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

(21) **PI0708542-7 A2**

*BRPI0708542A2*

(22) Data de Depósito: 06/03/2007
**(43) Data da Publicação: 31/05/2011**
**(RPI 2108)**

***(51) Int.Cl.:***
**H04L 27/26 2006.01**

(54) Título: **SISTEMA, APARELHO E MÉTODO PARA PROJETO DE UMA SEQÜÊNCIA DE SINCRONIZAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 07/03/2006 US 60/779745, 23/06/2006 US 60/816231

(73) Titular(es): Koninklijke Philips Electronics, N.V.

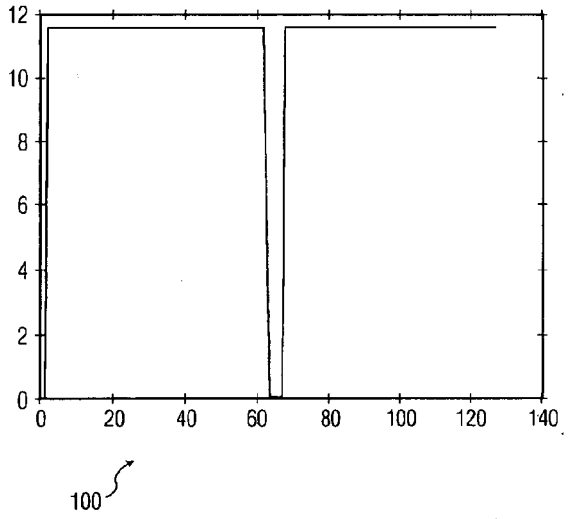
(72) Inventor(es): Dagnachew Birru, Dong Wang, Jun Yang

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT IB2007050741 de 06/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/102123de 13/09/2007

(57) Resumo: SISTEMA, APARELHO E METODO PARA PROJETO DE UMA SEQUENCIA DE SINCRONIZAÇÃO. A presente invenção é um sistema, aparelho e método para sistemas atuais MB-OFDM, para projetar uma seqüência de sincronização no domínio do tempo com respeito a DAA que (1) minimiza a mudança para a seqüência de sincronização atual, e (2) mantém a robustez de sincronização. Duas realizações de corte de tom são providas para projeto de seqüência de sincronização no preâmbulo, quando sistemas OFDM requerem capacidade de detectar e evitar (DAA). O receptor não precisa estar ciente da mudança da sequência de sincronização no transmissor e ainda pode usar a seqüência de sincronização original. O projeto pode ser usado em ambos os modos de transmissão DAA e não DAA.



"SISTEMA, APARELHO E MÉTODO PARA PROJETO DE UMA SEQÜÊNCIA DE SINCRONIZAÇÃO"

A presente invenção relaciona-se a um sistema, aparelho e método para projetar uma seqüência de sincronização quando um subconjunto de sub-portadoras é desligado.

A tecnologia de detecção e evitação (DAA) permite que sistemas de banda ultra larga (UWB) coexistam pacificamente com tecnologias sem fio atuais e futuras, compartilhando o mesmo espectro. Técnicas DAA mitigam a interferência pela busca de sinais sem fio banda larga e comutem automaticamente dispositivos UWB para uma outra freqüência, para evitar qualquer conflito.

Nos sistemas atuais de multiplexação por divisão de freqüência ortogonal de multi-bandas UWB (MB-OFDM), cada dispositivo necessita ter a capacidade de detectar dispositivos de banda estreita primários existentes e a largura de banda destes sistemas, e evitar a transmissão naquela transmissão de freqüência. Estas assim chamadas capacidades de detectar e evitar (DAA) têm sido projetadas como um formato de corte de tom para operar durante a carga útil de transmissão, bem como uma transmissão de preâmbulo de estimativa de canal. Entretanto, o projeto da seqüência de sincronização com uma capacidade DAA sem mudanças demais feitas na seqüência de sincronização atual, é necessário para adicionar flexibilidade de comutação entre diferentes modos, bem como cuidar dos receptores.

Então, há uma necessidade na técnica de um mecanismo que equacione eficientemente este problema, enquanto ao mesmo tempo tenha impacto mínimo nas seqüências de sincronização existentes. A seqüência de sincronização de sistemas UWB MB-OFDM deveria, não só ter boa propriedade de correlação como também satisfazer a exigência de máscara de emissão emitida pela FCC. Se é requerido que alguns tons no domínio da freqüência para a seqüência de sincronização sejam zero (cortados para zero

no espectro da seqüência de sincronização), a presente invenção evita um novo projeto da seqüência de sincronização no domínio da freqüência. Usualmente o receptor não sabe se certos tons foram cortados ou não no transmissor, e a presente invenção mantém as boas propriedades de correlação de uma seqüência de sincronização existente.

Quando o sistema OFDM requer uma seqüência de sincronização levando em consideração DAA, o projetista da seqüência de sincronização corta as sub- portadoras correspondentes para zero no espectro de uma seqüência de sincronização atual. Em uma primeira realização preferida, a nova seqüência de sincronização é a versão de FFT inversa do espectro cortado de acordo com uma primeira fórmula da presente invenção. Quando o corta simétrico é necessário, em uma segunda realização preferida da presente invenção, uma segunda fórmula é provida para gerar uma seqüência de sincronização real. O receptor não precisa ser avisado do corte no transmissor.

Figura 1 ilustra o espectro de uma seqüência de sincronização original;

Figura 2 ilustra o espectro da Figura 1 cortado usando corte de lado único e corte simétrico;

Figura 3 ilustra os resultados de correlação para sincronização no receptor, sob canal CM1;

Figura 4 ilustra os resultados de correlação para sincronização no receptor, sob canal CM2;

Figura 5 ilustra um diagrama de aparelho para gerar seqüências de sincronização com corte de tom a partir da seqüência original, de acordo com a presente invenção; e

Figura 6 ilustra um sistema OFDM para comutar entre o modo DAA e não DAA, usando uma seqüência de sincronização gerada, de acordo com a presente invenção.

A presente invenção pode ser prontamente entendida por um especialista na técnica, à vista da seguinte descrição detalhada com referência aos desenhos que a acompanham, apresentados somente para fins ilustrativos. Nos desenhos, os mesmos símbolos de referência denotam componente idênticos, no sentido de eliminar descrição redundante destes.

Na presente invenção, uma abordagem no domínio transformado é provida para gerar seqüências sincronização com tons cortados cuja correlação cruzada com as seqüências não cortadas é mantida tão boa quanto a auto correlação das seqüências cortadas. Embora as seqüências de sincronização tenham propriedades de correlação similares, a abordagem da presente invenção para construir a seqüência desejada com capacidade DAA é elementar e simples. Basicamente, a presente invenção transforma as exigências de correlação em identidades no domínio da freqüência e pode ser usada para gerar um número de seqüências com diferentes exigências de corte de tom em sistemas OFDM.

Suponha que x(0), x(1), x(2), ... , x(N-1) seja uma seqüência de sincronização no domínio do tempo, sua resposta no domínio da freqüência é X(0), X(1), ..., X(N-1), onde

$$X(k) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-\frac{j2\pi kn}{N}}, k = 0,1,2,...,N-1$$

Se o sistema requer que um subconjunto A de sub-portadoras seja desligado, o novo projeto da seqüência de sincronização não é necessário, em uma primeira realização preferida. Em uma primeira realização preferida, a presente invenção corta o espectro X(k) para ser 0 no subconjunto A e então obtém sua versão no domínio do tempo. Portanto, a seqüência no domínio do tempo resultante é

$$x'(n) = x(n) - \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k \in A} X(k) \cdot e^{\frac{j2\pi kn}{N}}, k = 0,1,2,...,N-1$$

(1)

O transmissor usa x'(n) como uma nova seqüência de sincronização, embora o receptor não necessite conhecer esta informação e ainda use a seqüência de sincronização original x(n) para se correlacionar com o sinal recebido.

Esta técnica, de uma primeira realização preferida, garante que um receptor encontra um pico porque, no domínio da freqüência, a energia capturada pela correlação é apenas reduzida de uma pequena quantidade no subconjunto A de sub-portadoras. Por outro lado, este método de corte pode ser visualizado da perspectiva de que o canal se torna profundamente desvanecido a partir do subconjunto de sub-portadora A e como resultado a seqüência de sincronização original ainda funciona para esta espécie de canal.

Um corte simétrico é necessário todas as vezes que a seqüência de sincronização resultante é requerida ser real. Para certos modos de transmissão com espalhamento no domínio da freqüência (colocado um símbolo na sub-portadora k e colocado seu conjugado na sub-portadora N-k, exceto k=0), o sinal no domínio do tempo é real para transmissão de carga útil. Como é bem conhecido, a parte real do sinal é passada por um ramo I da cadeia do transmissor e a parte imaginária do sinal é passada no ramo Q da cadeia de terminal. Neste caso, somente o ramo I é necessário para reduzir a complexidade do transmissor neste modo de taxa baixa. Para ser consistente com a transmissão da parte de dados, o método de corte simétrico é necessário na seqüência de sincronização. É bem conhecido que o AGC (controle automático de ganho) está na aplicação no cliente de um demodulador para eliminar variações de ganho em cadeia, o que poderia afetar o detector de amplitude. Portanto, o corte precisa ser consistente a partir do aspecto do AGC para a configuração de corte subseqüente na seqüência de estimativa de canal e a parte de carga útil, de tal modo que amplitude dos sinais recebidos para a seqüência de sincronização pode ser mantida no mesmo nível dos sinais recebidos para a seqüência de estimativa de canal cortada e a parte de

carga útil cortada. Em uma segunda realização preferida, a fórmula matemática para a nova seqüência de sincronização para o transmissor é

$$x''(n) = x(n) - \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k \in A} 2\,\mathrm{Re}\left\{ X(k) \cdot e^{\frac{j2\pi k n}{N}} \right\}, k = 0,1,2,\ldots,N-1$$

(2)

Uma seqüência de sincronização com boas propriedades de correlação é desejada em muitos sistemas de comunicação. Freqüentemente, é desejável ter uma família de seqüências cuja função de auto correlação tenha um único pico no retardo zero. Uma vez que a seqüência de sincronização com corte de tom da presente invenção é diferente da seqüência de sincronização armazenada no recepção, a função de correlação cruzada entre elas foi verificada para determinar que esta tem um único pico com retardo zero.

Alguns resultados de simulação são apresentados abaixo para modelos de canal CM1 e CM2 geralmente usados em sistemas UWB. A sincronização é efetuada executando correlação cruzada entre os sinais recebidos para a seqüência de sincronização cortada x'(n), (x''(n) e seqüência original x(n)).

Figura 1 ilustra o espectro da seqüência de sincronização original, o que é lucrativo para satisfazer à máscara de emissão.

Figura 2 ilustra que, de acordo com a presente invenção, o espectro da Figura 1 é cortado para zero a partir da sub-portadora 89 a 96 igualmente para corte simétrico.

Figura 3 ilustra os resultados de correlação para sincronização no receptor sob o canal CM1. O valor de pico para corte de lado único e corte simétrico, de acordo com a primeira e segunda realizações da presente invenção, são encontrados, respectivamente, como 1008,8 - 302 - e 940,4 comparado a 1041,8 - 303 - para sincronização sem corte - 301.

Figura 4 ilustra resultados de correlação para sincronização no

receptor, sob o canal CM2. Os valores de pico para corte de lado único e corte simétrico, de acordo com a primeira e segunda realização da presente invenção, são encontrados respectivamente como 1322,9 402 e 1228,9 403 comparados a 1247,5 para sincronização sem corte 401.

Figura 5 ilustra um aparelho gerador de sincronização 500 para gerar seqüências de sincronização com corte de tom a partir da seqüência de sincronização original, de acordo com a primeira e segunda realizações da presente invenção. O aparelho gerador de sincronização 500 compreende uma primeira memória 501 para armazenar a seqüência no domínio do tempo x(N), um módulo de FFT 502 operavelmente conectado à primeira memória 501 para acesso à seqüência no domínio do tempo x(N) aqui armazenada. O módulo de FFT 502 emite a seqüência no domínio da freqüência X(k) e a armazena em uma segunda memória 503 à qual é também operavelmente conectado. Um módulo gerador de sincronização 504 é operavelmente conectado à primeira memória 501 e segunda memória 503 para respectivo acesso à seqüência no domínio do tempo x(N) e a seqüência no domínio da freqüência X(k) respectivamente armazenadas aqui e geradas a partir das seqüências x'(n) 505 e x''(n) 506 como seqüências de sincronização novas usando fórmulas (1) e (2) acima. Um transmissor (não mostrado) transmitiria então a seqüência gerada todas as vezes que DAA é necessário.

Figura 6 ilustra um sistema OFDM 600 comutando entre modos DAA e não DAA, usando uma seqüência de sincronização gerada, sem qualquer mudança na estrutura do receptor. Em 601, é determinado no transmissor se a DAA é ou não necessária. Caso negativo, nenhuma nova seqüência de sincronização é gerada e a transmissão tem lugar usando a seqüência de sincronização original em 602. Se a DAA é necessária então, de acordo com uma primeira ou segunda realização, em 603 uma seqüência de sincronização é gerada usando a fórmula (1) ou (2) acima e a seqüência de sincronização gerada é transmitida. Nenhuma mudança é requerida no

receptor na etapa 604.

Pode ser visto das simulações apresentadas graficamente nas Figuras 3 e 4 que o pico é reduzido de tal pequena quantidade, de tal modo que substituir a seqüência de sincronização original por uma seqüência de sincronização gerada de acordo com uma primeira ou segunda realização, não afeta de todo o processo de sincronização no receptor.

Uma das aplicações imediatas é a próxima geração de sistemas de OFDM UWB de multi-bandas.

Embora realizações da presente invenção tenham sido ilustradas e descritas, um especialista na técnica entenderá que podem ser feitas mudanças nestas realizações, sem se afastar dos princípios e espírito da presente invenção, cujo escopo é definido nas reivindicações anexas e seus equivalentes.

# REIVINDICAÇÕES

1. Sistema (600) para projeto de uma seqüência de sincronização, caracterizado pelo fato de compreender:

módulo de detecção (601) de detectar e evitar (DAA) para receber uma seqüência de sincronização original x(n), determinar se a DAA é necessária, e emitir a determinação e a seqüência de sincronização original x(n); e

aparelho projetista de seqüência de sincronização DAA (500) operavelmente conectado ao módulo de detecção DAA (601) para receber a partir do mesmo a seqüência de sincronização original x(n) e, quando a determinação é que DAA é necessária, projetar e emitir uma nova seqüência de sincronização cortada em tom, possuindo habilidade DAA, citado projeto sendo um corte de tom da seqüência de sincronização original recebida x(n),

onde uma propriedade de correlação da seqüência de sincronização original é mantida em um receptor quando a nova seqüência de sincronização cortada em tom é usada por um transmissor dos sinais recebidos pelo receptor, o receptor tendo apenas conhecimento da seqüência de sincronização original.

2. Sistema (600) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a determinação é de que um subconjunto A de sub-portadoras deve ser desligado; e

o aparelho projetista de seqüência de sincronização DAA é adicionalmente configurado de tal modo que a nova seqüência de sincronização é projetada a partir da seqüência de sincronização original x(n) como uma versão no domínio do tempo da original, tendo o espectro cortado para ser zero no subconjunto A.

3. Sistema (600) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que:

corte é para ser de um só lado;

dada x(0), x(1), x(2), ... , x(N-1) sendo a seqüência de sincronização original no domínio do tempo, sua resposta no domínio da freqüência é X(0), X(1), ..., X(N-1), onde

$$X(k) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-\frac{j2\pi k n}{N}}, k = 0,1,2,...,N-1$$

o aparelho projetista de seqüência de sincronização DAA (500) é adicionalmente configurado para cortar o espectro X(k) para ser zero de um lado no subconjunto A e então obter sua versão no domínio do tempo, de tal modo que a versão no domínio do tempo resultante é

$$x'(n) = x(n) - \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k \in A} X(k) \cdot e^{\frac{j2\pi k n}{N}}, k = 0,1,2,...,N-1$$

4. Sistema de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que:

é requerido que a seqüência de sincronização resultante seja real e o corte seja simétrico;

dada x(0), x(1), x(2), ... , x(N-1) sendo a seqüência de sincronização original no domínio do tempo, sua resposta no domínio da freqüência é X(0), X(1), ..., X(N-1), onde

$$X(k) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-\frac{j2\pi k n}{N}}, k = 0,1,2,...,N-1$$

o aparelho projetista de seqüência de sincronização DAA (500) é adicionalmente configurado para projetar a nova seqüência de sincronização cortada simetricamente x''(n) como

$$x''(n) = x(n) - \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k \in A} 2\,\mathrm{Re}\left\{ X(k) \cdot e^{\frac{j2\pi k n}{N}} \right\}, k = 0,1,2,...,N-1$$

5. Aparelho para projeto de seqüência de sincronização DAA (500), caracterizado pelo fato de compreender:

uma primeira memória para armazenar um seqüência de sincronização no domínio do tempo;

uma segunda memória para armazenar uma seqüência de sincronização no domínio da freqüência, derivada da seqüência de sincronização no domínio do tempo;

um módulo de FFT operavelmente conectado à primeira memória para recuperar a partir desta e aplicar transformada rápida de Fourier à seqüência de sincronização no domínio do tempo em uma seqüência de sincronização no domínio da freqüência, e operavelmente conectado à segunda memória, para armazenar nela a seqüência de sincronização no domínio da freqüência; e

um módulo gerador operavelmente conectado às citadas primeira e segunda memória para projetar pelo menos uma dentre uma seqüência de sincronização de lado único e uma cortada simetricamente, a partir das citadas seqüência no domínio do tempo e seqüência no domínio da freqüência respectivamente armazenadas ali.

6. Aparelho (500) de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que, quando o corte é de lado único, x(0), x(1), x(2), ... , x(N-1) é a seqüência de sincronização original no domínio do tempo, e sua resposta no domínio da freqüência é X(0), X(1), ..., X(N-1), onde

$$X(k)=\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{n=0}^{N-1}x(n)\cdot e^{-\frac{j2\pi kn}{N}},k=0,1,2,...,N-1$$

o módulo gerador (504) é adicionalmente configurado para cortar o espectro X(k) para ser zero em um lado no subconjunto A e então obter sua versão no domínio do tempo, de tal modo que a versão no domínio do tempo resultante é

$$x'(n)=x(n)-\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{k\in A}X(k)\cdot e^{\frac{j2\pi kn}{N}},k=0,1,2,...,N-1$$

7. Aparelho (500) de acordo com a reivindicação 6,

caracterizado pelo fato de que, quando o corte é simétrico, x(0), x(1), x(2), ... , x(N-1) é a seqüência de sincronização original no domínio do tempo, e sua resposta no domínio da freqüência é X(0), X(1), ..., X(N-1), onde

$$X(k)=\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{n=0}^{N-1}x(n)\cdot e^{-\frac{j2\pi kn}{N}},k=0,1,2,...,N-1$$

o módulo gerador (504) é adicionalmente configurado para cortar o espectro X(k) para ser zero simetricamente no subconjunto A e então obter a seqüência real como

$$x^{''}(n)=x(n)-\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{k\in A}2\,\mathrm{Re}\left\{X(k)\cdot e^{\frac{j2\pi kn}{N}}\right\},k=0,1,2,...,N-1$$

8. Aparelho (500) de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que, quando o corte é simétrico, x(0), x(1), x(2), ... , x(N-1) é a seqüência de sincronização original no domínio do tempo, e sua resposta no domínio da freqüência é X(0), X(1), ..., X(N-1), onde

$$X(k)=\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{n=0}^{N-1}x(n)\cdot e^{-\frac{j2\pi kn}{N}},k=0,1,2,...,N-1$$

o módulo gerador (504) é adicionalmente configurado para cortar o espectro X(k) para ser zero simetricamente no subconjunto A e então obter a seqüência real como

$$x^{''}(n)=x(n)-\frac{1}{\sqrt{N}}\sum_{k\in A}2\,\mathrm{Re}\left\{X(k)\cdot e^{\frac{j2\pi kn}{N}}\right\},k=0,1,2,...,N-1$$

9. Método para projeto de uma seqüência de sincronização, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

prover um receptor tendo apenas conhecimento de uma seqüência de sincronização original x(n);

determinar se detectar e evitar (DAA) (601) é necessária, com respeito a uma seqüência de sincronização original x(n); e

quando a determinação é de que DAA é necessária, projetar

(500) uma nova seqüência de sincronização de corte de tom, cortando o tom da seqüência de sincronização original recebida x(n), de tal modo que uma propriedade de correlação da seqüência de sincronização original é mantida em um receptor, quando a nova seqüência de sincronização cortada em tom é usada por um transmissor dos sinais recebidos pelo receptor que está usando a seqüência de sincronização original.

10. Método (600) de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que:

a etapa de determinação compreende adicionalmente a etapa de especificar que um subconjunto A de sub-portadoras é para ser desligado; e

a etapa de projetar compreendendo adicionalmente a etapa de derivar a nova seqüência de sincronização a partir da seqüência de sincronização original x(n) como uma versão no domínio do tempo da original, tendo espectro cortado para ser zero no subconjunto A.

11. Método (600) de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente as etapas de:

quando o corte de tom é de lado único, e dada x(0), x(1), x(2), ... , x(N-1) sendo a seqüência de sincronização original no domínio do tempo, de tal modo que sua resposta no domínio da freqüência é X(0), X(1), ..., X(N-1), onde

$$X(k) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-\frac{j2\pi k n}{N}}, k = 0,1,2,...,N-1$$

cortar o espectro X(k) para ser zero em um lado no subconjunto A: e

então projetar a versão no domínio do tempo do espectro cortado como corte de tom de lado único dado por

$$x'(n) = x(n) - \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k \in A} X(k) \cdot e^{\frac{j2\pi k n}{N}}, k = 0,1,2,...,N-1$$

12. Método (600) de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente as etapas de:

quando é requerido que a seqüência de sincronização resultante seja real e o corte de tom seja simétrico, projetar a nova seqüência de sincronização de tom único x''(n), simetricamente, como

$$x^{\circ}(n) = x(n) - \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k \in A} 2\,\mathrm{Re}\left\{ X(k) \cdot e^{\frac{j2\pi k n}{N}} \right\}, k = 0,1,2,\ldots, N-1$$

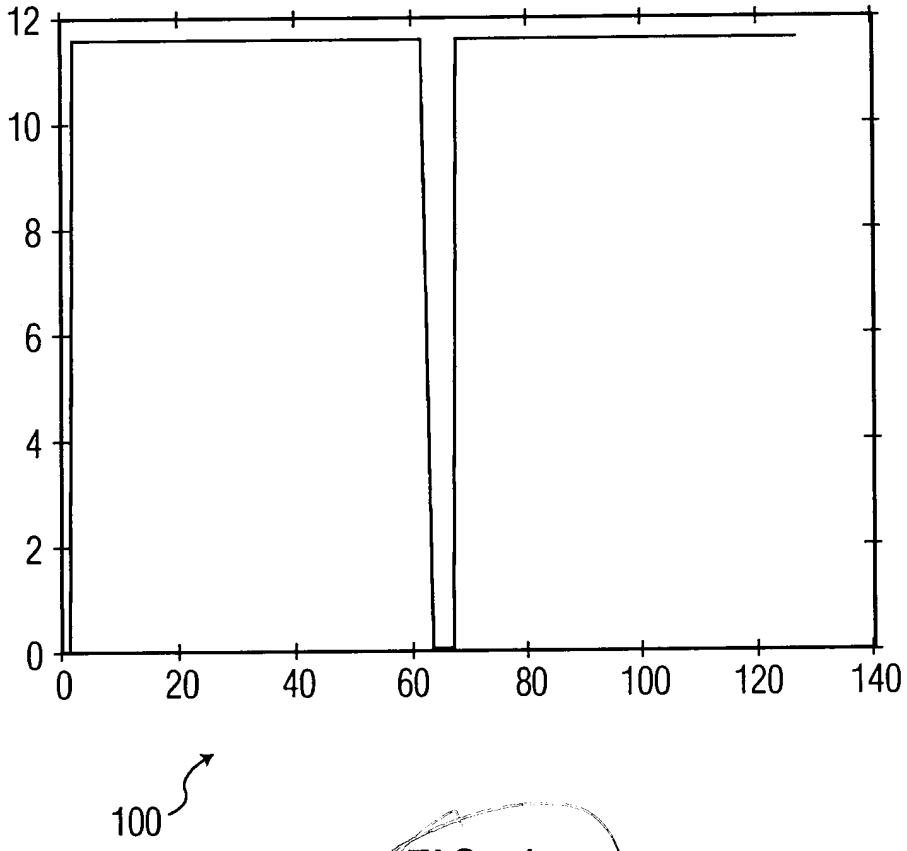



FIG. 1

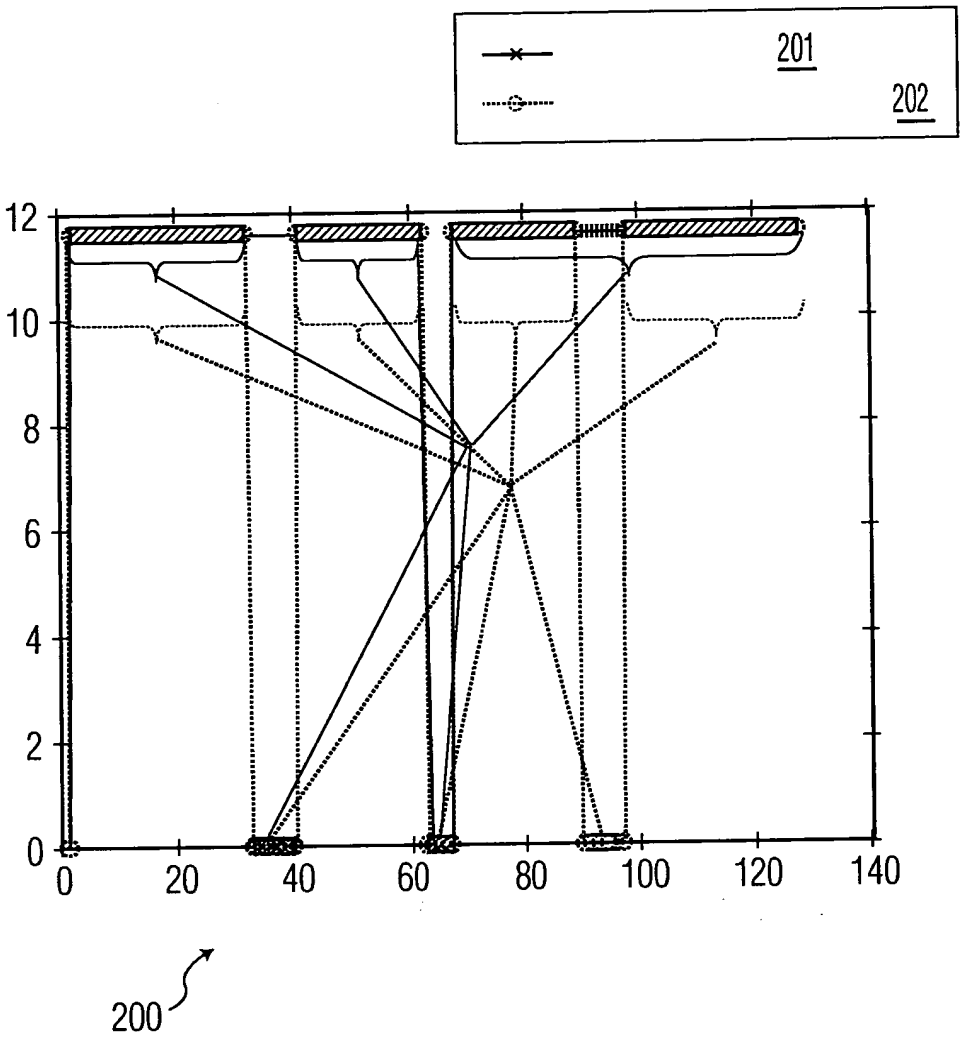



FIG. 2

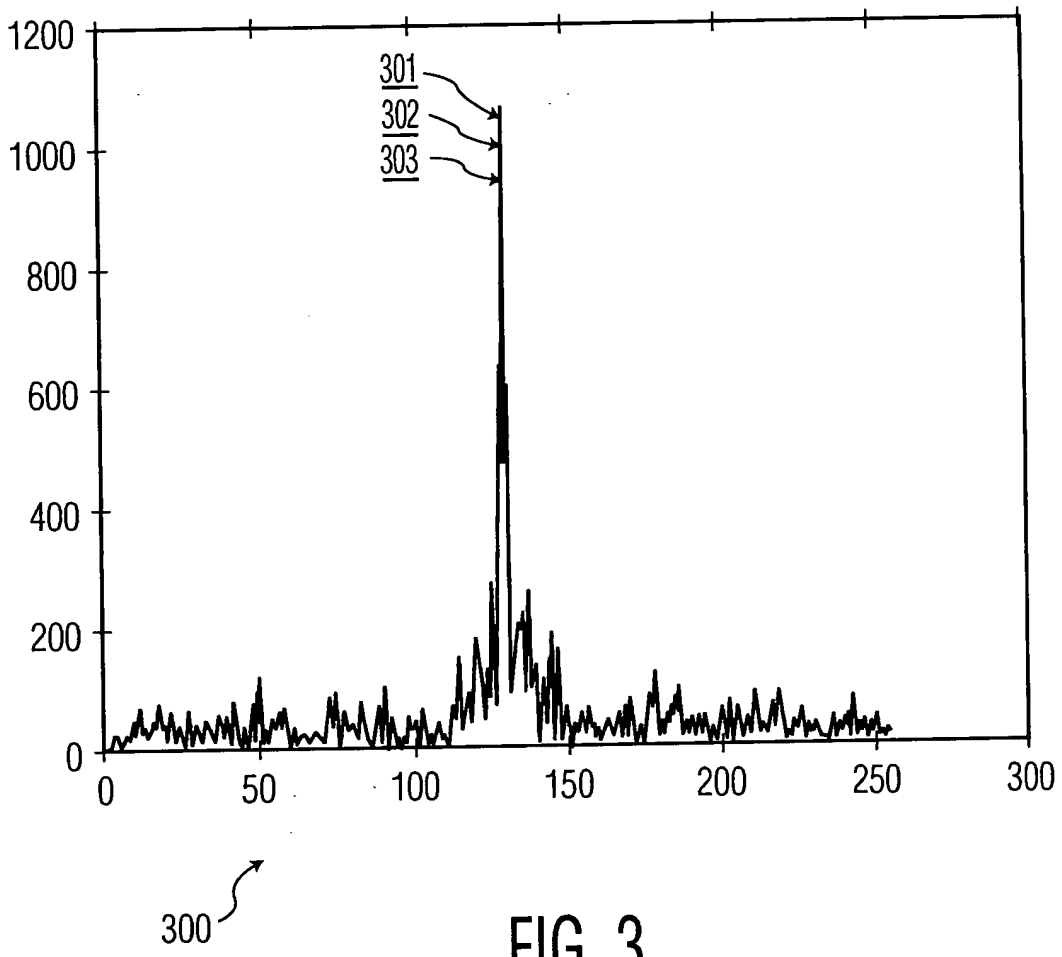

1200
1000
800
600
400
200
0
0
50
100
150
200
250
300
301
302
303
300

FIG. 3

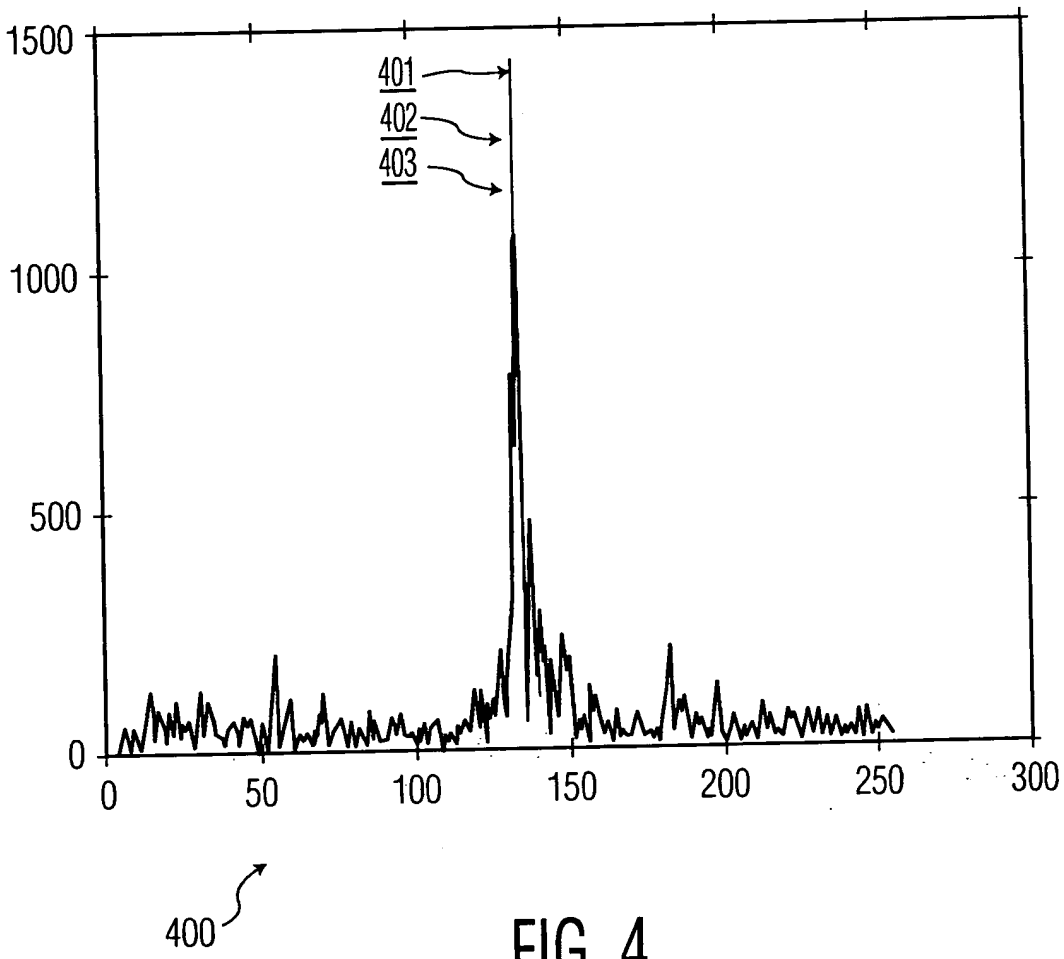



FIG. 4

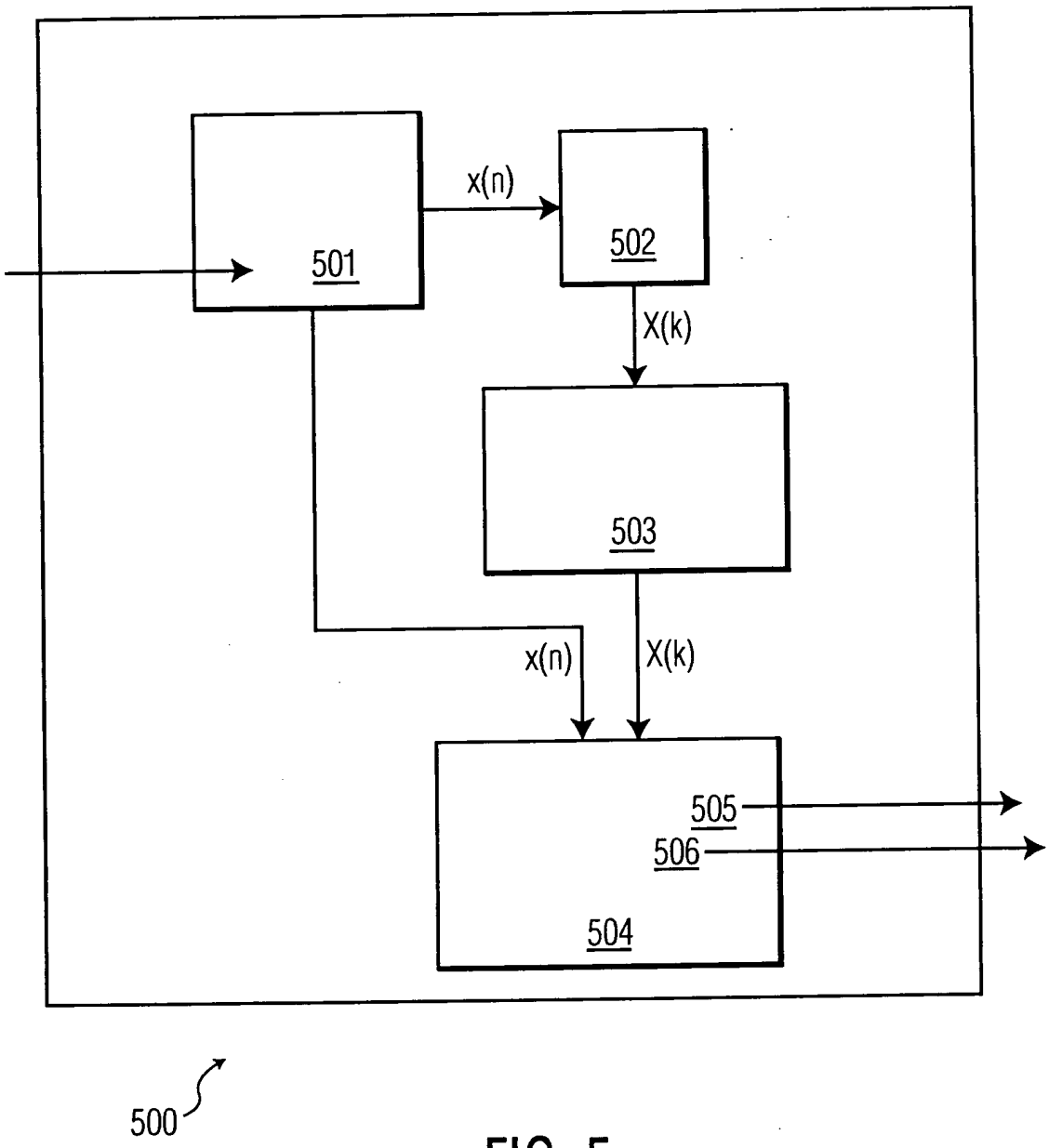



FIG. 5

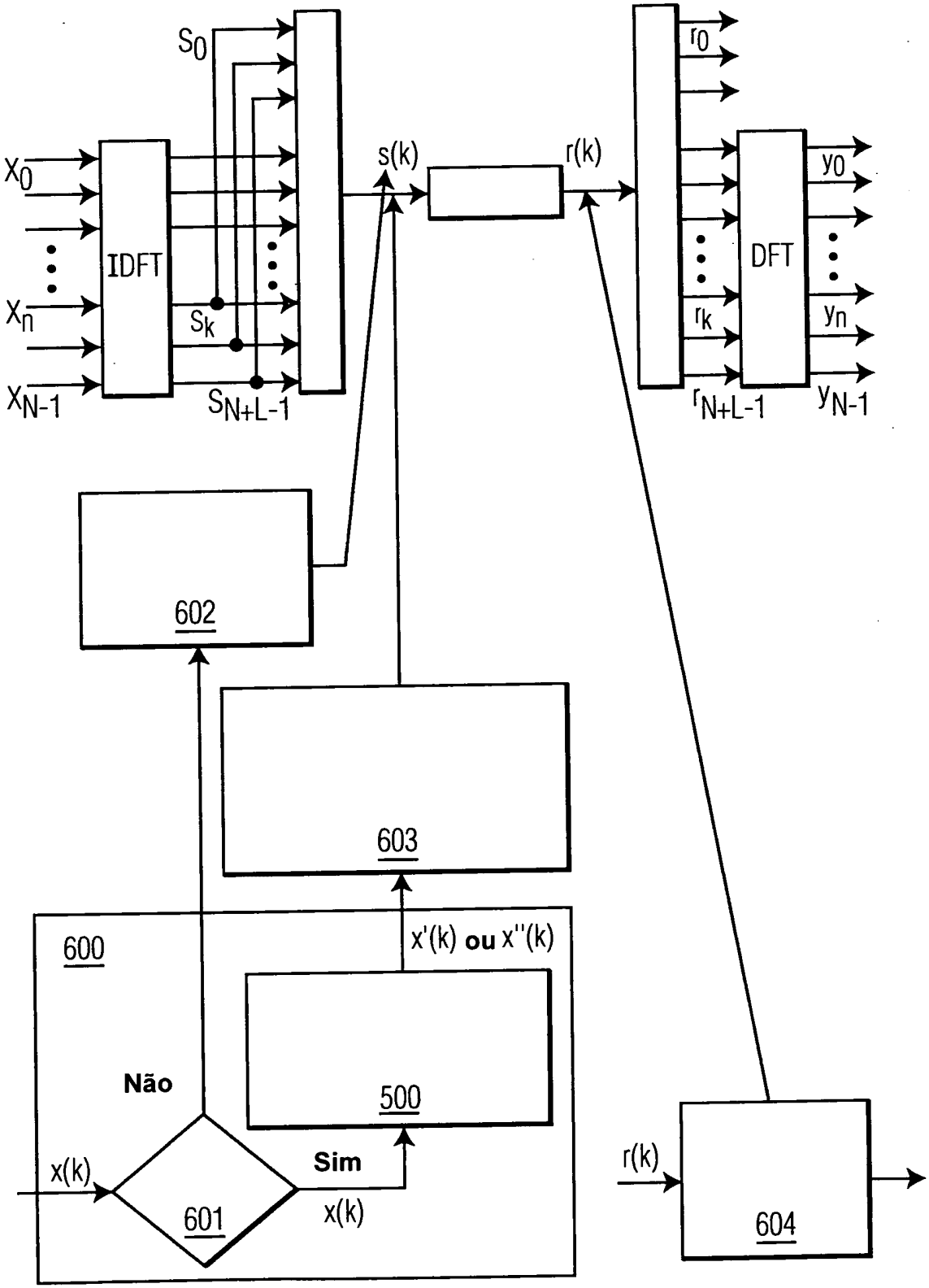

S0
X0
IDFT
Xn
Sk
XN-1
SN+L-1
s(k)
r(k)
r0
DFT
rk
rN+L-1
y0
yn
yN-1
602
603
600
x'(k) ou x''(k)
500
Não
Sim
x(k)
601
x(k)
r(k)
604

FIG. 6

RESUMO

"SISTEMA, APARELHO E MÉTODO PARA PROJETO DE UMA SEQÜÊNCIA DE SINCRONIZAÇÃO"

A presente invenção é um sistema, aparelho e método para sistemas atuais MB-OFDM, para projetar uma seqüência de sincronização no domínio do tempo com respeito a DAA que (1) minimiza a mudança para a seqüência de sincronização atual, e (2) mantém a robustez de sincronização. Duas realizações de corte de tom são providas para projeto de seqüência de sincronização no preâmbulo, quando sistemas OFDM requerem capacidade de detectar e evitar (DAA). O receptor não precisa estar ciente da mudança da seqüência de sincronização no transmissor e ainda pode usar a seqüência de sincronização original. O projeto pode ser usado em ambos os modos de transmissão DAA e não DAA.