



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

(21) PI 1001786-0 A2



(22) Data de Depósito: 22/06/2010
(43) Data da Publicação: 25/02/2014
(RPI 2251)

(51) Int.Cl.:
H04H 20/02
H04H 20/26

(54) **Título:** MÉTODO DE REMULTIPLEXAÇÃO DE SINAIS ISDB-T PARA DISTRIBUIÇÃO DE SINAIS DE TELEVISÃO USANDO PADRÃO DVB

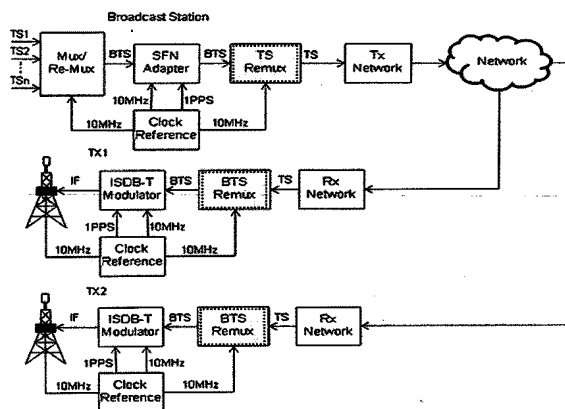
(66) **Prioridade Interna:** 860446

(73) **Titular(es):** UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

(72) **Inventor(es):** Ana Lúcia Mendes Cruz Silvestre da Silva, CRISTIANO AKAMINE, Fernando Silvestre da Silva, Yuzo Iano

(57) **Resumo:** MÉTODO DE REMULTIPLEXAÇÃO DE SINAIS ISDB-T PARA DISTRIBUIÇÃO DE SINAIS DE TELEVISÃO USANDO PADRÃO DVB

O presente invento se trata de um método que realiza de forma simples a conversão entre pacotes de transporte ISDB-T de 204 bytes e pacotes de transporte DVB de 188 bytes (tanto do primeiro para o segundo quanto vice-versa) sem perda de informação, através de um processo de remultiplexação. Esta conversão é realizada através da inclusão de um módulo de remultiplexação para o ISDB-T tanto no transmissor quanto no multiplexador, tornando possível a distribuição do BTS (Broadcasting Transport Stream), economizando banda e permitindo a construção de SFN (Single Frequency network) mais amplas e com menor taxa de bits do que o BIS original, o que se traduz em redução de custos de transmissão como, por exemplo, no aluguel do canal de satélite por parte dos radiodifusores, tais como, por exemplo, Redes Públicas, Rede Globo, Record, Bandeirantes, etc. Dentre as aplicações beneficiadas em MFN (Multi Frequency network) e SFN estão a distribuição de TV via satélite, cabo (-C), fibra-ótica, radiodifusão direta terrestre (-T), sistemas de telecomunicações, enlace de microondas, satélite(-S), entre outros



“MÉTODO DE REMULTIPLEXAÇÃO DE SINAIS ISDB-T PARA DISTRIBUIÇÃO DE SINAIS DE TELEVISÃO USANDO PADRÃO DVB”

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A integração do sistema ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial*) com o DVB (*Digital Video Broadcasting*) se torna extremamente atrativa comercialmente, uma vez que a distribuição do sinal ISDB-T na forma original é muito cara, devido à maior largura de banda utilizada. A adaptação de sinais de televisão no sistema ISDB-T para a distribuição via
10 satélite, cabo, fibra ótica, entre outros, neste caso, enfrenta um obstáculo considerável que deriva da estrutura do sinal ISDB utilizar 204 bytes nos pacotes de transporte, enquanto o padrão mais comumente utilizado, o DVB, utiliza apenas 188 bytes.

 O presente invento se trata de um método que realiza de forma
15 simples a conversão entre pacotes de transporte ISDB-T de 204 bytes e pacotes de transporte DVB de 188 bytes (tanto do primeiro para o segundo quanto vice-versa) sem perda de informação, através de um processo de remultiplexação. Esta conversão é realizada através da inclusão de um módulo de remultiplexação para o ISDB-T tanto no transmissor quanto no multiplexador, tornando possível a
20 distribuição do BTS (*Broadcasting Transport Stream*), economizando banda e permitindo a construção de SFN (*Single Frequency network*) mais amplas e com menor taxa de bits do que o BTS original, o que se traduz em redução de custos de transmissão como, por exemplo, no aluguel do canal de satélite por parte dos radiodifusores, tais como, por exemplo, Redes Públicas, Rede Globo, Record,
25 Bandeirantes, etc. Dentre as aplicações beneficiadas em MFN (*Multi Frequency network*) e SFN estão a distribuição de TV via satélite, cabo (-C), fibra-ótica, radiodifusão direta terrestre (-T), sistemas de telecomunicações, enlace de microondas, satélite(-S), entre outros.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

O sistema de radiodifusão de sinais de televisão é composto por várias etapas desde a geração pela emissora até a casa do telespectador. Uma destas etapas é exatamente a transmissão deste sinal da emissora até o aparelho receptor (seja ele um telespectador ou uma retransmissora). Esta transmissão pode ser feita de várias formas (cabo (-C), fibra-ótica, radiodifusão direta terrestre (-T), enlace de microondas, satélite (-S), entre outros), cada qual com seu custo-benefício, comunicando-se entre si permitindo intercâmbio de sinais para atingir coberturas maiores; maior qualidade em regiões não cobertas ou de difícil cobertura por motivos geográficos; e permitindo acesso de um número maior de aplicações a um número maior de consumidores. A radiodifusão por satélite, por exemplo, é cara, entretanto, permite cobertura consideravelmente maior do que os demais métodos. Já a radiodifusão terrestre não possui a mesma cobertura, mas é mais barata e permite *merchandising* regional. Comumente estes dois tipos de radiodifusão são utilizados conjuntamente, intercambiando informações.

Para cada forma de transmissão (cabo, fibra, terrestre ou satélite) existem padrões que estabelecem protocolos para estas comunicações. No caso de televisão, há basicamente 4 padrões internacionais recentes em forte disputa de mercado: o ATSC americano (*Advanced Television System Committee*), o DVB-T europeu (*Digital Video Broadcasting-Terrestrial*), o ISDB-T japonês (*Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial*) e o chinês DMB-T/H (*Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial/Handheld*). Dentre estes, o mais difundido internacionalmente é o padrão DVB. No entanto o recente padrão ISDB-T vem ganhando mercado desde sua adoção pelo Brasil, em 2006 e em 2009/2010 pelo Peru, Argentina, Chile, Venezuela, Equador, Costa Rica e provavelmente será adotado pela maioria dos outros países da América Central, América do Sul e África.

Adicionalmente, o padrão ISDB-T foi projetado para que as redes de radiodifusão sejam implementadas em *Redes de Frequência Múltipla* (*Multi Frequency network* – MFN) ou, preferencialmente, em *Redes de Frequência Única*

(*Single Frequency Network* – SFN). A SFN permite que um único canal de TV cubra uma grande área utilizando a mesma frequência, o que aumenta a eficiência do espectro e a qualidade do sinal de TV. Na SFN original, todos os programas de TV são re-multiplexados num *Transport Stream* (TS) e distribuídos às estações de retransmissão. O ISDB-T utiliza uma versão de TS adaptado, chamado *Broadcast Transport Stream* (BTS).

O sistema ISDB-T

O Sistema ISDB-T foi desenvolvido para operar com diversos tipos de serviços ocupando um canal de TV com largura de banda de 6 MHz, 7 MHz ou 8 MHz. O sistema é bem flexível e possibilita combinar vários serviços como a recepção portátil, móvel e fixa com proteção desigual de erros em um mesmo canal. O sistema utiliza a modulação *Band Segmented Transmission – Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (BST-OFDM) na qual cada segmento utiliza uma largura de banda correspondente a $6/14 \text{ MHz} = 428.57 \text{ KHz}$ para 6 MHz de largura de banda, $7/14 \text{ MHz} = 500.00 \text{ KHz}$ para 7 MHz de largura de banda e $8/14 \text{ MHz} = 571.43 \text{ KHz}$ para 8 MHz de largura de banda. Os treze segmentos podem ser combinados em até três camadas hierárquicas chamadas de *Layer A*, *Layer B* e *Layer C*.

Para sincronizar todas as camadas, entre o sistema de codificação fonte e modulação, o MPEG-2 *Transport Stream* (MPEG-2 TS) de 188 bytes proveniente do sistema de codificação fonte, carrossel de dados, etc. é multiplexado e re-multiplexado. A saída do re-multiplexador é formada por um único TS com pacotes de tamanho 204 bytes e taxa de bits constante no valor de quatro vezes a frequência de amostragem da *Inverse Fast Fourier Transform* (IFFT) do modulador. Devido a esta característica, o sinal na saída do re-multiplexador é chamado de *Broadcast TS* (BTS). O processo de re-multiplexação consiste no posicionamento do *Transport Stream Packet* (TSP) de cada *Layer* adicionando pacotes vazios (*Null TSP*) em uma ordem sincronizada com o demodulador do receptor. A inserção de *Null TSP* é feita para manter a taxa de

bits do sinal BTS constante independente dos parâmetros de modulação e codificação de canal. A ordem dos pacotes é necessária para garantir a transmissão hierárquica em um único TS e para minimizar o processamento do receptor.

5 O sinal BTS é estruturado em um Quadro Multiplexado (*Multiplex frame*) na qual o comprimento e número de TSP dependem do modo e intervalo de guarda. A informação adicional presente no rótulo de pacote (*dummy bytes*), ou seja, nos 16 bytes de cada pacote do BTS é utilizada para sinalizar a camada hierárquica em que cada TSP será transmitido, o contador de TSP, os cabeçalhos
10 do frame, os dados dos pilotos auxiliares, entre outros.

Opcionalmente um código de bloco *Reed Solomon* (RS) encurtado (204,196,4) é aplicado e possui capacidade de correção de até 4 bytes em um TSP do BTS. A ordem de transmissão dos segmentos do OFDM no lado da modulação deve ser totalmente sincronizada com o *Multiplex frame* do sinal BTS
15 na saída do re-multiplexador. Problemas na formação do *Multiplex frame* do sinal BTS e relógio podem gerar erro na transmissão do sinal.

Adicionalmente ao Controle de Configuração da Multiplexação da Transmissão (TMCC - *Transmission Multiplexing Configuration Control*) é enviada em um pacote chamado de *ISDB-T Information Packets* (IIP). O IIP é transmitido
20 apenas uma vez no *Multiplex frame* do sinal BTS e possui uma função semelhante ao *Mega-frame Initialization Packet* (MIP) do DVB-T na qual possui dois descritores que são chamados de *Modulation Control Configuration Information* (MCCI) e *Network Synchronization Information* (NSI).

O MCCI configura os parâmetros de modulação e codificação de canal como o tamanho da IFFT, Intervalo de guarda, método de modulação, taxa
25 do código convolucional, número de segmentos, etc. O NSI é utilizado na sincronização da rede de frequência única na qual o *Synchronization Time Stamp* (STS), *Maximum delay*, *Equipment Control Information*, *Equipment ID*, entre outros são inseridos neste campo.

O BTS é incompatível com a maioria dos equipamentos utilizados pelos sistemas de TV Digital dos outros padrões e, por este motivo, um dispositivo capaz converter o BTS para uma forma mais eficiente reduzindo a taxa de bits e tamanho de pacotes é requisitada pela maioria dos radiodifusores.

5 Estado da técnica

O pedido de patente JP2008283476-A – *“Broadcast transport stream switching apparatus for digital terrestrial broadcasting, has transport stream packet selecting circuit sending control signal to control transport stream switching device based on determination information”* – descreve um sistema de seleção da informação útil contida no Broadcast Transport Stream (TS). O BTS possui pacotes de vários tipos de serviços (programas de áudio/vídeo e dados). A patente citada permite a seleção destes pacotes transformando o BTS em Transport Stream (TS). A informação dos pacotes que deverão ser chaveados é configurada no dispositivo. A proposta da presente patente de invenção difere desta em inúmeros aspectos: o trabalho aqui desenvolvido permite separar pacotes do BTS em TS, descartar pacotes nulos e depois reconstruir o TS em BTS com a mesma integridade, permitindo a utilização deste dispositivo em redes de frequência única; a patente citada não realiza a conversão do TS em BTS e não possui nenhuma técnica ou sinalização no TS para a reconstrução do BTS.

O pedido de Patente KR2009077634-A – *“Device for converting satellite digital broadcasting, comprises antenna, which receives special channel selected between digital television broadcast signal and output signal of tuner”* – descreve um receptor de TV via satélite e difere por completo do objeto do presente pedido de patente de Invenção.

O pedido de patente EP 2 073 546-A1 – *“DESIRED BIT RATE DVB-H SIGNAL FORMING METHOD AND DEVICE”* – foi criada para adaptar a taxa de bits e TS para o sistema DVB-H. O sistema DVB-H é utilizado para recepção portátil na Europa e é totalmente diferente do sistema ISDB-TB e difere por completo do presente pedido de patente de invenção.

O pedido de patente JP2008236399-A – “*Broadcast transport stream (TS) packet transmission device e.g. delivery server, removes null packet from broadcast TS packet by estimating control information of null packet from control information of broadcast TS packet*” – difere-se do pedido aqui pretendido porque realiza o encapsulamento do BTS sem pacotes nulos em uma rede *internet protocol* (IP). Esta patente não informa como o sinal IP poderá ser reconstruído em BTS.

O pedido de patente JP2008028888-A – “*Stream processing apparatus for digital TV broadcasting receiver, inserts e.g. null packet with packet of transport stream, when interval of packet of transport stream with time stamp is greater than predetermined time*” – possui aplicação e conceitos diferenciados. Ela consiste em um sistema que extrai os pacotes do Layer A (Partial Reception) e realiza a conversão para um TS com ajuste de taxa para armazenamento ou transmissão. A aplicação desta patente está relacionada a equipamentos de armazenamento de vídeo ou transmissão por IP (receptores domésticos de TV Digital).

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

O presente invento se trata de um método que realiza de forma simples a conversão entre pacotes de transporte ISDB-T de 204 bytes e pacotes de transporte DVB de 188 bytes (tanto do primeiro para o segundo quanto vice-versa) sem perda de informação, através de um processo de remultiplexação. Esta conversão é realizada através da inclusão de um módulo de remultiplexação para o ISDB-T tanto no transmissor quanto no multiplexador, tornando possível a distribuição do BTS (*Broadcasting Transport Stream*), economizando banda e permitindo a construção de SFN (*Single Frequency network* – SFN) mais amplas e com menor taxa de bits do que o BTS original, o que se traduz em redução de custos de transmissão como, por exemplo, no aluguel do canal de satélite por parte dos radiodifusores, tais como por exemplo, Redes Públicas, Rede Globo, Record, Bandeirantes, etc... Dentre as aplicações beneficiadas em MFN e SFN

estão a distribuição de TV via satélite, cabo (-C), fibra-ótica, radiodifusão direta terrestre (-T), sistemas de comunicação, enlace de microondas, satélite(-S), entre outros. A remultiplexação consiste em várias etapas inéditas na literatura/mercado sendo elas:

- 5 - Descarte de todos os pacotes nulos e *dummy bytes* (ISDB-T *Information*) do BTS:
- 10 - Todos os pacotes nulos do quadro do multiplexador e rótulos de pacote (*dummy bytes* – que sinaliza o layer em que cada TSP deve ser transmitido) – são descartados.
- 15 - Criação e Implantação da tabela PLI (PID Layer Information). Esta tabela foi desenvolvida utilizando as recomendações da norma ISO/IEC 13818-1 do MPEG-2 *System*. Esta tabela possui a informação dos PIDs (Packet Identifier) que estão sendo utilizados em cada *layer* e substitui o *dummy byte* (ISDB-T *Information*). No TS *Remux* esta tabela é transmitida e no BTS *Remux* esta tabela é utilizada para reconstrução do BTS juntamente com a tabela IIP;
- 20 - Inserção da tabela PLI no TS *Remux*. A inserção da tabela PLI em posições específicas do TS permite realizar o sincronismo na reconstrução do BTS e identificar novos PIDs que podem ser transmitidos
- 25 - Utilização da tabela/campo OPCR (Old Program Clock Reference) na reconstrução do BTS.
- A tabela PCR existe e é utilizada por vários sistemas de TV Digital. Entretanto o uso do campo OPCR que está dentro da tabela PCR não está sendo utilizado pelos sistemas. O uso do OPCR permite a reconstrução do BTS independente se o sinal foi transmitido com o DVB-S, DVB-T, fibra óptica, etc.
- Compatibilidade total com SFN.

Permite a reconstrução idêntica do BTS em vários dispositivos *BTS Remux* que estejam conectados no mesmo *TS Remux*.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A figura 1 indica a posição em que o TS Remux e BTS Remux devem ser interligados nos estágios de multiplexação e transmissão do sistema ISDB-T. O sinal BTS na saída do Adaptador de Rede de Frequência Única (*Single Frequency Network (SFN) Adapter*) é conectada a um remultiplexador de *Transport Stream (TS Remux)* que comprime o sinal *Broadcast TS (BTS)* em um MPEG-2 TS de 188 bytes com taxa de bits (*bit rate*) variável que depende dos parâmetros de modulação. Caso a rede seja MFN, o procedimento é idêntico fazendo apenas a desativação do SFN adapter. O TS de 188 bytes é interligado a um Adaptador de Rede (*Network Adapter*) que pode ser um enlace de microondas, linha de fibra ótica, satélite, entre outros. Na recepção, a saída do Adaptador de Rede (*Network Adapter*) é conectada ao BTS Remux que reconstrói o Quadro Multiplexado (*Multiplex Frame*) do sinal BTS realizando a inserção de *Null Transport Stream Packets (TSP)* e rótulos de pacote (*dummy bytes*) em cada TSP.

A figura 2 mostra o diagrama de blocos do TS Remux. O TS Remux recebe o sinal BTS com taxa de bit constante e tamanho de pacote de 204 bytes e após o processamento dos blocos *IIP Detector*, *Layer Seq. Detector*, *PID Remapper*, *PLI Packet*, *Remux Frame* e *Bit Rate Adaptation* converte o BTS em um TS de 188 bytes com taxa de bits (*bit rate*) variável que depende dos parâmetros de modulação. Detalhes deste bloco podem ser obtido na seção **TS Remux**.

A figura 3 mostra um exemplo da estrutura de dados da tabela PID Layer Information que é gerada pelo bloco PLI packet do TS Remux. Esta tabela é utilizada para sinalizar cada PID ao seu respectivo Layer. Esta tabela é utilizada no BTS Remux para realizar a reconstrução do BTS sinalizando em qual layer cada PID deverá ser transmitido.

A figura 4 mostra o diagrama de blocos do BTS Remux que é formado pelos blocos IIP Detector, PLI e PID Detector, Bit Rate Adaptation, PID Remapper e Remux Frame. O *BTS Remux* reconstrói o do *Multiplex Frame* do sinal BTS a partir das tabelas PLI e IIP e que estão presentes no TS de 188 bytes na saída do TS Remux. Após o processamento destes blocos o BTS é reconstruído com taxa constante de 4 vezes a frequência de amostragem da IFFT do modulador e o dummy byte (16 bytes) é inserido formando um TSP de 204 bytes de forma idêntica ao BTS original. Detalhes deste bloco podem ser encontrados na seção do BTS Remux.

A figura 5 demonstra o modelo do receptor para gerar a sequência de pacotes do multiplex frame. Mostra também o modelo do gerador de sequência do multiplex frame do BTS.

A figura 6 mostra a compressão utilizada pelo TS Remux quando comparada com a taxa de bit do BTS e a taxa de bit utilizada pelas tabelas PLI e IIP. Pode-se observar que a técnica de remultiplexação permite uma grande economia de taxa de bit para diversas configurações dos parâmetros de modulação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Refere-se a presente Invenção a um método e dispositivo para realizar a conversão entre pacotes de transporte ISDB-T de 204 bytes e pacotes de transporte DVB de 188 bytes (tanto do primeiro para o segundo quanto vice-versa) sem perda de informação, através de um processo de remultiplexação. Esta conversão é realizada através da inclusão de um módulo de remultiplexação para o ISDB-T tanto no transmissor quanto no multiplexador, tornando possível a distribuição do BTS (*Broadcasting Transport Stream*), economizando banda e permitindo a construção de SFN (*Single Frequency Network*) mais amplas e com menor taxa de bits do que o BTS original, o que se traduz em redução de custos de transmissão como, por exemplo, no aluguel do canal de satélite por parte dos radiodifusores, tais como por exemplo, Redes Públicas, Rede Globo, Record,

Bandeirantes entre outras. Dentre as aplicações beneficiadas em MFN e SFN está a distribuição de TV via satélite, cabo (-C), fibra-ótica, radiodifusão direta terrestre (-T), sistemas de comunicação, enlace de microondas, satélites (-S), entre outros.

O diagrama de conexão da proposta pode ser visto na figura 1. O
 5 sinal BTS na saída do Adaptador de Rede de Frequência Única (*Single Frequency Network* (SFN) *Adapter*) é conectada a um remultiplexador de *Transport Stream* (TS *Remux*) que comprime o sinal *Broadcast TS* (BTS) em um MPEG-2 TS de 188 bytes com taxa de bits (*bit rate*) variável que depende dos parâmetros de modulação. Caso a rede seja MFN, o procedimento é idêntico fazendo apenas a
 10 desativação do SFN adapter.

Dependendo do tipo de rede de transmissão utilizada, o bit rate pode ser adaptado e o campo *Program Clock Reference* (PCR) reescrito. O TS de 188 bytes é interligado a um Adaptador de Rede (*Network Adapter*) que pode ser um
 15 saída do Adaptador de Rede (*Network Adapter*) é conectada ao BTS *Remux* que reconstrói o Quadro Multiplexado (*Multiplex Frame*) do sinal BTS realizando a inserção de *Null Transport Stream Packets* (TSP) e rótulos de pacote (*dummy bytes*) em cada TSP.

TS Remux

20 A idéia básica de transmissão do sinal BTS em um MPEG-2 TS de 188 bytes compatível com o sistema DVB consiste na eliminação dos rótulos de pacote (*dummy bytes*) presentes em cada TSP e de todos os *Null TSP* do *Multiplex Frame* do sinal BTS. A Figura 2 ilustra o diagrama de blocos do TS Remux.

25 O bloco *IIP Detector* detecta o pacote IIP e decodifica o sinal BTS. Os *Null TSP* do *Multiplex Frame* são descartados. A informação *Multiplexing Configuration Control Information* (MCCI) configura o bloco *Layer Seq. Detector*, *PLI Packet* e *Remux Frame*. Com as informações da MCCI, o bloco *Layer Seq. Detector* gera a sequência de layers para verificar a integridade da sequência do

BTS original. Os rótulos de pacote (*dummy byte*) de cada TSP é utilizado na construção do PLI packet. O TS de 188 Bytes é conectado ao bloco *Program ID Remapper* (PID Remapper).

Como a saída do TS *Remux* é composta por um MPEG-2 TS de 188 bytes e não possui o rótulo de pacote de indicação de cada *layer*, uma tabela chamada de *PID Layer Information* (PLI) que associa cada PID do sinal BTS ao seu respectivo *layer* é adicionada. O bloco *PLI Packet*, é configurado pela informação MCCI que atualiza o *PID Layer Information Packet* a partir da informação do *dummy byte* e TS. A estrutura de dados do PLI pode ser vista na tabela I e um exemplo de uma PLI com dois *layers* na figura 3. Caso ocorra a inserção de novas tabelas como a *Broadcaster Information Table* (BIT), *Common Data Table* (CDT), *Event Information Table* (EIT), etc a tabela PLI é atualizada e imediatamente transmitida.

A PLI possui um *header* padronizado pelo MPEG-2 Systems e *payload* com informação do tamanho da seção, ou seja, o número de bytes com informação útil que vão desde o byte seguinte ao *section_length* até o último byte do *Cyclic Redundancy Codes 32* (CRC32). Além disso, o campo *TSP_position_in_frame* registra a posição do pacote no *multiplex frame* do sinal BTS para sincronizar o contador de pacotes do rótulo e o campo *dummy_byte_layer_indicator* indica a quantidade de *layers* usados com seus respectivos PIDs.

O bloco PID Remapper remapeia o PID dos Null TSP dos layers A, B e C para os valores 0x1FFA, 0x1FFB e 0x1FFC respectivamente. Outros valores de PID podem ser configurados no PID Remapper. Esta operação é necessária para garantir a restauração da taxa original do BTS em todos os BTS Remux da SFN.

O bloco *Remux Frame* remultiplexa o TS de 188 bytes na saída do bloco PID Remapper e PLI Packet. Como o tamanho de cada *Multiplex Frame* do sinal BTS depende do Modo e Intervalo de guarda apenas uma tabela PLI packet

é inserida no modo 1, duas *PLI packets* no modo 2 e quatro *PLI packets* no modo 3. Tomando como exemplo o modo 3, o *PLI packet* será inserido a cada 1280, 1152, 1088 ou 1056 pacotes para os respectivos valores do intervalo de guarda de 1/4, 1/8, 1/16 e 1/32. A primeira *PLI packet* tem o valor no campo
 5 *TSP_position_in_frame* igual a 0x00, a segunda tem valor igual 0x01 e assim por diante. Portanto, a quarta terá valor 0x03 e depois desta o *multiplex frame* termina e reinicializa o contador do *TSP_position_in_frame*. Caso ocorra a inserção de novas tabelas como a Broadcaster Information Table (BIT), Common Data Table (CDT), Event Information Table (EIT), etc a tabela *PLI* é atualizada e
 10 imediatamente transmitida.

O bloco *Bit Rate Adaptation* realiza a adaptação da taxa. Para garantir a restauração do pacote original o *Program Clock Reference* (PCR) atual é escrito no *Original PCR* (OPCR). A taxa escolhida em *Setting Data* reescreve o PCR e insere *Null TSPs* de acordo com a equação 1.

$$15 \quad PCR(i) = \frac{(n_{bits} \times clock)}{B_T} + PCR(i') \quad (1)$$

O valor de B_T é igual ao bit rate total desejado, *clock* é igual a 27MHz, n_{bits} é o número de bits entre os dois pacotes PCR e $PCR(i')$ é valor do PCR anterior.

O bloco *Layer Seq. Detector* verifica se a sequência de pacotes do
 20 *multiplex frame* do sinal BTS na entrada do TS Remux está coerente com as informações da MCCI. Caso ocorra erro, uma mensagem de erro será sinalizada e pacotes nulos serão gerados até o momento em que o sinal se normalize.

BTS Remux:

O princípio de funcionamento do BTS Remux consiste na
 25 reconstrução do *Multiplex Frame* do sinal BTS a partir das tabelas *PLI* e *IIP*. O diagrama do *BTS Remux* pode ser visto na figura 4.

O bloco *IIP Detector* detecta o pacote IIP e decodifica o sinal BTS resultando no sinal MCCI, que é necessário para gerar a sequência de *layers* pelo bloco *Remux Frame*.

O bloco *PLI and PID Detector* decodifica a tabela PLI nos sinais
5 TSP_position_in_frame e layer_PID.

O bloco *Stored PID* armazena todos os PIDs utilizados em cada layer.

O bloco *Bit Rate Adaptation* realiza a adaptação de taxa do TS recuperando o valor de OPCR e descartando os *Null TSP* que podem ser
10 inseridos pelo *Network Adapter* e PLI packets. O bloco *PID Remapper*, remapeia o PID dos *Null TSP* para o valor original 0x1FFF. Estas operações são necessárias para garantir o mesmo valor e espaçamento do PCR na transmissão de uma SFN.

O bloco *Remux Frame* realiza a reconstrução do *Multiplex Frame* do sinal BTS. Este bloco é configurado com os sinais MCCI e TSP_position_in_frame.
15 A MCCI configura todos os parâmetros de modulação e codificação e a TSP_position_in_frame, tem a função de sincronizar o número de cada TSP dentro do multiplex frame do sinal BTS. O TS na saída do bloco PID remapper é remultiplexado com *Null TSP* em uma ordem específica com seu respectivo rótulo de pacote (*dummy byte*) para reconstruir o *multiplex frame*. A sequência de
20 pacotes do *multiplex frame* é gerada pelo circuito do receptor que pode ser visto na figura 5.

Os *Null TSP* são adicionados para manter a taxa de bits do sinal BTS constante e o rótulo de pacote é utilizado para informar em qual *layer* cada TSP deve ser transmitido, contador de pacotes, etc.

25 O bloco *Error Detector* verificar se todos os PID foram atribuídos em seus respectivos layers e se não existe nenhum erro no sinal BTS. Em caso de erro este bloco passa a gerar *Null TSPs* até que o sinal se normalize.

Na tabela II e figura 6 é possível verificar a porção de taxa utilizada pelo overhead das tabelas PLI e IIP. Pode se verificar que o overhead é muito

pequeno ($\leq 36 Kbps$) quando se compara com o *payload* e taxa total ocupada pelo sinal BTS.

Os testes demonstraram que o processamento de conversão do sinal BTS em TS e depois de TS para BTS utilizando o TS/BTS Remux não degradam o sinal BTS.

- 5 Todos os parâmetros da TMCC, Jitter de PCR e Taxa de Bits mantiveram a mesma integridade do sinal original. Além disso, os moduladores utilizados funcionaram perfeitamente sem nenhum tipo de falha ou alarme.

TABELA I - ESTRUCTURA DE DADOS DA TABELA PID LAYER INFORMATION

Estrutura de dados	Número de bits	Notação
PID_Layer_Information_section(){ payload{ table_id section_syntax_indicator reserved_for_future_use reserved section_length TSP_position_in_frame number_of_layers_indicators (except null-TSP) for (i=0x01; i<=number_of_layers_indicators; i++){ dummy_byte_layer_indicator number_of_pids for (j=0;j<number_of_pids;j++){ layer_PID } } CRC_32 for (i=0;i<180-section_length;i++){ stuffing_byte(0xFF) } } }	8 1 1 2 12 4 4 8 8 16 32 8	uimbsf bslbf bslbf bslbf uimbsf bslbf bslbf uimbsf uimbsf uimbsf rpchof bslbf

TABELA II - CONFIGURAÇÕES DO ISDB-T PARA 6 MHz

ISDB-T								
Opt	Mode	GI	Seg.	Mod.	I	CR	Bit Rate Mbps	Total Mbps
1	8K	1/8	LA: 13	64-QAM	2	3/4	18.256	18.256
2	8K	1/8	LA: 13	16-QAM	2	2/3	10.818	10.818
3	8K	1/8	LA: 1	QPSK	4	2/3	0.416	17.268
			LB: 12	64-QAM	2	3/4	16.851	
4	8K	1/8	LA: 5	16-QAM	4	2/3	4.161	15.395
			LB: 8	64-QAM	2	3/4	11.234	
5	8K	1/8	LA: 1	QPSK	4	2/3	0.416	10.402
			LB: 12	16-QAM	2	2/3	9.986	
6	8K	1/8	LA: 1	QPSK	4	2/3	0.416	15.551
			LB: 3	16-QAM	4	2/3	2.497	
			LC: 9	64-QAM	2	3/4	12.639	

REIVINDICAÇÕES

1 – Método de Remultiplexação de pacotes de transporte do sistema ISDB-T de 204 bytes de comprimento comprimindo-os para pacotes de transporte de 188 bytes de comprimento compatível com o usado no sistema DVB e vice-versa, sem perda de informações **caracterizado** por compreender:

- O processo de compressão ser realizado no transmissor pela inserção do Remultiplexador TS que comprime os pacotes de 204 para 188 bytes pela remoção dos bytes de rótulo e pacotes nulos e inserindo a tabela PLI (*Pid Layer Information*), descarte de todos os pacotes nulos e *dummy bytes*;

- Criação e Implantação da tabela PLI (*Pid Layer Information*):

- O processo de descompressão é realizado no receptor pela inserção de um Remultiplexador BTS que expande, recupera as informações do rótulo através da PLI e da IIP e as insere juntamente com os pacotes nulos de forma a reconstruir o BTS com taxa de bits constante.

- Desenvolvimento da tabela PLI que transmite os PIDs que estão sendo utilizados em cada *layer* e permite a seleção automática do BTS juntamente com a tabela IIP;

- Inserção da tabela PLI em posições específicas dentro do TS Remultiplexado permitindo realizar o sincronismo do BTS e identificar novos PIDs que podem ser transmitidos – Inserção da tabela PLI no TS *Remux*;

- Utilização da tabela/campo OPCR (*Old Program Clock Reference*) na reconstrução do BTS que é previsto mas não usado nos sistemas atuais e cuja utilização permite que reconstrução do BTS independente se o sinal foi transmitido com o DVB-S, DVB-T, fibra óptica, etc. – utilização da tabela/campo OPCR (*Old Program Clock Reference*) na reconstrução do BTS.

2 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado** por realizar a compressão do *Broadcast Transport Stream* (BTS) em um MPEG-2 *Transport Stream* (TS) pela eliminação dos rótulos de pacote (*dummy bytes*) e pacotes nulos (*Null TSP*) do BTS sem perda de informação útil;

3 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado** por haver um bloco que detecta o pacote IIP e decodifica o BTS e envia as informações do rótulo e do MCCI para o detector de sequência de camada, para o pacote PLI e para o remultiplexador de quadro.

4 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado** por ser gerado pelo Detector de sequência de camada (*Seq. Layer Detector*) uma sequência de camadas que permita verificar a integridade da sequência BTS original e envia um sinal de erro quando constatada alguma incompatibilidade;

5 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado** por a tabela PLI ter um cabeçalho padronizado pelo MPEG-2 Systems e cuja informação (*payload*) conter a informação do tamanho da seção e a sua posição dentro do quadro multiplexado (*multiplex frame*);

6 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado** por ter um remapeador de PID (*Program ID Remapper*) que realiza a conversão dos PID dos pacotes nulos garantindo a perfeita reconstrução da taxa original no receptor;

7 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado** por ter um remultiplexador de pacotes que monta os pacotes de transporte de 188 bytes inserindo a tabela PLI de acordo com o Modo de Operação, do Tamanho do Intervalo de Guarda do intervalo de transmissão das tabelas BIT, CDT, EIT, etc, sendo intervalo de inserção dado

pelo Intervalo de Guarda, intervalo das tabelas BIT, CDT, EIT, etc e a quantidade de PLI dado por

- Pelo menos 1 PLI no Modo 1,
- Pelo menos 2 PLI no Modo 2 e
- Pelo menos 4 PLI no Modo 3;

5

8 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado** por ter um remultiplexador de quadros que monta os pacotes de transporte de 188 bytes com os PID, MCCI, PLI e demais dados suficientes para a reconstrução do BTS no receptor;

10

9 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado** por ter um Adaptador de Taxa de Bits que realiza a escrita da informação de PCR no campo OPCR que garante a reconstrução do pacote original no decodificador;

15

10 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 2 **caracterizado** por apresentar compatibilidade total com a arquitetura de Rede de Frequência Única (SFN);

11 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado** por fazer a reconstrução perfeita do BTS original a partir das informações da PLI e da IIP inseridas no TS recebido;

20

12 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 11 **caracterizado** por ter um bloco Detector de IIP (*IIP Detector*) que decodifica o sinal BTS e gera o sinal MCCI que é necessário para regenerar a sequência de camadas (*layers*) no bloco Remultiplexador de Quadro (*Remux Frame*);

25

13 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 11 **caracterizado** por ter um bloco Detector de PLI e PID (*PLI and PID detector*) que decodifica a PLI gerando os dados de posição dos pacotes dentro do quadro (*TSP_position_in_frame*) e *PID_layer* usados na reconstrução do BTS;

14 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 11 **caracterizado** por ter um bloco de Armazenamento de PID que armazena todos os PID anteriores para o remapeamento de PID;

5 15 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 11 **caracterizado** por conter um bloco Adaptador de Taxa de Bits (*Bit Rate Adaptation*) que realiza a adaptação de taxa do TS recuperando o valor de OPCR e descartando os pacotes nulos que foram inseridos no transmissor;

10 16 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 11 **caracterizado** por incluir um bloco Remapeador de PID (*PID Remapper*) que remapeia o PID dos pacotes nulos para o valor original 0x1FFF;

15 17 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 11 **caracterizado** pelo bloco Remultiplexador de Frame (*Remux Frame*) realizar a reconstrução do Quadro Multiplexado (*Multiplex Frame*) do sinal BTS. Este bloco é configurado com os sinais MCCI e TSP_position_in_frame. A MCCI configura todos os parâmetros de modulação e codificação e a TSP_position_in_frame, tem a função de sincronizar o número de cada TSP dentro do multiplex frame do sinal BTS.

20 18 – Método de Remultiplexação de acordo com a reivindicação 11 **caracterizado** pelo TS na saída do bloco Remapeador de PID (*PID remapper*) ser remultiplexado com pacotes nulos em uma ordem específica com seu respectivo rótulo de pacote (*dummy byte*) para reconstruir perfeitamente o Quadro Multiplexado (*multiplex frame*) original.

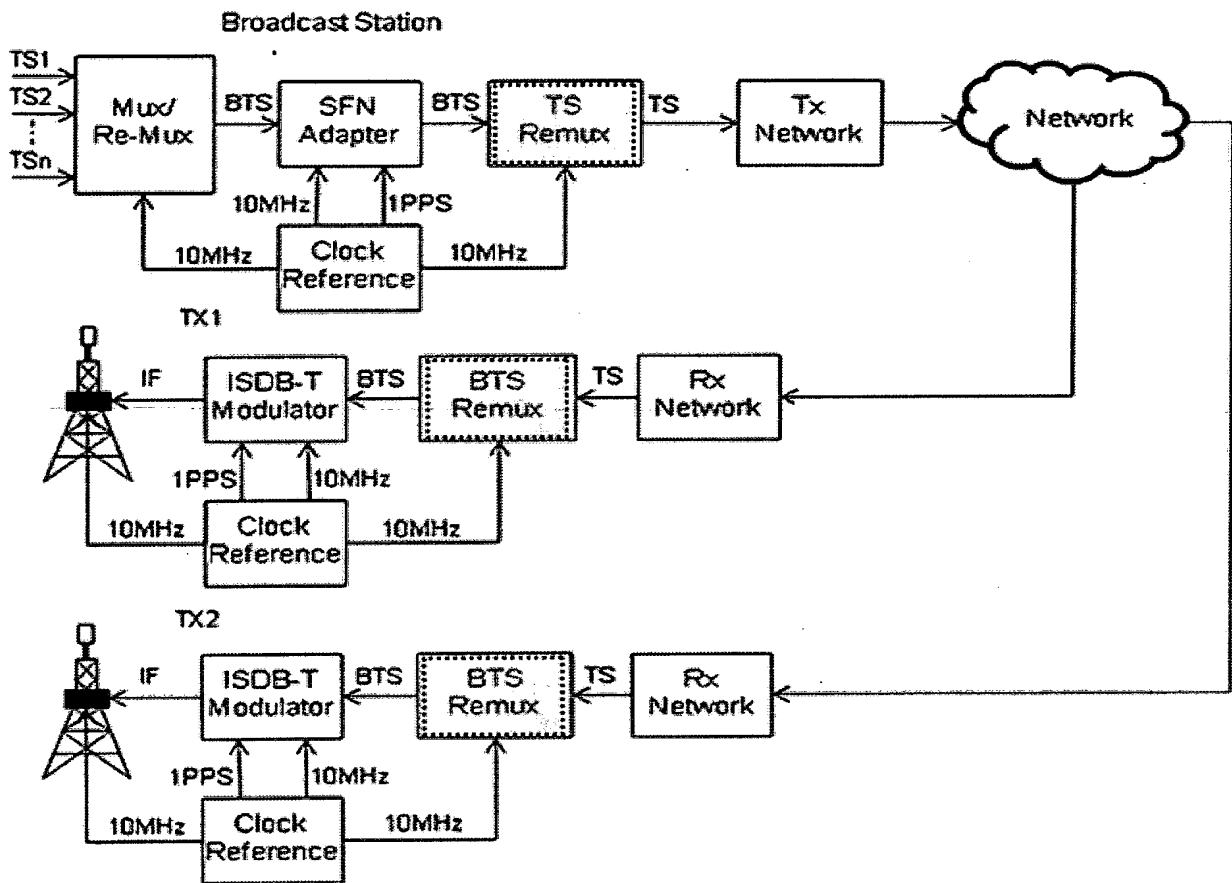


Figura 1

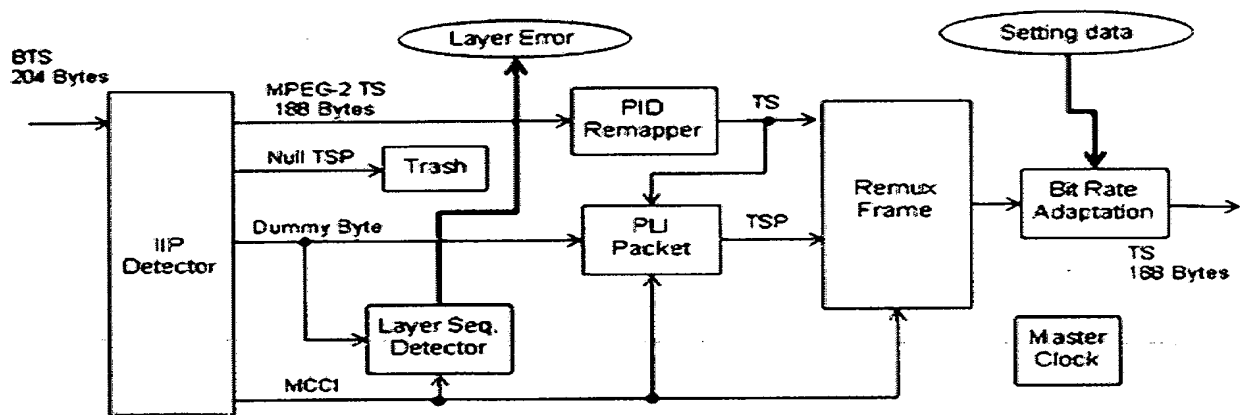


Figura 2

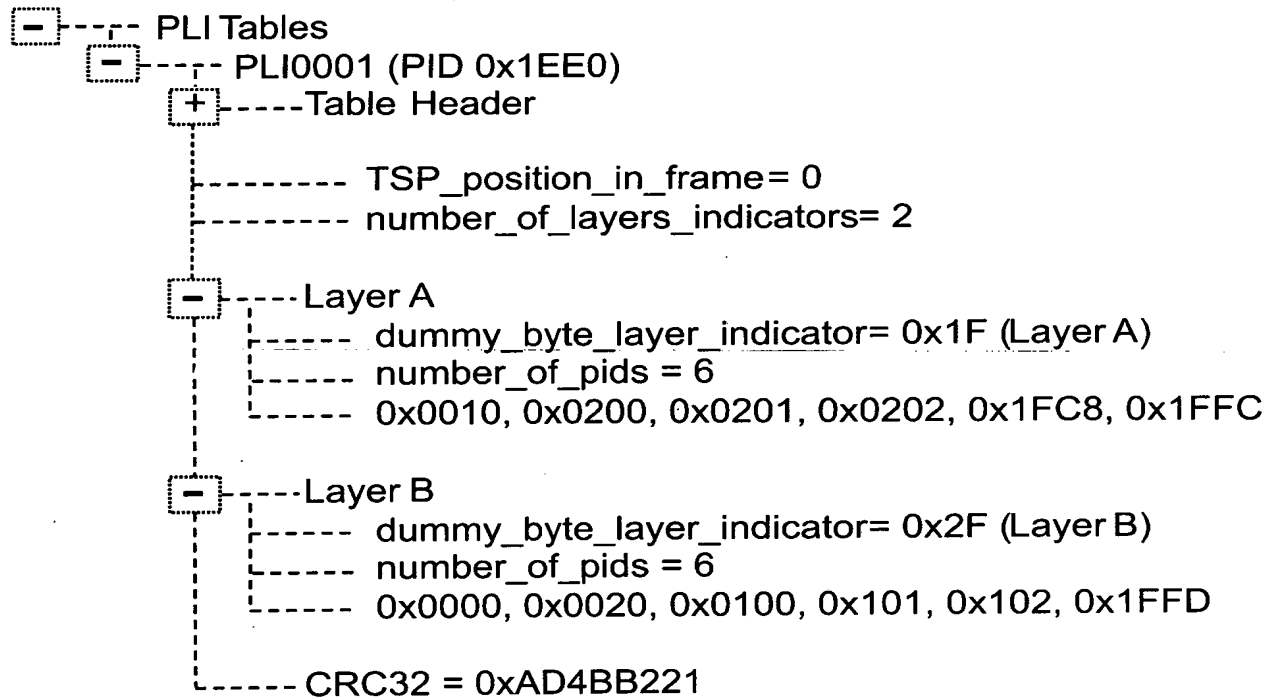


Figura 3

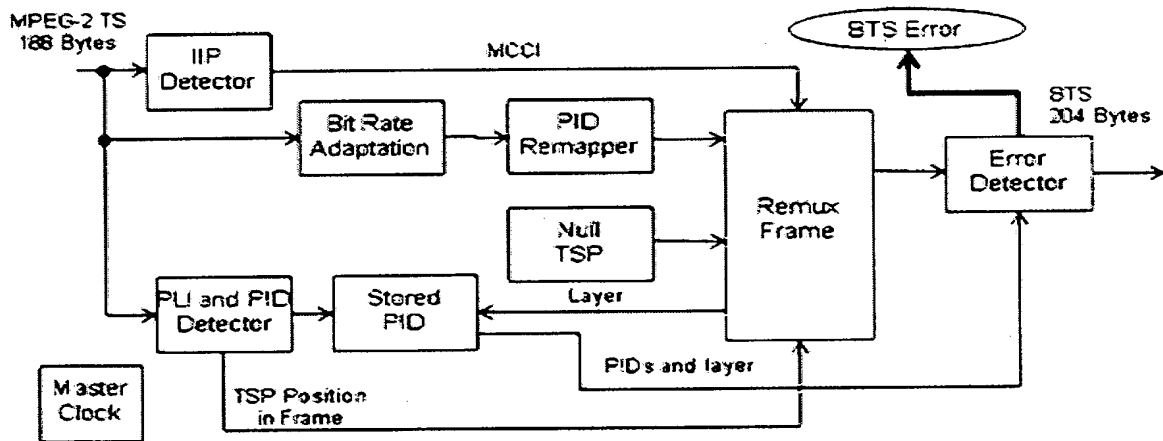


Figura 4

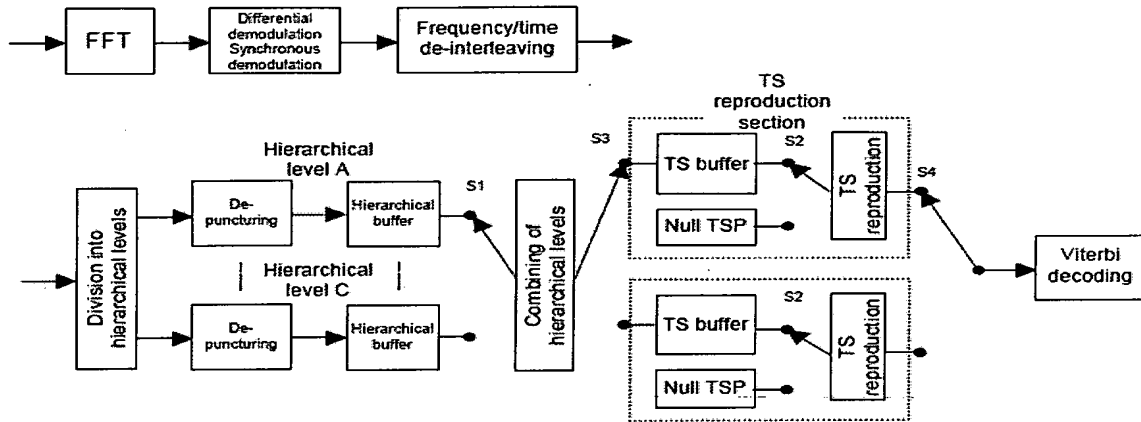


Figura 5

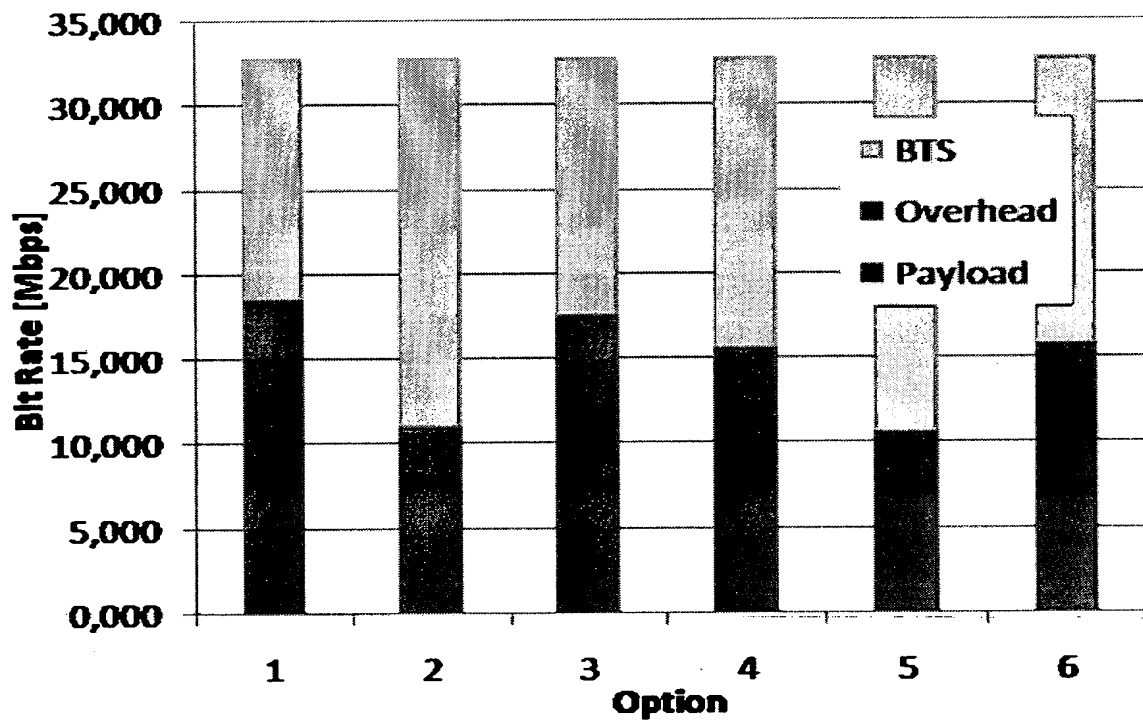


Figura 6

RESUMO

MÉTODO DE REMULTIPLEXAÇÃO DE SINAIS ISDB-T PARA DISTRIBUIÇÃO DE SINAIS DE TELEVISÃO USANDO PADRÃO DVB

O presente invento se trata de um método que realiza de forma
5 simples a conversão entre pacotes de transporte ISDB-T de 204 bytes e
pacotes de transporte DVB de 188 bytes (tanto do primeiro para o segundo
quanto vice-versa) sem perda de informação, através de um processo de
remultiplexação. Esta conversão é realizada através da inclusão de um módulo
de remultiplexação para o ISDB-T tanto no transmissor quanto no
10 multiplexador, tornando possível a distribuição do BTS (*Broadcasting Transport
Stream*), economizando banda e permitindo a construção de SFN (*Single
Frequency network*) mais amplas e com menor taxa de bits do que o BTS
original, o que se traduz em redução de custos de transmissão como, por
exemplo, no aluguel do canal de satélite por parte dos radiodifusores, tais
15 como, por exemplo, Redes Públicas, Rede Globo, Record, Bandeirantes, etc.
Dentre as aplicações beneficiadas em MFN (*Multi Frequency network*) e SFN
estão a distribuição de TV via satélite, cabo (-C), fibra-ótica, radiodifusão direta
terrestre (-T), sistemas de telecomunicações, enlace de microondas, satélite(-
S), entre outros