de correlação e um segundo segmento de dados recebidos, que podem estar K amostras afastados, onde K é a duração da parte útil de um símbolo OFDM. A hipótese correta pode ser determinada com base nos resultados da correlação para as duas hipóteses. A temporização no receptor pode ser atualizada com base no FAP e LAP hipotéticos para a hipótese correta. Uma demodulação OFDM pode ser efetuada com base na temporização atualizada no receptor, como, por exemplo, a janela FFT pode ser colocada com precisão com base na temporização no receptor.

Vários aspectos e modalidades da invenção são descritos em maiores detalhes a seguir.

Breve Descrição das Figuras

Os aspectos e a natureza da presente invenção se tornarão mais evidentes com a descrição detalhada apresentada a seguir quando considerada em conjunto com os desenhos, nos quais as mesmas referências identificam os mesmos elementos em todo o relatório.

Figura 1 - mostra um diagrama em blocos de um transmissor e um receptor.

Figura 2 - mostra um diagrama em blocos de um modulador OFDM no transmissor.

5 Figura 3 - mostra um diagrama em blocos de um demodulador OFDM no receptor.

Figura 4 - mostra um diagrama em blocos de um laço de rastreamento de tempo no receptor.

Figuras 5A-5F - mostram uma detecção de FAP e LAP
10 para duas estimativas exemplares de resposta de impulso de canal.

Figuras 6A-6D - mostram topologias de canal e respostas de impulso de canal para dois cenários operacionais exemplares.

15 Figuras 7A-7C - mostram possíveis decisões de um detector de FAP & LAP.

Figuras 8A-8D - mostram uma modalidade para resolver ambigüidade na detecção de FAP e LAP pela correlação de dados de símbolo OFDM.

20 Figura 9 - mostra janelas de correlação utilizadas para resolver ambigüidade de FAP e LAP.

Figura 10 - mostra um processo para resolver ambigüidade no FAP e LAP detectados.

Figura 11 - mostra outro processo para resolver
25 ambigüidade no FAP e LAP detectados.

Figura 12 - mostra um processo para efetuar rastreamento de tempo no receptor.

Descrição Detalhada da Invenção

A palavra "exemplar" é aqui utilizada como
30 significando "que serve como exemplo, ocorrência ou ilustração". Qualquer modalidade ou projeto aqui descrito como "exemplar" não deve ser necessariamente interpretado

como preferido ou vantajoso comparado com outras modalidades ou projetos.

As técnicas de rastreamento de tempo aqui descritas podem ser utilizadas em diversos sistemas de comunicação, tais como um sistema OFDM, um sistema de acesso múltiplo por divisão de frequência ortogonal (OFDMA), um sistema de acesso múltiplo por divisão de frequência de portadora única (SC-FDMA), e assim por diante. Um sistema OFDMA utiliza OFDM. Um sistema SC-FDMA pode utilizar FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir nas sub-bandas que são distribuídas através da largura de banda do sistema, FDMA localizado (LFDMA) para transmitir em um bloco de sub-bandas adjacentes, ou FDMA aperfeiçoado (EFDMA) para transmitir em múltiplos blocos de sub-bandas adjacentes. Em geral, os símbolos de modulação são enviados no domínio da frequência com OFDM e no domínio do tempo com SC-FDMA. Um símbolo SC-FDMA inclui um intervalo de guarda que é gerado da mesma maneira que um intervalo de guarda para um símbolo OFDM. Para maior clareza, as técnicas de rastreamento de tempo são especificamente descritas a seguir para um sistema baseado em OFDM.

A Figura 1 mostra um diagrama em blocos de um transmissor 110 e um receptor 150 em um sistema baseado em OFDM 100. No transmissor 110, um processador de dados de transmissão (TX) 120 processa (por exemplo, formata, codifica, intercala, e mapeia em símbolos) os dados de tráfego e gera símbolos de dados. Como aqui utilizado, um símbolo de dados é um símbolo de modulação para dados de tráfego, um símbolo piloto é um símbolo de modulação para piloto, que é um dado que é conhecido a priori tanto pelo transmissor quanto pelo receptor, e um símbolo zero é um valor de sinal de zero.

Um modulador OFDM 130 recebe e multiplexa os símbolos de dados e símbolos piloto em sub-bandas de dados e piloto, respectivamente, efetua modulação OFDM como descrito a seguir, e gera um símbolo OFDM para cada período de símbolos OFDM. Um período de símbolos OFDM é a duração de um símbolo OFDM e é também referenciado como período de símbolos. Uma unidade transmissora (TMTR) 132 recebe e processa (por exemplo, converte para analógico, amplifica, filtra, e converte em frequência mais elevada) os símbolos OFDM e gera um sinal modulado, que é transmitido ao receptor 150 por meio de uma antena 134.

No receptor 150, uma antena 152 recebe o sinal modulado do transmissor 110 e envia um sinal recebido a uma unidade receptora (RCVR) 154. A unidade receptora 154 condiciona (por exemplo, filtra, amplifica, converte para frequência mais baixa, e digitaliza) o sinal recebido e gera amostras recebidas. Um demodulador (Demod) OFDM 160 processa as amostras recebidas como descrito a seguir e obtém K símbolos recebidos para as K sub-bandas em cada período de símbolos OFDM. Os símbolos recebidos incluem símbolos de dados recebidos para as sub-bandas de dados e símbolos piloto recebidos para as sub-bandas piloto. O demodulador OFDM 160 efetua rastreamento de tempo para colocar apropriadamente a janela FFT para cada período de símbolos OFDM. O demodulador OFDM 160 efetua também demodulação/detecção de dados nos símbolos de dados recebidos com uma estimativa de canal para obter estimativas de símbolos de dados, que são estimativas dos símbolos de dados enviadas pelo transmissor 110. Um processador de dados de recepção (RX) 170 em seguida processa (por exemplo, desmapeia símbolos, desintercala, e decodifica) as estimativas de símbolos de dados para obter dados decodificados. Em geral, o processamento pelo

demodulador OFDM 160 e pelo processador de dados RX 170 é complementar ao processamento pelo modulador OFDM 130 e pelo processador de dados TX 120, respectivamente, no transmissor 110.

5 Controladores/processadores 140 e 180 controlam o funcionamento de várias unidades de processamento no transmissor 110 e no receptor 150, respectivamente. As memórias 142 e 182 armazenam dados e códigos de programa para o transmissor 110 e receptor 150, respectivamente.

10 A Figura 2 mostra um diagrama em blocos do modulador OFDM 130 no transmissor 110 da Figura 1. Dentro do modulador OFDM 130, uma unidade de mapeamento de símbolos em sub-bandas 210 recebe e mapeia os dados e símbolos piloto em sub-bandas utilizadas para dados e
15 piloto, respectivamente, mapeia símbolos zero em sub-bandas não utilizadas, e fornece K símbolos de transmissão para as K sub-bandas totais. Cada símbolo de transmissão pode ser um símbolo de dados, um símbolo-piloto, ou um símbolo zero em cada período de símbolos OFDM. Para cada período de
20 símbolos OFDM, uma unidade 212 transforma os K símbolos de transmissão no domínio do tempo com uma IFFT/IDFT de K pontos e gera um símbolo transformado que contém K chips no domínio do tempo. Cada chip é um valor complexo a ser transmitido em um período de chips. Um conversor paralelo-
25 serial (P/S) 214 serializa os K chips para cada símbolo transformado. Uma unidade de inserção de intervalo de guarda 216 repete então uma parte (ou G chips) de cada símbolo transformado para formar um símbolo OFDM que contém K+G chips. Cada símbolo OFDM contém K chips para uma parte
30 útil e G chips para o intervalo de guarda. O intervalo de guarda é utilizado para combater a ISI e a ICI causadas pelo espalhamento de retardo no canal de comunicação. A duração do intervalo de guarda, G, determina o maior

espalhamento de retardo que o receptor pode tolerar sem incorrer em ISI e ICI a uma velocidade de movimento modesta.

A Figura 3 mostra um diagrama em blocos de uma modalidade de demodulador OFDM 160 no receptor 150 da Figura 1. Dentro do demodulador OFDM 160, um pré-processador 310 processa as amostras recebidas da unidade receptora 154 e gera amostras de entrada. O pré-processador 310 pode efetuar controle de ganho automático (AGC), aquisição de temporização, filtragem, conversão de taxa de amostra, remoção de deslocamento de corrente contínua (DC), estimação e remoção de erros de frequência, e/ou outras funções. Uma unidade 312 remove o intervalo de guarda em cada símbolo OFDM recebido com base em um ponteiro de Início FFT e gera K amostras de entrada para este símbolo OFDM. O ponteiro de Início FFT controla a colocação da janela FFT para cada símbolo OFDM recebido.

Para cada símbolo OFDMA recebido, uma unidade 314 efetua uma FFT/DFT de K pontos nas K amostras de entrada e gera K símbolos recebidos no domínio da frequência para as K sub-bandas totais. Um estimador de canal 318 deriva uma estimativa de canal com base nos símbolos piloto recebidos. A estimativa de canal pode ser uma estimativa de resposta de impulso de canal no domínio do tempo e/ou uma estimativa de resposta de frequência de canal no domínio da frequência. Um demodulador de dados 316 efetua demodulação/detecção de dados nos símbolos de dados recebidos com a estimativa de canal e gera estimativas de símbolos de dados.

Um laço de rastreamento de tempo 320 efetua rastreamento de tempo como descrito a seguir, determina a temporização para cada símbolo OFDM recebido, e fornece o ponteiro de Início FFT. Embora não mostrado na Figura 3 por

simplificação, o demodulador OFDM 160 pode incluir unidades de processamento para detecção de quadros, sincronização de quadros, rastreamento de frequência, e/ou outras funções.

O estimador de canal 318, o laço de rastreamento
 5 de tempo 320, e outras unidades dentro do demodulador OFDM 160 podem executar processamento na taxa de amostra. Estas unidades podem também efetuar dizimação das amostras e executar processamento a uma taxa mais baixa para reduzir a complexidade computacional. Estas unidades podem também
 10 sobreamostrar o sinal recebido e executar processamento a uma taxa mais elevada para obter melhor resolução. Para maior clareza, na descrição abaixo é suposto um processamento à taxa de amostra, e várias quantidades, constantes, e limites são dados para processamento de taxas
 15 de amostra.

O receptor pode efetuar rastreamento de tempo de várias maneiras e com base em vários tipos de informação enviados pelo transmissor. Por exemplo, o transmissor pode transmitir um piloto em N sub-bandas, que são uniformemente
 20 distribuídas através de K sub-bandas totais, onde $1 < N < K$. O receptor pode receber um símbolo OFDM que contém o piloto, remover o intervalo de guarda, e efetuar uma FFT/DFT de K pontos na parte útil do símbolo OFDM recebido de modo a obter N símbolos piloto recebidos para as N sub-
 25 bandas piloto. O receptor pode então remover a modulação nos N símbolos piloto recebidos de modo a obter N ganhos de canal e pode efetuar uma IFFT/IDFT de N pontos nos N ganhos de canal para obter uma estimativa de resposta de impulso de canal contendo N derivações de canal, que podem ser
 30 denotadas como h_n para $n=0, \dots, N-1$. O receptor pode também derivar uma estimativa de resposta de impulso de canal de outras maneiras conhecidas na técnica. Em uma modalidade que é descrita a seguir, o receptor efetua rastreamento de

tempo com base na estimativa de resposta de impulso de canal.

A Figura 4 mostra um diagrama em blocos de uma modalidade de laço de rastreamento de tempo 320 na Figura 3. Dentro do laço de rastreamento de tempo 320, uma unidade 410 recebe as N derivações de canal para a estimativa de resposta de impulso de canal do estimador de canal 318 e computa a magnitude quadrada de cada derivação de canal. A unidade 410 pode também filtrar as magnitudes quadradas das derivações de canal através de múltiplos períodos de símbolos. A unidade 410 fornece um perfil de potência de canal que contém N (filtrados ou não filtrados) valores de magnitude quadrada para as N derivações de canal. Um detector 412 detecta o primeiro percurso de chegada (FAP) e o último percurso de chegada (LAP) com base no perfil de potência de canal e fornece o FAP e LAP detectados, como descrito a seguir. Uma unidade 414 resolve a ambigüidade no FAP e LAP detectados e gera FAP e LAP de saída. Um detector de centro de massa (CM) 416 determina o centro de massa do perfil de potência de canal com base no FAP e LAP de saída. Um somador 418 subtrai a temporização alvo do centro de massa detectado e gera um erro de temporização. A temporização alvo é a posição alvo da janela FFT e pode ser um valor programável. O erro de temporização é indicativo do erro entre o centro de massa detectado e a posição alvo para a janela FFT.

Um filtro de laço 420 filtra o erro de temporização e proporciona um ajuste de temporização. Para a modalidade mostrada na Figura 4, um filtro de laço 420 implementa um filtro passa-baixa de primeira ordem. Um multiplicador 422 multiplica o erro de temporização por um ganho. Um somador 424 soma a saída do multiplicador 422 com a saída de uma unidade de retardo 426 e proporciona o

ajuste de temporização. A unidade de retardo 426 armazena a saída do somador 424 para a próxima atualização de laço. Outros projetos e/ou outras funções podem ser também utilizados para o filtro de laço 420. Um limitador 430
 5 limita o ajuste de temporização para dentro de uma faixa predeterminada de valores e gera uma saída de avanço/retardo (Adv/Ret) que indica quanto a janela FFT deve ser movida. Um somador 434 soma a saída de avanço/retardo com o ponteiro de Início FFT atual de uma
 10 unidade de retardo 436 e gera um ponteiro de Início FFT atualizado. A unidade de retardo 436 armazena o ponteiro de Início FFT atualizado para a próxima atualização de laço.

O detector 412 pode detectar o FAP e LAP de várias maneiras. Para maior clareza, um esquema específico
 15 para detectar o FAP e LAP com base no perfil de potência do canal é descrito abaixo. Para este esquema, a energia de todas as derivações de canal dentro de uma janela deslizante é primeiro computada para diferentes posições de derivação, como a seguir:

$$E_k = \sum_{n=k}^{(k+W-1) \bmod N} |h_n|^2 \quad \text{para } k=0, \dots, N-1, \quad \text{Eq. (1)}$$

20 onde: - E_k é a energia das derivações de canal dentro da janela deslizante na posição de derivação k ,
 - W é a largura da janela deslizante, e
 - "mod N " denota uma operação de N módulo.

A largura da janela deslizante pode ser
 25 selecionada de modo a ser menor ou igual à metade do comprimento da estimativa de resposta de impulso de canal, ou $W \leq N/2$. O comprimento da estimativa de resposta de impulso de canal é tipicamente menor ou igual ao intervalo de guarda, ou $N \leq G$. Isto é porque o intervalo de guarda é

tipicamente selecionado para ser maior que o espalhamento de retardo do canal para evitar ISI e ICI. A equação (1), essencialmente, move a janela deslizante de maneira circular através do perfil de potência do canal e, para
 5 cada posição de derivação k , computa a energia das W derivações de canal dentro da janela deslizante. A janela deslizante é reiniciada ciclicamente na frente do perfil de potência do canal ao atingir o fim do perfil de potência do canal.

10 Uma diferença finita é então computada para cada posição de derivação com base nas energias de derivação, como a seguir:

$$D_n = \sum_{k=0}^{Q1} E_{(n+k) \bmod N} - \sum_{k=Q}^{2Q1} E_{(n+k) \bmod N} \quad \text{para } n=0, \dots, N-1, \quad \text{Eq. (2)}$$

onde: - Q é a ordem de diferença finita, e

- D_n é o valor de diferença finita para a
 15 posição de derivação n .

Uma janela deslizante de comprimento $2Q$ é utilizada para computar a diferença finita. Esta janela deslizante é movida de maneira circular através do perfil de potência do canal. Para cada posição de derivação n , a
 20 diferença finita D_n é computada como a diferença entre as energias combinadas na primeira metade da janela deslizante menos as energias combinadas na segunda metade da janela deslizante.

Duas métricas utilizadas para detectar o FAP e
 25 LAP podem ser definidas com base nas energias de derivação e nos valores de diferença finita, da seguinte maneira:

$$S_{FAP}(k) = \alpha_1 \cdot E_k + (1 - \alpha_1) \cdot D_{(k-Q+1) \bmod N}, \quad \text{para } k=0, \dots, N-1 \quad \text{Eq. (3)}$$

$$S_{LAP}(k) = -\alpha_2 \cdot E_k + (1 - \alpha_2) \cdot D_{(k-Q) \bmod N}, \quad \text{para } k = 0, \dots, N-1 \quad \text{Eq. (4)}$$

onde: - α_1 e α_2 são coeficientes utilizados para detecção de FAP e LAP, respectivamente,

- $S_{FAP}(k)$ é a métrica para detecção de FAP na posição de derivação k , e

5 - $S_{LAP}(k)$ é uma métrica para detecção de LAP na posição de derivação k .

O coeficiente α_1 determina a sensibilidade da detecção de FAP e pode ser selecionado de modo que um FAP seja detectado se for o último valor grande antes de uma queda em uma zona de energia acumulada quase máxima. De maneira semelhante, o coeficiente α_2 determina a sensibilidade da detecção de LAP e pode ser selecionado de modo que um LAP seja detectado se for o primeiro valor grande antes de uma elevação na zona de energia acumulada quase máxima. Os coeficientes α_1 e α_2 podem ser selecionados para obter um bom desempenho na detecção de FAP e LAP, respectivamente, e podem ser determinados com base na simulação computadorizada, medições empíricas, e assim por diante.

20 A localização do FAP pode ser determinada com base no $S_{FAP}(k)$, da seguinte maneira:

$$FAPd = \arg\{\max_k[S_{FAP}(k)]\}, \quad \text{Eq. (5)}$$

onde $FAPd$ é um índice para um FAP detectado de intensidade suficiente. Na equação (5), o maior valor para $S_{FAP}(k)$ é primeiro identificado, e $FAPd$ é fixado no índice que produz o maior valor para $S_{FAP}(k)$.

A localização do LAP pode ser determinada com base em $S_{LAP}(k)$, como a seguir:

$$k_{\min} = \arg\{\min_k[S_{LAP}(k)]\}, \quad \text{e} \quad \text{Eq. (6)}$$

$$LAPd = (k_{\min} + W - 1) \bmod N \quad \text{Eq. (7)}$$

onde $LAPd$ é um índice para um LAP detectado de intensidade suficiente. Nas equações (6) e (7), o menor valor para $S_{LAP}(k)$ é primeiro identificado, o índice que produz o menor valor para $S_{FAP}(k)$ é denotado como $k_{\min}$ e $LAPd$ é fixado em $W-1$ posições de derivação à direita de $k_{\min}$. A operação de $\bmod N$ na equação (7) restringe o $LAPd$ para ficar dentro de uma faixa de 0 a $N-1$. Na descrição a seguir, FAP e LAP denotam o FAP e LAP verdadeiros, respectivamente, $FAPd$ e $LAPd$ denotam os FAP e LAP detectados, respectivamente.

As Figuras 5A a 5C mostram a detecção de FAP e LAP para uma estimativa de resposta de impulso de canal exemplar. Para este exemplo, $N = 16$, e a estimativa de resposta de impulso de canal contém duas derivações de canal grandes nas posições de derivação 3 e 8, como mostrado na Figura 5A. A Figura 5B mostra uma parcela 512 da energia E_k e uma parcela 514 da diferença finita D_n (com $W = 8$ e $Q = 2$) para a estimativa de resposta de impulso de canal mostrada na Figura 5A. A Figura 5C mostra uma parcela 516 da métrica $S_{FAP}(k)$ e uma parcela 518 da métrica $S_{LAP}(k)$ com $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5$.

Como mostrado na Figura 5B, o FAP pode ser verificado ao detectar um segmento em declínio na parcela 512 para a energia E_k , que pode, por sua vez, ser verificada ao detectar um pico na parcela 514 para a diferença finita D_n . A operação de diferença finita para

D_n pode aperfeiçoar o ruído. Portanto, uma soma ponderada da diferença finita D_n e da energia E_k pode ser utilizada como a métrica $S_{FAP}(k)$. De maneira semelhante, o LAP pode ser verificado ao detectar um segmento ascendente na

5 parcela 512 para a energia E_k , que pode, por sua vez, ser verificada ao detectar um canal na parcela 514 para diferença finita D_n . A soma ponderada da diferença finita D_n e da energia E_k pode ser utilizada como a métrica $S_{LAP}(k)$ para atenuar os efeitos de aperfeiçoamento do ruído.

10 Para o exemplo mostrado nas Figuras 5A a 5C, o maior valor para $S_{FAP}(k)$ ocorre ao índice $k = 3$, e o FAP é detectado como estando no $FAPd=3$. O menor valor para $S_{LAP}(k)$ ocorre no índice $k=1$, e o LAP é detectado como estando no $LAPd=1+8-1=8$.

15 As Figuras 5D a 5F mostram a detecção de FAP e LAP para outra estimativa de resposta de impulso de canal exemplar, que contém duas derivações de canal grandes nas posições de derivação 3 e 13. A Figura 5E mostra uma parcela 522 da energia E_k e uma parcela 524 da diferença

20 finita D_n . A Figura 5F mostra uma parcela 526 da métrica $S_{FAP}(k)$ e uma parcela 528 da métrica $S_{LAP}(k)$. Para o exemplo mostrado nas Figuras 5D a 5F, o maior valor para $S_{FAP}(k)$ ocorre no índice $k=13$, e o FAP é detectado como estando no $FAPd=13$. O menor valor para $S_{LAP}(k)$ ocorre no índice $k=12$,

25 e o LAP é detectado como estando no $LAPd=(12+8-1)\text{mod}16=3$.

Para maior clareza, um esquema específico para detectar FAP e LAP foi descrito acima. Este esquema pode fornecer FAP e/ou LAP incorretos em determinadas condições. Por exemplo, se o comprimento da janela deslizante for

30 menor que o espalhamento de retardo do canal, então é

possível pegar um percurso de canal intermediário como um candidato provável para FAP ou para LAP. Além disto, dependendo das posições relativas dos percursos de canal e/ou de suas potências relativas, este esquema de detecção com $W = N/2$ pode detectar diferentes candidatos para FAP e LAP. A detecção incorreta de FAP e LAP pode ser evitada, por exemplo, pela suposição de que o centro de massa anterior foi localizado corretamente em torno de um ponto predeterminado D_{mid} . Em seguida, para a estimativa de canal atual, pode-se tomar uma decisão inicial quanto a qual percurso de sinal aparece posteriormente a D_{mid} e qual percurso de sinal vem antes de D_{mid} , mas é sobreposta (aliasing) na estimativa de canal anterior. Supondo que é igualmente provável que o conteúdo do canal apareça antes como também depois, um ponto de corte entre passado e futuro pode ser fixado em $D_{mid} + N/2$, e qualquer derivação de canal depois deste ponto de corte é assumida para ter chegado mais cedo, mas é sobreposta. Note que o conteúdo do canal pode ter estado presente anteriormente apenas até que $D_{mid} + \max\{\Delta_h\}/2$, onde Δ_h é o espalhamento de retardo do canal. A região entre $D_{mid} + \max\{\Delta_h\}/2$ e $D_{mid} + N/2$ representa uma zona de busca para o último conteúdo de canal. Em geral, a detecção de FAP e LAP pode ser efetuada de várias maneiras e de modo a considerar as várias condições de canal.

O esquema de detecção de FAP e LAP descrito acima nas equações (1) a (7) proporcionam FAP e LAP detectados relativamente precisos quando o espalhamento de retardo de canal Δ_h é menor ou igual à metade do intervalo de guarda, ou $\Delta_h \leq G/2$. Entretanto, quando o espalhamento de retardo é mais longo que metade do intervalo de guarda, as decisões

podem ser trocadas de modo que $LAPd = FAP$ e $FAPd = LAP$. Portanto, o FAP detectado pode ou não ser o FAP verdadeiro, e o LAP detectado pode ou não ser o LAP verdadeiro. A exatidão das decisões $FAPd$ e $LAPd$ depende das derivações
 5 de canal atuais, do espalhamento de retardo de canal, e possivelmente de outros fatores. Portanto, é desejável obter uma detecção precisa do FAP e LAP

O FAP e o LAP podem ser também detectados de outras maneiras. Independentemente do esquema utilizado na
 10 detecção de FAP e LAP, pode haver ambigüidade no que se refere a se o FAP e LAP detectados estão corretos ou trocados.

A ambigüidade na detecção de FAP e LAP pode ser resolvida ao explorar a relação entre o início da janela
 15 FFT (que é indicada pelo ponteiro de Início FFT) e o perfil de retardo de canal resultante. Em particular, as localizações do FAP e LAP na estimativa de resposta de impulso de canal dependem (1) dos retardos de propagação para o FAP e LAP e (2) da colocação da janela FFT. Esta
 20 relação é ilustrada a seguir por dois exemplos.

A Figura 6A mostra uma transmissão exemplar de um símbolo OFDM por meio de um canal de comunicação com múltiplos percursos de sinal. Em geral, cada percurso de canal pode ter qualquer ganho complexo e qualquer retardo
 25 de propagação, dos quais ambos são determinados pelo ambiente de canal. Por simplificação, supõe-se que o FAP e LAP sejam iguais neste exemplo. O espalhamento de retardo do canal de comunicação é Δ_h , que é a diferença entre os retardos de propagação para o FAP e LAP.

30 O símbolo OFDM inclui uma parte útil e um intervalo de guarda. O receptor obtém uma cópia do símbolo OFDM por meio de cada percurso de sinal. Cada cópia do

símbolo OFDM é escalonada pelo ganho complexo para o percurso de sinal afim e é também retardada pelo retardo de propagação para este percurso de sinal. Por simplificação, a Figura 6A mostra apenas a primeira cópia do símbolo OFDM recebida por meio do FAP e a última cópia do símbolo OFDM recebida por meio do LAP. O início da última cópia do símbolo OFDM é retardado por amostras Δ_n do início da primeira cópia de símbolo OFDM. O símbolo OFDM recebido é uma superposição de todas as cópias do símbolo OFDM no receptor.

A Figura 6A mostra também a colocação da janela FFT para o símbolo OFDM. O início da janela FFT é indicado pelo ponteiro de Início FFT. A janela FFT tem uma largura de K amostras e determina quais amostras são selecionadas para processamento subsequente. Para o exemplo mostrado na Figura 6A, o início da janela FFT está Δ amostras afastado da primeira amostra na parte útil da cópia do símbolo OFDM para o FAP e está $\Delta + \Delta_n$ afastado da primeira amostra na parte útil da cópia do símbolo OFDM para o LAP.

A Figura 6A mostra também uma região isenta de ISI/ICI, que é uma região de superposição para os intervalos de guarda para todas as cópias do símbolo OFDM no receptor. Se o ponteiro de Início FFT estiver dentro da região isenta de ISI/ICI, então as K amostras apropriadas são selecionadas para processamento, e a ISI e ICI não são encontradas, o que é desejável. O objetivo do laço de rastreamento de tempo 320 é manter o ponteiro de Início FFT dentro da região isenta de ISI/ICI.

A Figura 6B mostra uma estimativa de resposta de impulso de canal para a transmissão exemplar mostrada na Figura 6A. A resposta de impulso de canal para o canal de comunicação inclui uma derivação de canal para cada

percurso de sinal. Por simplificação, a Figura 6B mostra apenas duas derivações de canal nos índices de Δ e $\Delta + \Delta_h$, para o FAP e LAP, respectivamente. A magnitude de cada derivação de canal é determinada pelo ganho complexo para o
 5 percurso de sinal associado. A localização ou índice de cada derivação de canal é determinado pelo retardo de propagação para o percurso de sinal associado e pelo ponteiro de Início FFT.

A Figura 6B mostra essencialmente um perfil de
 10 retardo de canal para o canal de comunicação. Para o perfil de retardo de canal, o ponteiro de Início FFT é mapeado na origem. O ganho de canal para cada percurso de sinal é mapeado em um índice determinado pela distância entre o ponteiro de Início FFT e a primeira amostra na parte útil
 15 da cópia do símbolo OFDM para este percurso de sinal. O perfil de retardo de canal inclui informações que indicam o início da estimativa de resposta de impulso de canal.

A Figura 6C mostra outra transmissão exemplar de um símbolo OFDM por meio de um canal de comunicação com
 20 vários percursos de sinal que têm um espalhamento de retardo de $G - \Delta_h$. Para o exemplo mostrado na Figura 6C, o início da janela FFT é de $\Delta + \Delta_h$ amostras afastado da primeira amostra na parte útil da cópia do símbolo OFDM para o FAP e é $\Delta + G$ afastado da primeira amostra para a
 25 parte útil da cópia do símbolo OFDM para o LAP.

A Figura 6D mostra uma estimativa de resposta de impulso de canal para a transmissão exemplar mostrada na Figura 6C. Esta estimativa de resposta de impulso de canal inclui duas derivações de canal nos índices de Δ e $\Delta + \Delta_h$,
 30 que correspondem ao LAP e LAP, respectivamente. Neste exemplo, a primeira amostra na parte útil da cópia do símbolo OFDM para o LAP é maior que G do início da janela

FFT. Isto resulta na derivação de canal para o reinício cíclico e no aparecimento LAP no índice Δ , que fica à esquerda da derivação de canal para o FAP.

Como mostrado nas Figuras 6A a 6D, o perfil de retardo de canal (por exemplo, na Figura 6B ou 6D) pode ser determinado com base na topologia do canal (por exemplo, na Figura 6A ou 6C) e no ponteiro de Início FFT. Inversamente, a topologia do canal pode ser determinada com base no perfil de retardo de canal e no ponteiro de Início FFT.

Nas Figuras 6A a 6D supõe-se que o ponteiro de Início FFT não está na parte útil de um símbolo OFDM. Uma dada topologia de canal pode ser também associada a múltiplas localizações possíveis do ponteiro de Início FFT. Por exemplo, a topologia de canal na Figura 6D pode ser também obtida com o início da janela FFT estando Δ amostras à direita longe do início da parte útil da cópia do símbolo OFDM para o FAP, isto é, G amostras à direita da localização do ponteiro de Início FFT mostrada na Figura 6D. A incerteza no ponteiro de Início FFT pode ser também verificada para determinar o FAP e LAP corretos.

O laço de rastreamento de tempo 320 tenta manter o ponteiro de Início FFT dentro da região isenta de ISI/ICI. O laço de rastreamento de tempo 320 tenta alcançar este objetivo na presença do deslocamento de tempo devido à diferença entre as frequências de relógio no transmissor e receptor, variações nas frequências de relógio ao longo do tempo, as alterações no canal de comunicação, e assim por diante. A atualização precisa do ponteiro de Início FFT é essencial para obter um bom desempenho na detecção de dados.

A Figura 7A mostra uma estimativa de resposta de impulso de canal exemplar no receptor. O receptor tem conhecimento da derivação de canal em cada posição de

derivação, mas, antes do rastreamento de tempo, não se sabe onde a resposta de impulso de canal começa realmente. O detector FAP & LAP 412 dentro do ciclo de rastreamento de tempo 320 efetua detecção em busca do FAP e LAP.

5 As Figuras 7B e 7C mostram dois resultados possíveis da detecção FAP e LAP para a estimativa de resposta de impulso de canal mostrada na Figura 7A. O perfil de retardo de canal para o resultado na Figura 7B indica que o FAP detectado está no índice Δ e que o LAP
10 detectado está no índice $\Delta + \Delta_h$. O perfil de retardo de canal para o resultado na Figura 7C indica que o LAP detectado está no índice Δ e que o FAP detectado está no índice $\Delta + \Delta_h$.

Com base na estimativa de resposta de impulso de canal mostrada na Figura 7A, o detector de FAP & LAP 412
15 fornece o FAP e o LAP detectados, que podem ser como mostrados na Figura 7B ou 7C, dependendo de se o espalhamento de retardo Δ_h excede o limite do algoritmo de rastreamento de tempo, da magnitude e localização das
20 derivações de canal, e possivelmente de outros fatores. Se o perfil de retardo de canal atual for como mostrado na Figura 7B e as decisões *FAPd* e *LAPd* estiverem corretas, então a topologia de canal mostrada na Figura 6A pode ser
reconstruída com base na relação entre a topologia de canal, o ponteiro de Início FFT, e o perfil de retardo de canal. Entretanto, se o perfil de retardo de canal atual
25 for como mostrado na Figura 7B e as decisões *FAPd* e *LAPd* estiverem incorretas, então a topologia de canal incorreta mostrada na Figura 6C pode ser reconstruída.

30 O ponteiro de Início FFT é atualizado de diferentes maneiras para as topologias de canal mostradas nas Figuras 6A e 6C. Portanto, a detecção incorreta do FAP

e LAP resulta na interpretação incorreta da topologia de canal, que resulta então na atualização do ponteiro de Início FFT de maneira sub-ótima ou errada, o que pode, por sua vez, levar à degradação do desempenho tanto para o rastreamento de tempo quanto para a detecção de dados.

Para resolver a ambigüidade na detecção do FAP e LAP, o receptor pode avaliar duas hipóteses para as decisões *FAPd* e *LAPd* para determinar se estas decisões são corretas ou incorretas. A hipótese 0 pode denotar a hipótese de que as decisões *FAPd* e *LAPd* são corretas, e a hipótese 1 pode denotar a hipótese de que as decisões *FAPd* e *LAPd* são incorretas. Para cada hipótese, o receptor pode reconstruir a topologia de canal para esta hipótese explorando a estrutura de símbolos e utilizando a relação entre o ponteiro de Início FFT e o perfil de retardo de canal, como descrito acima para as Figuras 6A e 6D. A partir da topologia de canal reconstruída, o receptor pode verificar onde o intervalo de guarda e a cópia de guarda estão localizados com base na estrutura de símbolos OFDM. O receptor pode então avaliar cada hipótese e efetuar correlação entre o intervalo de guarda e a cópia de guarda. A hipótese correta produzirá um resultado da correlação maior e pode ser utilizada para corrigir decisões *FAPd* e *LAPd* incorretas.

As Figuras 8A a 8D mostram uma modalidade para resolver a ambigüidade na detecção de FAP e LAP pela correlação dos dados de símbolo OFDM. Para este exemplo, supõe-se que o FAP e o LAP verdadeiros e o FAP e a LAP detectados sejam como mostrados na Figura 8B, e que o FAP e LAP detectados estejam incorretos. Na descrição seguinte, *FAPh* e *LAPh* denotam o FAP e LAP hipotéticos, respectivamente, para uma hipótese específica.

Para a hipótese 0, o FAP e LAP hipotéticos são iguais ao FAP e LAP detectados, respectivamente, para $FAPh0 = FAPd$ e $LAPh0 = LAPd$, como mostrado na Figura 8B. A topologia de canal mostrada na Figura 8A é reconstruída com base no FAP e LAP hipotéticos e no ponteiro de Início FFT. Para a modalidade mostrada nas Figuras 8A a 8D, uma janela de correlação cobre a primeira amostra no intervalo de guarda da cópia do símbolo OFDM para o FAP até a última amostra no intervalo de guarda da cópia do símbolo OFDM para o LAP. Para a hipótese 0, a janela de correlação começa no índice de amostra $T_{0,a}$ e termina no índice de amostra $T_{0,b}$.

Para a hipótese 1, o FAP e LAP hipotéticos são iguais ao LAP e FAP detectados, respectivamente, ou $FAPh0 = LAPd$ e $LAPh0 = FAPd$, como mostrado na Figura 8D. A topologia de canal mostrada na Figura 8C é reconstruída com base no FAP e LAP hipotéticos mostrados na Figura 8D e no ponteiro de Início FFT. Para a hipótese 1, a janela de correlação começa no índice de amostra $T_{1,a}$ e termina no índice de amostra $T_{1,b}$.

Para cada hipótese i , o início da janela de correlação, $T_{i,a}$, pode ser determinado como a seguir:

$$T_{i,a} = InicioFFT + T_{FAP,i} - G, \quad \text{para } i=0, 1, \text{ Eq. (8)}$$

onde $T_{FAP,i}$ é a localização de derivação para $FAPh_i$. $T_{FAP,0} = \Delta + \Delta_h$ para a hipótese 0 mostrada nas Figuras 8A e 8B, e $T_{FAP,1} = \Delta$ para a hipótese 1 mostrada nas Figuras 8C e 8D.

Para cada hipótese i , o final da janela de correlação, $T_{i,b}$, pode ser determinado da seguinte maneira:

$$T_{i,b} = \text{InicioFFT} + T_{LAP,i}, \quad \text{para } i=0,1 \quad \text{Eq. (9)}$$

onde $T_{LAP,i}$ é a localização de derivação para $LAPhi$ após obter a razão de qualquer efeito de reinício cíclico. $T_{LAP,0} = \Delta + G$ para a hipótese 0 mostrada nas Figuras 8A e 8B, onde G é adicionado ao considerar a $LAPh0$ que aparece à esquerda da $FAPh0$ devido ao efeito de reinício cíclico. $T_{LAP,1} = \Delta + \Delta_h$ para a hipótese 1 mostrada nas Figuras 8C e 8D, onde G não é adicionado porque $LAPh1$ aparece à direita de $FAPh1$ e não há efeito de reinício cíclico.

O tamanho da janela de correlação para cada hipótese i pode ser computado como $T_{i,b} - T_{i,a}$. Como mostrado nas Figuras 8A e 8C, as janelas de correlação para as hipóteses 0 e 1 têm tipicamente tamanhos diferentes.

Uma correlação é executada entre o intervalo de guarda e a cópia de guarda para cada hipótese i , como a seguir:

$$C_i = \frac{1}{T_{i,b} - T_{i,a}} \left| \sum_{n=T_{i,a}}^{T_{i,b}} r_n \cdot r_{n+K}^* \right|, \quad \text{para } i=0,1 \quad \text{Eq. (10)}$$

onde:

- r_n é uma amostra de entrada no índice de amostra n para o símbolo OFDM recebido;
- C_i é o resultado da correlação para a hipótese i , e
- "*" denota um conjugado complexo.

As Figuras 8A e 8C mostram um intervalo de guarda assim como a cópia de guarda para cada cópia de símbolo OFDM. O intervalo de guarda é mostrado por sombreamento cinza, e a cópia de guarda é indicada por uma caixa tracejada. Para cada cópia de símbolo OFDM, o intervalo de guarda é uma duplicata da cópia de guarda. Como mostrado na

equação (10), cada amostra no intervalo de guarda é multiplicada pelo conjugado complexo de uma amostra correspondente na cópia de guarda, e os resultados da multiplicação são acumulados ao longo do comprimento da
 5 janela de correlação. A divisão por $(T_{i,b} - T_{i,a})$ na equação (10) considera os diferentes tamanhos de janela de correlação que são utilizados para as hipóteses 0 e 1 e resulta em um resultado da correlação normalizado.

Se o FAP e LAP hipotéticos forem o FAP e o LAP
 10 verdadeiros, como mostrado na Figura 8D, então a janela de correlação cobre o intervalo de guarda e a cópia de guarda do símbolo OFDM transmitido, como mostrado na Figura 8C. A topologia de canal para a hipótese verdadeira resulta então em um resultado da correlação superior entre o intervalo de
 15 guarda e a cópia de guarda porque estas seções portam a mesma forma de onda do transmissor. Se o FAP e o LAP hipotéticos não forem o FAP e o LAP verdadeiros, como mostrado na Figura 8B, então a janela de correlação cobre uma parte do intervalo de guarda atual e também uma parte
 20 da parte útil do símbolo OFDM transmitido. A topologia de canal para a hipótese falsa resulta então em um resultado da correlação inferior entre o "intervalo de guarda" e a "cópia de guarda", que contêm dados aleatórios que são frequentemente independentes estatisticamente. Os
 25 resultados da correlação para as duas hipóteses podem ser assim utilizados para determinar qual hipótese está correta e para corrigir quaisquer decisões *FAPd* e *LAPd* incorretas que resultem da utilização apenas da estimativa de resposta de impulso de canal.

30 A hipótese correta pode ser determinada como a seguir:

$$\text{se } C_0 \geq C_1, \text{ então } FAPo = FAPd \text{ e } LAPo = LAPd, \text{ senão, Eq. (11a)}$$

se $C_1 > C_0$, então $FAPo = LAPd$ e $LAPo = LAPo = FAPd$, Eq. (11b)

onde $FAPo$ e $LAPo$ são o FAP e LAP de saída fornecidos pela unidade 414 da Figura 4. A equação (11a) é para o caso da hipótese 0 estar correta e o FAP e LAP detectados serem fornecidos diretamente como o FAP e LAP de saída, respectivamente. A equação (11b) é para o caso da hipótese 1 estar correta e o FAP e LAP detectados serem trocados e fornecidos como o FAP e LAP de saída.

A Figura 9 mostra várias modalidades da janela de correlação. Para a modalidade mostrada nas Figuras 8A a 8D, que é rotulada como Janela 1 na Figura 9, a janela de correlação começa na primeira amostra do intervalo de guarda para o FAP hipotético e termina na última amostra do intervalo de guarda para o LAP hipotético. Para a modalidade rotulada como Janela 2, a janela de correlação começa na amostra da metade do intervalo de guarda para o FAP hipotético e termina na última amostra do intervalo de guarda para o LAP hipotético. Para a modalidade rotulada como Janela 3, a janela de correlação cobre todo o intervalo de guarda para o LAP hipotético. Para a modalidade rotulada como Janela 4, a janela de correlação cobre uma parte (por exemplo, a segunda metade) do intervalo de guarda para o LAP hipotético. Para a modalidade rotulada como Janela 5, a janela de correlação cobre todo o intervalo de guarda para o FAP hipotético. Para a modalidade rotulada como Janela 6, a janela de correlação cobre a região ISI/ICI para o FAP e LAP hipotéticos. Para a modalidade rotulada como Janela 7, a janela de correlação tem um tamanho fixo (por exemplo, G amostras) e é centrada no meio da região ISI/ICI para o FAP e LAP hipotéticos. Várias outras janelas de correlação podem ser também utilizadas. Em outra modalidade que não é

mostrada na Figura 9, o tamanho da janela de correlação pode ser selecionado como $W \geq \max\{\Delta_h\}$. Nesta modalidade, as localizações de FAP/LAP anteriores podem ser utilizadas para limitar o tamanho da janela de correlação.

5 A Figura 10 mostra uma modalidade de um processo 1000 para resolver a ambigüidade no FAP e LAP detectados. O FAP e LAP são inicialmente detectados, por exemplo, com base em uma estimativa de resposta de impulso de canal para um canal de comunicação (bloco 1012). O FAP e LAP podem ser
10 detectados, por exemplo, pela determinação das energias das derivações de canal dentro de uma janela deslizando para diferentes posições de derivação, determinando valores de diferença finita com base nas energias, detectando o FAP com base em uma primeira função das energias e nos valores
15 de diferença finita, e detectando o LAP com base em uma segunda função das energias e nos valores de diferença finita, como descrito acima para as equações (1) a (7).

O FAP e LAP hipotéticos para uma primeira hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados
20 corretamente são determinados com base no FAP e LAP detectados (bloco 1014). O FAP e LAP hipotéticos para uma segunda hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados incorretamente são também determinados com base no FAP e LAP detectados (bloco 1016). Uma janela de
25 correlação é determinada para cada hipótese com base no FAP e LAP hipotéticos para esta hipótese (bloco 1018). A janela de correlação para cada hipótese pode cobrir todo ou parte do intervalo de guarda para o FAP hipotético e/ou todo ou parte do intervalo de guarda para o LAP hipotético.

30 A correlação é então executada nos dados recebidos para a primeira hipótese com base na janela de correlação para a primeira hipótese (bloco 1020). A correlação é também executada nos dados recebidos para a

- segunda hipótese com base na janela de correlação para a segunda hipótese (bloco 1022). Para cada hipótese, a correlação pode ser executada entre um primeiro segmento de dados recebidos dentro da janela de correlação para esta hipótese e um segundo segmento de dados recebidos que está K amostras afastado, onde K é a duração da parte útil de um símbolo OFDM. A hipótese correta é então determinada com base nos resultados da correlação para a primeira e a segunda hipóteses (bloco 1024).
- 10 Sob outro aspecto, o FAP e LAP corretos são determinados ao avaliar uma única hipótese. O FAP e LAP podem ser inicialmente detectados como descrito acima. Uma única hipótese para o FAP e LAP pode ser selecionada para avaliação de várias maneiras.
- 15 Em uma modalidade, uma hipótese que resulta em um ajuste menor na temporização do ponteiro de Início FFT atual é selecionado para atualização. Nesta modalidade, o grau de ajuste na temporização no ponteiro de Início FFT para a hipótese 0 é determinado e denotado como ΔT_0 . O grau de ajuste de temporização no ponteiro de Início FFT para a hipótese 1 é também determinado e denotado como ΔT_1 . A hipótese com o ajuste de temporização menor é selecionada para avaliação e é chamada de hipótese s . A correlação é executada para a hipótese selecionada s como descrita
- 20 acima. O resultado da correlação C_s para a hipótese s pode ser comparado com um limite C_h . Se C_s for maior que C_h , então a hipótese s é considerada como sendo a hipótese correta, e o ponteiro de Início FFT pode ser atualizado com base no FAP e LAP hipotéticos para a hipótese s . Caso
- 25 contrário, se C_s for igual ou inferior a C_h , então a outra hipótese que não foi avaliada (que é a chamada hipótese u) é considerada como a hipótese correta, e o ponteiro de
- 30

Início FFT pode ser atualizado com base no FAP e LAP hipotéticos para a hipótese u .

Em outra modalidade, uma hipótese é selecionada para avaliação com base na temporização (por exemplo, ajustes de temporização) para decisões de hipótese anteriores. Nesta modalidade, os ajustes de temporização podem ser computados para as hipóteses 0 e 1 como descrito acima. Os ajustes de temporização para as duas hipóteses podem ser comparados com os ajustes de temporização para as hipóteses corretas para intervalos de atualização anteriores. Por exemplo, os ajustes de temporização para as P hipóteses corretas mais recentes podem ser armazenados, e a hipótese 0 ou 1 que está bem mais próxima das P hipóteses armazenadas pode ser selecionada para avaliação. Como outro exemplo, a hipótese 0 ou 1 que está mais próxima da temporização média das P hipóteses armazenadas pode ser selecionada. Outros tipos de informação de histórico podem ser também armazenados e utilizados na seleção de hipótese. Seja como for, a hipótese selecionada pode ser avaliada, e o resultado da correlação C_s pode ser comparado com o limite C_{th} para determinar se a hipótese selecionada s ou a hipótese não selecionada u é a hipótese correta.

Uma única hipótese pode ser selecionada para avaliação com base no FAP e LAP detectados e nas informações de histórico, como descrito acima. A hipótese única pode ser também selecionada sem informações de histórico. Por exemplo, a hipótese 0 pode ser sempre selecionada, ou uma hipótese pode ser selecionada aleatoriamente. A hipótese selecionada pode ser avaliada e comparada com o limite C_{th} . O limite C_{th} pode ser um valor fixo que pode ser selecionado para obter bom desenho. O limite C_{th} pode ser também um configurável que pode ser

fixado, por exemplo, com base nos resultados da correlação para a hipótese correta recente. A janela de correlação para a hipótese selecionada pode ser determinada com base em qualquer uma das modalidades descritas acima para a

5 Figura 9. Uma janela de correlação de tamanho variável pode aperfeiçoar o desempenho de detecção. Entretanto, uma janela de correlação de tamanho fixo pode reduzir a complexidade de implementação.

A Figura 11 mostra uma modalidade de um processo

10 1100 para resolver a ambigüidade no FAP e LAP detectados. O FAP e o LAP são inicialmente detectados, por exemplo, com base em uma estimativa de resposta de impulso de canal para um canal de comunicação (bloco 1112). Uma única hipótese para o FAP e LAP é selecionada para avaliação (bloco 1114).

15 A hipótese pode ser selecionada com base no ponteiro de Início FFT atual, nas informações de histórico para hipóteses anteriores, e assim por diante. A correlação é então executada nos dados recebidos para a hipótese selecionada (bloco 1116). Se a hipótese selecionada for a

20 hipótese correta é determinada com base no resultado da correlação e em um limite (bloco 1118).

As técnicas aqui descritas podem ser utilizadas para resolver a ambigüidade na detecção de FAP e LAP quando o espalhamento de retardo do canal for mais da metade do

25 intervalo de guarda (ou $\Delta_h > G/2$) assim como quando o espalhamento de retardo do canal é menor ou igual à metade do intervalo de guarda. Em geral, as técnicas podem ser utilizadas para resolver a ambigüidade em quaisquer duas derivações de canal para uma resposta de impulso de um

30 canal de comunicação, onde a ambigüidade é devida à incerteza sobre se a primeira derivação de canal é anterior ou posterior à segunda derivação de canal. A correlação pode ser executada para uma primeira hipótese que

corresponde à primeira derivação de canal que é posterior à segunda derivação de canal. A correlação pode ser também executada para uma segunda hipótese que corresponde à primeira derivação de canal sendo posterior à segunda derivação de canal. Os resultados da correlação para as duas hipóteses podem ser utilizados para determinar se a primeira derivação de canal é anterior ou posterior à segunda derivação de canal.

Referindo novamente à Figura 4, o detector de centro de massa 416 recebe o FAP e LAP de saída da unidade 414 e determina o centro de massa da estimativa de resposta de impulso de canal. Em uma modalidade, o detector 416 determina o centro de massa com base unicamente no FAP e LAP de saída. Por exemplo, o centro de massa pode ser fixado como igual ao ponto intermediário entre $FAPo$ e $LAPo$, como a seguir:

$$DS = (LAPo - FAPo) \bmod N, \text{ e} \quad \text{Eq. (12a)}$$

$$CM = (FAPo + DS/2) \bmod N, \quad \text{Eq. (12b)}$$

onde DS é o espalhamento de retardo do canal detectado. Na equação (12a), o espalho de retardo do canal é computado como $\{(LAPo - FAPo) \bmod N\}$, onde a operação de $\bmod N$ considera o caso em que $LAPo$ está à esquerda de $FAPo$ no perfil de retardo do canal. Na equação (12b), o centro de massa é metade do espalhamento de retardo do canal do $FAPo$, onde a operação de $\bmod N$ considera um possível reinício cíclico do centro de massa. Em outra modalidade, o centro de massa é determinado com base em mais de duas (por exemplo, todas) derivações de canal na estimativa de resposta de impulso de canal, derivações de canal com intensidade suficiente, e assim por diante. A computação do centro de massa pode ser executada de outras maneiras conhecidas na técnica.

O erro de temporização do somador 418 pode ser computado como a seguir:

$$\text{Erro de Temporização} = CM - \text{Temporização Alvo} \quad \text{Eq. (13)}$$

O erro de temporização é um valor assinalado que pode ser positivo, zero ou negativo.

5 Em uma modalidade, o ajuste de temporização do filtro de laço 420 pode ser computado como a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Ajuste de Temporização (t)} = & \text{Erro de Temporização} \times \text{Ganho} + \\ & \text{Ajuste de Temporização (t-1)} \end{aligned} \quad \text{Eq. (14)}$$

Em outra modalidade, o ajuste de temporização pode ser computado como a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Ajuste de Temporização (t)} = & \text{Erro de Temporização} \times \text{Ganho1} + \\ & \text{Ajuste de Temporização (t-1)} \times \text{Ganho2} \end{aligned} \quad \text{Eq. (15)}$$

10 O ganho na equação (14) e o *Ganho1* e o *Ganho2* na equação (15) podem ser valores fixos ou programáveis.

O ajuste de temporização pode ser limitado para dentro de uma faixa de valores predeterminada, como a seguir:

$$\text{Adv/Ret (t)} = \text{SAT} \{ \text{Ajuste de Temporização (t)}, \text{Ajuste Max} \}, \quad \text{Eq. (16)}$$

15 onde *Ajuste Max* é um valor absoluto para o ajuste de temporização máximo para qualquer dada atualização e *SAT{}* é uma operação de saturação. O *Adv/Ret(t)* resultante é um valor assinalado saturado.

O ponteiro de Início FFT pode ser atualizado da seguinte maneira:

$$\text{Ponteiro de Inicio FFT (t)} = \text{Ponteiro de Inicio FFT (t-1)} + \text{Adv/Ret(t)} \quad \text{Eq. (17)}$$

O ponteiro de Início FFT é adiantado em $K+G$ períodos de amostra para cada símbolo OFDM e é também atualizado por $Adv/Ret(t)$ em cada intervalo de atualização de laço.

O laço de rastreamento de tempo 320 tenta manter
 5 o centro de massa em uma localização específica no perfil de retardo do canal, que é referenciado como a temporização alvo. Uma boa localização para a temporização alvo pode depender da resposta de impulso de canal atual, do comprimento da janela de estimação de canal (N), do
 10 comprimento do intervalo de guarda (G), e assim por diante. Um valor programável pode ser utilizado para a temporização alvo. O ganho do filtro de laço, o *Ajuste Max* e/ou outros parâmetros podem ser valores fixos ou configuráveis.

A Figura 12 mostra uma modalidade de um processo
 15 1200 para executar rastreamento de tempo no receptor. O FAP e LAP são inicialmente detectados, por exemplo, com base em uma estimativa de resposta de impulso de canal para um canal de comunicação (bloco 1212). A ambigüidade no FAP e LAP detectados é em seguida resolvida ao executar
 20 correlação nos dados recebidos para pelo menos uma hipótese para o FAP e LAP (bloco 1214). Duas hipóteses podem ser avaliadas como descrito na Figura 10 ou uma única hipótese pode ser avaliada como descrito na Figura 11. A temporização no receptor é então atualizada com base no FAP
 25 e LAP hipotéticos para a hipótese correta (bloco 1216). Para o bloco 1216, o centro de massa da estimativa de resposta de impulso de canal pode ser determinado com base (como, por exemplo, o ponto intermediário entre) no FAP e LAP hipotéticos para a hipótese correta. Um erro de
 30 temporização pode ser determinado com base no centro de massa e na temporização alvo e pode ser filtrado para obter um ajuste de temporização. O ajuste de temporização pode

ser limitado como dentro de uma faixa de valores predeterminada e pode ser utilizado para atualizar a temporização no receptor, como, por exemplo, o ponteiro de Início FFT. A demodulação OFDM é executada nos dados recebidos com base na temporização atualizada do receptor (bloco 1218). O ponteiro de Início FFT pode ser utilizado para selecionar amostras nos dados recebidos para processamento.

As técnicas descritas aqui podem ser implementadas de várias formas. Por exemplo, estas técnicas podem ser implementadas em hardware, firmware, software ou uma combinação destes. Para uma implementação em hardware, as unidades de processamento utilizadas para resolver a ambigüidade em uma estimativa de canal e/ou para executar rastreamento de tempo em um receptor podem ser implementadas dentro de um ou mais circuitos integrados de aplicação específica (ASICs), processadores de sinal digital (DSPs), dispositivos de processamento de sinal digital (DSPDs), dispositivos lógicos programáveis (PLDs), matriz de porta programável em campo (FPGAs), processadores, controladores, microcontroladores, microprocessadores, dispositivos eletrônicos, outras unidades eletrônicas projetadas para desempenhar as funções aqui descritas ou uma combinação destes.

Para uma implementação em firmware e/ou software, as técnicas podem ser implementadas com módulos (como, por exemplo, procedimentos, funções, e assim por diante) que executam as funções aqui descritas. Os códigos de software podem ser armazenados em uma memória (por exemplo, a memória 182 da Figura 1) e executados por um processador (por exemplo, o processador 180). A memória pode ser implementada dentro do processador ou fora do processador.

A descrição anterior das modalidades descritas é apresentada para permitir que qualquer pessoa versada na técnica fabrique ou utilize a presente invenção. Várias modificações a estas modalidades serão prontamente evidentes aos versados na técnica, e os princípios genéricos aqui definidos podem ser aplicados a outras modalidades sem que se abandone o conceito inventivo ou escopo da invenção. Assim, a presente invenção não pretende estar limitada às modalidades aqui mostradas, mas deve receber o escopo mais amplo compatível com os princípios e as novas características aqui descritos.

REIVINDICAÇÕES

1. Equipamento, compreendendo:

- pelo menos um processador configurado para detectar um primeiro percurso de chegada (FAP) e um último percurso de chegada (LAP) em um canal de comunicação, para realizar correlação nos dados recebidos para uma primeira hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados corretamente, para realizar correlação nos dados recebidos para uma segunda hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados incorretamente, e para determinar uma hipótese correta entre a primeira e segunda hipóteses com base nos resultados da correlação para a primeira e segunda hipóteses; e
- uma memória acoplada a pelo menos um processador.

2. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1, no qual pelo menos um processador é configurado para determinar uma primeira janela de correlação para a primeira hipótese e uma segunda janela de correlação para a segunda hipótese com base no FAP e LAP detectados.

3. Equipamento, de acordo com a reivindicação 2, no qual pelo menos um processador é configurado para realizar correlação entre um primeiro segmento de dados recebidos dentro da primeira janela de correlação e um segundo segmento de dados recebidos, e para realizar correlação entre um terceiro segmento de dados recebidos dentro da segunda janela de correlação e um quarto segmento de dados recebido.

4. Equipamento, de acordo com a reivindicação 3, no qual o primeiro e segundo segmentos são separados por K amostras e o terceiro e quarto segmentos são separados por K amostras, onde K é a duração de uma parte útil de um símbolo OFDM.

5. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1, no qual pelo menos um processador é configurado para determinar o FAP e LAP hipotéticos para cada hipótese com base no FAP e LAP detectados.

5 6. Equipamento, de acordo com a reivindicação 5, no qual pelo menos um processador é configurado para determinar uma janela de correlação para cada hipótese de modo a cobrir os intervalo de guarda para o FAP e LAP hipotéticos para a hipótese.

10 7. Equipamento, de acordo com a reivindicação 5, no qual pelo menos um processador é configurado para determinar uma janela de correlação para cada hipótese de modo a cobrir pelo menos uma parte de um intervalo de guarda para o FAP hipotético e pelo menos uma parte de um
15 intervalo de guarda para o LAP hipotético.

 8. Equipamento, de acordo com a reivindicação 5, no qual pelo menos um processador é configurado para determinar uma janela de correlação para cada hipótese de modo a cobrir pelo menos uma parte de um intervalo de
20 guarda para o FAP hipotético.

 9. Equipamento, de acordo com a reivindicação 5, no qual pelo menos um processador é configurado para determinar uma janela de correlação para cada hipótese de modo a cobrir pelo menos uma parte de um intervalo de
25 guarda para o LAP hipotético.

 10. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1, no qual pelo menos um processador é configurado para detectar o FAP e LAP com base em uma estimativa de resposta de impulso de canal para o canal de comunicação.

30 11. Equipamento, de acordo com a reivindicação 10, no qual a estimativa de resposta de impulso de canal compreende múltiplas derivações de canal, e que pelo menos um processador é configurado para determinar as energias

das derivações de canal dentro de uma janela deslizando para diferentes posições de derivação, para determinar a diferença finita com base nas energias para diferentes posições de derivações, para detectar o FAP com base em uma
5 primeira função das energias e na diferença finita, e para detectar o LAP com base em uma segunda função das energias e na diferença finita.

12. Equipamento, de acordo com a reivindicação 5, no qual pelo menos um processador é configurado para
10 determinar o centro de massa de uma resposta de impulso para o canal de comunicação com base no FAP e LAP hipotéticos para a hipótese correta, para atualizar um ponteiro com base no centro de massa, e para utilizar o ponteiro de modo a selecionar amostras nos dados recebidos
15 para processamento.

13. Equipamento, de acordo com a reivindicação 12, no qual pelo menos um processador é configurado para determinar o centro de massa como um ponto intermediário entre o FAP e o LAP hipotéticos para a hipótese correta.

20 14. Equipamento, de acordo com a reivindicação 12, no qual pelo menos um processador é configurado para determinar um erro de temporização com base no centro de massa e em uma temporização alvo, para filtrar o erro de temporização para obter um ajuste de temporização, e para
25 atualizar o ponteiro com base no ajuste de temporização.

15. Equipamento, de acordo com a reivindicação 14, no qual pelo menos um processador é configurado para limitar o ajuste de temporização dentro de uma faixa de valores predeterminada.

30 16. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1, no qual pelo menos um processador é configurado para atualizar a temporização com base na hipótese correta, e para realizar demodulação por multiplexação por divisão de

frequência ortogonal (OFDM) nos dados recebidos com base na temporização atualizada.

17. Método, compreendendo:

- detectar um primeiro percurso de chegada (FAP) e um último percurso de chegada (LAP) em um canal de comunicação;
- realizar correlação nos dados recebidos para uma primeira hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados corretamente;
- 10 - realizar correlação nos dados recebidos para uma segunda hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados incorretamente; e
- determinar uma hipótese correta entre a primeira e segunda hipóteses com base nos resultados da correlação para a primeira e segunda hipóteses.
- 15

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, no qual detectar o FAP e LAP compreende detectar o FAP e LAP com base em uma estimativa de resposta de impulso de canal para o canal de comunicação.

20 19. Método, de acordo com a reivindicação 17, no qual realizar a correlação nos dados recebidos compreende:

- determinar uma primeira janela de correlação para a primeira hipótese e uma segunda janela de correlação para a segunda hipótese com base no FAP e LAP detectados,
- 25 - realizar correlação entre um primeiro segmento de dados recebidos dentro da primeira janela de correlação e um segundo segmento de dados recebidos, e
- realizar correlação entre um terceiro segmento de dados recebidos dentro da segunda janela de correlação e um quarto segmento de dados recebidos.
- 30

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, no qual realizar a correlação nos dados recebidos compreende:

- determinar FAP e LAP hipotéticos para cada hipótese com base no FAP e LAP detectados,

- determinar uma janela de correlação para cada hipótese de modo a cobrir uma parte de um intervalo de guarda para o FAP hipotético, uma parte de um intervalo de guarda para o LAP hipotético ou ambas, e

- realizar correlação para cada hipótese com base na janela de correlação para a hipótese.

21. Método, de acordo com a reivindicação 17, compreendendo também:

- atualizar a temporização com base na hipótese correta; e

- realizar demodulação por multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) nos dados recebidos com base na temporização atualizada.

22. Equipamento, compreendendo:

- dispositivos para detectar um primeiro percurso de chegada (FAP) e um último percurso de chegada (LAP) em um canal de comunicação;

- dispositivos para realizar correlação nos dados recebidos para uma primeira hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados corretamente;

- dispositivos para realizar correlação nos dados recebidos para uma segunda hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados incorretamente; e

- dispositivos para determinar uma hipótese correta entre a primeira e segunda hipóteses com base nos resultados da correlação para a primeira e segunda hipóteses.

23. Equipamento, de acordo com a reivindicação 22, no qual os dispositivos para realizar a correlação nos dados recebidos compreendem:

- dispositivos para determinar uma primeira janela de correlação para a primeira hipótese e uma segunda janela de correlação para a segunda hipótese com base no FAP e LAP detectados,

5 - dispositivos para realizar correlação entre um primeiro segmento de dados recebidos dentro da primeira janela de correlação e um segundo segmento de dados recebidos, e

10 - dispositivos para realizar correlação entre um terceiro segmento de dados recebido dentro da segunda janela de correlação e um quarto segmento de dados recebidos.

24. Equipamento, de acordo com a reivindicação 22, no qual os dispositivos para realizar correlação nos dados recebidos compreendem:

- dispositivos para determinar o FAP e LAP hipotéticos para cada hipótese com base no FAP e LAP detectados,

20 - dispositivos para determinar uma janela de correlação para cada hipótese de modo a cobrir uma parte de um intervalo de guarda para o FAP hipotético, uma parte de um intervalo de guarda para o LAP hipotético ou ambas, e

- dispositivos para realizar correlação para cada hipótese com base na janela de correlação para a hipótese.

25 25. Equipamento, de acordo com a reivindicação 22, compreendendo também:

- dispositivos para atualizar a temporização com base na hipótese correta; e

30 - dispositivos para realizar demodulação por multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) nos dados recebidos com base na temporização atualizada.

26. Meio legível por processador para armazenar instruções operáveis para:

- detectar um primeiro percurso de chegada (FAP) e um último percurso de chegada (LAP) em um canal de comunicação;

- realizar correlação nos dados recebidos para
5 uma primeira hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados corretamente;

- realizar correlação nos dados recebidos para uma segunda hipótese que corresponde ao FAP e LAP que são detectados incorretamente; e

- 10 - determinar uma hipótese correta entre a primeira e segunda hipóteses com base nos resultados da correlação para a primeira e segunda hipóteses.

27. Meio legível por processador, de acordo com a reivindicação 26, e também para armazenar instruções
15 operáveis para:

- detectar o FAP e LAP com base em uma estimativa de resposta de impulso de canal para o canal de comunicação.

28. Meio legível por processador, de acordo com a
20 reivindicação 26, e também para armazenar instruções operáveis para:

- determinar uma primeira janela de correlação para a primeira hipótese e uma segunda janela de correlação para a segunda hipótese com base no FAP e LAP detectados,

- 25 - realizar correlação entre um primeiro segmento de dados recebidos dentro da primeira janela de correlação e um segundo segmento de dados recebidos, e

- realizar correlação entre um terceiro segmento de dados recebidos dentro da segunda janela de correlação e
30 um quarto segmento de dados recebidos.

29. Meio legível por processador, de acordo com a reivindicação 26, e também para armazenar instruções operáveis para:

- determinar FAP e LAP hipotéticos para cada hipótese com base no FAP e LAP detectados,

- determinar uma janela de correlação para cada hipótese de modo a cobrir uma parte de um intervalo de guarda para o FAP hipotético, uma parte de um intervalo de guarda para o LAP hipotético ou ambas, e

- realizar correlação para cada hipótese com base na janela de correlação para a hipótese.

30. Meio legível por processador, de acordo com a reivindicação 26, e também para armazenar instruções operáveis para:

- atualizar a temporização com base na hipótese correta; e

- direcionar a demodulação por multiplexação por divisão de frequência ortogonal (OFDM) nos dados recebidos com base na temporização atualizada.

31. Equipamento, compreendendo:

- pelo menos um processador configurado para determinar a primeira e segunda derivações de canal para uma resposta de impulso de um canal de comunicação, para realizar correlação nos dados recebidos para uma primeira hipótese que corresponde à primeira derivação de canal que é anterior à segunda derivação de canal, para realizar correlação nos dados recebidos para uma segunda hipótese que corresponde à primeira derivação de canal que é posterior à segunda derivação de canal, e para determinar se a primeira derivação de canal é anterior ou posterior à segunda derivação de canal com base nos resultados da correlação para a primeira e segunda hipóteses; e

- uma memória acoplada a pelo menos um processador.

32. Equipamento, de acordo com a reivindicação 31, no qual para cada hipótese pelo menos um processador é

configurado para determinar uma janela de correlação para a hipótese, de modo a cobrir uma parte de um intervalo de guarda para a primeira derivação de canal, uma parte de um intervalo de guarda para a segunda derivação de canal, ou
5 ambas, e para realizar correlação para a hipótese com base na janela de correlação.

33. Equipamento, de acordo com a reivindicação 31, no qual pelo menos um processador é configurado para atualizar a temporização com base na hipótese correta e
10 para realizar demodulação nos dados recebidos com base na temporização atualizada.

34. Equipamento, compreendendo:

- pelo menos um processador configurado para detectar um primeiro percurso de chegada (FAP) e um último
15 percurso de chegada (LAP) em um canal de comunicação, para selecionar uma hipótese para o FAP e LAP para avaliação, para realizar correlação nos dados recebidos para a hipótese selecionada, e para determinar se a hipótese selecionada é uma hipótese correta com base no resultado da
20 correlação para a hipótese selecionada; e

- uma memória acoplada a pelo menos um processador.

35. Equipamento, de acordo com a reivindicação 34, no qual pelo menos um processador é configurado para
25 selecionar a hipótese com base na informação de histórico para hipóteses avaliadas anteriormente.

36. Equipamento, de acordo com a reivindicação 34, no qual pelo menos um processador é configurado para selecionar uma hipótese associada à temporização que está
30 mais próxima da temporização das hipóteses avaliadas anteriormente.

37. Equipamento, de acordo com a reivindicação 34, no qual pelo menos um processador é configurado para

determinar se a hipótese selecionada é a hipótese correta com base no resultado da correlação e em um limite.

38. Equipamento, compreendendo:

- 5 - dispositivos para detectar um primeiro percurso de chegada (FAP) e um último percurso de chegada (LAP) em um canal de comunicação;
- dispositivos para selecionar uma hipótese para o FAP e LAP para avaliação;
- 10 - dispositivos para realizar correlação nos dados recebidos para a hipótese selecionada; e
- dispositivos para determinar se a hipótese selecionada é uma hipótese correta com base no resultado da correlação para a hipótese selecionada.

39. Equipamento, de acordo com a reivindicação
15 38, no qual os dispositivos para selecionar a hipótese compreendem dispositivos para selecionar a hipótese com base na informação de histórico para hipóteses avaliadas anteriormente.

40. Equipamento, de acordo com a reivindicação
20 38, no qual os dispositivos para determinar se a hipótese selecionada é a hipótese correta compreendem dispositivos para determinar se a hipótese selecionada é a hipótese correta com base no resultado da correlação e em um limite.

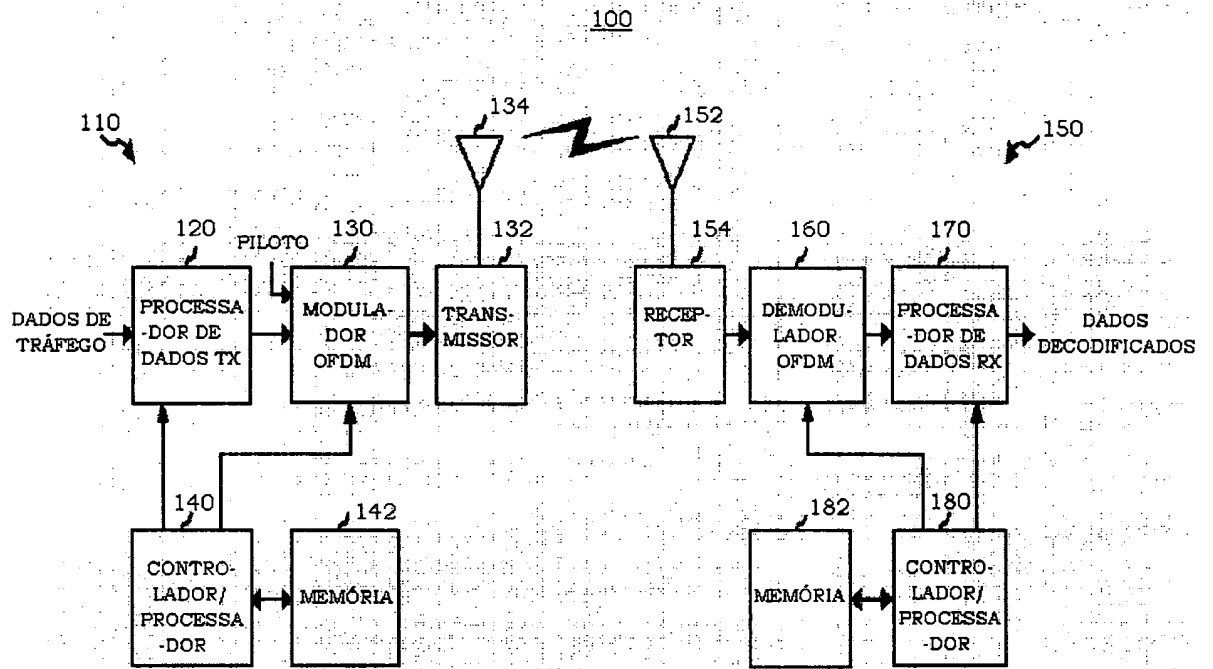


FIGURA 1

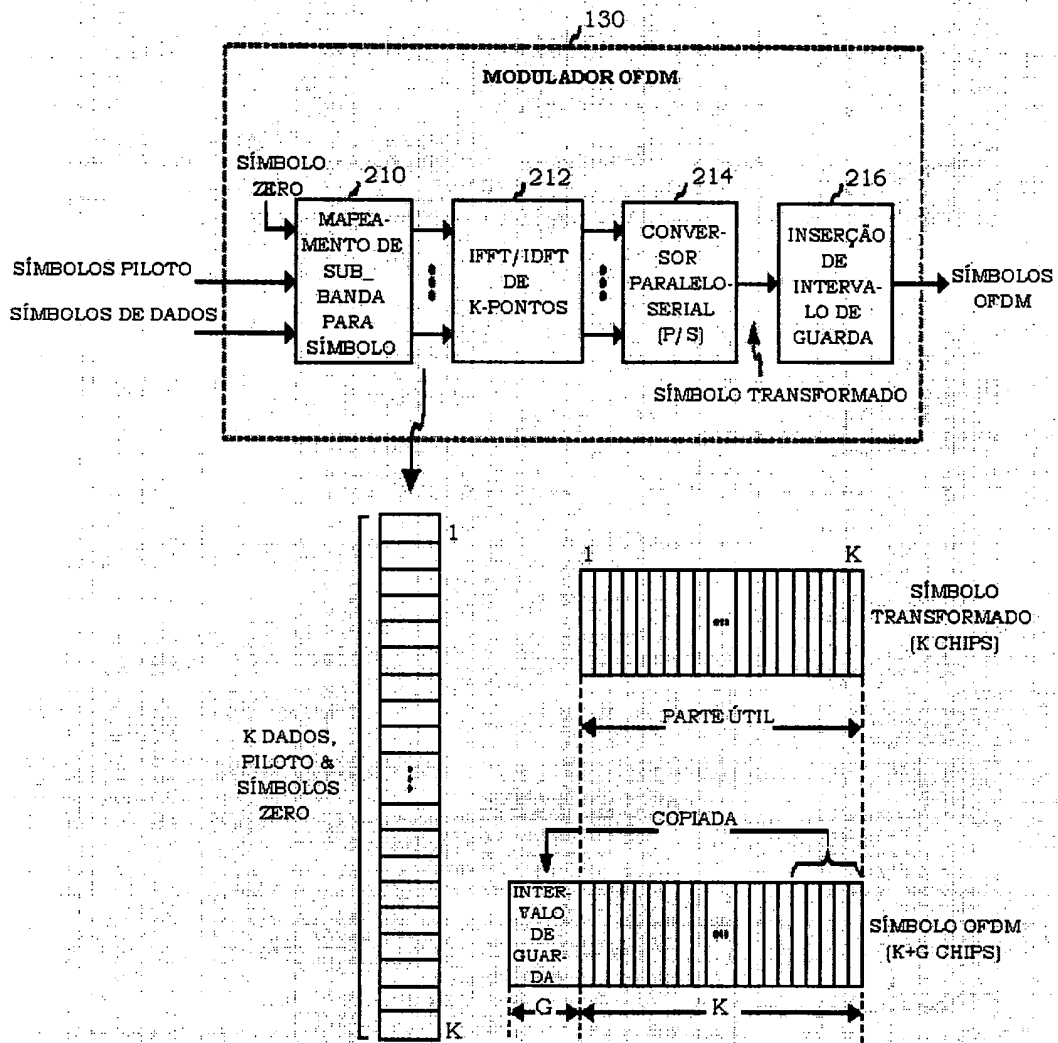


FIGURA 2

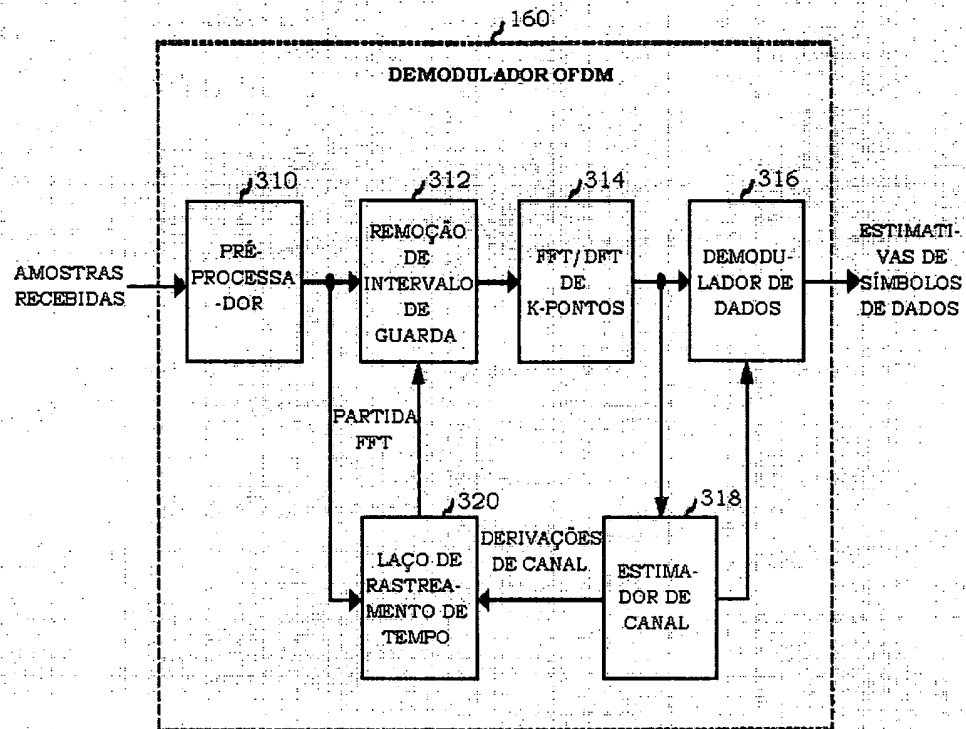


FIGURA 3

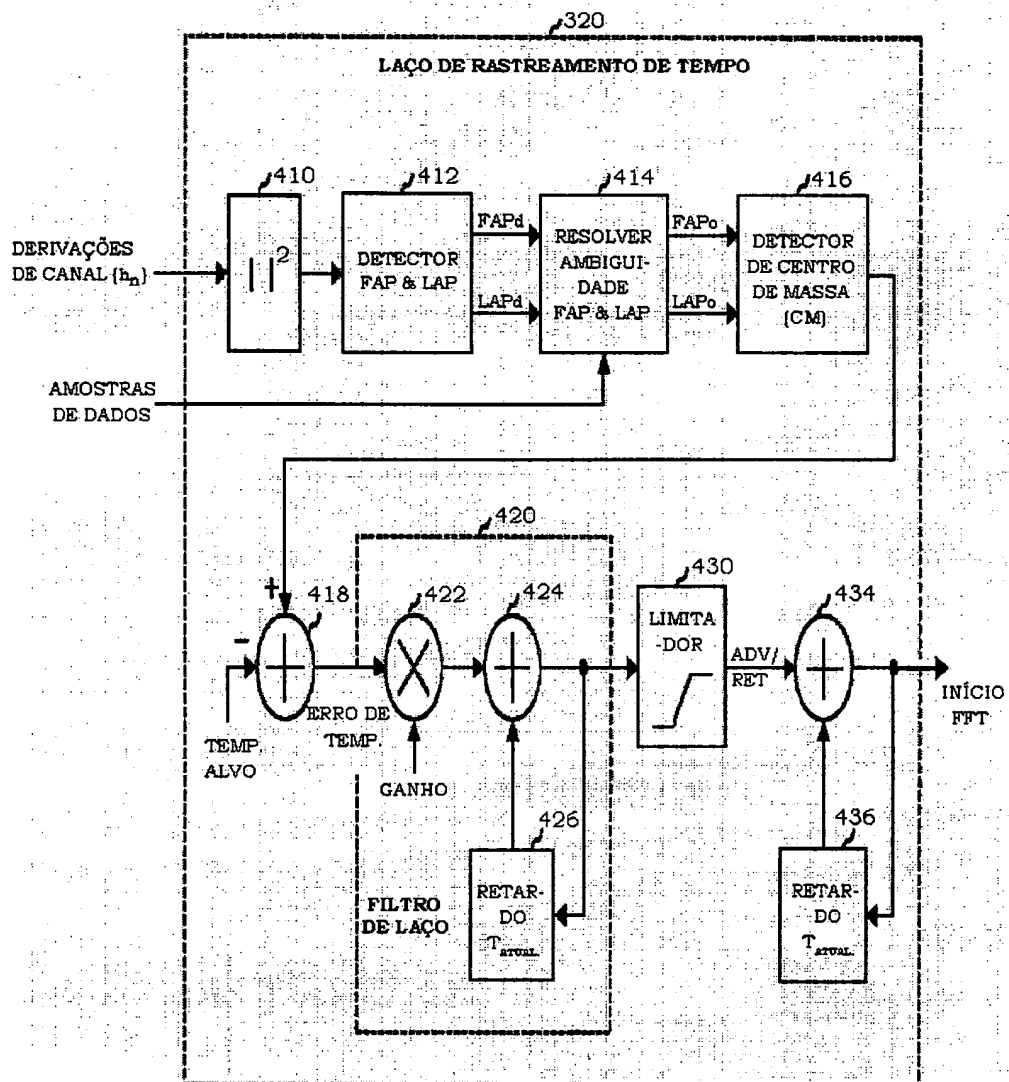


FIGURA 4

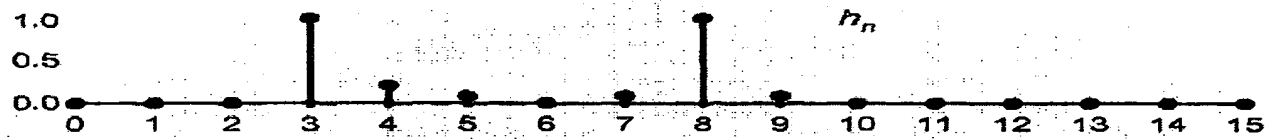


FIGURA 5A

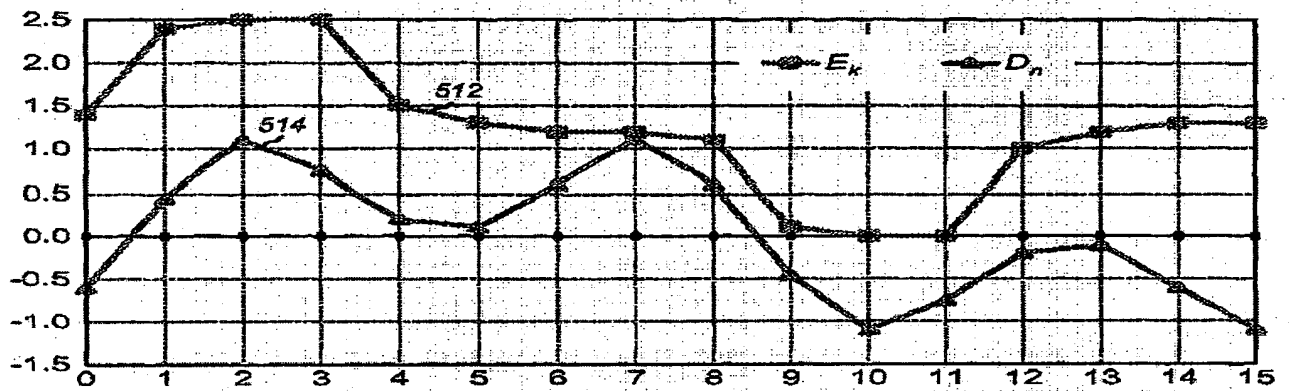


FIGURA 5B

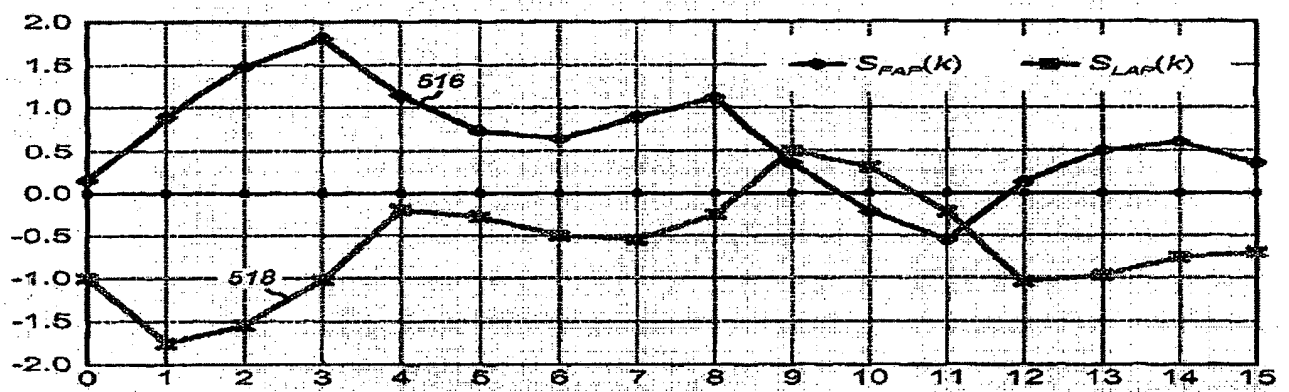


FIGURA 5C

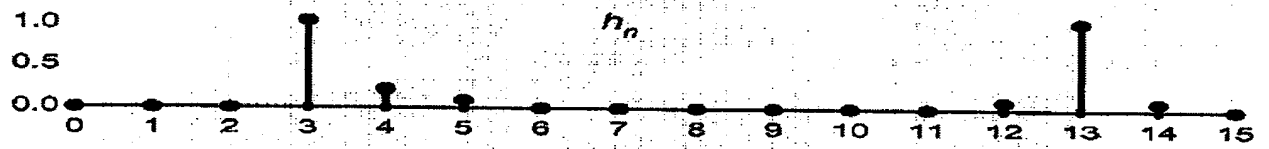


FIGURA 5D

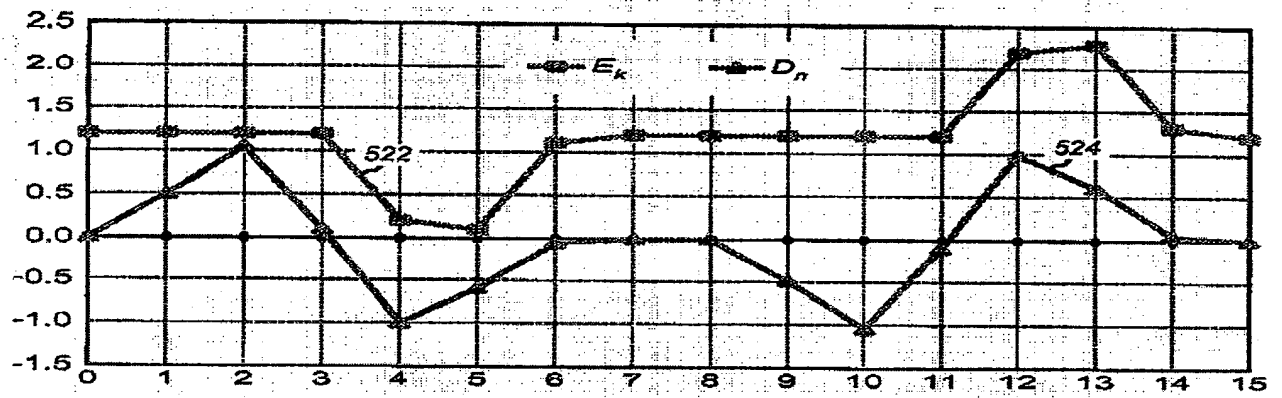


FIGURA 5E

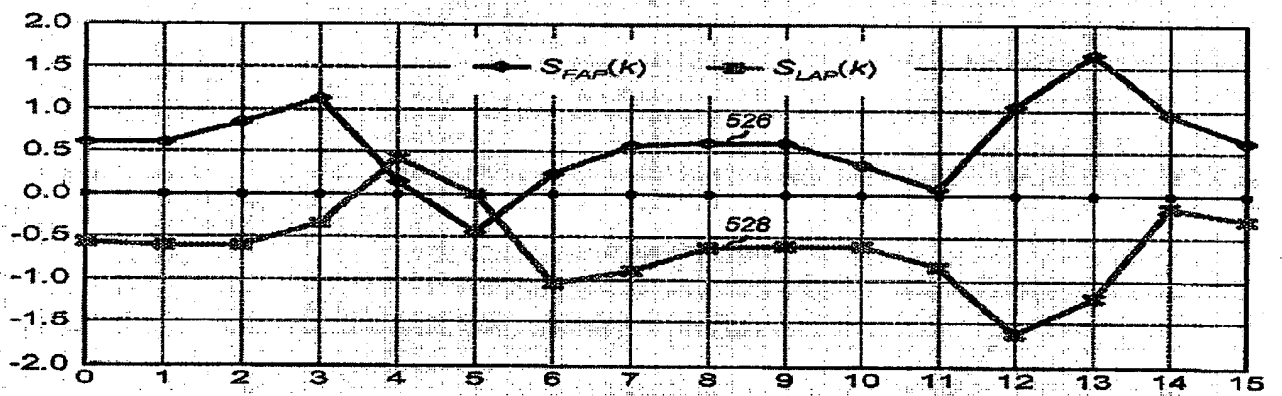


FIGURA 5F

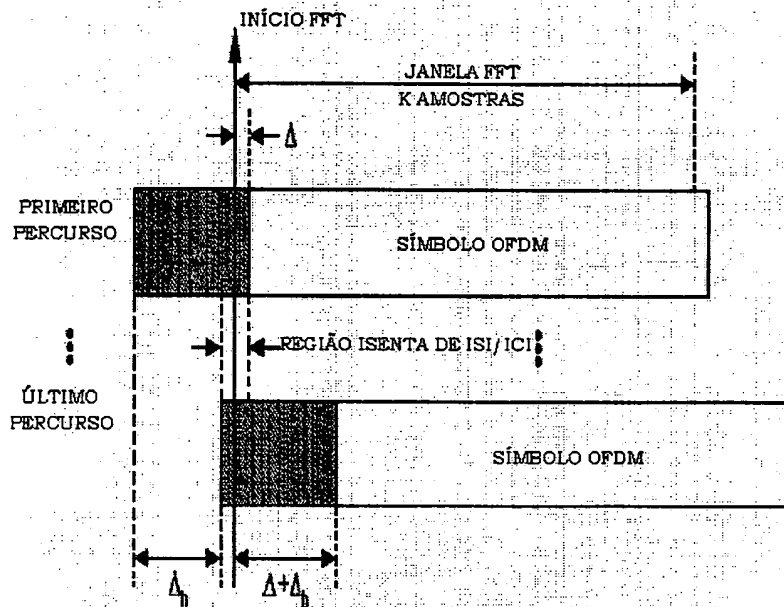


FIGURA 6A

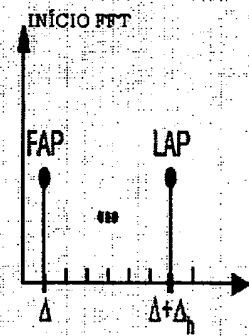


FIGURA 6B

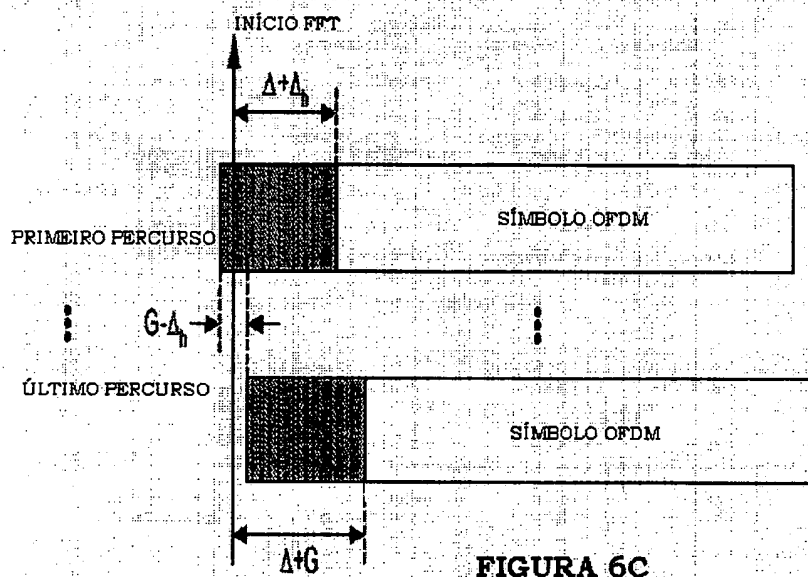


FIGURA 6C

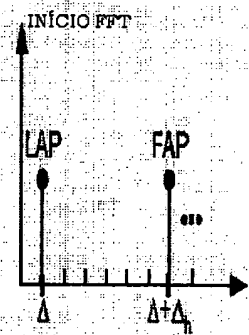
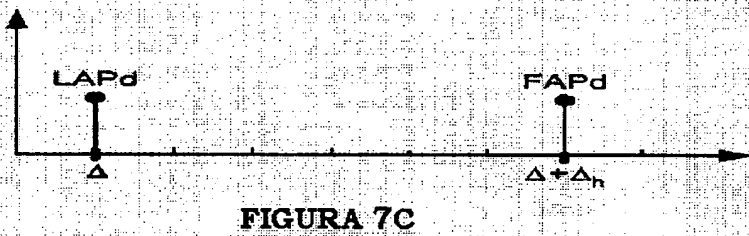
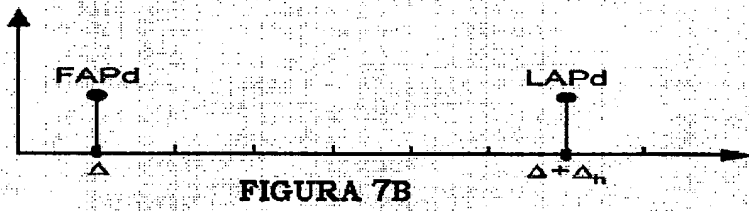
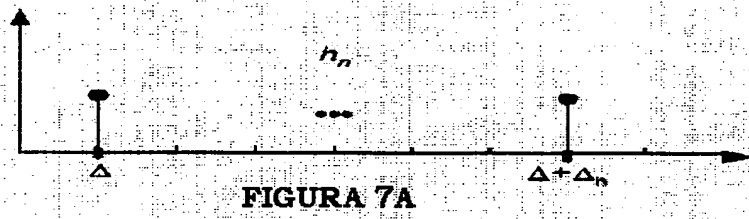


FIGURA 6D



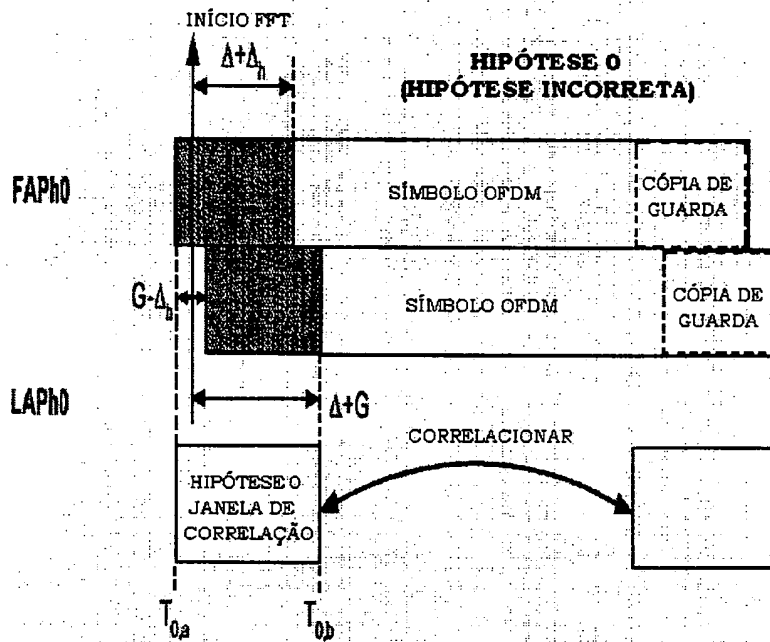


FIGURA 8B

FIGURA 8A

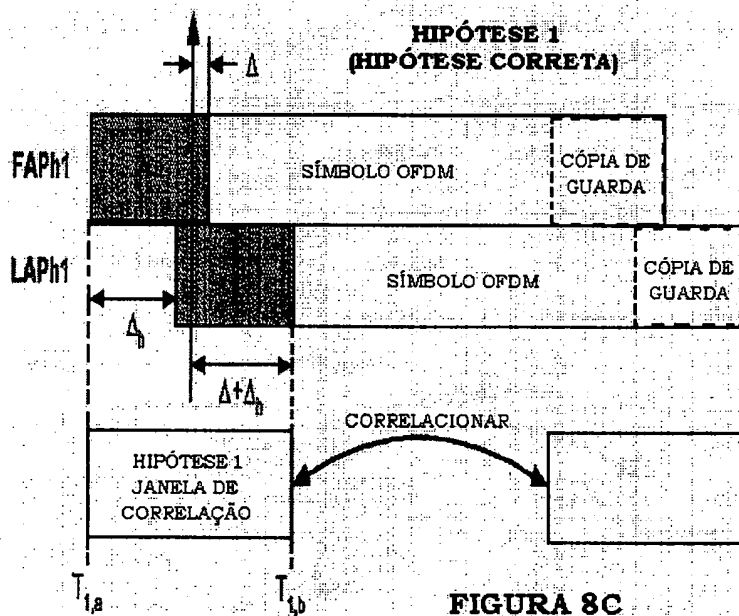
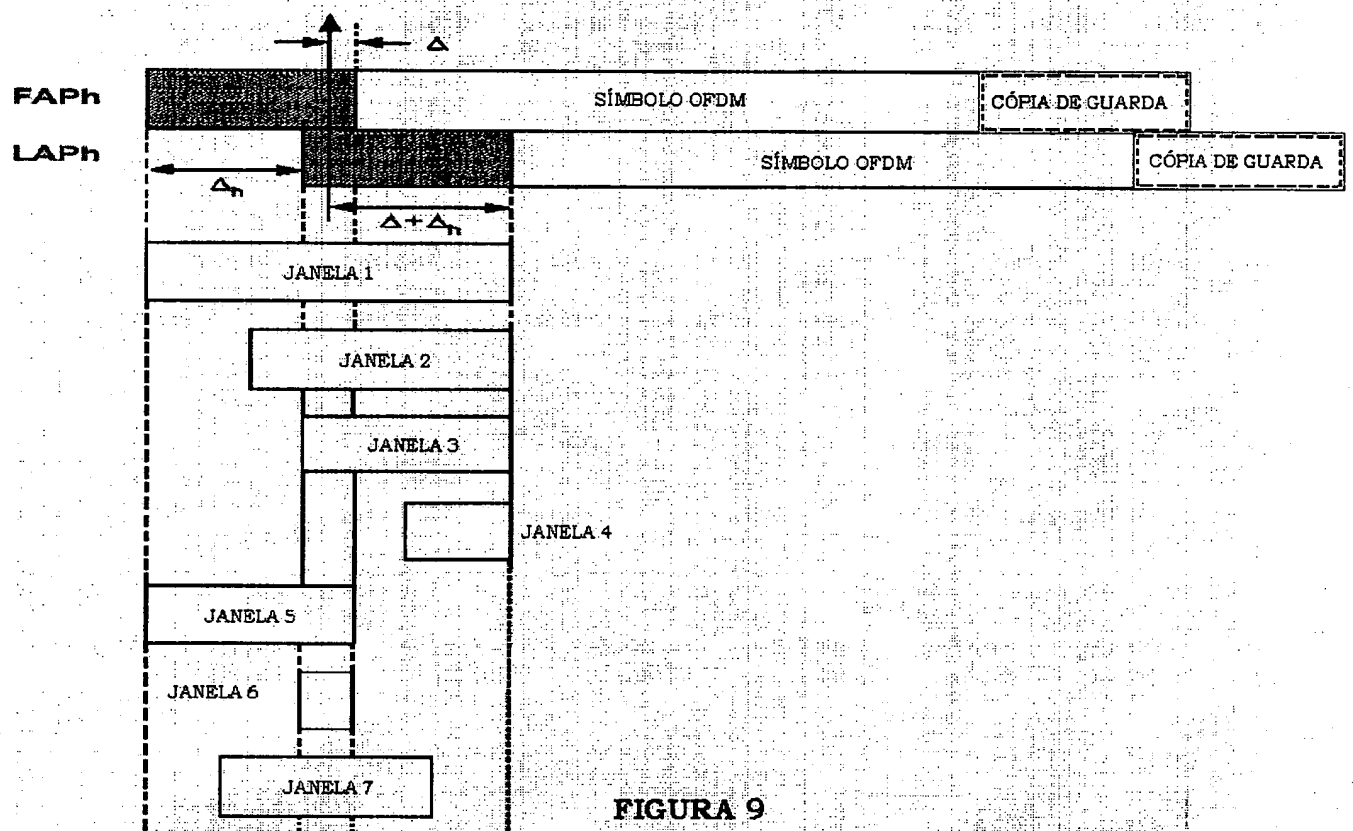


FIGURA 8D

FIGURA 8C



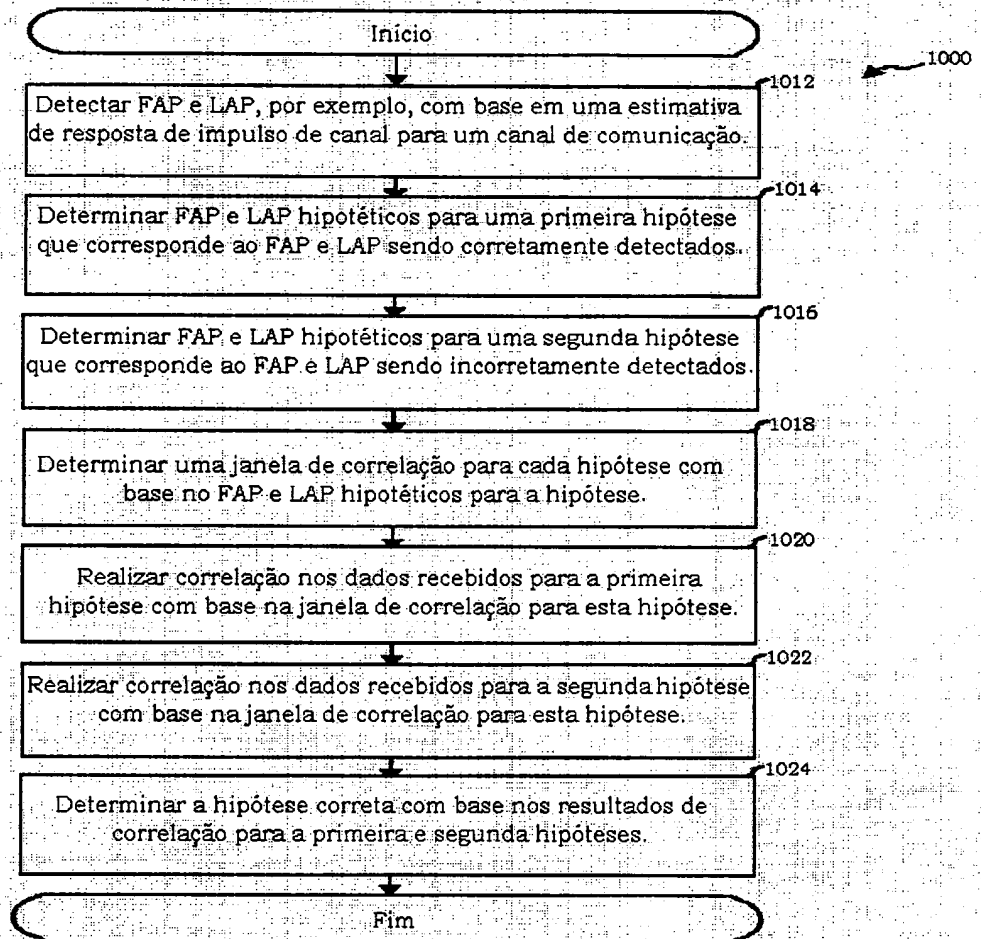


FIGURA 10

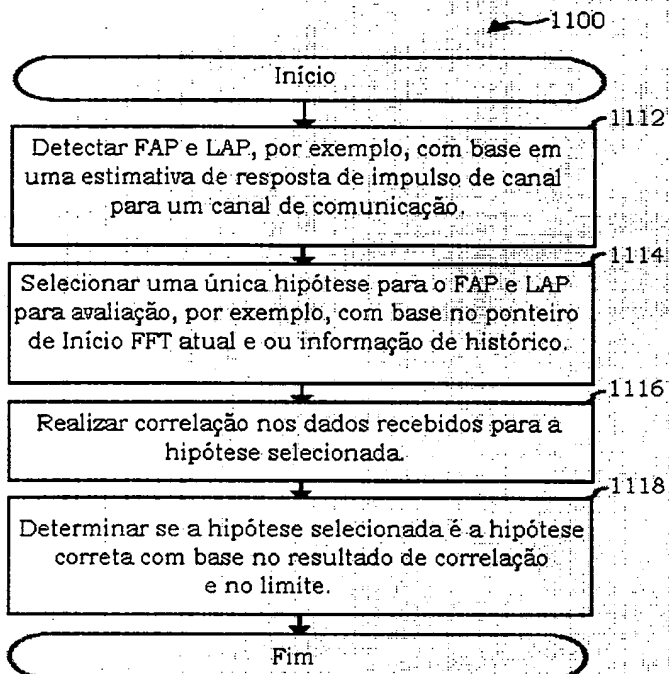


FIGURA 11

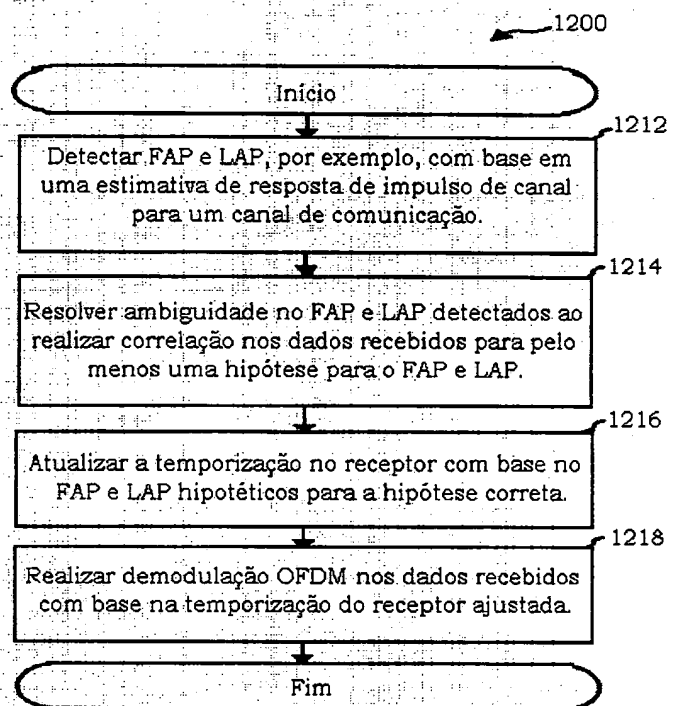


FIGURA 12

RESUMO

**"SINCRONIZAÇÃO EM UM RECEPTOR DE MULTIPORTADORAS COM
CORRELAÇÃO DE INTERVALO DE GUARDA".**

Técnicas para realizar rastreamento de tempo em
5 um receptor são descritas. Um primeiro percurso de chegada
(FAP) e um último percurso de chegada (LAP) são detectados
com base em uma estimativa de resposta de impulso de canal
para um canal de comunicação. O FAP e LAP detectados podem
estar corretos ou trocados. Para resolver a ambigüidade no
10 FAP e LAP detectados, uma primeira hipótese que corresponde
ao FAP e LAP sendo detectados corretamente e uma segunda
hipótese que corresponde ao FAP e LAP sendo detectados
incorretamente são avaliadas. Para cada hipótese, o FAP e
LAP hipotéticos são determinados com base no FAP e LAP
15 detectados, uma janela de correlação é determinada com base
no FAP e LAP hipotéticos, e uma correlação é realizada
utilizando a janela de correlação. A hipótese correta é
determinada com base nos resultados de correlação para as
duas hipóteses. A temporização no receptor é atualizada com
20 base no FAP e LAP hipotéticos para a hipótese correta e
utilizada na demodulação.