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

(11) PI 0413851-1 B1

(22) Data do Depósito: 27/08/2004

(45) Data de Concessão: 24/04/2018

(54) Título: "MÉTODO DE GERAR SINAL EMBARALHADO E DE EMBARALHAR SÍMBOLOS EM SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS E APARELHO PARA EMBARALHAR SÍMBOLOS EM SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS"

(51) Int.Cl.: H04L 25/03; H04L 27/36; H04B 7/185

(52) CPC: H04L 25/03866,H04L 27/36,H04B 7/18523

(30) Prioridade Unionista: 29/08/2003 US 60/498,824

(73) Titular(es): THE DIRECTV GROUP, INC.

(72) Inventor(es): ERNEST C. CHEN; DENNIS LAI; TUNG-SHENG LIN; WILLIAM C. LINDSEY; SHAMIK MAITRA; JOSEPH SANTORU; GUANGCAI ZHOU

MÉTODO DE GERAR SINAL EMBARALHADO E DE EMBARALHAR SÍMBOLOS EM SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS E APARELHO PARA EMBARALHAR SÍMBOLOS EM SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

A presente invenção se refere geralmente a métodos e sistemas pra embaralhar informação transmitida, e mais especificamente, a um esquema de embaralhamento simplificado que unifica todos os sinais com uma fase de referência comum.

2. Descrição da Técnica Correlata

Sistemas Digitais de Transmissão Direta (DBS), tal como DIRECT®, que são providos pelo cessionário da presente invenção, tornaram-se muito bem-sucedidos. Contudo, à medida que tais sistemas se desenvolvem, há uma crescente demanda no sentido de largura de banda adicional para transportar um conjunto sempre crescente de serviços de áudio, vídeo e dados.

Em televisão via satélite, há uma necessidade constante de processamento adicional para acomodar adequadamente as demandas sempre crescentes com relação aos serviços de vídeo e dados que eles proporcionam. Com relação ao desenvolvimento dos seus sistemas da próxima geração, códigos de correção antecipada de erro (FEC), mais eficientes, tais como códigos de verificação de paridade de baixa densidade (LDPC), códigos turbo, etc., estão sob investigação para se obter o objetivo anteriormente mencionado. Para utilizar esses códigos FEC altamente eficientes, um cabeçalho de quadro é pré-inserido nos dados modulados para garantir que os limites dos quadros de código possam ser facilmente identificados pelo decodificador. Além disso, uma vez que esses códigos freqüentemente são operados através de canais com relação de portadora/ruído muito baixa (CNR) e na presença de bloco de pouco ruído (LNB) e outro ruído de fase, os símbolos pilotos são inseridos periodicamente para aperfeiçoar o desempenho de sincronização de portadora.

Cabeçalho e símbolos pilotos são essenciais na próxima geração de sistemas de transmissão de televisão via satélite

PI0413951

para garantir a qualidade de aquisição de temporização e sincronização de quadros assim como aquisição de portadora (incluindo freqüência e fase) e monitoração. Há uma necessidade de aperfeiçoar o desempenho de demodulação dos sistemas com símbolos pilotos/cabeçalho. A presente invenção satisfaz essa necessidade.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Para lidar com as exigências descritas acima, a presente invenção revela um método e aparelho para embaralhar símbolos em um sistema de transmissão de dados, compreendendo embaralhamento de todos os símbolos de um quadro (cabeçalho de quadro, corpo de quadro e um ou mais símbolos pilotos) antes da transmissão para o quadro pelo sistema, de modo que todos os elementos têm uma fase de referência comum. A presente invenção resulta em maior simplificação e flexibilidade do modelo front-end do receptor sem afetar o desempenho global do sistema. Em muitos sistemas de comunicação atuais com símbolo piloto/cabeçalho de quadro, as fases dos símbolos pilotos/cabeçalho não são projetadas para serem alinhadas com quaisquer pontos de constelação. Esse esquema é inovador do ponto de vista de desenho de sinal: o mesmo considera impactos possíveis devido a mudanças irregulares de fase entre símbolos pilotos/cabeçalho e dados modulados.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Com referência agora aos desenhos nos quais números de referência representam partes correspondentes do princípio ao fim:

A Figura 1 é um diagrama ilustrando um sistema de satélite de transmissão direta exemplar de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção;

A Figura 2 é um diagrama de blocos que ilustra adicionalmente um sistema de transmissão de sinal exemplar de acordo com a modalidade preferida da presente invenção;

A Figura 3 é um diagrama de blocos que ilustra adicionalmente um sistema de recepção de sinal exemplar de

PI0413851

acordo com a modalidade preferida da presente invenção;

A Figura 4 é um desenho esquemático que ilustra o formato do quadro de camada física (PL);

A Figura 5 é um diagrama de blocos indicando um circuito de Geração de Seqüência de Embaralhamento Complexo de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção;

A Figura 6 mostra as constelações de sinais embaralhados com rotações {±45°, ±135°} de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção;

A Figura 7 mostra as constelações de sinais embaralhados com rotações {0°, ±90°, 180°} de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção; e

A Figura 8 é um fluxograma que ilustra a lógica realizada na modalidade preferida da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

Na descrição a seguir da modalidade preferida, faz-se referência aos desenhos anexos que formam uma parte da mesma, e nos quais é mostrada, como ilustração, uma modalidade específica na qual a invenção pode ser praticada. Deve ser entendido que outras modalidades podem ser utilizadas e mudanças estruturais podem ser feitas sem se afastar do escopo da presente invenção.

Visão Geral

A presente invenção descreve um esquema de embaralhamento simplificado que unifica todos os sinais em um sistema de transmissão de dados, tal como um sistema de satélite de transmissão direta, incluindo cabeçalho de quadro, corpo de quadro, e símbolos pilotos, com uma fase de referência comum. Isso resulta em maior simplificação e flexibilidade do modelo front-end do receptor sem afetar o desempenho global do sistema.

Em muitos sistemas de comunicação atuais com cabeçalhos de quadro e símbolos pilotos, as fases dos cabeçalhos de quadro e dos símbolos pilotos não são projetadas para serem alinhadas com quaisquer pontos de constelação para dados modulados (isto é, o corpo do quadro). O esquema da presente

PI0413851

invenção é inovador do ponto de vista de modelo de sinal: o mesmo considera possíveis impactos devido a mudanças irregulares de fase entre os cabeçalhos de quadro/símbolos pilotos e dados modulados.

A presente invenção provê um esquema de embaralhamento simples que resulta nas seguintes vantagens em relação àquelas propostas pelo grupo de padrão DVB-S2 (Transmissão de Vídeo Digital - Versão 2 Via Satélite):

- Elimina saltos desnecessários de fase entre o cabeçalho de quadro/símbolos pilotos e dados modulados: as propriedades espectrais dos dados modulados são preservadas.
- Exige menos processamento de sinal: somente alternância de componentes I/Q (em fase e quadratura) e mudanças de sinais são necessárias e re-escalonamento não é exigido.
- Reduz a complexidade de implementação do receptor: cabeçalhos de quadro/símbolos pilotos podem ser tratados como dados modulados; isto é, nenhum tratamento especial é exigido para os cabeçalhos de quadro/símbolos pilotos.
- Permite um número maior de opções com relação aos algoritmos de monitoração/aquisição: nenhuma degradação de desempenho é experimentada com relação aos algoritmos de monitoração/aquisição com base em operação não-linear de mediação ou de enésima potência.

Sistema de Satélite de Transmissão Direta

A Figura 1 é um diagrama ilustrando um sistema de satélite de transmissão direta exemplar 100 de acordo com uma modalidade preferida da presente invenção. O sistema 100 inclui um cento de controle 102 operado por um provedor de serviço em comunicação com um centro 104 de ligação ascendente através de uma ligação 106 e com estações receptoras 108 via uma ligação 110. O centro de controle 102 provê materiais de transmissão ao centro 104 de ligação ascendente e coordena com as estações receptoras 108 para oferecer diversos serviços, incluindo gerenciamento essencial para criptografia e decriptografia, etc.

PI0413951

O centro 104 de ligação ascendente recebe os materiais de transmissão a partir do centro de controle 102 e, utilizando uma antena 112 e transmissor 114, transmite os materiais de transmissão por intermédio de ligação ascendente 116 para um ou mais satélites 118, cada um dos quais pode incluir um ou mais transponderes 120. Os satélites 118 recebem e processam os materiais de transmissão e retransmitem os materiais de transmissão para estações receptoras 108 via uma ligação descendente 122, utilizando transponderes 120. Estações receptoras 108 recebem os materiais de transmissão a partir dos satélites 118 por intermédio de uma antena 124, e decodificam e decriptografam os materiais de transmissão utilizando um receptor 126.

Transmissão de Sinal

A Figura 2 é um diagrama de blocos que ilustra adicionalmente um sistema de transmissão de sinal exemplar de acordo com a modalidade preferida da presente invenção. O centro de controle 102 inclui uma pluralidade de codificadores 200 de vídeo e/ou áudio cada um dos quais codifica uma fonte de vídeo e/ou áudio em um fluxo elementar de vídeo (VES) e/ou fluxo elementar de áudio (AES) 202. Os fluxos 202 elementares de vídeo e/ou áudio resultantes são estatisticamente multiplexados em 204. O fluxo de dados multiplexado é codificado utilizando um código de correção antecipada de erro (FEC) em 206. Após codificação FEC, algumas funções do transmissor 114 são realizadas. O fluxo de dados codificados é mapeado para a constelação desejada, isto é, BPSK (chaveamento de mudança de fase binária), QPSK (chaveamento de mudança de fase de quadratura), 8PSK (chaveamento de mudança de fase 8), 16APSK (chaveamento de mudança de fase de amplitude 16), ou 32APSK (chaveamento de mudança de fase de amplitude 32), em 208, e enquadramento de camada física (PL) é realizada em 210, onde o enquadramento PL inclui a adição de um cabeçalho de quadro, a inserção opcional de símbolos pilotos, e o embaralhamento ou randomização do corpo de quadro. O fluxo de dados de quadros

PI0413851

PL é modulado e convertido em freqüência de ligação ascendente em 212, e então ligado ascendentemente por intermédio da antena 112 a um ou mais transponderes 120 em um ou mais satélites 118.

Recepção de Sinal

A Figura 3 é um diagrama de blocos que ilustra adicionalmente um sistema de recepção de sinal exemplar de acordo com a modalidade preferida da presente invenção. Nas estações receptoras 108, o fluxo de dados de quadros PL é ligado descendentemente a partir dos transponderes 120 nos satélites 118 por intermédio da antena 124 e receptor 126. No receptor 126, o fluxo de sinal é convertido descendentemente em freqüência e o fluxo de dados é demodulado em 300. Após demodulação, desenquadramento PL é realizado no fluxo de dados em 302, que inclui desembaralhamento, e sincronização para, e remoção do cabeçalho de quadro e símbolos pilotos opcionais para recuperar o corpo de quadro. O fluxo de dados é desmapeado em 304 para recupera o fluxo de dados codificados FEC. O fluxo de dados codificado FEC é decodificado em 306. O fluxo de dados resultante é estaticamente demultiplexado em 308 para recuperar os fluxos elementares 310 de vídeo e/ou áudio. Os fluxos elementares 310 de vídeo e/ou áudio são decodificados pelos decodificadores 312 de vídeo e/ou áudio, respectivamente, para completar a recepção de sinal.

Quadro de Camada Física

A Figura 4 é um desenho esquemático que ilustra o formato do quadro 400 de camada física (PL). Cada Quadro PL 400 é compreendido de:

- um Corpo PL 402, compreendido de uma carga útil de 64.800 bits (quadro EFC longo) ou 16.200 bits (quadro FEC curto), gerados mediante codificação dos bits de usuário de acordo com o esquema FEC selecionado; e
- um cabeçalho PL 404, contendo uma seqüência de sincronização, tipo de modulação e taxa FEC, comprimento de quadro, e presença/ausência de símbolos pilotos.

PI0413851

O Corpo PL 402 é compreendido de S espaços 406, em que cada espaço é compreendido de 90 símbolos. O número S de espaços 406 varia dependendo da modulação, em que S=720 para BPSK, S=360 para QPSK, S=240 para 8PSK, S=180 para 16APSK e S=90 para 32APSK. Símbolos pilotos 408 podem ser inseridos a cada 16 espaços para manter sincronização, em que os símbolos pilotos 408 compreendem 36 símbolos.

O Cabeçalho PL 404 é compreendido de 90 símbolos com uma modulação $\pi/2$ BPSK fixa. Os primeiros 26 símbolos no Cabeçalho PL 404 permitem detecção de Início de Quadro (SOF). Os próximos 64 símbolos compreendem um Código de Sinalização de Camada Física (PLSCODE), adequado para decodificação de correlação de decisão temporária contendo a informação de sinalização relacionada acima.

Na estrutura de faseamento de sinal DVB-S2 original, cada Cabeçalho PL 404 é modulado utilizando $\pi/2$ BPSK (0°, 180° e ±90°). Cada Corpo PL 402 é randomizado para dispersão de energia mediante realização de uma operação de embaralhamento complexa em 410 mediante multiplicação (I+jQ) das amostras do Corpo PL 402 por uma seqüência 402 de embaralhamento complexo (randomização), representada por (C_I+jC_Q).

Operação de Embaralhamento Complexo DVB-S2 Original

Na estrutura de faseamento de sinal DVB-S2 original, a operação de embaralhamento complexo realizada no corpo PL 402 compreende o seguinte:

$$I_{s,k} + jQ_{s,k} = \left[\frac{1}{\sqrt{2}}\right](I_k + jQ_k).(C_{I,k} + C_{Q,k})$$

em que:

I_k, Q_k representa os símbolos originais,

$I_{s,k}, Q_{s,k}$ representa os símbolos embaralhados, e

$C_{I,k}, C_{Q,k}$ representa a seqüência 402 de embaralhamento complexo com valores ±1. A seqüência 402 de embaralhamento complexo é derivada de:

$$C_{I,k} = (-1)^{d_{I,k}}$$

$$C_{Q,k} = (-1)^{d_{Q,k}}$$

em que $d_{I,k}$ e $d_{Q,k}$ são componentes reais (I) e imaginários

PT 104395 B

(Q) de um k° elemento da seqüência 412 de quadratura complexa gerada por um circuito 500 de Geração de Seqüência de Embaralhamento Complexo mostrado na Figura 5 e descrito em mais detalhe abaixo.

Observar que a operação 410 de embaralhamento complexo compreende adições simples e subtrações excluindo o fator $1\sqrt{2}$ de acordo com a seguinte tabela:

$C_{I,k}$	$C_{Q,k}$	$I_{s,k} + jQ_{s,k}$
1	1	$(I_k-Q_k)+j(I_k+Q_k)$
1	-1	$(I_k-Q_k)+j(-I_k+Q_k)$
-1	1	$(-I_k-Q_k)+j(I_k-Q_k)$
-1	-1	$(-I_k-Q_k)+j(-I_k-Q_k)$

Após aplicar a regra acima, a estrutura de faseamento de sinal resultante é como a seguir:

- Cabeçalho PL 404 modulado com $\pi/2$ BPSK (0°, 180° e ±90),
- Dados modulados (isto é, Corpo PL 402) embaralhados com rotações de ±45° ou ±135°:
  - BPSK é girado para eixos diagonais (±45° e ±135°),
  - QPSK é girado para os eixos I e Q (0°, ±90° e ±180),
  - 16APSK e 32APSK são girados com concentração de nó em eixos I e Q, e
  - a constelação 8PSK é inalterada.

As constelações de sinais originais para várias modulações são mostradas na Figura 6, a qual é descrita em mais detalhe abaixo. As fileiras superiores e inferiores representam as constelações antes e após embaralhamento por intermédio da regra mencionada acima, respectivamente. Os pontos representam nós de constelação, e as setas representam fases de símbolo pilotos. Os nós de Cabeçalho PL 404 não são afetados pelo embaralhamento. Pode ser visto que as fases do Cabeçalho PL 404 e Símbolo Pilotos 408 não são sempre alinhados com aqueles das constelações de sinal para os dados

PI0413851

modulados, isto é, o Corpo PL 402. Especificamente, a fase dos símbolos pilotos 408 é 0° antes de embaralhamento, mas é desalinhada com relação às constelações QPSK, 8PSK e 16APSK após embaralhamento. Portanto, saltos de fase entre um Cabeçalho PL 404/símbolos Pilotos 408 e o Corpo Pl 402 podem ser facilmente observados nas constelações.

A presente invenção, por outro lado, unifica todos os símbolos com uma fase de referência comum por intermédio de uma operação de embaralhamento complexo aperfeiçoada.

Operação de Embaralhamento Complexo Aperfeiçoada

A presente invenção se destina a fazer com que as fases do Cabeçalho PL 402 e símbolos Pilotos 408 se alinhem com alguns pontos de constelações do Corpo PL 402 quando modulado. Isso pode ser realizado mediante execução de uma operação 410 de embaralhamento complexo aperfeiçoado no Corpo PL 402 e símbolos Pilotos 408:

$$I_{s,k} + jQ_{s,k} = (I_k + jQ_k).\exp\left\{j\frac{2\pi n_k}{4}\right\}$$

em que:

I_k, Q_k representa símbolos originais,

$I_{s,k}$, $Q_{s,k}$ representa símbolos embaralhados,

n_k representa um multiplicador de fase de embaralhamento, de tal modo que $n_k = 2d_{I,k} + d_{Q,k}$, e $d_{I,k}$ e $d_{Q,k}$ são componentes reais (I) e imaginários (Q) de um elemento k° da seqüência 412 de embaralhamento complexo gerada pelo circuito 500.

Nessa operação 410 de embaralhamento complexo, somente a alternância dos componentes I/Q, e a mudança de sinais, são realizadas, o que é descrito na tabela a seguir:

$d_{I,k}$	$d_{Q,k}$	n_k	Rotação	$I_{s,k} + jQ_{s,k}$
0	0	0	0°	$I_k + jQ_k$
0	1	1	90°	$-Q_k + jI_k$
1	0	2	180°	$-I_k - jQ_k$
1	1	3	270°	$Q_k - jI_k$

Observar que re-escalonamento não é exigido.

De acordo com a presente invenção, o faseamento de sinal

PI0413951

resultante, por exemplo, modulações, é resumido como a seguir:

- Fases de símbolo de carga útil BPSK = {45°, -135°}
- Fases de símbolos embaralhados = {±45°, ±135°}
- Fases de símbolo de carga útil 8PSK = {0°, ±90°, 180°, ±45°, ±135°}
- Fases de símbolos embaralhados = {0°, ±90°, 180°, ±45°, ±135°} (mesmo conjunto)
- Fases de símbolo de Cabeçalho PL 402 = {45°, -135°} (mesmo que BPSK)
- Fases de dados $\pi/2$-moduladas = {±45°, ±135°}
- Fases de símbolo pilotos 408 = {45°}
- Fases de símbolos embaralhados = {±45°, ±135°}
- Todos os sinais têm uma fase comum de 45° com relação a modulações BPSK, QPSK, 8PSK, 16APSK e 32APSK, antes assim como após a operação 410 de embaralhamento complexo ser realizada.

As constelações das várias modulações a partir da presente invenção são mostradas na Figura 7, a qual é descrita em mais detalhe abaixo. Observar que não há salto de fase desnecessário entre o cabeçalho PL 404 e símbolos pilotos 408, e os dados modulados, isto é, Corpo PL 402, na presente invenção.

Circuito de Geração de Seqüência de Embaralhamento Complexo

A Figura 5 é um diagrama de blocos indicando um circuito 500 de Geração de Seqüência de Embaralhamento Complexo utilizado na modalidade preferida da presente invenção. Geralmente, as funções do circuito 500 de Geração de Seqüência de Embaralhamento Complexo seriam realizadas no bloco de enquadramento 210 do transmissor 114 e no bloco 302 de desenquadramento do receptor 126;

Dentro do circuito 500, duas seqüências de retardos de

PI0413851

1-bit (rotuladas como "D") são providas: uma primeira seqüência de X retardos 502 (rotulada da esquerda para a direita como *X(17)* a *X(0))* e uma segunda seqüência de Y retardos 504 (rotulados da esquerda para a direita como *X(17)* a *X(0))*.

Uma seqüência inicial de bits ou condições é carregada na primeira seqüência de retardos 502 e 504, em que a seqüência inicial de bits ou condições compreende:

X(0)=1,X(1)=X(2)=...=X(17)=0

Y(0)=Y(1)=Y(2)=...Y(17)=1

Posteriormente, o Corpo PL 402 é carregado na forma de bits no circuito 500 de Geração de Seqüência de Embaralhamento Complexo em retardos *X(0)*, em que os bits em cada um dos retardos são carregados no próximo retardo adjacente mediante cada relógio, de modo que:

X(0)=X(1)=X(2)=...=X(17)

Y(0)=Y(1)=Y(2)=...Y(17)

Além disso, um número de outras operações é realizado utilizando várias saídas dos retardos. Por exemplo, uma OR exclusiva (XOR) 506 gera um valor de saída de:

$d_{I,k}$ = X(0)+Y(0)

Esse valor de saída é então usado em 508 para gerar um valor de saída para o circuito 500 de acordo com o seguinte:

$C_{I,k} = (-1)^{d_{I,k}}$

Uma XOR 510 gera um valor de saída de:

X(4)+X(6)+X(14)

Uma XOR 512 gera um valor de saída que é usado como a entrada para *X(17)*:

X(17)=X(0)+X(7)

Uma XOR 514 gera um valor de saída que é usado para ajustar o valor de *Y(17)*:

X(17)=Y(0)+Y(5)+Y(7)+Y(10)

Uma XOR 516 gera um valor de saída de:

Y(5)+Y(6)+Y(8)+Y(9)+Y(10)+Y(11)+Y(12)+Y(13)+Y(14)+Y(15)

Uma XOR 518 gera um valor de saída de:

$d_{Q,k} = XOR_{S16} + d_{I,k}$

PI0413951

Esse valor de saída é então utilizado em 520 para gerar um valor de saída para o circuito 500:

$C_{Q,k} = (-1)^{d_{Q,k}}$

Constelações de Sinais Embaralhados utilizando Embaralhamento DVB-S2

A Figura 6 mostra as constelações de sinais utilizando o esquema de embaralhamento DVB-S2 existente. As constelações 600 de nível superior indicam os sinais antes do embaralhamento para cada uma das modulações diferentes, enquanto que as constelações 602 de nível inferior indicam os sinais após embaralhamento para o cabeçalho PL 404 assim como para cada uma das diferentes modulações. As setas 604 identificam as rotações dos símbolos pilotos 408.

Constelações de Sinais Embaralhados utilizando Embaralhamento Aperfeiçoado

A Figura 7 mostra as constelações de sinais utilizando o esquema de embaralhamento aperfeiçoado da presente invenção. As constelações 700 de nível superior indicam os sinais antes do embaralhamento para cada uma das diferentes modulações, enquanto que as constelações 702 de nível inferior indicam os sinais após embaralhamento para o Cabeçalho PL 404 assim como para cada uma das diferentes modulações. As setas 704 identificam as rotações dos símbolos pilotos 408.

Lógica da Modalidade Preferida

A Figura 8 é um fluxograma que ilustra a lógica realizada na modalidade preferida da presente invenção. Especificamente, a lógica compreende um método de gerar um sinal embaralhado tendo símbolos reais $I_{S,k}$ e símbolos imaginários $Q_{S,k}$ a partir de um sinal tendo símbolos reais I_k e símbolos imaginários Q_k.

O bloco 800 representa a etapa de gerar uma parte real de um k° elemento de uma seqüência de embaralhamento complexo $(d_{I,k})$.

O bloco 804 representa a etapa de gerar um multiplicador n_k de fase de embaralhamento de acordo com:

$n_k = 2d_{I,k} + d_{Q,k}$.

PI0413851

O bloco 806 representa a etapa de gerar o sinal embaralhado:

$$I_{s,k} + jQ_{s,k} = (I_k + jQ_k)e^{j\left(\frac{2\pi n_k}{4}\right)}.$$

Desempenho

A presente invenção provê desempenho em um nível que não é inferior àquele visto no esquema DVB-S2 original em termos de aquisição de fase e portadora assim como monitoração de fase e portadora. Na realidade, a presente invenção provê vantagens distintas em relação ao esquema DVB-S2 original em que a mesma elimina saltos desnecessários de fase de $\pi/4$ e $\pi/8$ entre o Cabeçalho PL 404 e o Corpo PL 402, entre os símbolos pilotos 408 e Corpo PL 402, e entre nós a partir de modulações diferentes, isto é, Corpos PL 402 diferentes. Tais saltos de fase podem ser indesejáveis em termos de desempenho uma vez que eles podem afetar o desempenho de processamento de N° potência, etc. Adicionalmente, a presente invenção exige menos processamento uma vez que apenas a alternância dos componentes I/Q, e mudanças de sinal, são necessárias e re-escalonamento não é exigido. Finalmente, a presente invenção simplifica a especificação DVB-S2 uma vez que ela reduz a complexidade de desenho e implementação e testes associados e reduz o custo tanto do transmissor como do receptor.

Conclusão

A descrição anterior da modalidade preferida da invenção foi apresentada com a finalidade de ilustração e descrição. Não se pretende que a mesma seja exaustiva ou limite a invenção à forma precisa revelada. Muitas modificações e variações são possíveis à luz do ensinamento acima.

Pretende-se que o escopo da invenção seja limitado não por essa descrição detalhada, mas, mais propriamente pelas reivindicações aqui anexadas. O relatório descritivo, exemplos e dados acima proporcionam uma descrição completa da fabricação e uso do aparelho e método da invenção. Uma vez que muitas modalidades da invenção podem ser feitas sem se

PI0413851

afastar do escopo da invenção, a invenção reside nas reivindicações anexas a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de gerar sinal embaralhado, tendo símbolos reais $I_{S,k}$ e sinais imaginários $Q_{S,k}$ a partir de um sinal tendo símbolos reais I_k e sinais imaginários Q_k, e método de embaralhar símbolos em sistema de transmissão de dados, **caracterizado** pelo fato de que:

o método de gerar sinal embaralhado compreende as etapas de:

gerar uma parte real de um elemento k° de uma seqüência de embaralhamento complexo ($d_{I,k}$);

gerar uma parte imaginária do elemento k° da seqüência de embaralhamento complexo ($d_{Q,k}$);

gerar um multiplicador n_k de fase de embaralhamento de acordo com:

$n_k = 2d_{I,k} + d_{Q,k}$; e

gerar o sinal embaralhado:

$I_{S,k} + jQ_{S,k} = (I_k + jQ_k)e^{j\left(\frac{2\pi n_k}{4}\right)}$,

e o método de embaralhar símbolos em sistema de transmissão de dados, compreende embaralhar todos os elementos de um quadro antes da transmissão do quadro pelo sistema, de modo que todos os elementos tenham uma fase de referência comum, realizando uma operação de embaralhamento complexo de acordo com:

$$I_{s,k} + jQ_{s,k} = (I_k + jQ_k).\exp\left\{j\frac{2\pi n_k}{4}\right\}$$

em que:

I_k, Q_k representa símbolos originais,

$I_{s,k}$, $Q_{s,k}$ representa símbolos embaralhados,

n_k representa um multiplicador de fase de embaralhamento, de tal modo que $n_k = 2d_{I,k} + d_{Q,k}$, e $d_{I,k}$ e $d_{Q,k}$ são componentes reais (I) e imaginários (Q) de um elemento k° da seqüência de embaralhamento complexo.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os elementos do quadro compreendem um cabeçalho de quadro ou corpo de quadro.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os elementos do quadro

compreendem adicionalmente um ou mais símbolos pilotos.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a operação de embaralhamento complexo compreende alternância simples de componentes e mudança de sinais de acordo com:

$d_{I,k}$	$d_{Q,k}$	n_k	Rotação	$I_{s,k} + jQ_{s,k}$
0	0	0	0°	$I_k + jQ_k$
0	1	1	90°	$-Q_k + jI_k$
1	0	2	180°	$-I_k - jQ_k$
1	1	3	270°	$Q_k - jI_k$

5. Aparelho para embaralhar símbolos em sistema de transmissão de dados, **caracterizado** pelo fato de compreender:

meio para embaralhar todos os elementos de um quadro antes da transmissão do quadro pelo sistema de modo que todos os elementos tenham uma fase de referência comum, em que o meio para embaralhar compreende meio para realizar uma operação de embaralhamento complexo de acordo com:

$$I_{s,k} + jQ_{s,k} = (I_k + jQ_k).\exp\left\{j\frac{2\pi n_k}{4}\right\}$$

em que:

I_k, Q_k representa símbolos originais,

$I_{s,k}$, $Q_{s,k}$ representa símbolos embaralhados,

n_k representa um multiplicador de fase de embaralhamento, de tal modo que $n_k = 2d_{I,k} + d_{Q,k}$, e $d_{I,k}$ e $d_{Q,k}$ são componentes reais (I) e imaginários (Q) de um elemento k° da seqüência de embaralhamento complexo.

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que os elementos do quadro compreendem um cabeçalho de quadro ou corpo de quadro.

7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que os elementos do quadro compreendem adicionalmente um ou mais símbolos pilotos.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que a operação de embaralhamento complexo compreende adições e subtrações simples de acordo com:

$d_{I,k}$	$d_{Q,k}$	n_k	Rotação	$I_{s,k} + jQ_{s,k}$
0	0	0	0°	$I_k + jQ_k$
0	1	1	90°	$-Q_k + jI_k$
1	0	2	180°	$-I_k - jQ_k$
1	1	3	270°	$Q_k - jI_k$

PI0413861

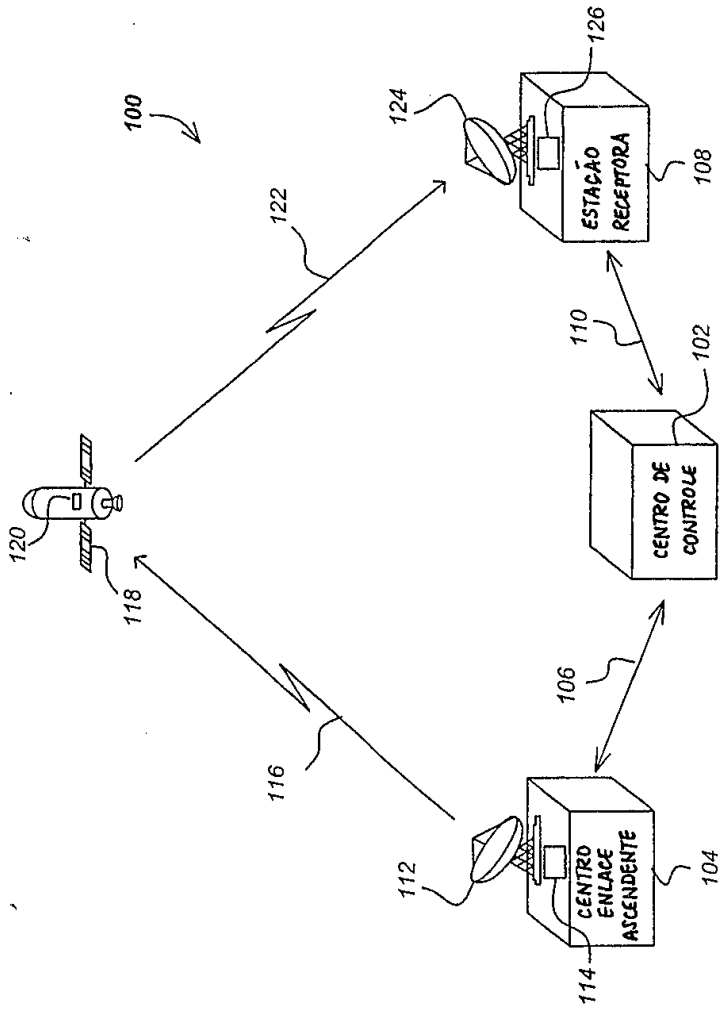


FIG. 1

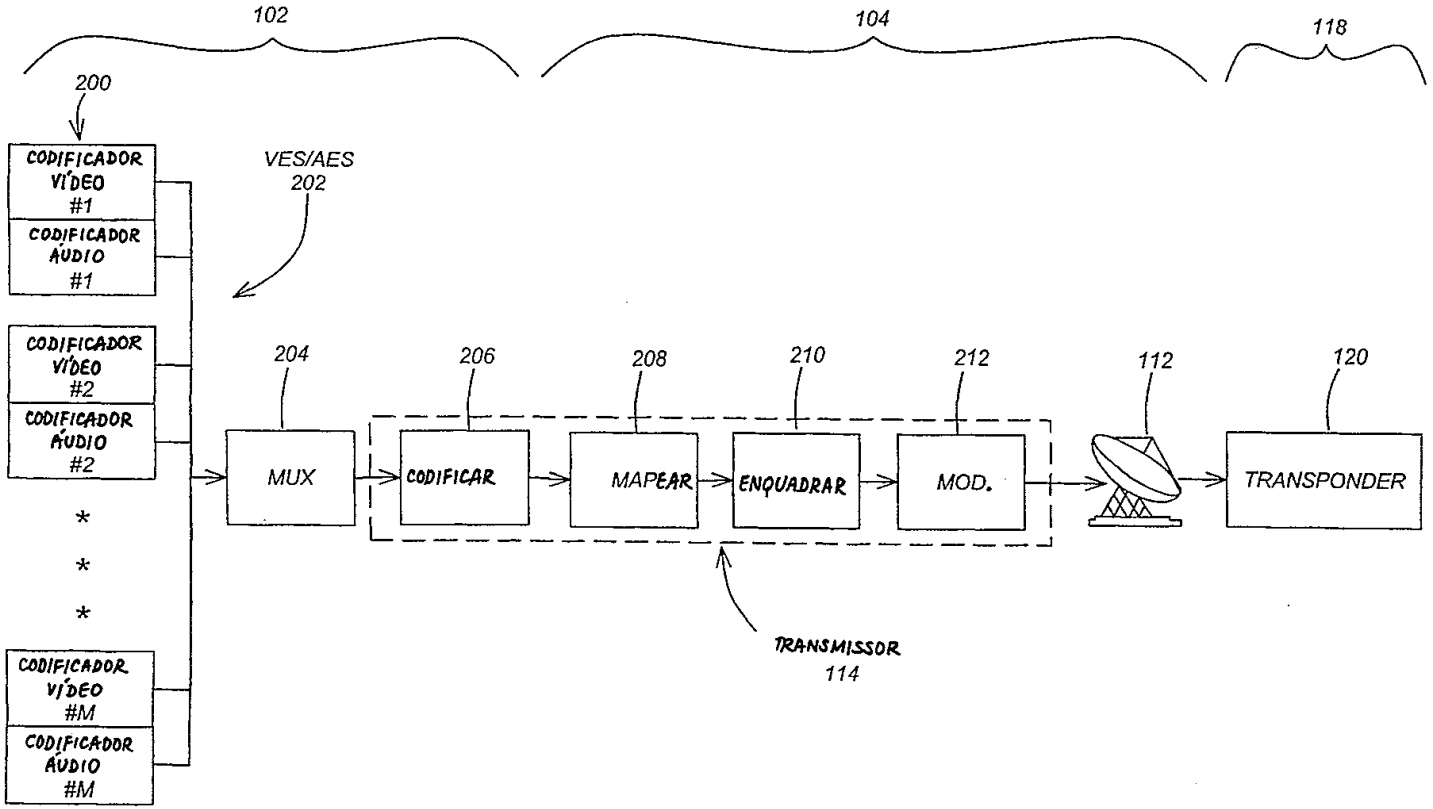

102
104
118
200
CODIFICADOR VÍDEO #1
CODIFICADOR ÁUDIO #1
CODIFICADOR VÍDEO #2
CODIFICADOR ÁUDIO #2
CODIFICADOR VÍDEO #M
CODIFICADOR ÁUDIO #M
VES/AES 202
204
MUX
206
CODIFICAR
208
MAPEAR
210
ENQUADRAR
212
MOD.
112
120
TRANSPONDER
TRANSMISSOR 114

FIG. 2

PI0413851

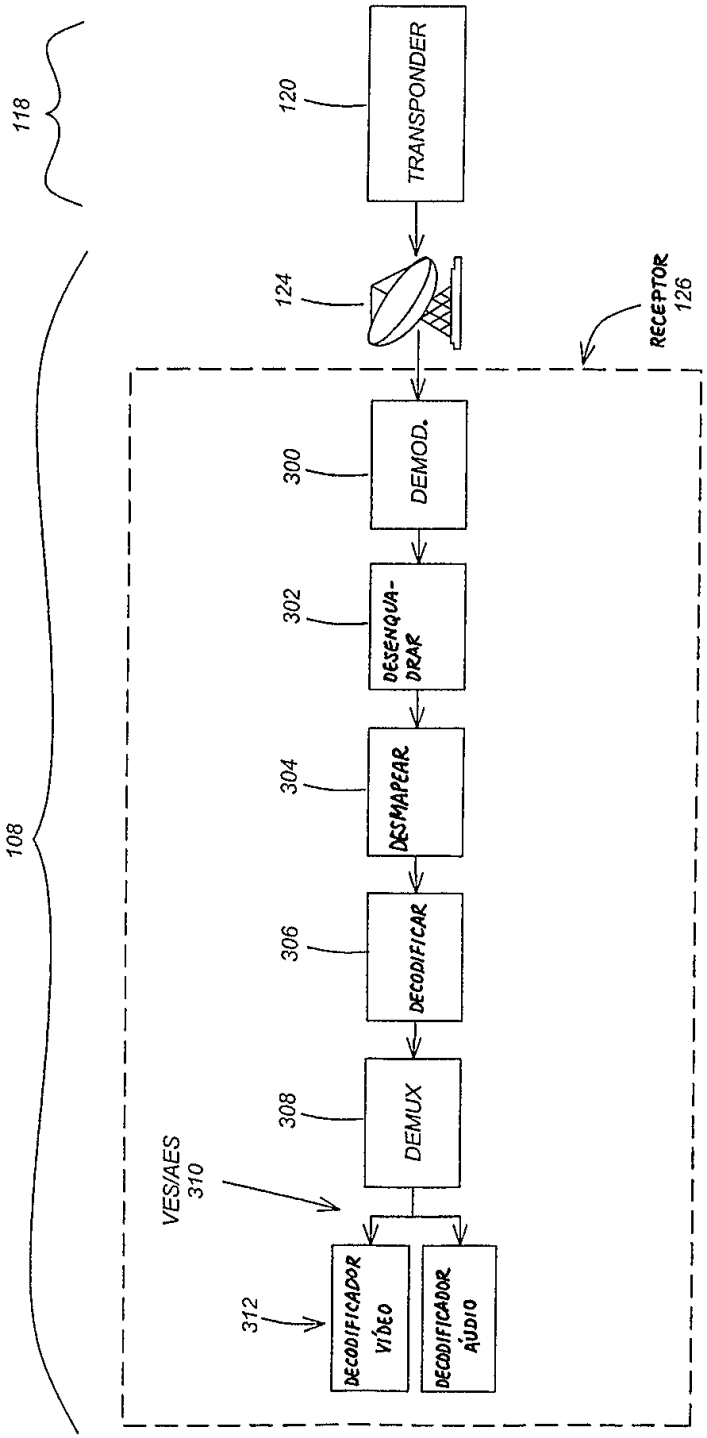


FIG. 3

PI0413851

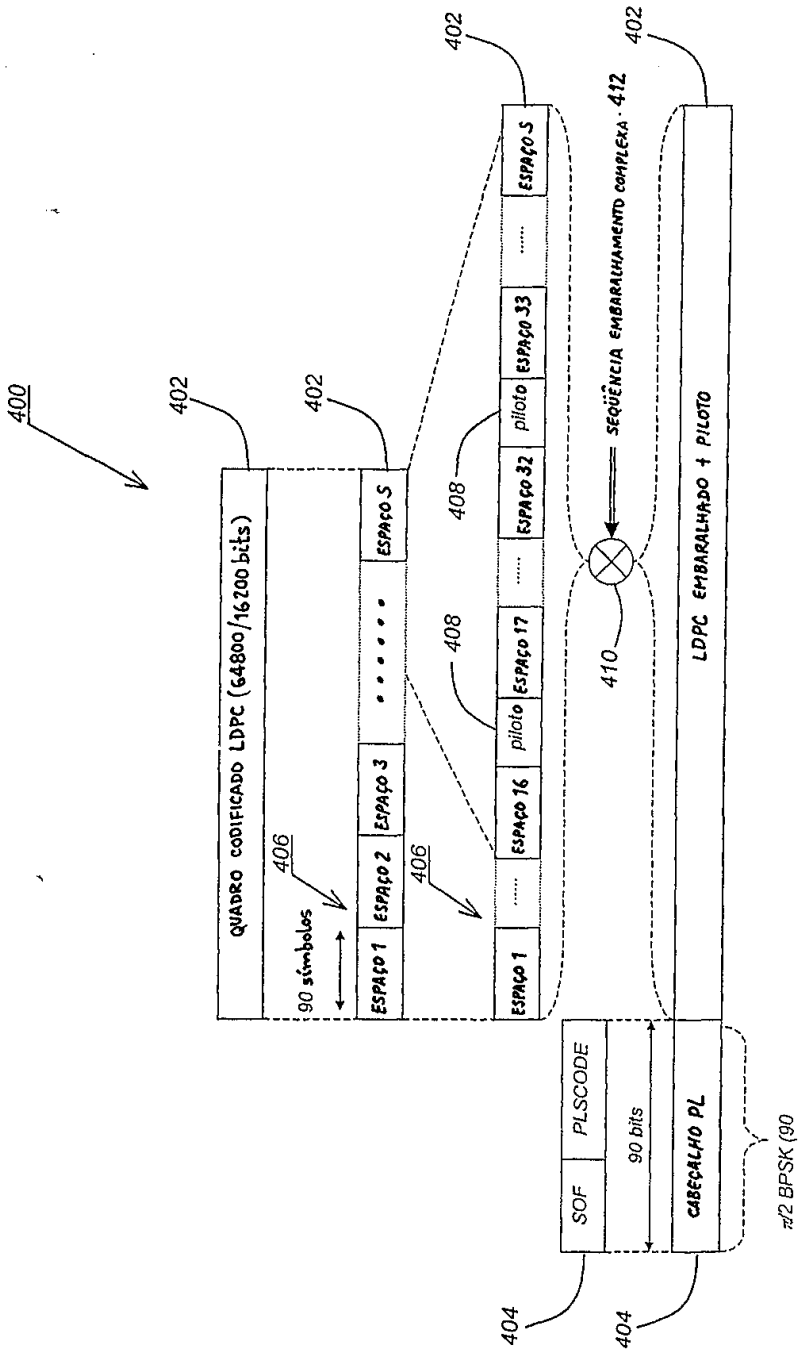


FIG. 4

PI0413861

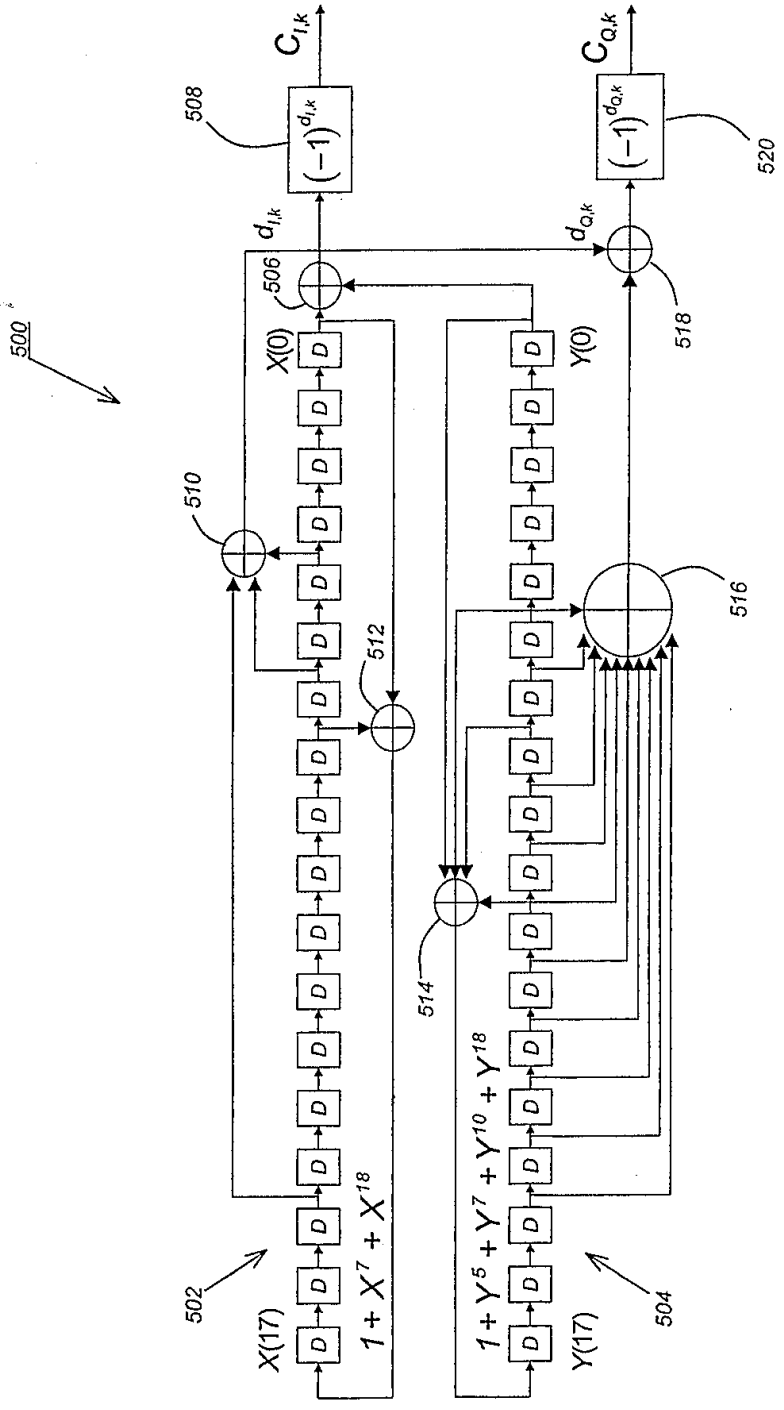


FIG. 5

PI0413851

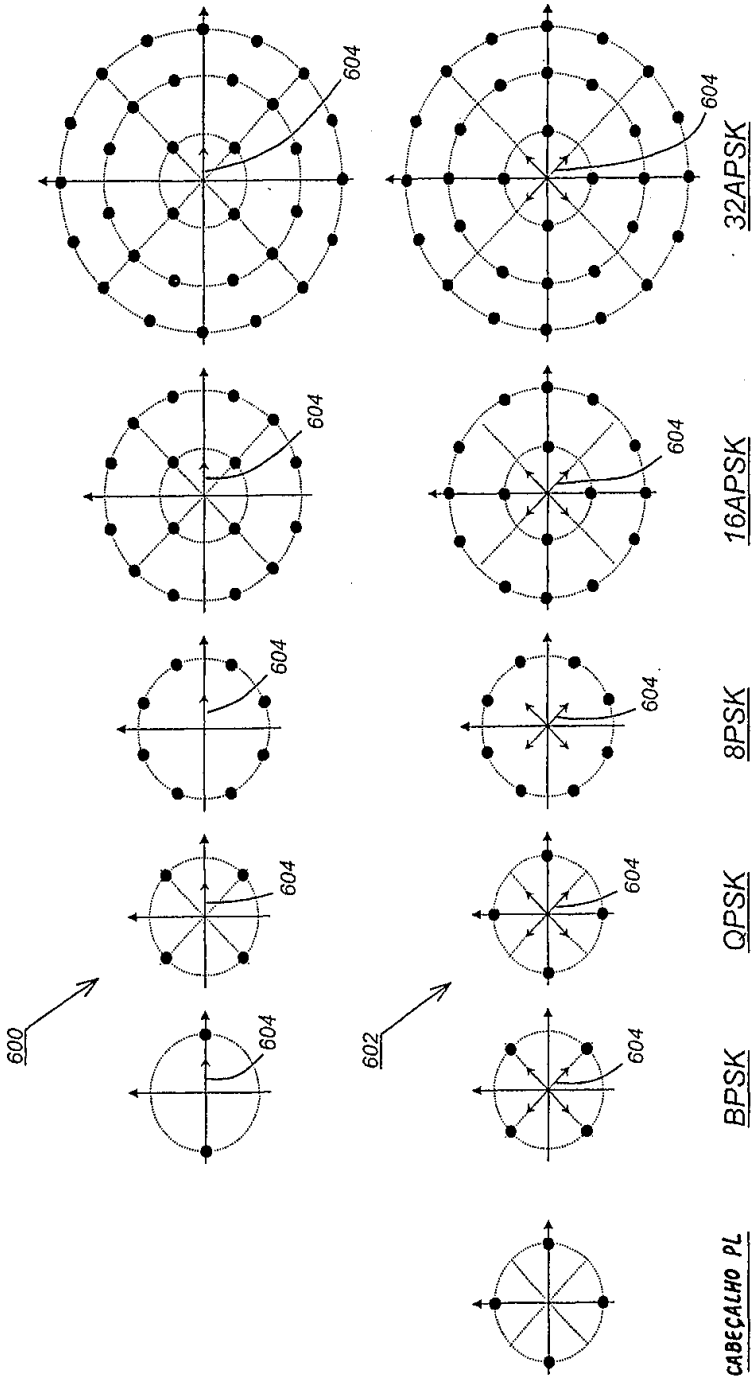


FIG. 6

PI0413851

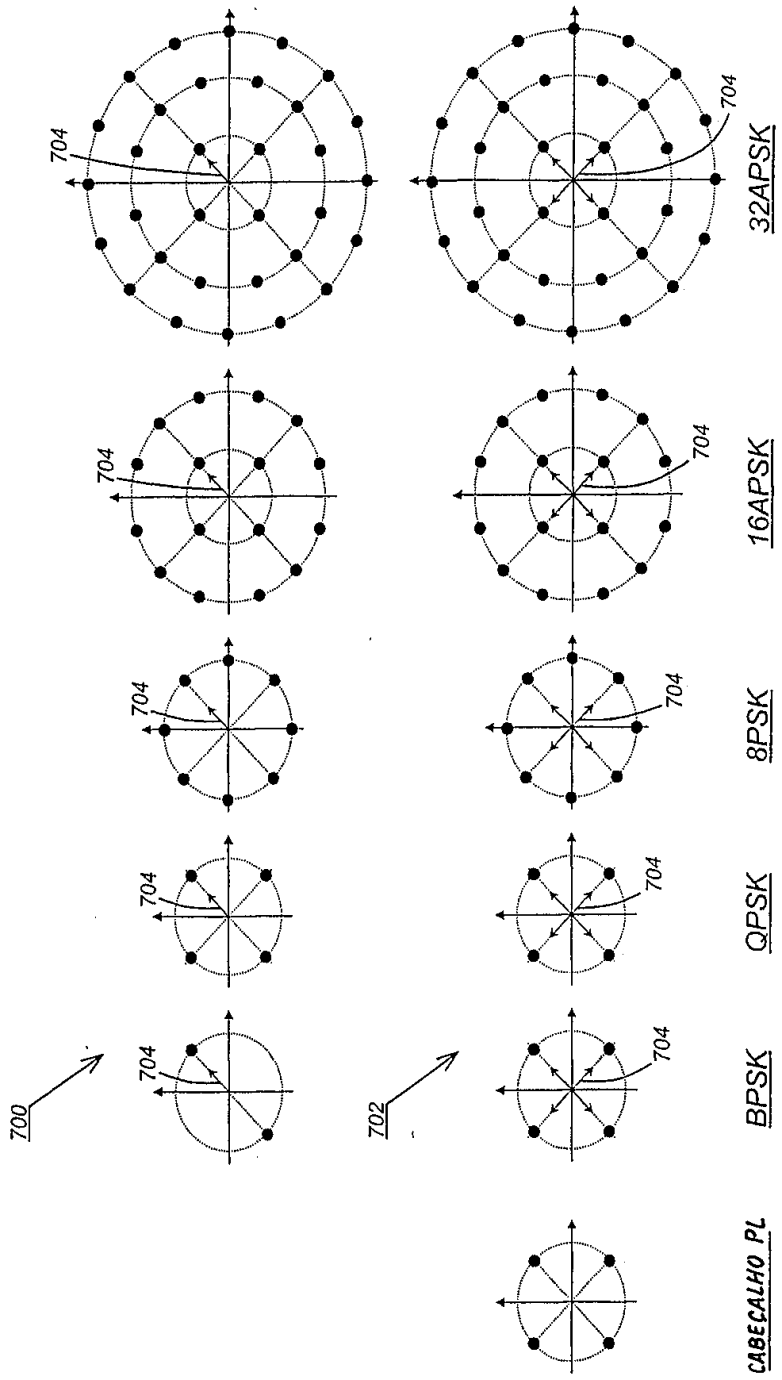


FIG. 7

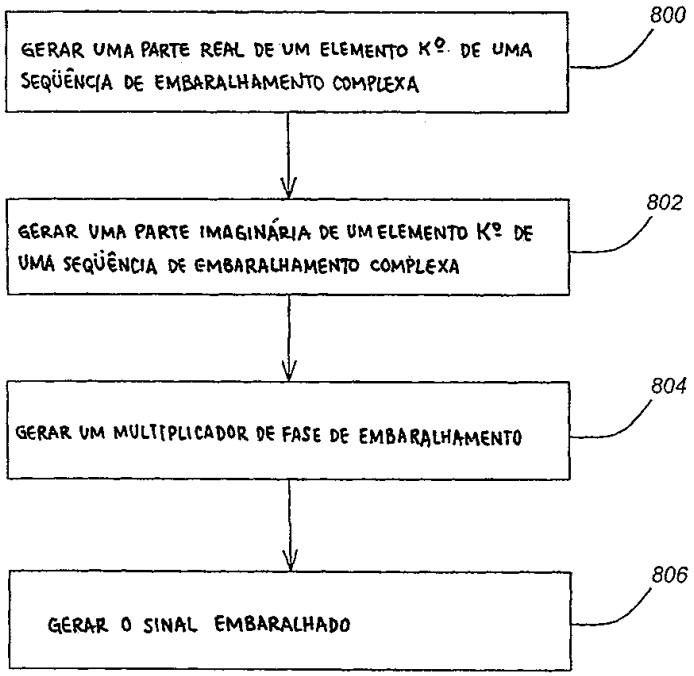

GERAR UMA PARTE REAL DE UM ELEMENTO Kº DE UMA SEQÜÊNCIA DE EMBARALHAMENTO COMPLEXA
800
GERAR UMA PARTE IMAGINÁRIA DE UM ELEMENTO Kº DE UMA SEQÜÊNCIA DE EMBARALHAMENTO COMPLEXA
802
GERAR UM MULTIPLICADOR DE FASE DE EMBARALHAMENTO
804
GERAR O SINAL EMBARALHADO
806

FIG. 8