

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

(21) **PI0618230-5 A2**

(22) Data de Depósito: 01/11/2006
(43) Data da Publicação: 23/08/2011
(RPI 2120)



★ B R P I 0 6 1 8 2 3 0 A 2 ★

(51) *Int.Cl.:*
H04N 5/50 2006.01
H04N 5/44 2006.01
H04N 17/04 2006.01

(54) Título: **APARELHO E MÉTODO PARA SENTIR UM SINAL ATSC EM BAIXA RAZÃO DE SINAL PARA RUÍDO**

(30) Prioridade Unionista: 04/11/2005 US 60/733.713

(73) Titular(es): Thomson Licensing

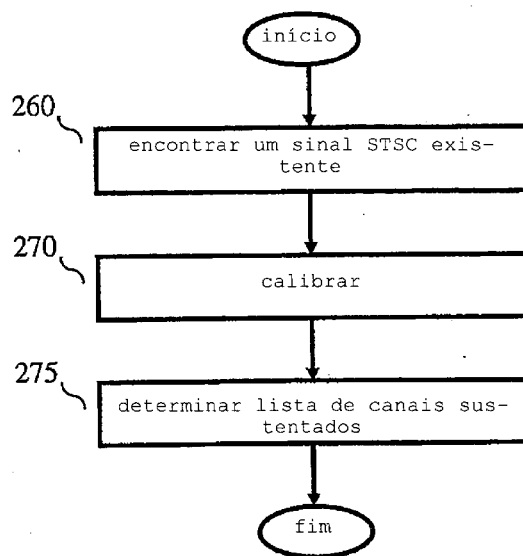
(72) Inventor(es): Joshua Lawrence Koslov, Paul Gothard
Knutson, Wen Gao

(74) Procurador(es): Nellie Anne Daniel Shores

(86) Pedido Internacional: PCT US2006042848 de 01/11/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/056080 de 18/05/2007

(57) Resumo: APARELHO E MÉTODO PARA SENTIR UM SINAL ATSC EM BAIXA RAZÃO DE SINAL PARA RUÍDO Um receptor da rede de área regional sem fio (WRAN) inclui um sintonizador para sintonizar em um de um número de canais, e um detector de sinal ATSC (Advanced Television Systems Committee) difundido. O sintonizador é calibrado como uma função de um sinal ATSC recebido. O detector de sinal ATSC difundido pode ser um detector de sinal ATSC coerente ou um não coerente.



"APARELHO E MÉTODO PARA SENTIR UM SINAL ATSC EM
BAIXA RAZÃO DE SINAL PARA RUÍDO"

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se, de forma geral, a
5 sistemas de comunicações e, mais particularmente, a sistemas
sem fio, por exemplo, difusão terrestre, celular, fidelidade
sem fio (Wi-Fi), satélite, etc.

Um sistema de área regional sem fio (WRAN) está
sendo estudado no grupo do padrão 802.22 do IEEE. O sistema
10 WRAN é planejado para fazer uso dos canais de difusão de te-
levisão (TV) não usados no espectro da TV, em uma base sem
interferência, para endereçar, como um objetivo primário,
áreas rurais e remotas e mercados não atendidos de baixa
densidade populacional com níveis de desempenho similares a
15 esses das tecnologias de acesso de banda larga que servem as
áreas urbanas e suburbanas. Além disso, o sistema WRAN pode
também ser capaz de ascender para servir áreas de população
mais densas onde o espectro está disponível. Desde que uma
meta do sistema WRAN é não interferir com as difusões de TV,
20 um procedimento crítico é sentir de maneira robusta e preci-
sa os sinais de TV licenciados que existem na área servida
pela WRAN (a área da WRAN).

Nos Estados Unidos, o espectro de TV atualmente
compreende os sinais de difusão do ATSC (Advanced Television
25 Systems Committee) que coexistem com os sinais de difusão do
NTSC (National Television Systems Committee). Os sinais de
difusão do ATSC são também citados como sinais de TV digital
(DTV). Atualmente, a transmissão do NTSC cessará em 2009 e,

nesse momento, o espectro de TV compreenderá somente os sinais de difusão do ATSC.

Desde que, como mencionado acima, uma meta do sistema WRAN é não interferir com esses sinais de TV que existem em uma área WRAN particular, é importante em um sistema WRAN ser capaz de detectar as difusões do ATSC. Um método conhecido para detectar um sinal ATSC é procurar um pequeno sinal piloto que é uma parte do sinal ATSC. Um tal detector é simples e inclui um laço de bloqueio de fase com um filtro de largura de banda muito estreita para extrair o sinal piloto ATSC. Em um sistema WRAN, esse método provê uma maneira fácil para verificar se um canal de difusão está atualmente em uso simplesmente verificando se o detector de ATSC provê um sinal piloto ATSC extraído. Infelizmente, esse método pode não ser preciso, especialmente em um ambiente de razão muito baixa de sinal para ruído (SNR). Na realidade, a falsa detecção de um sinal ATSC pode ocorrer se existe um sinal de interferência presente na banda que tem um componente espectral na posição da portadora do piloto.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Nós observamos que aumentando a precisão do sincronismo ou referências de frequência da portadora no receptor melhora o desempenho das técnicas de detecção do sinal de difusão (quer essas técnicas sejam coerentes ou não coerentes). Em particular, e de acordo com os princípios da invenção, um receptor compreende um sintonizador para sintonizar em um de um número de canais, um detector de sinal de difusão acoplado no sintonizador para detectar se um sinal

de difusão existe em pelo menos um dos canais, onde o sintonizador é calibrado como uma função de um sinal de difusão recebido.

Em uma modalidade ilustrativa da invenção, o sinal de difusão é um sinal ATSC (Advanced Television Systems Committee) e o receptor é um receptor da rede de área regional sem fio (WRAN), onde o sintonizador é calibrado como uma função de um sinal ATSC recebido e onde o detector do sinal de difusão inclui um detector de sinal ATSC coerente.

Em uma outra modalidade ilustrativa da invenção, o sinal de difusão é um sinal ATSC e o receptor é um receptor WRAN, onde o sintonizador é calibrado como uma função de um sinal ATSC recebido e onde o detector do sinal de difusão inclui um detector de sinal ATSC não coerente.

Em uma outra modalidade ilustrativa da invenção, o receptor é um receptor da rede de área regional sem fio (WRAN) e o receptor executa um método para determinar uma banda de frequência disponível para comunicações no sistema WRAN. De maneira ilustrativa, o receptor se calibra como uma função de um sinal de difusão recebido; e, depois da calibragem, detecta se outros sinais de difusão existem em pelo menos uma porção de um espectro de frequência para determinar uma porção disponível do espectro de frequência para uso pelo receptor.

Em vista do acima, e como será evidente a partir da leitura da descrição detalhada, outras modalidades e aspectos são também possíveis e se situam dentro dos princípios da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 mostra a tabela um, que lista canais de televisão (TV),

As figuras 2 e 3 mostram as tabelas dois e três,
5 que listam deslocamentos de frequência sob condições diferentes para um sinal ATSC recebido,

A figura 4 mostra um sistema WRAN ilustrativo de acordo com os princípios da invenção,

A figura 5 mostra um receptor ilustrativo para uso
10 no sistema WRAN da figura 4 de acordo com os princípios da invenção,

A figura 6 mostra um fluxograma ilustrativo para uso no sistema WRAN da figura 4 de acordo com os princípios da invenção,

15 As figuras 7 e 8 ilustram o sintonizador 305 e o laço de rastreamento da portadora 315 da figura 5,

As figuras 9 e 10 mostram um formato para um sinal DTV ATSC e

20 As figuras 11-21 mostram várias modalidades dos detectores de sinal ATSC.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Exceto pelo conceito inventivo, os elementos mostrados nas figuras são bem conhecidos e não serão descritos em detalhes. Também, a familiaridade com a difusão da televisão, codificação de receptores e vídeo é assumida e não é
25 descrita em detalhes aqui. Por exemplo, exceto pelo conceito inventivo, a familiaridade com recomendações atuais e propostas para padrões de TV tais como NTSC (National Televisi-

on Systems Committee), PAL (Phase Alternation Lines), SECAM (SEquential Couleur Avec Memoire) e ATSC (Advanced Television Systems Committee) (ATSC) é assumida. Informação adicional sobre sinais de difusão ATSC pode ser encontrada nos seguintes padrões ATSC: Digital Television Standard (A/53),
 5 revisão C, incluindo Emenda No. 1 e errata No. 1, Doc. A/53C e *Recommended Practice: Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard* (A/54). Da mesma forma, exceto pelo conceito inventivo, os conceitos de transmissão tais como ei-
 10 ght-level vestigial sideband (8-VSB), Quadrature Amplitude Modulation (QAM), orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) ou coded OFDM (COFDM)), e componentes do receptor como um front-end de radiofrequência (RF), ou seção do receptor, tais como um bloco de pequeno ruído, sintonizadores e
 15 demoduladores, correlatores, integradores de dispersão e enquadramentos são assumidos. Similarmente, exceto pelo conceito inventivo, os métodos de formatação e codificação (tal como Moving Picture Expert Group (MPEG)-2 Systems Standard (ISO/IEC 13818-1)) para gerar os fluxos de bit de transporte
 20 são bem conhecidos e não descritos aqui. Deve também ser observado que o conceito inventivo pode ser implementado usando técnicas de programação convencionais, que, como tal, não serão descritas aqui. Finalmente, números semelhantes nas figuras representam elementos similares.

25 Um espectro de TV para os Estados Unidos como conhecido na técnica é mostrado na tabela um da figura 1, que provê uma lista de canais de TV nas bandas de frequência muito alta (VHF) e frequência ultra alta (UHF). Para cada

canal de TV, a borda inferior correspondente da banda de frequência atribuída é mostrada. Por exemplo, o canal 2 de TV inicia em 54 MHz (milhões de hertz), o canal 37 de TV inicia em 608 MHz e o canal 68 da TV inicia em 794 MHz, etc.

5 Como conhecido na técnica, cada canal de TV, ou banda, ocupa 6 MHz de largura de banda. Como tal, o canal 2 de TV cobre o espectro (ou faixa) de frequência de 54 MHz a 60 MHz, o canal 37 da TV cobre a banda de 608 MHz a 614 MHz e o canal 68 da TV cobre a banda de 794 MHz a 800 MHz, etc. Como mencionado anteriormente, um sistema WRAN faz uso de canais de difusão de televisão (TV) não usados no espectro de TV. Sob esse aspecto, o sistema WRAN executa a "leitura do canal" para determinar quais desses canais de TV estão realmente ativos (ou "com incumbência") na área WRAN a fim de determinar essa porção do espectro de TV que está realmente disponível para uso pelo sistema WRAN.

Além do espectro de TV mostrado na figura 1, um sinal DTV ATSC particular em um canal particular pode também ser afetado pelos sinais NTSC, ou até mesmo outros sinais ATSC, que ficam co-localizados (isto é, no mesmo canal) ou adjacentes ao sinal ATSC (por exemplo, no próximo canal inferior, ou superior). Isso é ilustrado na tabela dois, da figura 2, no contexto de um sinal piloto ATSC como afetado por diferentes condições de interferência. Por exemplo, a primeira linha 71, da tabela dois provê o deslocamento da borda inferior em Hz de um sinal piloto ATSC se não existe interferência co-localizada ou adjacente de um outro sinal NTSC ou ATSC. Isso corresponde com o sinal piloto ATSC como

definido nos padrões ATSC acima mencionados, isto é, o sinal piloto ocorre em 309,44059 KHz (milhares de Hertz) acima da borda inferior do canal particular. (Novamente, a tabela 1, da figura 1, provê o valor da borda inferior em MHz para ca-
5 da canal.) Entretanto, a referência para a linha marcada 72, da tabela 2, provê o deslocamento da borda inferior de um sinal piloto ATSC quando existe um sinal NTSC co-localizado. Em uma tal situação, um receptor ATSC receberá um sinal piloto ATSC que fica 338,065 KHz acima da borda inferior. No
10 contexto das difusões NTSC e ATSC, pode ser observado da tabela dois que o número total de deslocamentos possíveis é 14. Entretanto, depois que uma transmissão NTSC é descontinuada, o número total de deslocamentos possíveis diminui para dois, com uma tolerância de 10 Hz, que é ilustrada na ta-
15 bela três, da figura 3.

Desde que é importante que qualquer leitura de canal seja precisa, nós observamos que o aumento da precisão do sincronismo ou referências de frequência da portadora em um receptor melhora o desempenho das técnicas de detecção do
20 sinal, ou leitura do canal (quer essas técnicas sejam coerentes ou não coerentes). Em particular, e de acordo com os princípios da invenção, um receptor compreende um sintonizador para sintonizar em um de um número de canais, um detector de sinal de difusão acoplado no sintonizador para detec-
25 tar se um sinal de difusão existe em pelo menos um dos canais, onde o sintonizador é calibrado como uma função de um sinal de difusão recebido. Uma modalidade ilustrativa da invenção é descrita no contexto de uso de um canal ATSC exis-

tente como uma referência. Entretanto, o conceito inventivo não é dessa forma limitado.

Um sistema de rede de área regional sem fio (WRAN) ilustrativo 200 incorporando os princípios da invenção é mostrado na figura 4. O sistema WRAN 200 serve a uma área geográfica (a área WRAN) (não mostrada na figura 4). Em termos gerais, um sistema WRAN compreende pelo menos uma estação de base (BS) 205 que se comunica com um, ou mais, equipamentos de premissa do consumidor (CPE) 250. O último pode ser estacionário. O CPE 250 é um sistema com base em processador e inclui um, ou mais, processadores e memória associada como representado pelo processador 290 e memória 295 mostrada na forma de caixas tracejadas na figura 4. Sob esse aspecto, programas de computador, ou software, são armazenados na memória 295 para execução pelo processador 290. O último é representativo de um, ou mais, processadores de controle com programa armazenado e esses não têm que ser dedicados à função do transmissor, por exemplo, o processador 290 pode também controlar outras funções do CPE 250. A memória 295 é representativa de qualquer dispositivo de armazenamento, por exemplo, memória de acesso aleatório (RAM), memória somente de leitura (ROM), etc., pode ser interna e/ou externa ao CPE 250 e é volátil e/ou não volátil quando necessário. A camada física de comunicação entre a BS 205 e o CPE 250, via antenas 210 e 255, é de modo ilustrativo baseada em OFDM via o transceptor 285 e é representada pelas setas 211. Para inserir uma rede WRAN, o CPE 250 pode primeiro se "associar" com a BS 210. Durante essa associação, o CPE

250 transmite a informação, via o transceptor 285, na capacidade do CPE 250 para a BS 205 via um canal de controle (não mostrado). A capacidade relatada inclui, por exemplo, potência de transmissão mínima e máxima, e uma lista de canal suportado para transmissão e recepção. Sob esse aspecto, o CPE 250 executa a "leitura do canal" de acordo com os princípios da invenção para determinar quais canais de TV não estão ativos na área WRAN. A lista de canal disponível resultante para uso nas comunicações WRAN é então provida para a BS 205.

Uma porção ilustrativa de um receptor 300 para uso no CPE 250 é mostrada na figura 5. Somente essa porção do receptor 300 relevante para o conceito inventivo é mostrada. O receptor 300 compreende o sintonizador 305, laço de rastreamento de portadora (CTL) 315, detector de sinal ATSC 320 e controlador 325. O último é representativo de um, ou mais, processadores de controle com programa armazenado, por exemplo, um microprocessador (tal como processador 290), esses não têm que ser dedicados ao conceito inventivo, por exemplo, o controlador 325 pode também controlar outras funções do receptor 300. Além disso, o receptor 300 inclui memória (tal como memória 295), por exemplo, memória de acesso aleatório (RAM), memória somente de leitura (ROM), etc. e pode ser uma parte de, ou separado de, o controlador 325. Por simplicidade, alguns elementos não são mostrados na figura 5, tal como um elemento de controle de ganho automático (AGC), um conversor de analógico para digital (ADC) se o processamento está no domínio digital e filtragem adicional.

Exceto pelo conceito inventivo, esses elementos seriam facilmente evidentes para alguém versado na técnica. Sob esse aspecto, as modalidades descritas aqui podem ser implementadas nos domínios analógico ou digital. Além do que, aqueles
5 versados na técnica reconheceriam que um pouco do processamento pode envolver trajetórias de sinal complexo quando necessário.

Antes de descrever o conceito inventivo, a operação geral do receptor 300 é como segue. Um sinal de entrada
10 304 (por exemplo, recebido via antena 255 da figura 4) é aplicado no sintonizador 305. O sinal de entrada 304 representa um sinal digital modulado VSB de acordo com o "padrão de televisão digital ATSC" acima mencionado e transmitido em um dos canais mostrados na tabela um da figura 1. O sintoni-
15 zador 305 é sintonizado em diferentes dos canais pelo controlador 325 via a trajetória de sinal bidirecional 326 para selecionar canais de TV particulares e prover um sinal convertido descendentemente 306 centralizado em um sinal de IF (frequência intermediária) específico. O sinal 306 é aplica-
20 do no CTL 315, que processa o sinal 306 tanto para remover quaisquer deslocamentos de frequência (tal como entre o oscilador local (LO) do transmissor e o LO do receptor) quanto para demodular o sinal VSB ATSC recebido descendentemente para a banda-base de uma frequência intermediária (IF) ou
25 perto da frequência da banda-base (por exemplo, ver, Advanced Television Systems Committee dos Estados Unidos, "Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard", Documento A/54, 04 de outubro de 1995, e Patente U.S. 6.233.295

emitida em 15 de maio de 2001 para Wang, intitulada "Segment Sync Recovery Network for an HDTV Receiver"). O CTL 315 provê sinal 316 para o detector de sinal ATSC 320, que processa o sinal 316 (descrito mais abaixo) para determinar se o sinal 316 é um sinal ATSC. O detector do sinal ATSC 320 provê a informação resultante para o controlador 325 via a trajetória 321.

Com referência agora à figura 6, um fluxograma ilustrativo para uso no receptor 300 de acordo com os princípios da invenção é mostrado. Em particular, a detecção da presença dos sinais ATSC DTV nas bandas VHF e UHF da TV em níveis de sinal abaixo desses requeridos para demodular um sinal utilizável pode ser melhorada tendo informação precisa de deslocamento de sincronismo e portadora. De modo ilustrativo, a estabilidade e a alocação de frequência conhecida dos próprios canais DTV são usadas para prover essa informação. Como especificado no ATSC A/54A *Recommended Practice* ATSC acima mencionado, as frequências da portadora são especificadas para ficarem pelo menos dentro de 1 KHz (milhares de hertz), e tolerâncias mais estreitas são recomendadas para boa prática. Sob esse aspecto, na etapa 260, o controlador 325 primeiro varre os canais de TV conhecidos, tal como ilustrado na tabela um da figura 1, para um sinal ATSC existente, facilmente identificável. Em particular, o controlador 325 controla o sintonizador 305 para selecionar cada um dos canais de TV. Os sinais resultantes (se algum) são processados pelo detector de sinal ATSC 320 (descrito mais abaixo) e os resultados providos para o controlador 325 via a

trajetória 321. De preferência, o controlador 325 procura o sinal ATSC mais forte atualmente difundindo na área WRAN. Entretanto, o controlador 325 pode parar no primeiro sinal ATSC detectado.

5 De volta brevemente para a figura 7, um diagrama de blocos ilustrativo do sintonizador 305 é mostrado. O sintonizador 305 compreende o amplificador 355, o multiplicador 360, o filtro 365, o elemento dividir por n 370, o oscilador de tensão controlada (VCO) 385, o detector de fase 375, o
10 filtro de laço 390, o elemento dividir por m 380 e o oscilador local (LO) 395. Exceto pelo conceito inventivo, os elementos do sintonizador 305 são bem conhecidos e não descritos mais aqui. Em geral, a relação seguinte se mantém entre os sinais providos pelo LO 395 e o VCO 385:

$$\frac{F_{ref}}{m} = \frac{F_{VCO}}{n}, \quad (1)$$

15 onde F_{ref} é a frequência de referência provida pelo LO 395, F_{VCO} é a frequência provida pelo VCO 385, n é o valor do divisor representado pelo elemento dividir por n 370 e m é o valor do divisor representado pelo elemento dividir por m 380. A equação (1) pode ser rescrita como:

$$F_{VCO} = n \frac{F_{ref}}{m} = n F_{step}. \quad (2)$$

20 Pode ser observado a partir da equação (2) que F_{VCO} pode ser ajustado para bandas ATSC DTV diferentes por valo-

res apropriados de n , como estabelecido pelo controlador 325 (etapa 260 da figura 6) via a trajetória 326. Entretanto, e como mencionado acima, o receptor 300 inclui o CTL 315, que remove quaisquer deslocamentos de frequência, $F_{\text{deslocamento}}$. Existem dois deslocamentos de frequência importantes. O primeiro é o erro causado pelas diferenças de frequência entre o LO 395 e a referência da frequência do transmissor. O segundo é o erro causado pelo valor usado para F_{etapa} desde que a frequência atual, F_{ref} , provida pelo LO 395 é somente aproximadamente conhecida dentro de uma dada tolerância do oscilador local. Como tal, $F_{\text{deslocamento}}$ inclui ambos o erro do valor de nF_{etapa} para o canal selecionado e o erro causado pelas diferenças de frequência na referência da frequência local e na referência da frequência do transmissor.

Com referência agora à figura 8, um diagrama de blocos ilustrativo do CTL 315 é mostrado. O CTL 315 compreende o multiplicador 405, o detector de fase 410, o filtro de laço 415, o oscilador numericamente controlado (NCO) 420 e tabela de seno/co-seno 425. Exceto pelo conceito inventivo, os elementos do CTL 315 são bem conhecidos e não descritos mais aqui. O NCO 420 determina o $F_{\text{deslocamento}}$ como conhecido na técnica e esses deslocamentos de frequência são removidos do sinal recebido via a tabela de seno/co-seno 425 e o multiplicador 405.

Continuando com a etapa 270 da figura 6, depois que um sinal ATSC existente é encontrado, o controlador 325 calibra o receptor 300 determinando pelo menos uma característica de frequência relacionada (sincronismo) do sinal

ATSC detectado. Em particular, a operação geral do receptor 300 da figura 5 pode ser representada pela equação seguinte:

$$F_c = nF_{step} + F_{offset} \quad (3)$$

onde F_c representa a frequência do sinal piloto do sinal ATSC detectado. Com relação ao valor para o $F_{deslocamento}$ na equação (3), o controlador 325 determina esse valor simplesmente acessando os dados associados no NCO 420, via a trajetória bidirecional 327. Entretanto, enquanto o valor para n já foi determinado pelo controlador 325 para o canal ATSC selecionado, o valor real de F_{etapa} é desconhecido. Entretanto, a equação (3) pode ser rescrita como:

$$F_{step} = \frac{F_c - F_{offset}}{n} \quad (4)$$

Embora essa solução pareça direta, deve ser lembrado que o valor para F_c não é determinado unicamente como sugerido pela tabela 1 da figura 1. De preferência, o sinal DTV ATSC detectado pode ser afetado por outros sinais NTSC ou ATSC como mostrado na tabela dois da figura 2 e tabela três da figura 3. Se existem transmissões NTSC e ATSC na região WRAN, então 14 deslocamentos possíveis devem ser considerados como mostrado na tabela dois, da figura 2. Entretanto, se não existem transmissões NTSC na região WRAN, então somente 2 deslocamentos devem ser considerados como mostrado na tabela três, da figura 3. Por simplicidade, é assumido que não existem transmissões NTSC e somente a tabela três é

usada para esse exemplo.

Como tal, usando os valores da tabela um e tabela três (por exemplo, armazenados na memória anteriormente mencionada), o controlador 325 executa dois cálculos para determinar valores diferentes para F_{etapa} :

$$F_{step}^{(1)} = \frac{F_c^{(1)} - F_{offset}}{n}, \quad (4a)$$

$$F_{step}^{(2)} = \frac{F_c^{(2)} - F_{offset}}{n}, \quad (4b)$$

onde $F_c^{(1)}$ representa a borda de banda inferior da tabela um para o canal ATSC selecionado mais o deslocamento da borda de banda inferior da primeira linha da tabela três, e $F_c^{(2)}$ representa a borda de banda inferior da tabela um para o canal ATSC selecionado mais o deslocamento da borda de banda inferior da segunda linha da tabela três. Como um resultado, o controlador 325 determina dois valores possíveis para F_{etapa} para uso no receptor 300. Assim, na etapa 270, o controlador 325 determina parâmetros de sintonização para uso no receptor de calibragem 300.

Finalmente, na etapa 275, o controlador 325 varre o espectro de TV para determinar a lista de canal disponível, que compreende um, ou mais, canais de TV que não estão sendo usados e, como tal, estão disponíveis para suportar as comunicações WRAN. Para cada canal que é selecionado pelo controlador 325 (por exemplo, da lista da tabela um), as observações com relação às equações (3), (4), (4a) e (4b) ain-

da se aplicam. Em outras palavras, para cada canal selecionado, os deslocamentos mostrados na tabela três devem ser considerados. Desde que existem dois deslocamentos mostrados na tabela três e existem dois valores possíveis para F_{etapa} como determinado na etapa 270 (equações (4a) e (4b)), quatro varreduras são executadas. (Se os deslocamentos listados na tabela dois fossem usados, existiriam 14^2 varreduras ou 196 varreduras). Por exemplo, na primeira varredura, o controlador 325 ajusta o sintonizador 305, via a trajetória 326, para valores diferentes para n para cada um dos canais ATSC. O controlador 325 determina os valores para n e $F_{deslocamento}$ a partir de:

$$n = \left\lfloor \frac{F_c}{F_{step}} \right\rfloor \text{ e } F_{offset} = F_c - nF_{step}, \quad (5)$$

Onde o valor para F_{etapa} é igual ao valor determinado para $F_{etapa}^{(1)}$ e o valor para F_c é igual à borda da banda inferior da tabela um para o canal ATSC selecionado mais o deslocamento da borda de banda inferior da primeira linha da tabela três. (Também deve ser observado que ao invés de uma função de "piso" na etapa (5), uma função de "teto" pode ser usada.) Entretanto, para a segunda varredura, embora o valor para F_{etapa} ainda seja igual ao valor determinado para $F_{etapa}^{(1)}$, o valor para F_c é agora alterado para ser igual à borda da banda inferior da tabela um para o canal ATSC selecionado mais o deslocamento da borda de banda inferior da segunda linha da tabela três. A terceira e a quarta varreduras são

similares exceto que o valor para F_{etapa} é agora ajustado igual ao valor determinado para $F_{etapa}^{(2)}$. Durante cada uma dessas varreduras, quando o sintonizador 305 é sintonizado para prover um canal selecionado, o detector de sinal ATSC 320 processa os sinais recebidos para determinar se um sinal ATSC está presente no canal atualmente selecionado. Dados, ou informação, quanto à presença de um sinal ATSC são providos para o controlador 325 via a trajetória 321. A partir dessa informação, o controlador 325 constrói a lista de canal disponível. Assim, e de acordo com os princípios da invenção, a estabilidade e a alocação de frequência conhecida dos próprios canais DTV são usadas para calibrar o receptor 300 a fim de melhorar a detecção dos sinais DTV ATSC de baixo SNR. Como tal, na etapa 275, o receptor 300 é capaz de varrer os sinais ATSC que podem estar presentes em um ambiente de SNR muito baixo por causa da informação de frequência precisa ($F_{deslocamento}$ e os vários valores para F_{etapa}) determinada na etapa 270. A sensibilidade alvo é para detectar sinais ATSC com uma intensidade de sinal de -116dBm (decibéis relativos a um nível de potência de um milliwatt). Isso é mais do que 30dB (decibéis) abaixo do limiar da visibilidade (ToV). Deve ser observado que, dependendo das características de desvio do oscilador local, pode ser necessário recalibrar periodicamente. Também deve ser observado que variações adicionais no método acima descrito podem também ser implementadas. Por exemplo, o sinal ATSC detectado na etapa 260 pode ser excluído das varreduras executadas na etapa 275. Além do que, novas calibrações podem ser imediatamente

executadas sintonizando para o sinal ATSC identificado da etapa 260 sem ter que executar a etapa 260 novamente. Também, depois que um sinal ATSC é detectado na etapa 275, a banda associada pode ser excluída de quaisquer varreduras subsequentes.

Como mencionado acima, o receptor 300 inclui um detector de sinal ATSC 320. Um exemplo do detector de sinal ATSC 320 tira vantagem do formato de um sinal DTV ATSC. Os dados do DTV são modulados usando 8-VSB (vestigial side-band). Em particular, para um receptor operando em ambientes com baixo SNR, símbolos de sincronização de segmento e símbolos de sincronização de campo incorporados dentro de um sinal DTV ATSC são utilizados pelo receptor para melhorar a probabilidade de detectar precisamente a presença de um sinal DTV ATSC, assim reduzindo a probabilidade de falso alarme. Em um sinal DTV ATSC, além do fluxo de dado digital de oito níveis, uma sincronização de segmento de dados de quatro símbolos de nível dois (binário) é inserida no começo de cada segmento de dados. Um segmento de dados ATSC é mostrado na figura 9. O segmento de dados ATSC consiste de 832 símbolos: quatro símbolos para a sincronização do segmento de dados e 828 símbolos de dados. O padrão de sincronização do segmento de dados é um padrão 1001 binário, como pode ser observado da figura 9. Múltiplos segmentos de dados (313 segmentos) compreendem um campo de dados ATSC, que compreende um total de 260.416 símbolos (832×313). O primeiro segmento de dados em um campo de dados é chamado o segmento de sincronização do campo. A estrutura do segmento de sincroni-

zação do campo é mostrada na figura 10, onde cada símbolo representa um bit de dados (dois níveis). No segmento de sincronização do campo, uma seqüência pseudo-aleatória de 511 bits (PN511) imediatamente segue a sincronização do segmento de dados. Depois da seqüência PN511, existem três seqüências pseudo-aleatórias idênticas de 63 bits (PN63) concatenadas juntas, com a segunda seqüência PN63 sendo invertida a cada outro campo de dados.

Em vista do acima, uma modalidade do detector de sinal ATSC 320 é mostrada na figura 11. Nessa modalidade, o detector de sinal ATSC 320 compreende um filtro correspondente 505 que corresponde com a seqüência PN511 acima mencionada para identificar a presença da seqüência PN511. Uma outra variação é mostrada na figura 12. Nessa figura, a saída do filtro correspondente é acumulada múltiplas vezes para decidir se existe um pico resistente. Isso melhora a probabilidade de detecção e reduz a probabilidade de falso alarme. Uma desvantagem da modalidade da figura 12 é que uma grande memória é requerida. Uma outra abordagem é mostrada na figura 13. Nessa abordagem, o valor de pico é detectado (520), junto com sua posição dentro de um campo de dados (510,515). Deve ser observado que o sinal de restauração também incrementa o contador de endereço (isto é, "endereço de impacto"), para armazenar os resultados em localizações diferentes da RAM 525. Como tal, os resultados são armazenados para múltiplos campos de dados na RAM 525. Se as posições de pico são as mesmas para uma certa porcentagem dos campos de dados, então é decidido que um sinal DTV está pre-

sente no canal DTV.

Um outro método para detectar a presença de um sinal DTV ATSC é usar a sincronização do segmento de dados. Desde que a sincronização do segmento de dados repete a cada
 5 segmento de dados, ela é geralmente usada para a recuperação do sincronismo. Esse método de recuperação de sincronismo é esboçado no acima mencionado *Recommended Practice: Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard (A/54)*. Entretanto, a sincronização do segmento de dados pode também
 10 ser usada para detectar a presença de um sinal DTV usando o circuito de recuperação de sincronismo. Se o circuito de recuperação de sincronismo provê uma indicação do bloqueio de sincronismo, ele garante a presença do sinal DTV com alta confiança. Esse método funcionará mesmo se o relógio do símbolo local inicial não está perto do relógio do símbolo do
 15 transmissor, contanto que o deslocamento do relógio fique dentro da faixa de captura do conjunto de circuito de recuperação de sincronismo. Entretanto, deve ser observado que desde que a faixa útil estava abaixo de 0 dB SNR, precisa
 20 existir uma melhora de 15 dB adicionais para alcançar a meta de detecção de -116dBm acima mencionada.

Uma outra abordagem que pode ser usada para detectar um sinal ATSC é processar as sincronizações do segmento independente do mecanismo de recuperação de sincronismo utilizado. Isso é ilustrado na figura 14, que mostra um detector de sincronização de segmento coerente que usa um filtro
 25 de resposta de impulso infinito (IIR) 550 compreendendo um integrador mal vedado (onde o símbolo, α , é uma constante

predefinida). O uso de um filtro IIR forma o pico de sincronismo para a detecção reforçando a informação que ocorre com um período de repetição de um segmento. Isso assume que o deslocamento da portadora e o deslocamento do sincronismo
5 são pequenos.

Exceto pelos métodos coerentes acima descritos para detecção de um sinal ATSC, as abordagens não coerentes podem também ser usadas, isto é, a conversão descendente para a banda-base via o uso da portadora do piloto não é re-
10 querida. Isso é vantajoso desde que a extração robusta do piloto pode ser problemática em ambientes com pouco SNR. Um detector de sincronização do segmento não coerente ilustrativo é mostrado na figura 15, que ilustra uma estrutura de linha de retardo. O sinal de entrada é multiplicado por uma
15 versão conjugada, retardada, de si próprio (570, 575). O resultado é aplicado em um filtro para corresponder com a sincronização do segmento de dados (filtro correspondente da sincronização do segmento de dados 580). A conjugação garante que qualquer deslocamento da portadora não afetará a am-
20 plitude seguinte ao filtro correspondente. Alternativamente, uma abordagem de integrar e despejar poderia ser adotada. Seguente ao filtro correspondente 580, a magnitude (585) do sinal é tirada (ou mais facilmente, a magnitude ao quadrado é tirada como $I^2 + Q^2$, onde I e Q são componentes em fase e
25 quadratura, respectivamente, do sinal sem o filtro correspondente). Esse valor de magnitude (586) pode ser examinado diretamente para ver se um pico resistente existe indicando a presença de um sinal DTV. Alternativamente, como indicado

na figura 15, o sinal 586 pode ser também refinado pelo processamento com o filtro IIR 550 a fim de melhorar a robustez da estimativa sobre múltiplos segmentos. Uma modalidade alternativa é mostrada na figura 16. Nessa modalidade, a integração (580) é executada coerentemente (isto é, mantendo a informação de fase), depois do que a magnitude (585) do sinal é tirada.

Similarmente às modalidades anteriormente descritas operando na banda-base, outras modalidades não coerentes podem também utilizar as seqüências PN511 mais longas encontradas dentro da sincronização do campo. Entretanto, deve ser observado que algumas modificações podem ter que ser feitas para acomodar o deslocamento da freqüência. Por exemplo, se a seqüência PN511 é para ser usada como um indicador do sinal ATSC, podem existir vários correlatores usados simultaneamente para detectar a sua presença. Considere o caso onde o deslocamento da freqüência é tal que a portadora sofre um ciclo completo ou rotação durante a seqüência PN511. Em um tal caso, a saída do correlator correspondente entre o sinal de entrada e uma seqüência PN511 de referência somaria para zero. Entretanto, se a seqüência PN511 é rompida em N partes, cada parte teria energia apreciável, já que a portadora somente giraria por $1/N$ ciclos durante cada parte. Portanto, uma abordagem de correlator não coerente pode ser utilizada vantajosamente rompendo o correlator longo em seqüências menores, e aproximando cada sub-sequência com um correlator não coerente, como mostrado na figura 17. Nessa figura, a seqüência a ser correlacionada é rompida em N sub-

sequências, numeradas de 0 a N-1. Os dados de entrada são retardados tal que as saídas do correlator são combinadas (590) para produzir uma combinação não coerente utilizável.

Uma outra modalidade ilustrativa de um detector de
5 sinal ATSC é mostrada na figura 18. A fim de reduzir a complexidade do detector do sinal ATSC, o detector de sinal ATSC da figura 18 usa um filtro correspondente (710) que corresponde com a sequência PN63. O sinal de saída do filtro correspondente 710 é aplicado na linha de retardo 715. Na
10 modalidade da figura 18, uma abordagem de combinação coerente é usada. Desde que o PN63 médio é invertido em cada outra sincronização do campo de dados, duas saídas y1 e y2 são geradas via somadores 720 e 725, correspondendo com esses dois casos de sincronização do campo de dados. Como pode ser observado da figura 18, a trajetória de processamento para a
15 saída y1 inclui multiplicadores para inverter o PN63 médio antes da combinação via o somador 720. Deve ser observado que a modalidade da figura 18 executa a detecção de pico. Se existe um pico resistente aparecendo em y1 ou y2, então é
20 assumido que um sinal DTV ATSC está presente.

Uma modalidade alternativa de um detector de sinal ATSC que corresponde com a sequência PN63 é mostrada na figura 19. Essa modalidade é similar a essa mostrada na figura 18, exceto que o sinal de saída do filtro correspondente 710
25 é aplicado primeiro no elemento 730, que calcula a magnitude quadrada do sinal. Esse é um exemplo de uma abordagem de combinação não coerente. Como na figura 18, a modalidade da figura 19 executa a detecção do pico. O somador 735 combina

os vários elementos da linha de retardo 715 para prover o sinal de saída y3. Se existe um pico resistente aparecendo em y3, então é assumido que um sinal DTV ATSC está presente. Deve ser observado que quando o deslocamento da portadora é relativamente grande, a abordagem de combinação não coerente da figura 19 pode ser mais adequada do que a da combinação coerente. Também, deve ser observado que o elemento 730 pode simplesmente determinar a magnitude do sinal.

Variações ainda adicionais são mostradas nas figuras 20 e 21. Nessas modalidades ilustrativas, as seqüências PN511 e PN63 são usadas juntas para a detecção do sinal ATSC. Com referência em primeiro lugar à modalidade mostrada na figura 20, os sinais y1 e y2 são gerados como descrito acima com relação à modalidade da figura 18 para detectar uma seqüência PN63. Além disso, a saída do filtro correspondente 505 (que corresponde com a seqüência PN511) é aplicada na linha de retardo 770, que armazena dados sobre o intervalo de tempo para as três seqüências PN63. A modalidade da figura 20 executa a detecção de pico. Se existe um pico resistente aparecendo em z1 ou z2 (provido via somadores 760 e 765, respectivamente), então é assumido que um sinal DTV ATSC está presente.

Com referência agora à figura 21, a modalidade da figura 21 também combina a detecção da seqüência PN511 com a detecção da seqüência PN63 como mostrado na figura 19. Nessa modalidade, o sinal de saída do filtro correspondente 505 é aplicado primeiro no elemento 780, que computa a magnitude quadrada do sinal. Esse é um exemplo de uma outra abordagem

de combinação não coerente. Como na figura 20, a modalidade da figura 21 executa a detecção de pico. O somador 785 combina os vários elementos da linha de retardo 770 com o sinal de saída y3 para prover o sinal de saída z3. Se existe um
5 pico resistente aparecendo em z3, então é assumido que um sinal DTV ATSC está presente. Também, deve ser observado que o elemento 780 pode determinar simplesmente a magnitude do sinal.

Outras variações do acima são possíveis. Por exemplo, os filtros correspondentes PN63 e PN511 podem ser colocados em cascata, a fim de fazer uso de sua estrutura de linha de retardo inerente para reduzir a quantidade de linha de retardo adicional necessária. Em uma outra modalidade, três filtros correspondentes PN63 podem ser utilizados ao
10 invés de um único filtro correspondente PN63 mais as linhas de retardo. Isso pode ser feito com ou sem o uso de um filtro correspondente PN511.

Como descrito acima, o desempenho de um detector do sinal de difusão é melhorado calibrando primeiro o sintonizador para um sinal de difusão recebido antes de varrer o espectro para outros sinais de difusão. Assim, no contexto de um sistema WRAN, é possível detectar a presença dos sinais DTV ATSC em ambiente com pouco sinal para ruído com alta confiança. Deve ser observado que embora o receptor da
20 figura 5 seja descrito no contexto do CPE 250 da figura 4, a invenção não é assim limitada e também se aplica a, por exemplo, um receptor da BS 205 que pode executar a leitura do canal. Além do que, embora o receptor da figura 5 seja des-

crito no contexto de um sistema WRAN, a invenção não é assim limitada e se aplica a qualquer receptor que execute a leitura do canal.

Em vista do acima, o precedente meramente ilustra
5 os princípios da invenção e assim será verificado que aqueles versados na técnica serão capazes de planejar numerosas disposições alternativas que, embora não explicitamente descritas aqui, personificam os princípios da invenção e estão dentro do seu espírito e escopo. Por exemplo, embora ilus-
10 trados no contexto de elementos funcionais separados, esses elementos funcionais podem ser personificados em um, ou mais, circuitos integrados (ICs). Similarmente, embora mostrados como elementos separados, qualquer um ou todos os elementos podem ser implementados em um processador com pro-
15 grama armazenado controlado, por exemplo, um processador de sinal digital, que executa software associado, por exemplo, correspondendo com uma, ou mais, das etapas mostradas, por exemplo, na figura 6, etc. Além do que, os princípios da invenção são aplicáveis a outros tipos de sistemas de comuni-
20 cações, por exemplo, satélite, fidelidade sem fio (Wi-Fi), celular, etc. Na realidade, o conceito inventivo é também aplicável a receptores estacionários ou móveis. Portanto, é para ser entendido que numerosas modificações podem ser feitas nas modalidades ilustrativas e que outras disposições
25 podem ser planejadas sem se afastar do espírito e escopo da presente invenção como definida pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um sintonizador para sintonizar em um de um número
5 de canais e

um detector de sinal de difusão acoplado no sintonizador para detectar se um sinal de difusão existe em pelo menos um dos canais,

onde o sintonizador é calibrado como uma função de
10 um sinal de difusão recebido.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que também compreende:

um processador acoplado no detector do sinal de difusão para formar uma lista de canal disponível compreendendo esses números de canais nos quais um sinal de difusão
15 não foi detectado.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aparelho é um receptor para receber sinais de uma rede de área regional sem fio (WRAN).

20 4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que também compreende:

um processador acoplado no detector do sinal de difusão para determinar parâmetros de sintonização para uso na calibragem do sintonizador de um número de deslocamentos
25 possíveis para o sinal de difusão recebido.

5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que também compreende:

uma memória para armazenar o número de deslocamen-

tos possíveis.

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o detector do sinal de difusão é coerente.

5 7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o detector do sinal de difusão é não coerente.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sinal de difusão é um sinal
10 ATSC (Advanced Television Systems Committee).

9. Método para uso em um receptor, o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

calibrar o receptor como uma função de um sinal de difusão recebido e

15 depois de executar a etapa de calibragem, detectar se outros sinais de difusão existem em pelo menos uma porção de um espectro de frequência para determinar uma porção disponível do espectro de frequência para uso pelo receptor.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de calibragem inclui:
20 determinar parâmetros de sintonização para uso na calibragem do receptor de um número de deslocamentos possíveis para o sinal de difusão recebido.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de detecção inclui:
25 executar múltiplas varreduras da pelo menos uma porção do espectro de frequência em cada um do número de deslocamentos possíveis.

12. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de detecção é coerente.

13. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de detecção é não coerente.

14. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sinal de difusão é um sinal ATSC (Advanced Television Systems Committee).

15. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que também compreende a etapa de: receber um sinal da rede de área regional sem fio (WRAN) na porção disponível determinada do espectro de frequência.

Estado da
Técnica

Tabela Um - Canais de TV

FIG. 1

Canal	Borda Baixa
2	54
3	60
4	66
5	76
6	82
7	174
8	180
9	186
10	192
11	198
12	204
13	210
14	470
15	476
16	482
17	488
18	494
19	500
20	506
21	512
22	518
23	524
24	530
25	536
26	542
27	548
28	554

Canal	Borda Baixa
29	560
30	566
31	572
32	578
33	584
34	590
35	596
36	602
37	608
38	614
39	620
40	626
41	632
42	638
43	644
44	650
45	656
46	662
47	668
48	674
49	680
50	686
51	692
52	698
53	704
54	710
55	716

Canal	Borda Baixa
56	772
57	728
58	734
59	740
60	746
61	752
62	758
63	764
64	770
65	776
66	782
67	788
68	794
69	800
70	806
71	812
72	818
73	824
74	830
75	836
76	842
77	848
78	854
79	860
80	866
81	872
82	878
83	884

FIG. 2

Estado da Técnica

Tabela Dois = ATSC Transportador Piloto Sob Condições Diferentes

Ofsete de Borda Baixa (Hz)	Tolerância $\pm$ Hz	CONDIÇÃO
309440.559	10	DTV Padrão
322138	3	NTSC Adjacente Mais Baixo com - Ofsete 10 KHz
328056	1000	Co-Canal NTSC com - Ofsete 10 KHz KHz
328843.6	10	Co-Canal DTV
332138	3	NTSC Adjacente Mais Baixo
338065	1000	Co-Canal NTSC
341541	10	Co-Canal DTV com DTV com NTSC Adjacente Mais Baixo com - Ofsete 10 KHz
342138	3	NTSC Adjacente Mais Baixo com + Ofsete 10 KHz
347459	1000	Co-Canal DTV com DTV com Co-Canal NTSC com - Ofsete 10 KHz
348056	1000	Co-Canal NTSC com + Ofsete 10 KHz
351541	10	Co-Canal DTV com DTV com NTSC Adjacente Mais Baixo
357459	1000	Co-Canal DTV com DTV com Co-Canal NTSC
361541	10	Co-Canal DTV com DTV com NTSC Adjacente Mais Baixo com + Ofsete 10 KHz
367459	1000	Co-Canal DTV com DTV com Co-Canal NTSC com + Ofsete 10 KHz

FIG. 3

Estado da Técnica

Tabela Três - SC Transportador Piloto Sob Condições Diferentes

Ofsete de Borda Baixa (Hz)	Tolerância $\pm$ Hz	CONDIÇÃO
309440.559	10	DTV Padrão
328843.6	10	Co-Canal DTV

FIG. 4

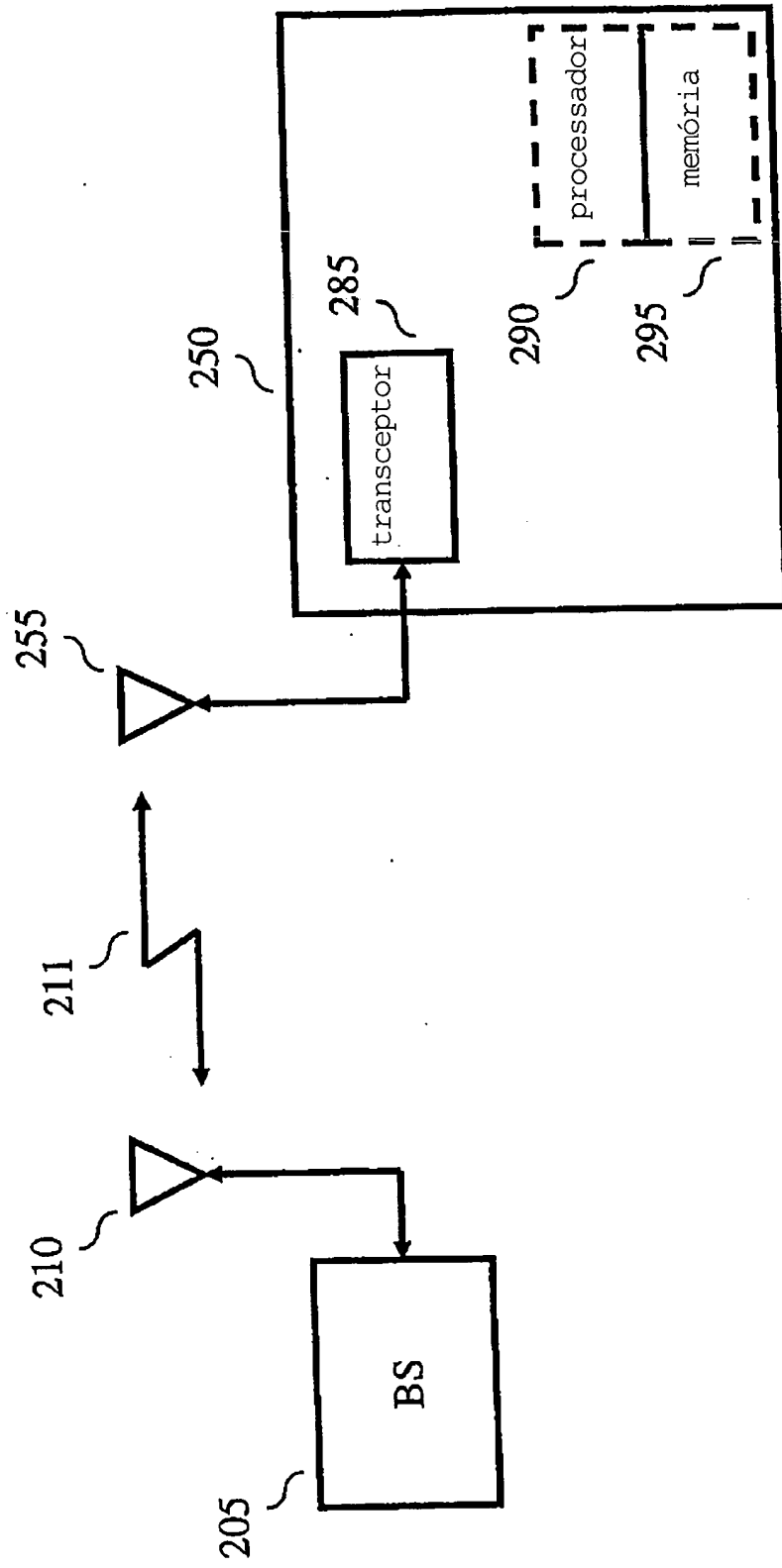


FIG. 5

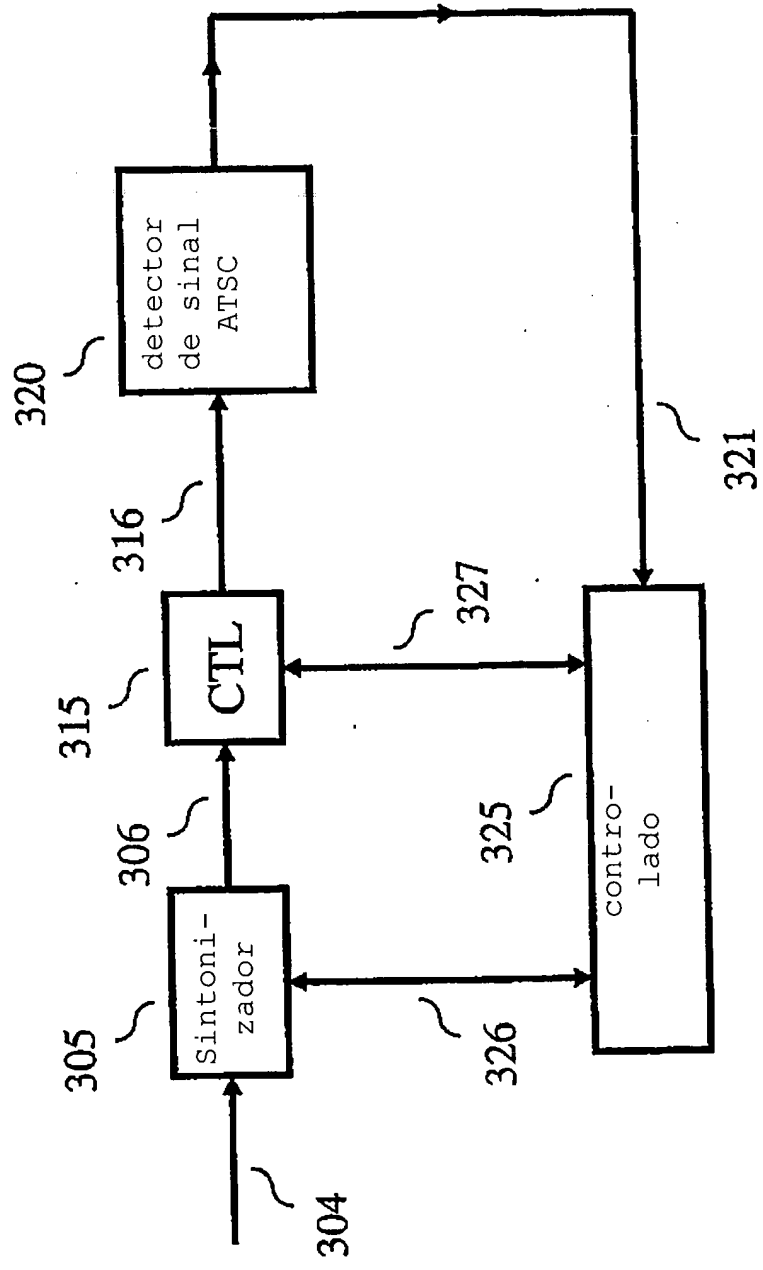


FIG. 6

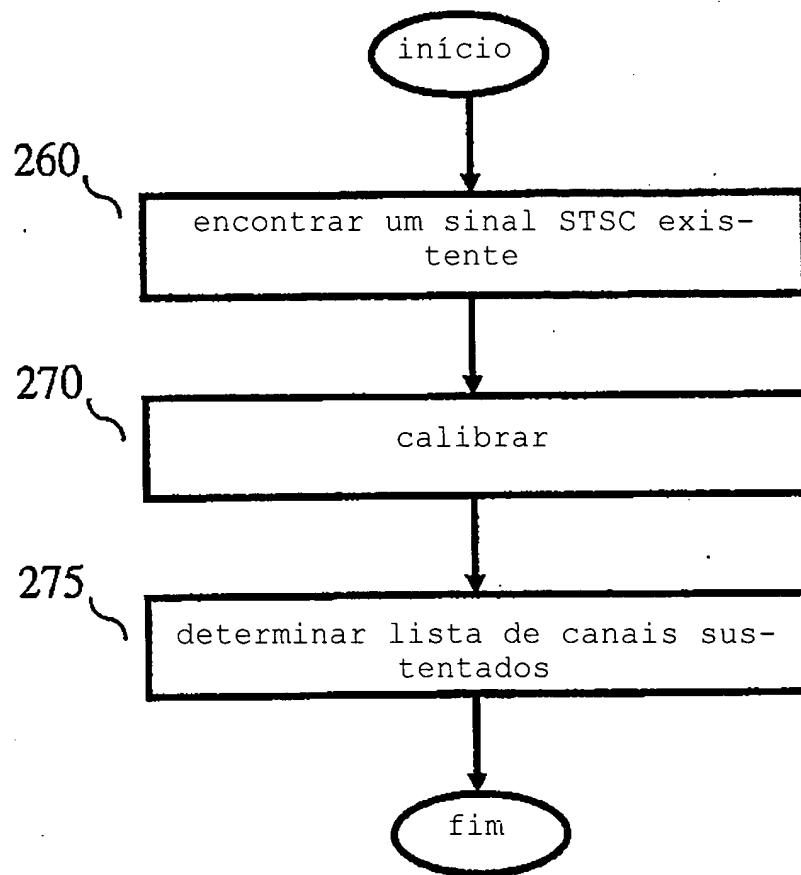


FIG. 7

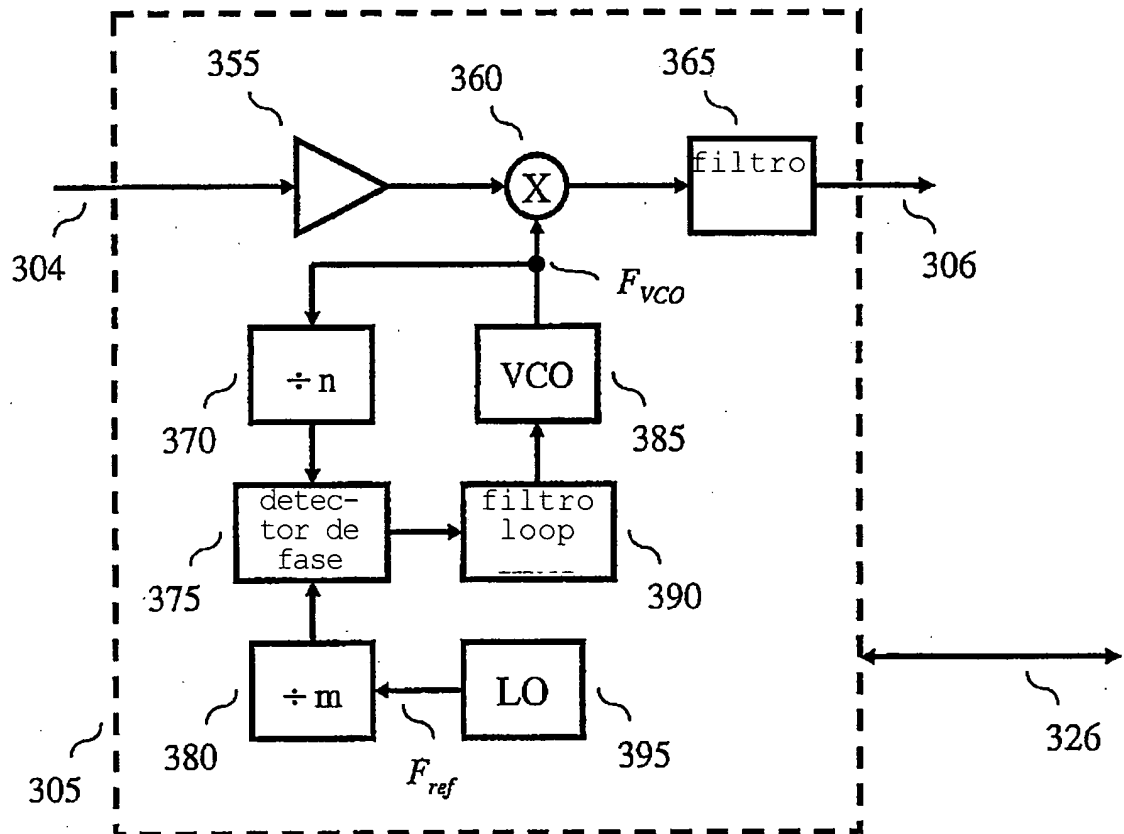


FIG. 8

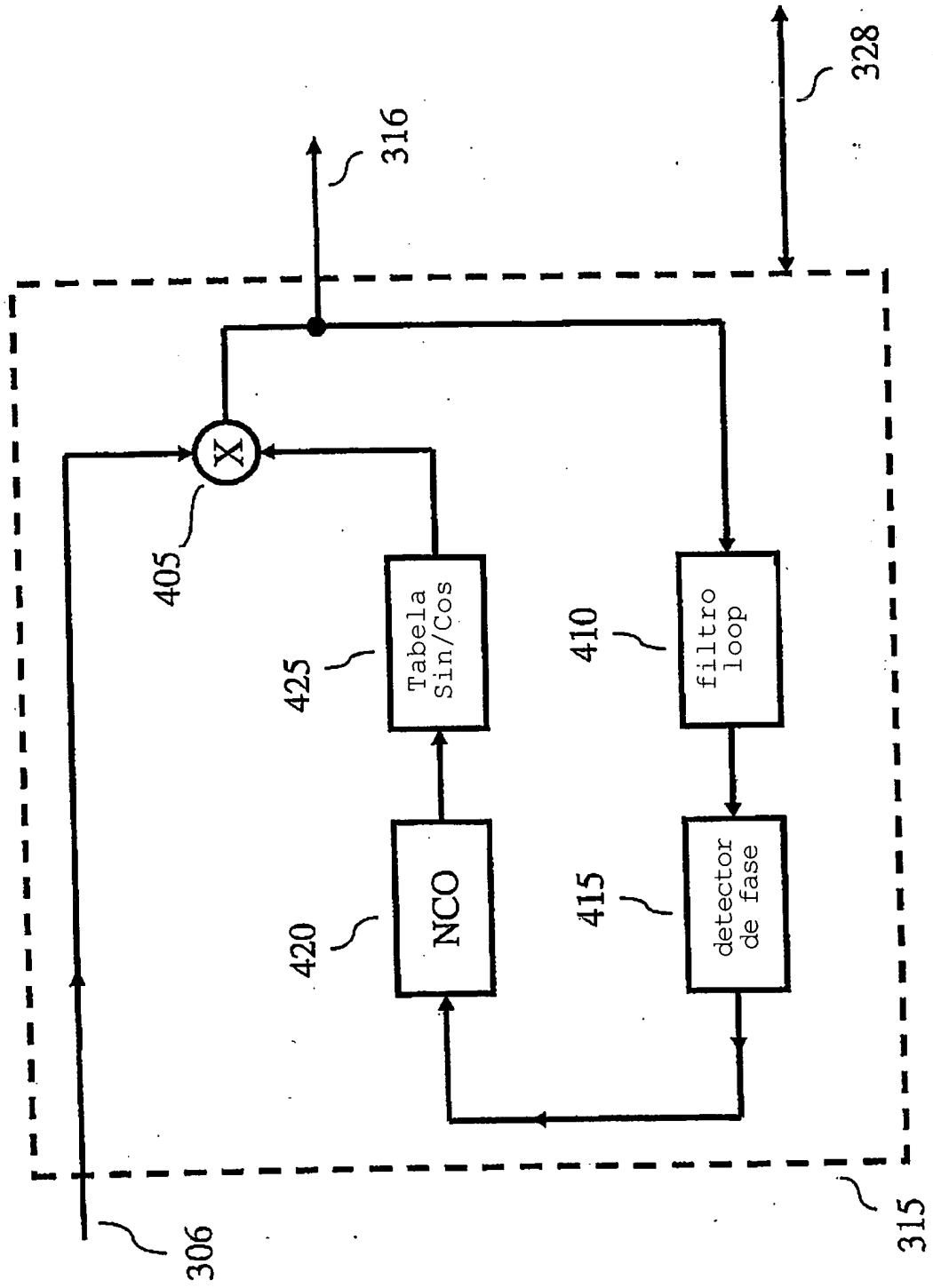


FIG. 9

Estado da Técnica

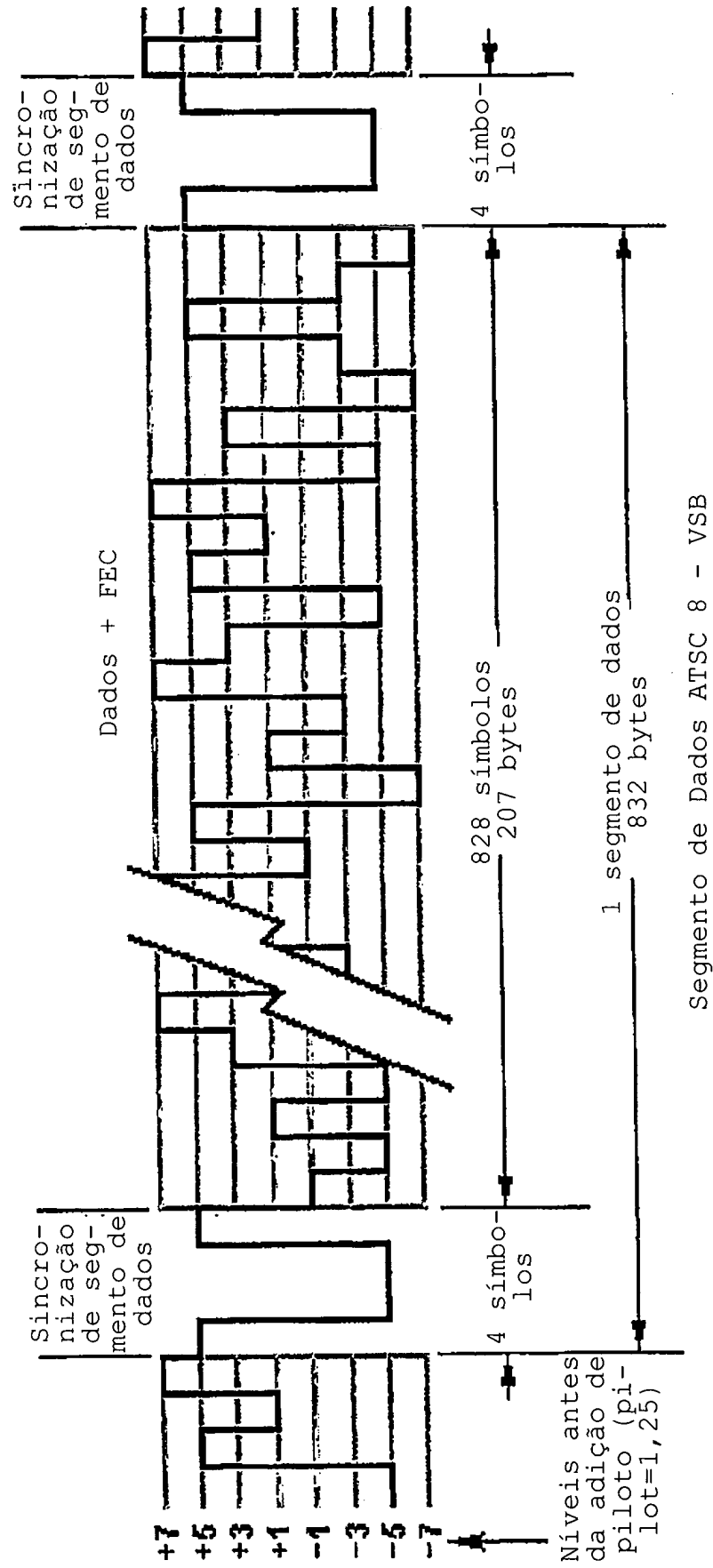
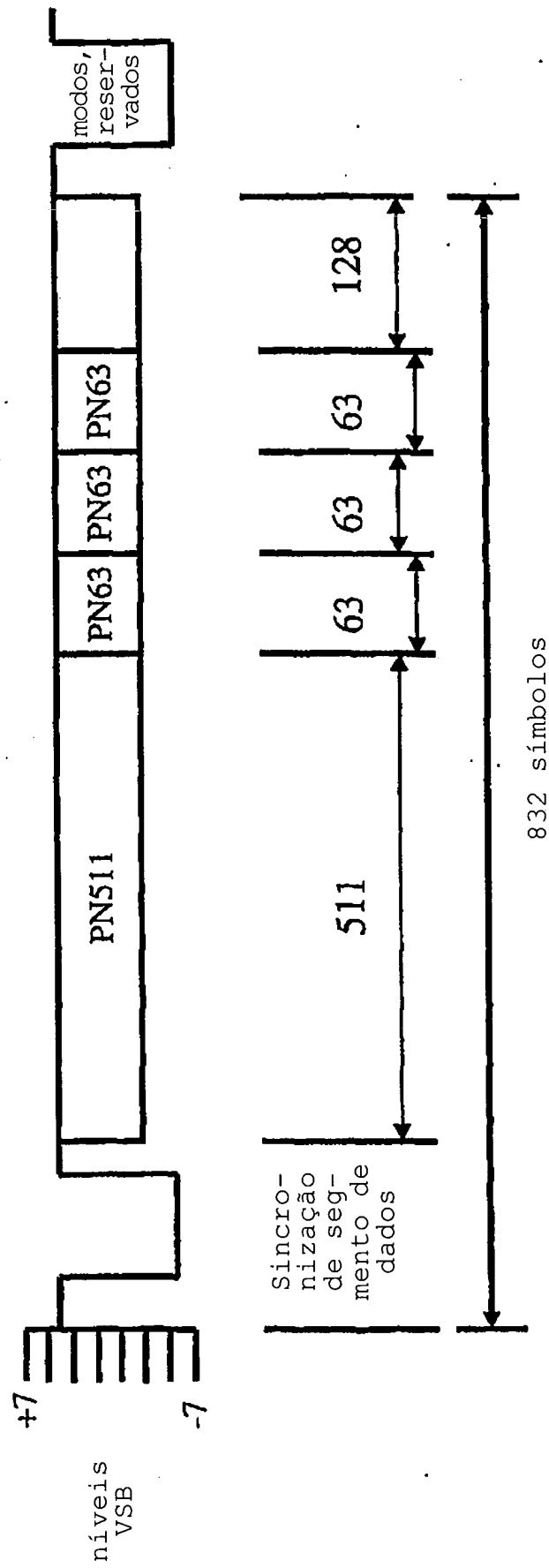


FIG. 10

Estado da Técnica



Sincronização de Campo ATSC 8 - VSB

FIG. 11

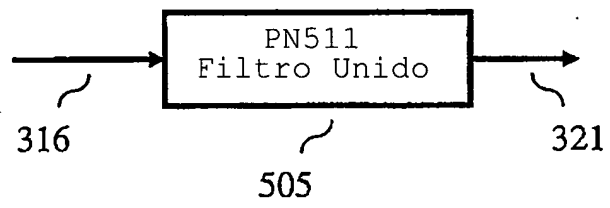


FIG. 12

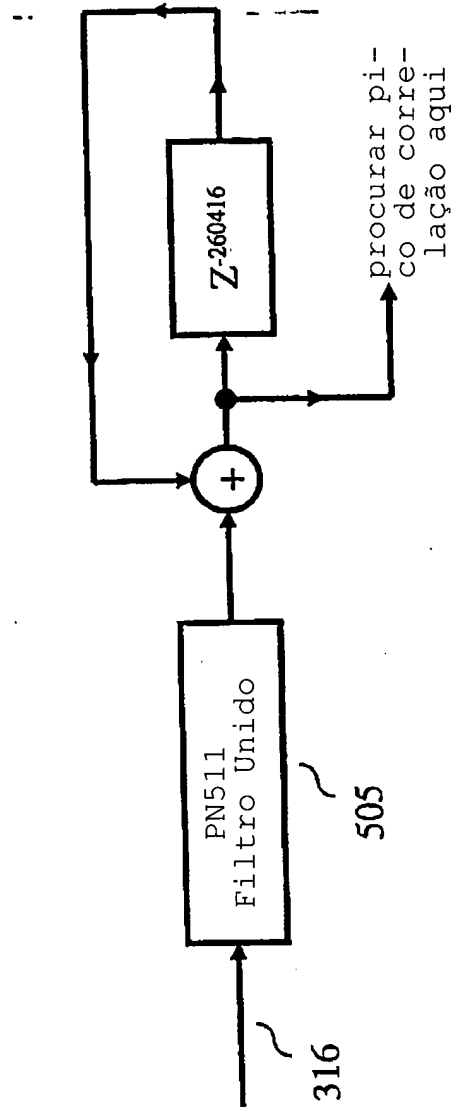


FIG. 13

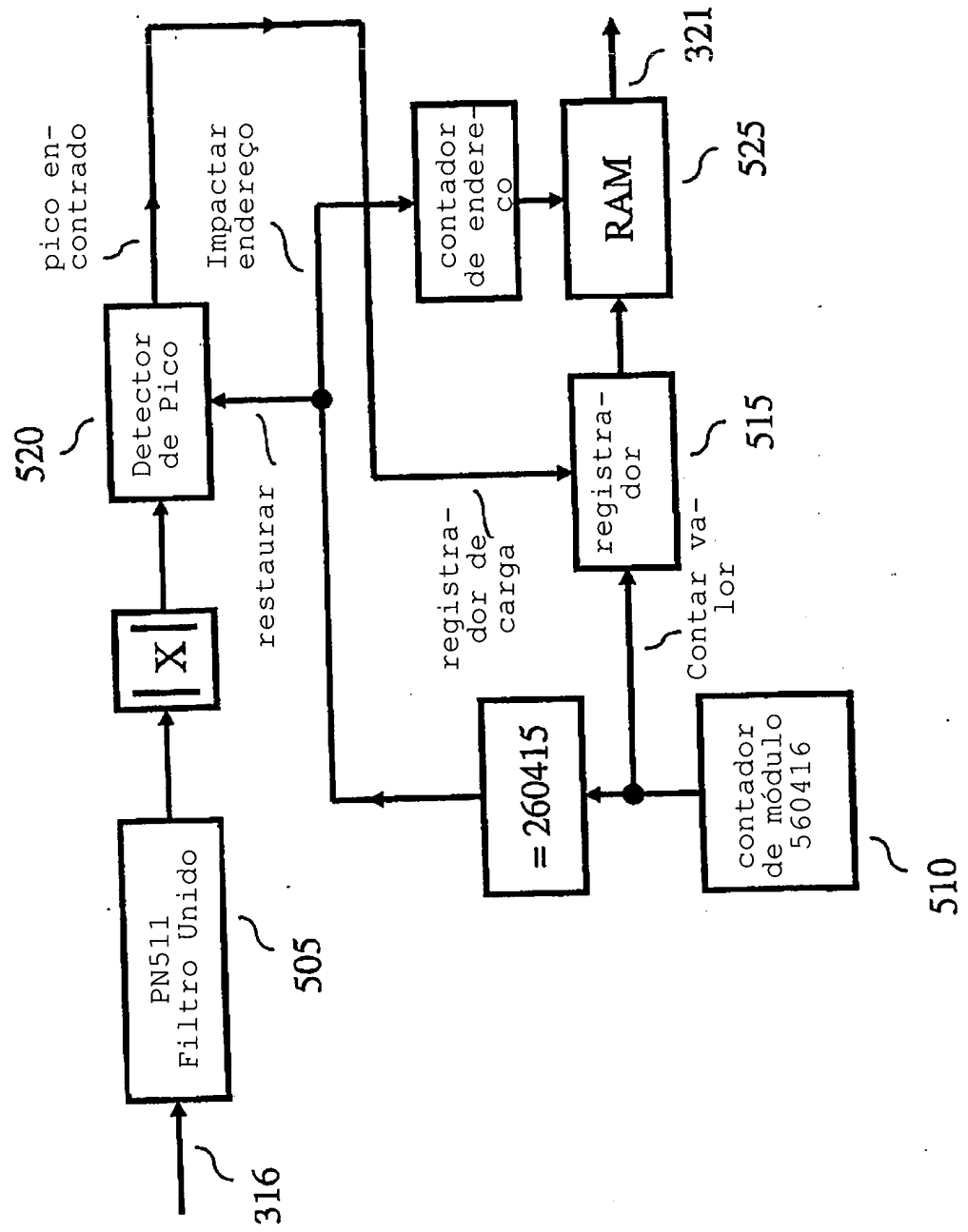


FIG. 14

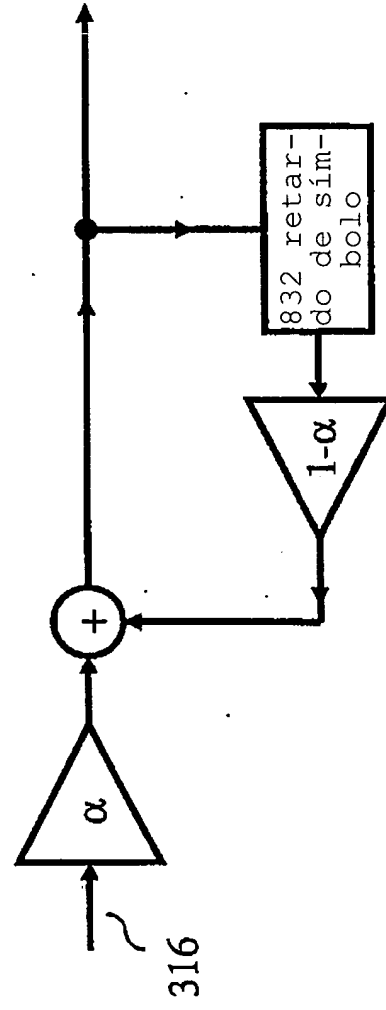
550

FIG. 15

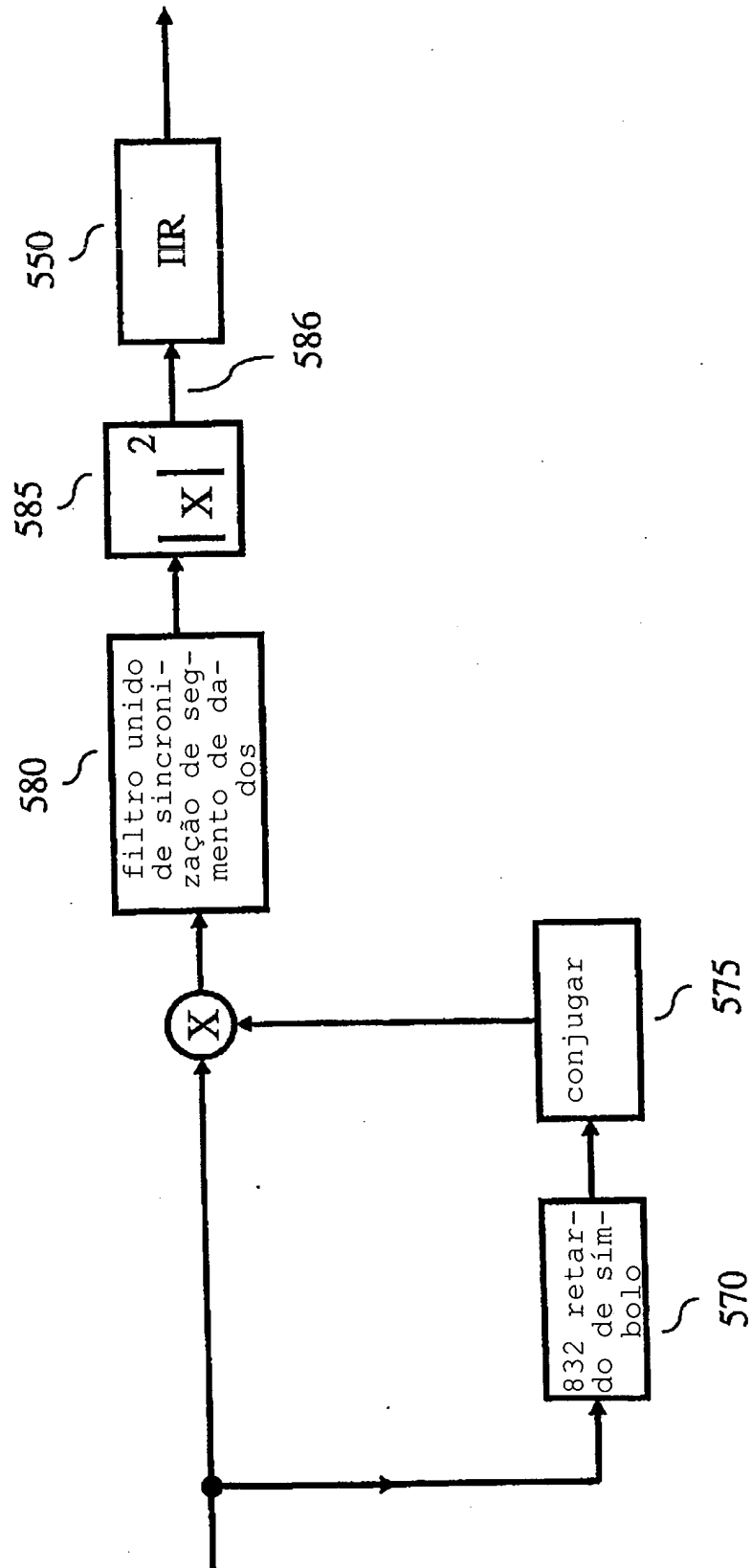


FIG. 16

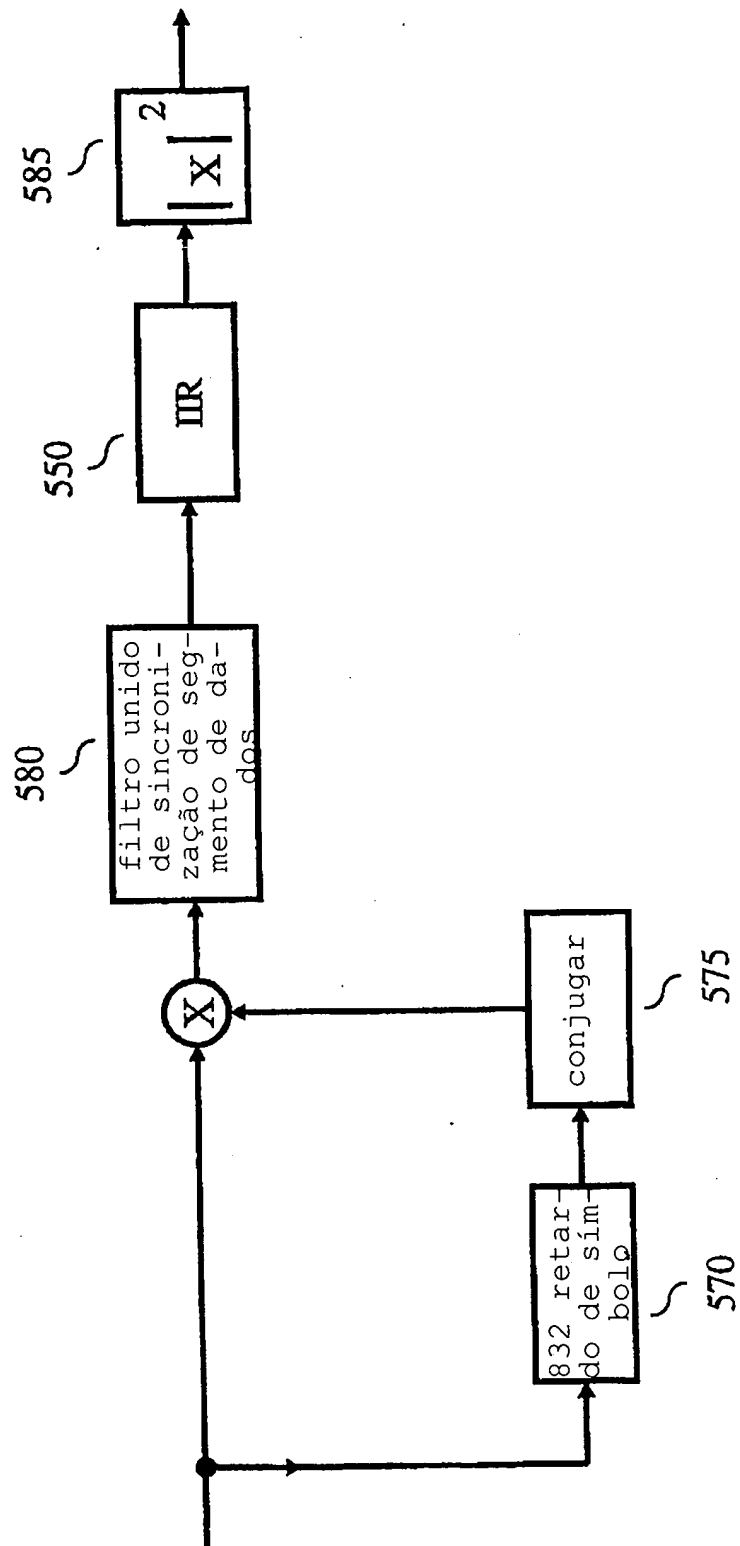


FIG. 17

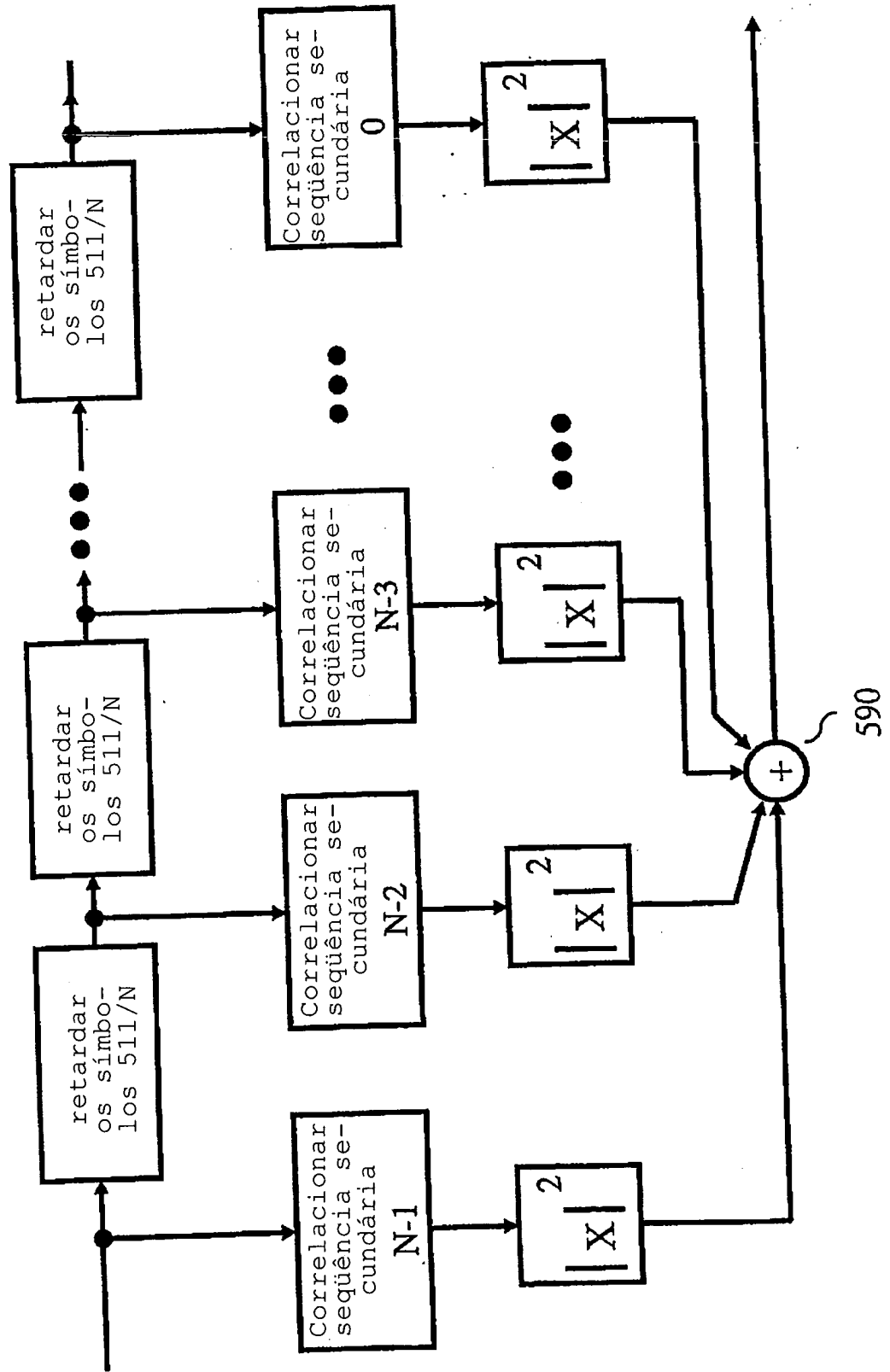


FIG. 18

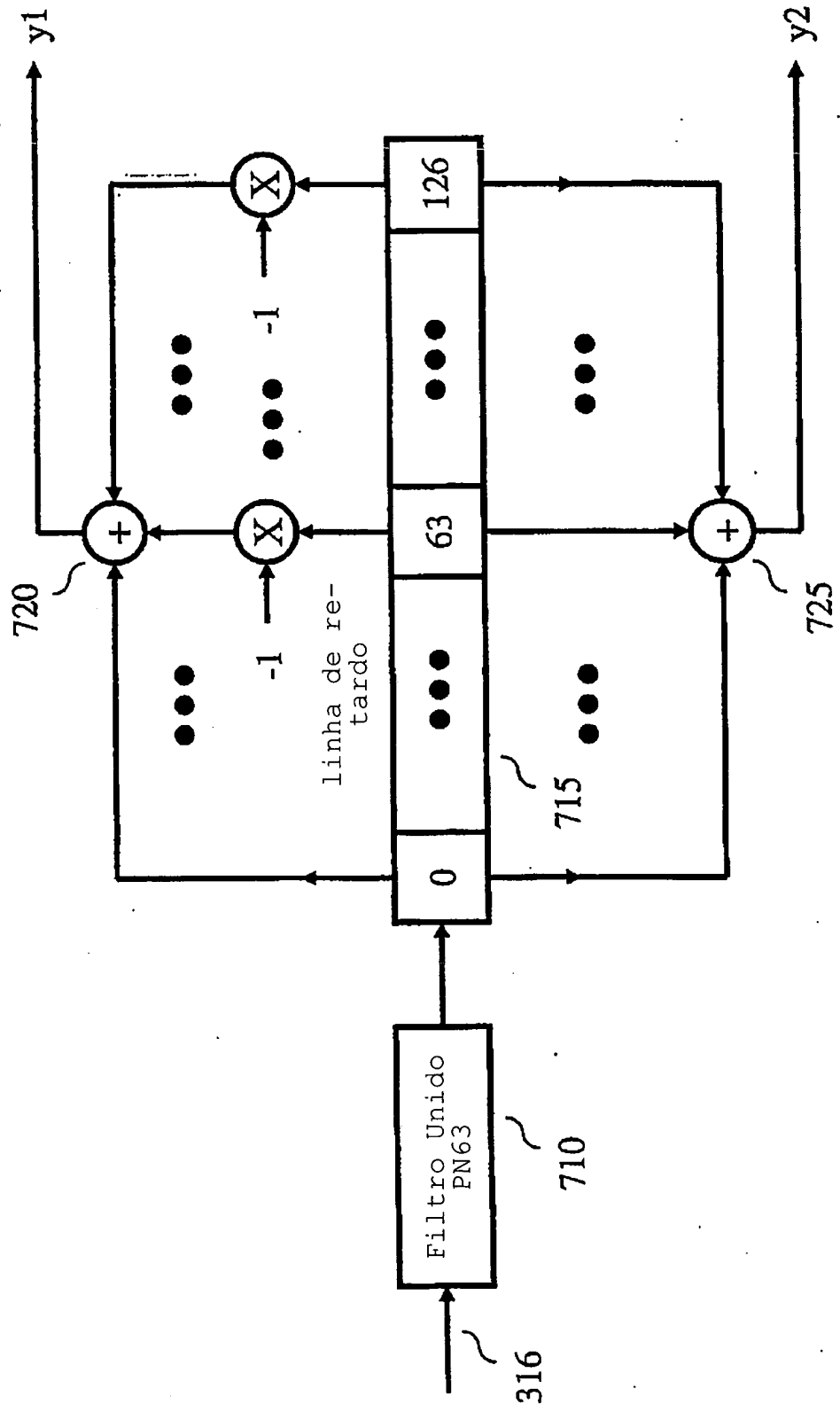


FIG. 19

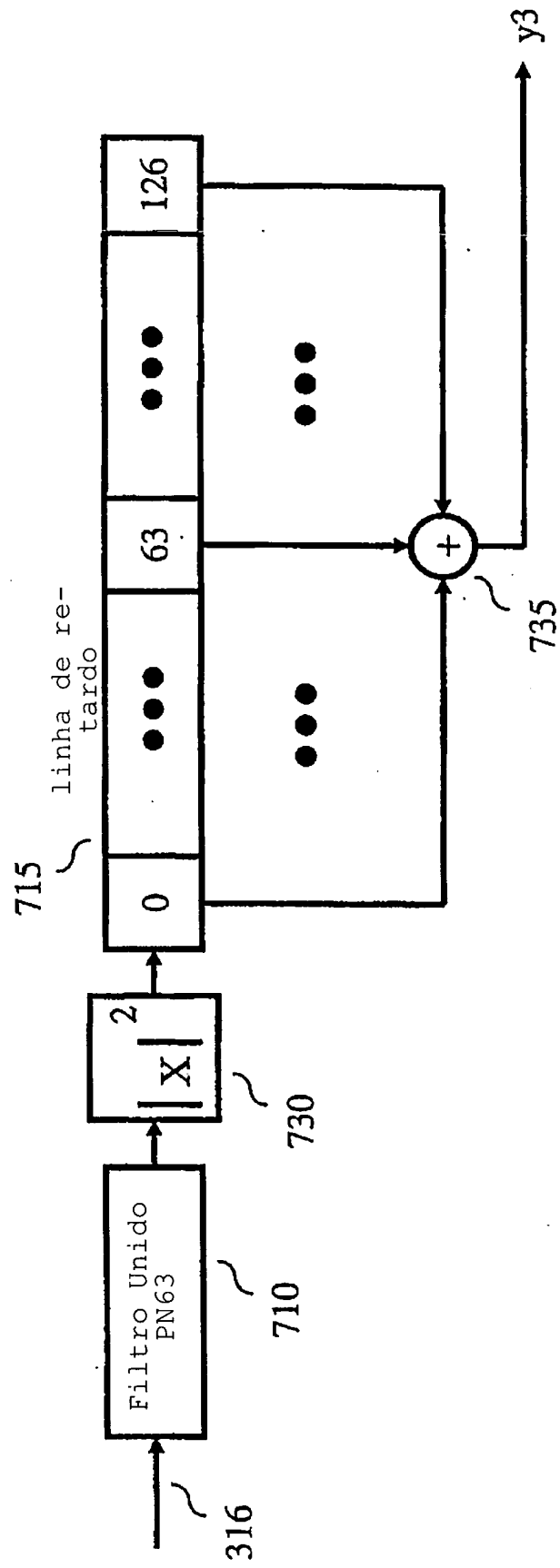


FIG. 20

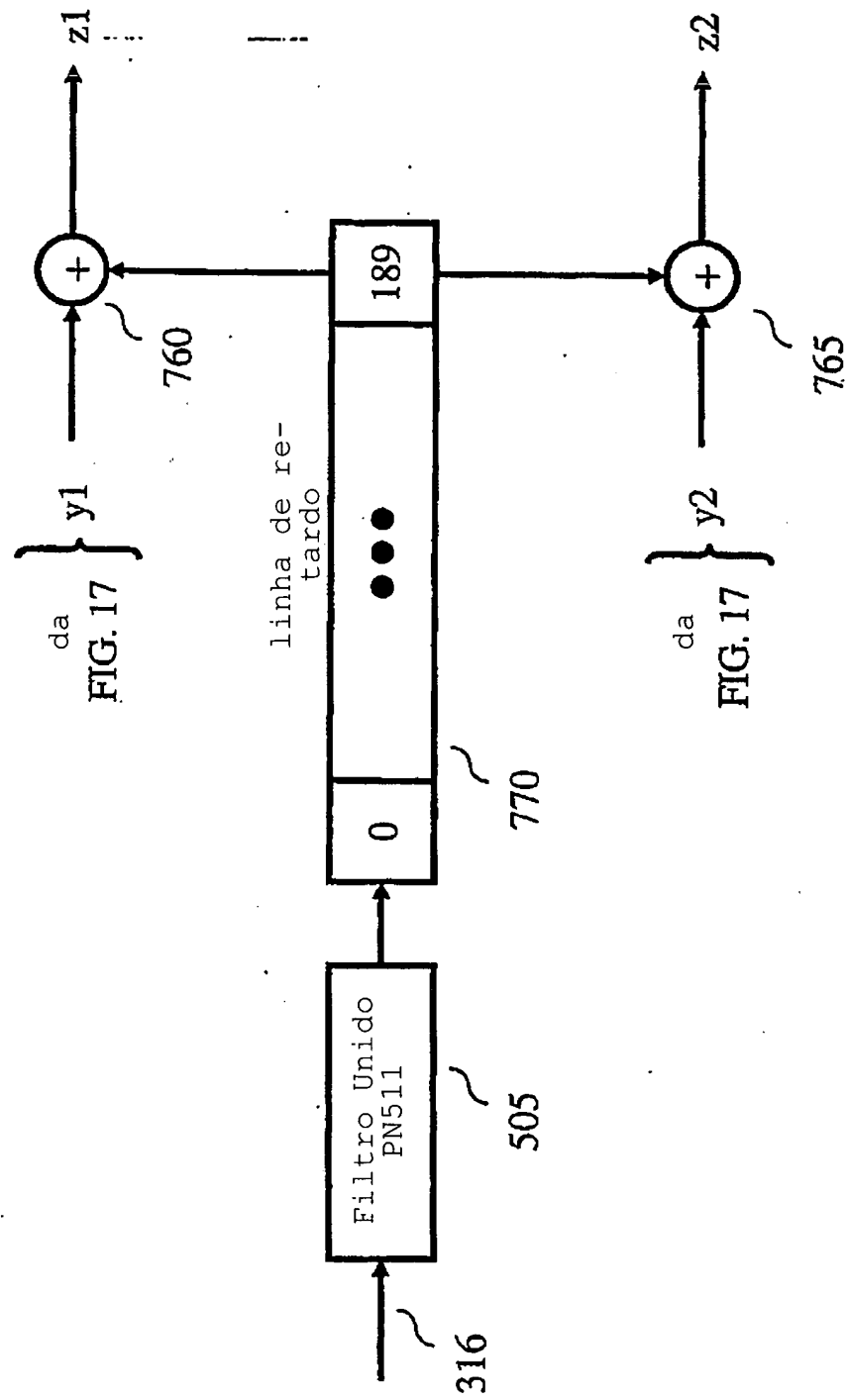
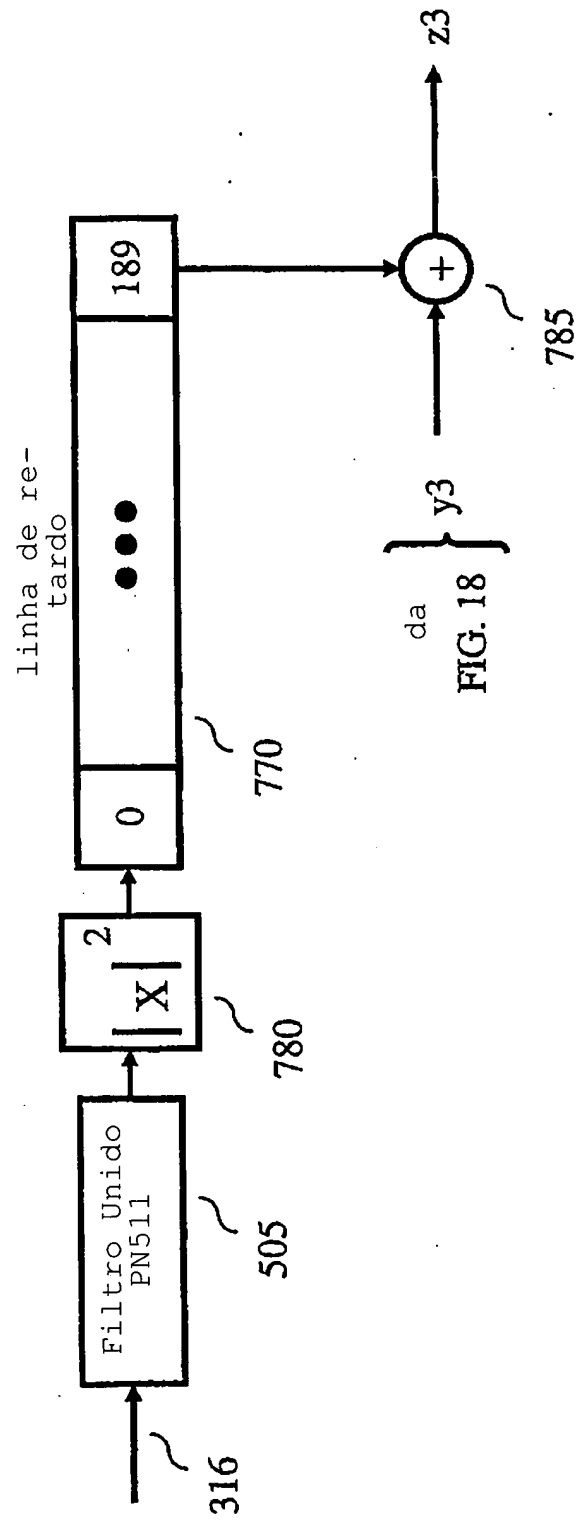


FIG. 21



RESUMO

"APARELHO E MÉTODO PARA SENTIR UM SINAL ATSC EM
BAIXA RAZÃO DE SINAL PARA RUÍDO"

Um receptor da rede de área regional sem fio
5 (WRAN) inclui um sintonizador para sintonizar em um de um
número de canais, e um detector de sinal ATSC (Advanced Te-
levision Systems Committee) difundido. O sintonizador é ca-
librado como uma função de um sinal ATSC recebido. O detec-
tor de sinal ATSC difundido pode ser um detector de sinal
10 ATSC coerente ou um não coerente.