

TV ESCOLA DIGITAL INTERATIVA

Trabalho - Cadastro nº 313 / Tema nº 09

Autores

*Prof. Dr. **Fujio** Yamada -Email: fyamada@mackenzie.com.br
Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação 930- São Paulo CEP 01302-907- fone 011-3236-8671*

*Prof. Mestre **Gunnar** Bedicks Júnior- Email: gbedicks@ieee.org
Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação 930- São Paulo CEP 01302-907- fone 011-3236-8671*

*Prof. Dr. **Luís T. M.** Raunheite- Email: raunheite@mackenzie.com.br
Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação 930- São Paulo CEP 01302-907- fone 011-3236-8671*

*Prof. **Francisco** Sukys- Email: fsukys@mackenzie.com.br
Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação 930- São Paulo CEP 01302-907- fone 011-3236-8671*

*Prof. **Carlos E. S.** Dantas- Email: fsukys@mackenzie.com.br
Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação 930- São Paulo CEP 01302-907- fone 011-3236-8671*

*Prof. **Cristiano** Akamine- Email: akamine@mackenzie.com.br
Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação 930- São Paulo CEP 01302-907- fone 011-3236-8671*

Resumo- A aplicação da tecnologia de TV Digital na Educação a Distância proporciona grandes benefícios para o ensino e para o País, reduzindo custos, acelerando a aprendizagem e aumentando a eficácia no processo de educar, resultando na melhoria da formação. O projeto “TV Escola Digital Interativa” é um trabalho desenvolvido pela Universidade Presbiteriana Mackenzie em parceria com a Secretaria de Ensino e Educação do MEC para prover um sistema de distribuição de conteúdo via satélite das aulas do ensino básico e médio para todas as escolas, inclusive aquelas situadas em locais remotos de difícil acesso tais como a Amazônia Legal. A atividade consistiu no desenvolvimento de uma plataforma robusta de digitalização do conteúdo das aulas, compressão dos dados para uma taxa de 5Mbps, sistema de transmissão via satélite, estação terrestre de recepção dotada de recursos para processamento dos dados recebidos e armazenamento do conteúdo em disco rígido de microcomputadores ou CD-ROM para disponibilização diária dos dados em cada escola. A compressão é necessária para adequar a taxa de dados para a capacidade de transmissão do sistema de satélite. Esse conteúdo pode ser usado pelos professores ou monitores para ministrar aulas, repetição da apresentação feita em classe ou a aplicação de exercícios usando um receptor de televisão

análogo ou digital. O sistema conta com recursos de interatividade e canal de retorno para envio do pacote de mensagens e respostas dos usuários ao Centro Programação Educacional. Este processo propiciou a criação de um sistema de baixo custo e alta eficiência

O tema se encaixa no item 9: Engenharia, Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo

Palavra Chave: TV Escola Digital Interativa

1-Introdução

A rápida e constante evolução a tecnologia digital vem encontrando novas aplicações e modificando radicalmente os recursos disponíveis para todos os campos do conhecimento humano como a agricultura, medicina, transportes, comunicações e outros setores. A aplicação dessa tecnologia no campo da educação, mais particularmente em ministrar educação a distância, proporciona grandes avanços para o ensino, para a comunidade e para o país, reduzindo custos, acelerando a aprendizagem e aumentando a eficácia no processo de educar, melhorando o nível de escolaridade da comunidade brasileira, principalmente da população mais carente do país. A Universidade Presbiteriana Mackenzie vem realizando o projeto denominado TV Escola Digital Interativa em parceria com a Secretaria de Ensino e Educação do MEC para prover um sistema de distribuição do conteúdo das aulas do ensino básico e médio com a utilização do canal de satélite de comunicação. Este meio de comunicação permite o acesso à informação mesmo nos locais mais remotos do país como as escolas situadas no interior da Amazônia.

O elevado nível de integração dos chips atuais permite o desenvolvimento de equipamentos e sistemas digitais de elevada complexidade, com capacidade de executar funções elaboradas a um custo relativamente mais baixo que os construídos com circuitos convencionais. Por outro lado, distribuir informação com de grande volume de conteúdo como acontece com as disciplinas da área educacional, em tempo real, requer meio adequado e eficiente de transmissão. O projeto em questão se propôs a desenvolver um sistema de baixo custo, eficiente e seguro utilizando a televisão digital como ferramenta e o sistema de satélite como meio de transmissão por ser este o recurso acessível em qualquer ponto do território de grande extensão como o Brasil. Para a flexibilidade no manuseio do material distribuído o sistema usa o recurso de armazenamento temporário das informações digitalizadas em disco rígido de computador. O sistema conta com um *Guia de Programação Eletrônica* para facilitar a escolha de tópicos de interesse e transmissão segmentada permitindo a regionalização dos conteúdos de acordo com os vários perfis do público. Este sistema permite que o professor ou monitor possa revisar a matéria quantas vezes forem necessárias, bem como acessar informações adicionais ou complementares, aplicar exercícios e disponibilizar recursos para execução de tarefas escolares. O presente artigo dá uma descrição geral do sistema de transmissão digital (IP sobre Vídeo) por satélite, especifica o sinal digitalmente modulado para permitir a compatibilidade do sistema concebido com dispositivos de uso correntes e disponíveis no comércio e as características do sistema de transmissão por satélite. Visa inclusive ser um meio adaptável para largura de banda disponível de qualquer satélite. Descreve também o meio armazenamento flexível das informações digitalizada recebida no usuário para permitir fácil manuseio.

2- O Sistema de TV Digital Interativa

O sistema é constituído de três segmentos: Digitalização/Compressão, Modulação/Transmissão e Recepção.

O segmento de digitalização/compressão é constituído por *encoder* de áudio e vídeo, servidor de fluxo de programas e encapsulador IP. As informações recebidas (vídeo, áudio e dados) por

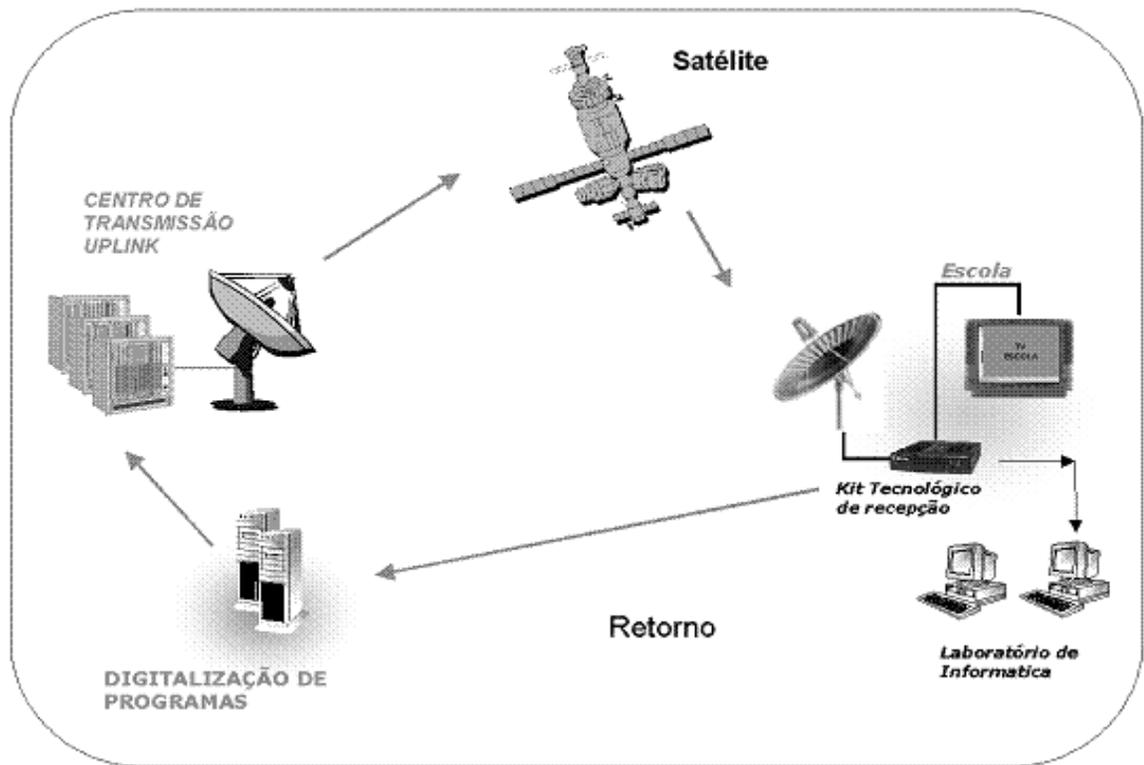


Figura 1. Sistema TV Escola Digital Interativa

diversos órgãos geradores de conteúdo provenientes do satélite, internet, estúdio ou arquivos magnéticos são digitalizadas, comprimidas e multiplexadas em IP. Utilizando um encapsulador IP, os dados em IP são convertidos para a interface MPEG-2, tornando-se compatível com a estrutura de pacotes utilizada pelo modulador de satélite.

O segmento de modulação/transmissão recebe pacotes de dados formatados em MPEG-2. Estes pacotes são modulados no padrão DVB-S e transmitidos em uma largura de banda de 6MHz para o Satélite Brasil SAT B1 na Banda C. O satélite recebe o sinal em um dos *transponder*, translada a frequência e retransmite a informação para a Terra.

No segmento de recepção o sinal proveniente do Satélite é amplificado e convertido em FI e recebido no *set-top-box* onde, após demodulado, os dados resultantes são armazenados em disco rígido de 80Gbytes. Existe ainda o canal de retorno que permite ao usuário entrar em contato com o Centro de Programação Educacional para solicitar informações adicionais, solicitar instruções ou enviar, por exemplo, exercícios para serem corrigidos. A figura 1 ilustra uma visão global do Sistema.

2.1- Digitalização/compressão

O conteúdo de vídeo/áudio é digitalizado e comprimido para uma taxa de bits que garanta uma boa qualidade subjetiva. O sistema permite que dados de gerenciamento e dois programas sejam transmitidos ao vivo no mesmo tempo. Através do servidor IP, os dados ou programas previamente armazenados podem ser transmitidos com o uso de um software de gerenciamento de arquivos para os receptores. A seguir o conjunto é multiplexado e encapsulado em MPEG2 numa taxa adequada para viabilizar a sua transmissão em um canal de satélite geostacionário. A figura 2 ilustra um diagrama do segmento de digitalização e codificação.

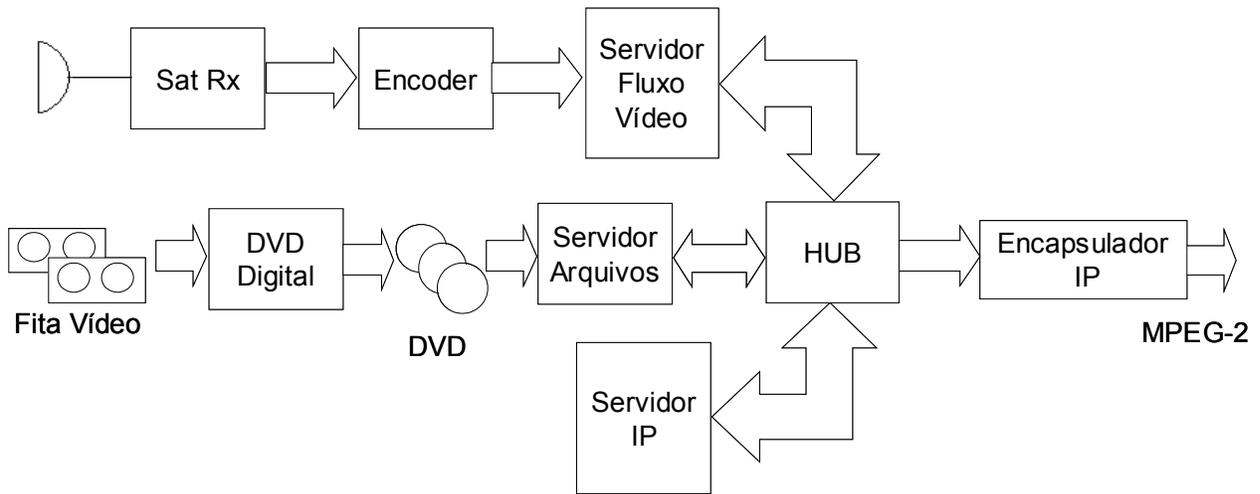


Figura 2. Diagrama do segmento de digitalização/compressão

2.2- Modulação

A figura 3 ilustra a estrutura do modulador DVB-S. O sinal MPEG2 é formado por pacotes de 187 bytes de dados e mais 1 byte de sincronismo. O primeiro bloco realiza a distribuição aleatória de bits para evitar a repetição de determinadas seqüências de bits impedindo o aparecimento de concentração desses bits, equivalendo a dispersão de energia.

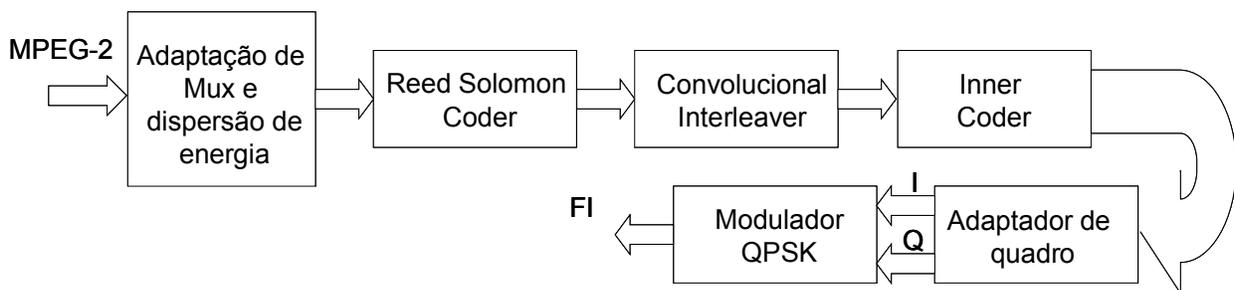


Figura 3. Modulador DVB-S

O *Reed Solomon Encoder* é um corretor de erros capaz de corrigir até 8 bytes em cada pacote de 188 bytes mas para isso acrescenta 16 bytes formando segmento de dados de 204 bytes.

O *Convolutional Interleaver* embaralha o conteúdo dos dados. Quando aparece um ruído impulsivo em rajadas este sistema distribui os erros, diminuindo o efeito do mesmo sobre a qualidade do sinal. Na recepção o conteúdo é desembaralhado, ficando igual ao original.

O *Inner Coder* é um FEC (*Forward Error Corrector* ou corretor de erro) *convolucional* com razão programável para 1/2, 3/4, 5/6 e 7/8. Por exemplo para uma razão de 3/4, a cada 3 bits de informação é acrescentado 1 bit de correção.

O feixe digital é dividido em pacotes de 2 bits para a modulação QPSK. .

O Adaptador de Quadro efetua a formatação e a sincronização dos quadros e fornece os dados em componentes I (*in-phase*) e Q (*quadrature phase*) para o modulador.

O sinal é então modulado em QPSK (*Quaternary Phase Shift Keying*). Esta técnica de modulação utiliza um conjunto de quatro estados defasados entre si de 90°. A figura 4 mostra a constelação de uma modulação em QPSK para os 4 possíveis dibits

Após este processo o sinal de FI é convertido na frequência de transmissão de um dos *transponders* do satélite da banda C (5,85GHz a 6,42GHz), amplificado e enviado para antena parabólica.

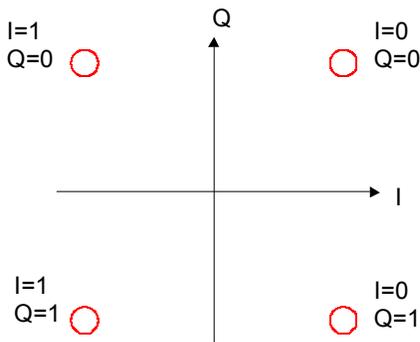
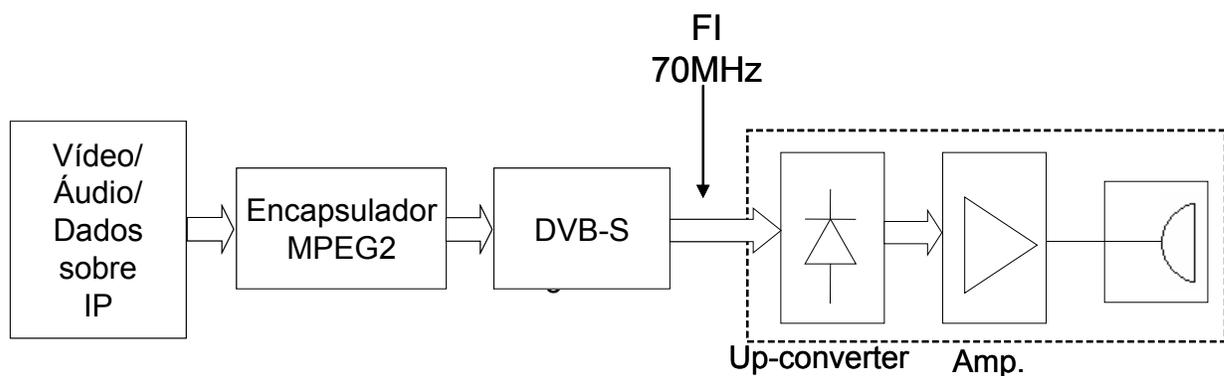


Figura 4. Constelação QPSK

2.3- Transmissão

Como o satélite Brasil SAT B1 se encontra a 35.600Km da Terra e em conseqüência o nível de sinal recebido na entrada do receptor é muito baixo o sistema de transmissão necessita ser robusto contra ruídos e interferências. O sistema de modulação DVB-S (*Digital Video Broadcasting – Satellite*) mantém um bom desempenho mesmo com uma relação sinal ruído de 4 a 8dB. A figura 5 ilustra um diagrama simplificado do sistema de transmissão. O sinal de FI de 70MHz modulado em DVB-S é convertido numa frequência da banda C (5,85GHz a 6,42GHz para subida), amplificado, filtrado e enviado para uma antena parabólica.



O satélite geostacionário Brasil SAT B1 opera como uma repetidora de sinal que recebe da Terra, translada para outra frequência, amplifica e envia de volta para a Terra. Como este Satélite se encontra a 35.600Km da Terra a atenuação do sinal é da ordem de 197dB ($5,6 \times 10^{19}$). Assim sendo, os receptores necessitam ser de baixo ruído, tanto no segmento Terra/Satélite como no caminho inverso. Para a operação do Satélite o sistema capta a energia do Sol em células foto voltaica e armazena em baterias para alimentar os equipamentos.

2.4- Recepção

O sinal proveniente do satélite e captado pela antena parabólica, é amplificado e convertido para a banda L frequência de 950MHz a 1.450MHz em um amplificador/conversor de baixo ruído (LNB) como ilustrado na figura 6.

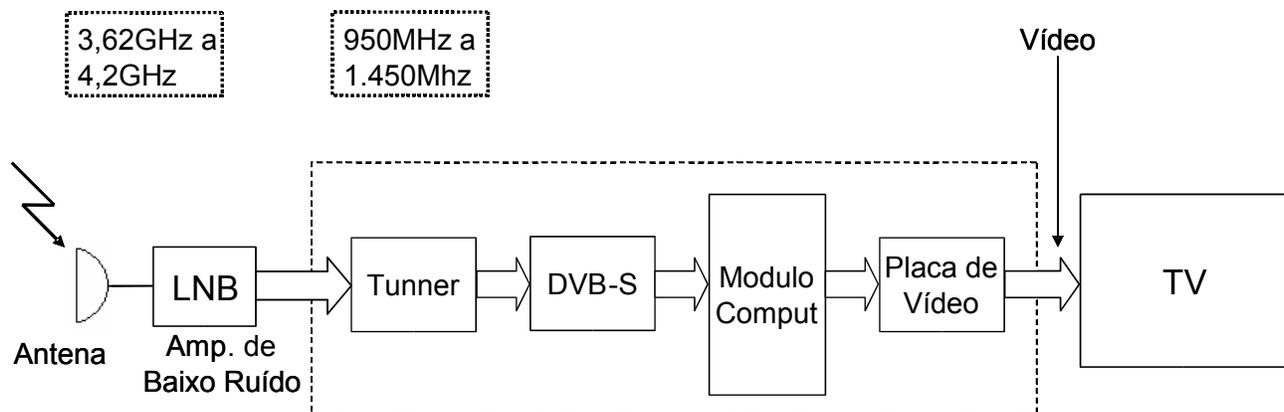


Figura 6. Recepção

O *Tuner* (sintonizador) situado na placa receptora de satélite converte este sinal para a frequência de FI. O decodificador DVB-S faz o processo inverso do modulador DVB-S descrito anteriormente. Os dados e programas decodificados são então armazenados no disco rígido de 80Gbytes de um computador. Na saída deste dispositivo existe uma placa de vídeo que converte os dados em informação de vídeo e som para serem mostrados num aparelho de televisão analógico ou digital. O sistema é dotado de circuito de controle remoto por infravermelho e software associado. O gravador de CD-Rom permite gravar os programas de interesse do professor.

3- Operação do Sistema

Cada formato de programa deve ter procedimento específico para ser digitalizado e armazenado como visto na figura 2. Assim os programas recebidos via satélite devem ser tratados em um computador com placas para digitalização de vídeo e compressão dos sinais ao vivo e software específico. Os sinais tratados são armazenados no Servidor de Fluxo de Vídeo.

Os programas recebidos em fita de vídeo passam pelo computador contendo placas digitalizadoras de vídeo e gravador de DVD. Os dados são armazenados no Servidor de Arquivos com capacidade para armazenar as informações de vídeo e textos.

As informações recebidas via IP são tratadas e armazenadas em servidor específico.

O Circuito comutador (HUB) seleciona o programa de interesse e envia para o encapsulador IP para ser transmitido.

3.1-Transmissão do Programa

A operação do sistema TV Escola Digital Interativa, de posse da programação diária do conteúdo a ser enviado para as escolas seleciona os programas com o auxílio do comutador (HUB) mostrado na figura 2 e inicia a transmissão cuja duração depende da programação estabelecida. A taxa dos dados transmitidos pelo Brasil SAT B1 é da ordem de 5Mbps que pode ajustada para outros valores, bastando para isso configurar o modulador DVB-S.

3.2- Recepção do Programa

Desde que o conjunto receptor da escola esteja ligado, ele automaticamente recebe o programa transmitido e armazena na memória do aparelho. Este material consta do Guia de Programação, programa de aula propriamente dito, textos complementares e material interativo para uso didático. O sistema armazena material correspondente a sete dias úteis de programação. Após o sétimo dia, automaticamente é apagado e o material mais antigo, permanecendo no arquivo os dados dos últimos sete dias.

Com o uso do controle remoto o professor ou monitor pode acessar qualquer conteúdo do arquivo manuseando o menu do programa. Com isso ele tem a oportunidade de interagir com o sistema para rever tópicos de interesse, acessar listas de exercícios ou efetuar consultas. O sistema permite também gravar em DVD itens que o usuário deseja manter em arquivo permanente. No caso de haver necessidade de informações adicionais o professor pode solicitar ao Centro de Programação Educacional da TV Escola o envio destes materiais.

4- Conclusão.

Este é um projeto de grande impacto e de utilidade pública para o país, propiciando um meio de facilitar a forma de ministrar o ensino não só para as escolas situadas em locais de difícil acesso, mas para todas as escolas do Brasil, por ser um meio de baixo custo e ao mesmo tempo abrangente. Permite também uma uniformização dos conteúdos ministrados em todo território nacional.

Referencias Bibliográficas

European Standard Telecommunications EN 300 421 V1.1.2 – 1997

Withaker Jerry, DVT Digital Television, McGraw Hill 1999

Bedickys, Gunnar, Projeto Basico de TV Escola Digital Interativa, Nov 2003 (Ministerio da Educação)

Abstract: The application of Digital TV Technology in “Distance Education” provides big benefits for the education and for the country, accelerating the learning and growing the efficacy in the process to educate and as consequence the improvement in the schooling. The “Interactive Digital TV School” is an activity developed by Mackenzie Presbyterian University, in partner with “Secretaria de Ensino and Educação do MEC” in order to provide a contents distribution system for elementary and secondary schools, via satellite, for all schools, even for that situated in remote and difficult access sites as Amazonia Legal. The activity consisted in development of a robust class contents digitalization platform, data compression for 5Mbts rate, transmission system via satellite, ground reception station endowed with received data processing resources and content storage in the computer rigid disc or CD-ROM in order to be available every day in each school. The compression process is necessary to adequate the data rate to satellite system transmission capacity. This content can be used by teachers and monitors to teach classes, to repeat the subjects, to apply exercises or to prepare the lesson using the analogic or digital television receiver. The system has resources for interactivity and return channel for to send the message packets or users answers to Educational Programming Center. The process provide a low cost and high efficiency system.

Key words; Interactive Digital TV School