

Arquitetura do *Set-top Box* para TV Digital Interativa

Lara Schibelsky Godoy Piccolo
RA 039632 - MO401
Instituto de Computação - Unicamp
Lara.Piccolo@ic.unicamp.br

RESUMO

O presente artigo aborda a arquitetura de um *set-top box*, aparelho receptor e conversor de TV Digital para sinal analógico, focando no modelo transmissão por radiodifusão terrestre.

Serão descritos os principais componentes de hardware e software de um *set-top box*, a relação entre eles, alguns aspectos de custo e mercado, bem como uma ilustração prática de uma implementação da Intel.

Para finalizar, serão conceitualizados os estudos brasileiros atuais sobre essa tecnologia.

INTRODUÇÃO

Embora alguns países do mundo já tenham a TV Digital terrestre em funcionamento, como o Japão, Inglaterra, Itália entre outros, essa ainda é uma tecnologia recente e, portanto, merecedora de esforços para estudos.

O Brasil está no meio do processo de definição sobre o padrão a ser adotado para a TV digital terrestre e, atualmente, compreende um grande número de pesquisas dentro do escopo do projeto SBTVD (Sistema Brasileiro de Televisão Digital).

O *set-top box* é o aparelho que, conectado à TV, permite que o sinal digital recebido seja visualizado no aparelho de TV analógico convencional.

O baixo custo desse aparelho, bem como as funcionalidades que serão agregadas por ele relacionados à TV Digital, são fatores cruciais para adoção dessa tecnologia pela população.

Motivado pela existência do SBTVD, o presente artigo aborda as funcionalidades básicas da arquitetura de um *set-top box*, focando principalmente nas características de um terminal de recepção de sinal por radiodifusão terrestre, portanto TV aberta e gratuita, embora muito dessa arquitetura possa ser aplicada da mesma forma a *set-top boxes* de outras plataformas como TV a cabo, satélite etc.

Também serão abordados alguns aspectos de custo, mercado, bem como uma implementação de um *set-top box* da Intel.

Conceituando a TV Digital

O termo TV Digital consiste na transmissão digital dos sinais de TV de uma emissora até um aparelho receptor. Essa forma de transmissão proporciona alguns benefícios diretos para o usuário final como:

- Aumento na qualidade da imagem, propiciando uma resolução de até 1280 x 1080 pixels, denominada de TV de alta definição ou HDTV (*High Definition Television*).
- Transmissão pela emissora de TV de dados em conjunto com sinais de áudio e vídeo, constituindo programas ou aplicações interativas. Tal funcionalidade traz benefícios sociais, pois permite que a TV sirva como um instrumento

de inclusão social, prestando serviços como governo eletrônico ou educação, por exemplo, para a população [3].

- Transmissão de metadados, que são dados adicionais sobre a programação televisiva disponível. Por exemplo, permite aplicações como o Guia Eletrônico de Programação, que apresenta a grade de programação disponibilizada pelas emissoras em um período de tempo.
- Uso de um canal de retorno, que permite que o usuário envie dados relativos a um programa ou aplicação à emissora ou provedor de serviço, utilizando somente o controle remoto. Podem ser usados como canal de retorno telefone fixo, ADSL, celular, PLC (*Power Line Communication*) etc.
- Convergência com outras redes de telecomunicações, como Internet ou SMS, por exemplo, possibilitando a criação de novos serviços de telecomunicações.
- Propicia o aumento do número de canais disponíveis em razão da maior compactação do sinal. No caso da TV de transmissão terrestre, permite transmitir nos mesmos 6 MHz utilizados atualmente pela TV analógica um programa HDTV ou 4 programas em SDTV (*Standard Definition Television*), que corresponde a uma resolução de 640 x 480 pixels. Considerando que o sinal digital é menos suscetível a interferências que o analógico, esse aumento de canais disponíveis também pode ocorrer devido à otimização do espectro de radiofrequência.

Para que o usuário possa usufruir da TV digital em um aparelho de TV analógico convencional, é necessário que um aparelho receptor digital e decodificador seja conectado à TV. Esse aparelho é denominado *set-top box*, ou URD (Unidade Receptora e Decodificadora). A Figura 1 [7], abaixo, ilustra um *set-top box*.



Figura 1 – Ilustração de um *set-top box*

O *set-top box* trata os sinais digitais recebidos por radiodifusão terrestre, cabo, ou satélite e os converte para o formato analógico, de modo a manter a compatibilidade com a televisão analógica convencional. Tem como funcionalidades básicas [2]:

- demultiplexar o sinal digital recebido;
- decodificar informações de áudio e vídeo;

- processar os dados recebidos e, se for o caso, sincronizá-los com a programação.

- enviar dados via canal de retorno;

- construir a imagem a ser exibida no aparelho de TV e convertê-las para o sinal analógico.

Pelo fato de manipular dados além de áudio e vídeo digitais, parte da arquitetura de um *set-top box* é muito similar a de um computador pessoal, como será vista e descrita a seguir.

ARQUITETURA DO SET-TOP BOX

São definidos componentes de hardware e software para que um *set-top box* básico possa desempenhar as funcionalidades mínimas descritas anteriormente.

Componentes de Hardware

Fazem parte da arquitetura de um *set-top box* básico os seguintes módulos principais, usualmente implementados em hardware, representados na Figura 2 e descritos abaixo [2]:

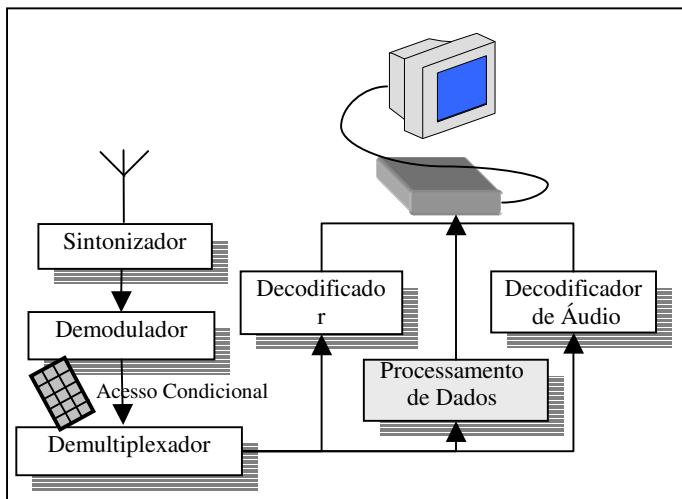


Figura 2 – Principais módulos de um Set-Top Box

1) Sintonizador

No caso do *set-top box* para recepção de radiodifusão terrestre, o sintonizador seleciona um canal de VHF ou UHF (de 6 MHz, no caso do Brasil) onde existe informação de áudio e vídeo. Para transmissão via satélite o canal é tipicamente de 30 MHz. No caso de transmissão a cabo o canal usualmente é de 8 MHz. O sintonizador converte o sinal de radiofrequência para sinal banda base codificado, que pode ser mais facilmente manipulado pelos componentes adjacentes.

2) Demodulador

A implementação do demodulador é altamente dependente do padrão adotado para a transmissão do sinal de radiodifusão. No caso da radiodifusão terrestre, existem 3 padrões utilizados pelo mundo. São eles:

- ATSC (*Advanced Television Systems Committee*), que é o padrão americano;
- DVB (*Digital Video Broadcasting*), o padrão europeu;

- ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*), o padrão japonês.

A função do demodulador é amostrar o sinal sintonizado e convertê-lo em feixes de bits denominados *Transport Stream*, que contém vídeo, áudio e dados codificados. Uma vez que o *stream* é recuperado, é feita uma checagem de erros para então encaminhar o *stream* ao demultiplexador.

3) Acesso Condicional

No caso de receptores de TV aberta terrestre o módulo de acesso condicional não é obrigatório. É baseado em algoritmos complexos que previnem que usuários não autorizados acessem programas ou serviços, bloqueando tanto o *stream* de dados como um todo (coleção de canais) ou *streams* de dados de um tipo particular (um canal ou um programa específico).

Uma opção de implementação desse componente é pela utilização de *smartcards* (cartões programáveis), que são inseridos no decodificador e armazenam a chave para descryptografia de um usuário específico, entre outras informações.

Esse módulo é interessante para uma emissora que deseja controlar o acesso a uma programação por região geográfica ou mesmo pagamento por evento (*pay-per-view*) [2].

4) Demultiplexador

Um *stream* de dados codificados no padrão MPEG-2 – *Moving Picture Experts Group* consiste de pacotes de dados unicamente identificados por um PID (*Packet Id*) numérico. O demultiplexador examina todos os identificadores, seleciona pacotes específicos, descryptografa e encaminha para um decodificador específico. Por exemplo, todos os pacotes com identificador de vídeo serão encaminhados para o decodificador de vídeo. O mesmo ocorre para áudio e dados.

5) Decodificador de Vídeo

Um decodificador de vídeo transforma os pacotes de vídeo em seqüência de imagens a serem exibidas no monitor de TV, formatando em diferentes resoluções de tela. Na saída de um codificador de vídeo existe um microprocessador gráfico, cuja função é renderizar (desenhar) arquivos gráficos de aplicações interativas ou mesmo páginas da Internet.

Uma vez renderizado, o arquivo gráfico é usado para sobrepor o vídeo exibido por um programa TV [1].

6) Decodificador de Áudio

O *stream* de áudio comprimido é enviado para o decodificador de áudio para descompressão. A saída pode ser um áudio em formato analógico (estéreo / mono) ou digital.

7) Processamento de Dados

Para processar os dados de um programa interativo ou aplicação, o *set-top box* possui elementos similares a um computador pessoal, com processador, memórias, dispositivos de armazenamento etc. Esses elementos são descritos a seguir:

7.1) Processador

O processador, ou CPU, é o cérebro do *set-top box* [1]. Suas funções são, basicamente:

- inicializar os vários componentes de hardware do decodificador;
- monitorar e gerenciar hardware;

- carregar dados e instruções da memória;
- executar programas.

Segundo O'Driscoll [1], são usados em *set-top boxes* comerciais processadores das famílias ARM (*Advanced Risc Machines*), MIPS (Philips e NEC), PowerPC (IBM e Motorola), Sparc Risc (Sun Microsystems), STx0 (ST Microeletronics), SH-4 Series (Hitachi) e x86 (Intel).

Os processadores contêm uma unidade lógico-aritmética para cálculos e operações lógicas, uma unidade de controle para processar dados de entrada e processar instruções e um clock, cuja função é sincronizar todas as partes do *set-top box*. A frequência do clock determina a velocidade do processador em MHz.

As ações do usuário, bem como instruções dos programas em execução, são interpretadas e executadas pelo processador. Exemplo de ação do usuário executada: solicitação de mudança de canal pelo controle remoto.

Um barramento conecta o processador aos demais dispositivos que recebem dados ou instruções, bem como às interfaces físicas, como ilustrado na Figura 3, a seguir:

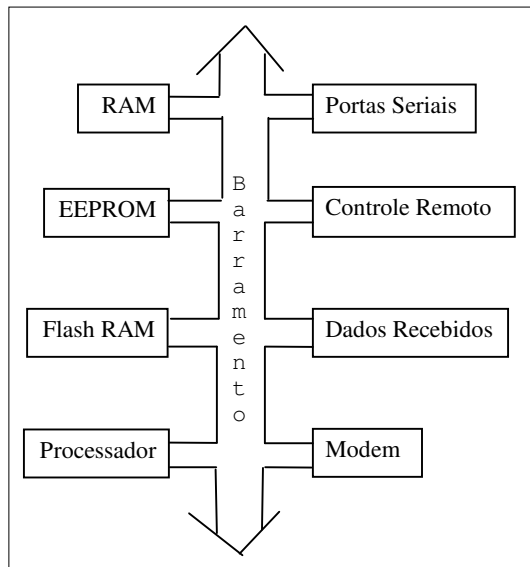


Figura 3 – Barramento da CPU

7.2) Memória

O módulo de memória, que é implementado em um chip, é responsável por uma porcentagem substancial do custo de um *set-top box*. Componentes como máquina gráfica, decodificador de vídeo etc, precisam da memória para executar suas funções. São utilizadas memória RAM e ROM:

a) RAM (*Random Access Memory*)

A RAM é usada como uma área de armazenamento temporária para dados fluindo entre o microprocessador e vários componentes de hardware. Existem 2 tipos de RAM em um *set-top box* :

- DRAM (*Dynamic RAM*);
- SRAM (*Static RAM*).

Ambas perdem o conteúdo quando o *set-top box* é desligado. Enquanto a DRAM necessita de um *refresh* milhares de vezes por segundo, a SRAM não. Porém, ela é consideravelmente mais cara que a DRAM. A SRAM é geralmente usada para atividades com tempo crítico, como processamento de vídeo, por exemplo. A DRAM é usada para aplicações interativas.

O tamanho e a velocidade da RAM tem grande influência no desempenho de um *set-top box*.

b) ROM (*Read Only Memory*)

Uma vez que um dado é escrito em um chip ROM, nem o operador de rede nem o usuário são capazes de removê-lo. ROM é não-volátil, o que significa que não perde o conteúdo quando o *set-top box* é desligado. Muitos *set-top boxes* contêm EEPROM e memória flash, que são variações da tecnologia ROM.

- EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*):

Esse tipo de memória é usado em *set-top box* para armazenar controles e informações de inicialização. O dado é armazenado permanentemente, mesmo que o STB seja desligado. A EEPROM pode ser apagada eletricamente.

- Memória Flash [2]

O chip de memória flash é muito similar em funcionalidades com uma EEPROM. A diferença é que a flash pode ser apagada e reprogramada em blocos de dados, ao invés de um byte por vez, o que resulta em maior velocidade. Essa característica permite que possam ser feitas atualizações do sistema operacional e de aplicações de software residentes através da rede, sem visitar fisicamente o usuário.

Essa atualização pode ocorrer de forma intrusiva ou em *background*. Na forma intrusiva, a mensagem aparece na tela da TV notificando o usuário que há atualização disponível. Se o usuário escolhe fazer a atualização, o *set-top box* fica *off-line* durante a execução.

O tempo de uma atualização depende da velocidade da memória flash e da quantidade de código transmitida. *Set-top boxes* projetados para suportar atualizações intrusivas requerem menos memória flash e, normalmente possuem um único módulo de memória.

Já uma atualização em *background* não interrompe o uso do *set-top box* para visualização de TV. Nesse caso, o *set-top box* contém 2 módulos de memória flash, um para o código em uso e outro para código que está sendo recebido. O sistema troca para o outro componente flash assim que o *set-top box* é reinicializado. Os usuários são notificados das novas funcionalidades que foram instaladas por uma tela. Obviamente esse método de atualização é mais caro.

Além disso, a memória flash também pode ser usada para armazenar informações específicas do usuário. Toda vez que um usuário faz uma compra ou visita uma página na Internet, detalhes dessas ações são armazenadas na memória flash, também com a finalidade de marketing e personalização de suas preferências.

- Disco Rígido

O uso de discos rígidos em um *set-top box* o transforma em um PVR (*Personal Video Recorder*), que permite que o usuário tenha controle sobre a programação recebida, podendo-a gravar, copiar e reproduzir quando necessário.

Esse recurso exige que comandos semelhantes aos de um vídeo-cassete, como pausa, *fast forward*, play etc, sejam implementados.

Essa funcionalidade criou um novo paradigma na transmissão televisiva, de forma que atualmente existem muitos estudos tecnológicos para que se possa garantir a propriedade intelectual dos conteúdos.

8) Interfaces Físicas

As possibilidades de escolha de interfaces físicas para o *set-top box* crescem rapidamente, pois essa é uma tecnologia que ainda está em evolução. Serão citadas aqui algumas categorias de interfaces físicas, como definido em [1].

8.1) Modems

O modem é usado para prover serviços de interatividade ao usuário, através da constituição do canal de retorno, conectando o *set-top box* à uma emissora ou provedor de serviço.

Normalmente, os modems são acoplados ao *set-top box* na fabricação, porém, é possível instalar um modem externo.

As opções de modem frequentemente disponíveis em *set-top box* são ADSL, ou de telefonia fixa convencional.

Para *set-top boxes* de TV a Cabo, também pode ser usado o *Cable Modem*, termo que se refere a uma interface de rede que opera sobre um sistema de televisão a cabo. É uma tecnologia que potencializa a oferta de Internet rápida às operadoras de TV a cabo.

8.2) Interfaces Multimídia de Alta Velocidade

A necessidade de convergência entre PCs e tecnologias de eletrônica de consumo aumenta cada vez mais.

Em razão dessa convergência, os projetos de *set-top boxes* estão incorporando interfaces que os permitirão se comunicar em tempo real com dispositivos como câmeras de vídeo, DVD, tocadores de CD e teclados musicais. Para isso, os fabricantes adicionam interfaces como essas:

8.2.1) IEEE 1284 Porta Paralela

Provê ao *set-top box* uma comunicação em alta-velocidade, bidirecional, com uma impressora ou outros dispositivos. Essa interface é capaz de enviar dados ao dispositivo a uma velocidade de 500 kbps a 2 Mbps.

8.2.2) USB (Universal Series Bus)

USB é um padrão de barramento externo originalmente especificado pela Intel para repor padrões de barramento mais antigos. Suporta tecnologia *plug-and-play*, de forma que mouses, *joysticks* e discos rígidos possam ser automaticamente configurados assim que fisicamente conectados ao *set-top box*.

Suporta dois protocolos de transferência de dados em alta velocidade: isosíncrono e assíncrono. Uma conexão isosíncrona suporta uma transferência de dados em taxa fixa e contínua e garantia de entrega, o que permite o uso de *scanners*, dispositivos de vídeo e impressoras se comunicar com o *set-top box* a 12 Mbps. O protocolo assíncrono é mais lento e é usado para comunicar com teclado, *joysticks* e mouses a 1.5 Mbit/s.

8.2.3) IEEE 1394 (FireWire)

É um padrão de rede projetado para conectar dispositivos eletrônicos de consumo de alta largura de banda como câmeras, videodisc players and *set-top boxes*. Assim como USB, também é *plug-and-play*. Suporta a transferência de dados de 98.3 Mbps

(S100) até 393.2 Mbps (S400). Assim como a USB, possui transmissão isossíncrona, transferindo dados a uma taxa garantida, o que é ideal para dispositivos com grande quantidade de dados em movimento.

Até poucos anos atrás, poucos fabricantes incorporavam FireWire (implementação da Apple para o IEEE 1394) nos projetos, mas isso já está mudando, a exemplo dos videogames, que já suportam essa interface.

8.2.4) 10 Base-T (Ethernet)

Interface usada para conectar o *set-top box* a uma rede, na intenção de compartilhar recursos e dados.

8.2.5) Interface Serial RS232

A porta RS 232 é usada para comunicação serial. Normalmente, essa interface vem de fábrica. Usa-se um conector D com 9 pinos que permite conectividade a impressoras seriais, computadores e modems telefônicos.

8.2.6) Controle Remoto

O Controle remoto é o dispositivo pelo qual o usuário interage com as funcionalidades da TV, como aumentar volume, mudar de canal etc. Na TV Digital Interativa, ele também é usado para navegação pelas aplicações, pelas setas direcionais e/ou por botões coloridos com função programável pela aplicação.

Os comandos são enviados do controle remoto ao *set-top box* por sinais infravermelho, atualmente transmitindo em taxas de 4Mbps (IrDA-1.1) [5].

Uma vez que um comando é recebido pelo *set-top box*, esse comando é enviado ao microprocessador, que o executa e exibe o resultado na tela da TV.

Existem controles remotos com teclado embutido, a fim de facilitar a inserção de textos em aplicações interativas, como e-mail, por exemplo.

Além das interfaces citadas, outras podem ser adicionadas como, por exemplo, teclado sem fio, interfaces com VCR (PAL-M) e leitores de *smartcard*.

Componentes de Software

Conforme listado em Nicholls [2], a arquitetura de um *set-top box* é composta por três camadas de software, acima do hardware, como definido na Figura 3, abaixo:

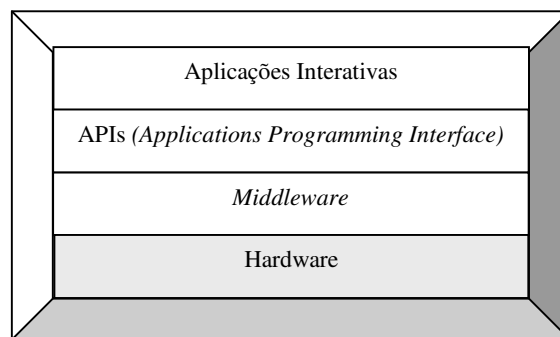


Figura 4 – Arquitetura em camadas de software do Set-top box

Associado ao hardware está a BIOS (*Basic Input Output Software*) e o sistema operacional.

Middleware

Entre as camadas de hardware e o *middleware* estão definidos os *drivers* para dispositivos como leitores de *smartcards*, modem e etc. Cada fabricante de *set-top box* desenvolve seu próprio *driver*.

Segundo [3], a finalidade da camada de *middleware* é oferecer um serviço padronizado para a camada de aplicações, escondendo peculiaridades das camadas inferiores como, por exemplo, a tecnologia usada para compressão, modulação etc.

O uso do *middleware* permite que haja portabilidade das aplicações, de forma que possam ser transmitidas para qualquer *set-top box* com determinado *middleware* adotado [4].

No *middleware* também podem existir as máquinas virtuais, que permitem ao desenvolvedor usar o mesmo código nativo para diferentes plataformas de *set-top boxes* com alterações mínimas, como uma *Java Virtual Machine*, por exemplo.

Também podem fazer parte do *middleware* máquinas para apresentação de código HTML, *JavaScript*, XHTML, entre outras linguagens declarativas ou procedurais.

As APIs compõem a interface entre o *middleware* e as aplicações, de forma que os desenvolvedores de aplicações não precisem entrar em detalhes de implementação do *middleware*. Um exemplo de API é a JAVA TV, um subconjunto da *Sun Personal Java Virtual Machine*, que implementa funções específicas para implementação de aplicações para TV digital interativa.

Middlewares Usados Mundialmente

Atualmente existem quatro *middlewares* principais utilizados mundialmente. São eles [3]:

- **MHP** (*Multimedia Home Platform*). Surgiu no ano 2000, por um esforço do grupo DVB, responsável pelo padrão europeu, em criar um ambiente portátil para aplicações em *set-top boxes* de diversos fabricantes. Seu ambiente de execução é baseado em uma Máquina Virtual Java e implementa também HTML. Existe hoje uma iniciativa européia para a unificação em nível mundial dos *middlewares*. Essa iniciativa é denominada GEM (*Globally Executable MHP*).
- **MHEG-5** (*Multimedia and Hypermedia Information Coding Expert Group*). *Middleware* utilizado no Reino Unido, que também faz uso do padrão europeu de transmissão DVB. Serviu de referência na elaboração do MHP.
- **ACAP** (*Advanced Common Application Platform*). *Middleware* do padrão americano ATSC, recém especificado. Foi derivado do OCAP (*Open Cable Application Platform*), Também faz uso da máquina virtual Java e busca a compatibilidade com o GEM.
- **ARIB** (*Association of Radio Industries and Business*). O *middleware* do padrão japonês ISDB é formado por algumas especificações, como o STD B-24 (*Data Coding and Transmission Specification for Digital Broadcasting*) que define uma linguagem declarativa denominada BML (*Broadcast Markup Language*). Essa linguagem é baseada em XML.

Aplicações Interativas

As aplicações são programas de computador, desenvolvidos em linguagens declarativas ou procedurais que, executados em um *set-top box*, oferecem ao usuário serviços específicos, como governo eletrônico, ou opções de interatividade agregadas a programas de TV, como a votação de um programa *Big Brother*.

A aplicação interativa mundialmente mais utilizada é o EPG (*Electronic Programming Guide*), que apresenta a grade de programação disponível nos canais por um período de tempo.

As aplicações podem ser residentes no *set-top box* (não fazem uso do *middleware*), ou podem ser transmitidas e carregadas pelo *set-top box*. Para isso, faz-se o uso de um carrossel de dados [4], que permite a transmissão repetida e periódica de dados, de forma que ele esteja pelo menos parcialmente disponível quando solicitado pelo usuário.

PERFIS DE SET-TOP BOXES

Conforme classificado pela empresa NDS [4], *set-top boxes* podem ser produzidos para vários perfis de mercado, considerando desde terminais básicos, com poucas funcionalidades além de receptor de TV, alguns perfis intermediários, chegando até os perfis mais avançados, com muitas funcionalidades e grande poder de processamento.

Set-top boxes Básicos (Low-End)

Esse tipo de *set-top box* de baixo custo funciona, basicamente, como um receptor de TV Digital. Suporta a interatividade das aplicações, usualmente não possui canal de retorno, ou seja, só permite interatividade local.

A especificação típica de um *set-top box* básico pode ser exemplificada pela seguinte configuração:

Entradas	Sintonizador para o meio de transmissão e padrão adotado.
Saídas de Vídeo	NTSC/PAL MPEG2 PAL-M no caso do Brasil.
Saídas de Áudio	Dolby digital (phono ou digital).
Interface de dados	RS232.
Canal de Retorno	Modem telefonia fixa (opcional).
Performance Gráfica	256 cores. Quatro planos: vídeo (tela cheia ou escalonado), imagem fixa, imagem de fundo.
Memória	Flash: 1 módulo de 4 MB. SDRAM : 4-8 MB.

Tabela 1. Especificação de um *set-top box* básico

Set-top boxes Médios (Mid-Range)

Os *set-top boxes* médios, geralmente são os escolhidos por operadoras de TV por assinatura, pois suportam todas as funcionalidades necessárias para uso das aplicações interativas básicas.

Entradas	Sintonizador para o meio de transmissão e padrão adotado. Opcionalmente múltiplos sintonizadores para o PVR.
Saídas de Vídeo	NTSC/PAL MPEG2 PAL-M no caso do Brasil.
Saídas de Áudio	Dolby digital (phono ou digital).

Interface de dados	IEEE-1394, USB, RS232.
Canal de Retorno	Modem telefonia fixa, chipset para voz sobre IP
Performance Gráfica	256 cores. Quatro planos: vídeo (tela cheia ou escalonado), imagem fixa, imagem de fundo.
CPU	> 100 MIPS
Memória	Flash: 8 MB. SDRAM : 16 MB.
Acessórios Opcionais	Controle remoto. Teclado sem fio. Hard-disk para funcionalidades de PVR .

Tabela 2. Especificação de um *set-top box* médio

Set-top boxes Avançados (High-End)

Os *set-top boxes* avançados contemplam todas as funcionalidades dos perfis anteriores, além de incorporar outras como personalização de usuário, interface para uma *home-network*, dentre outras. Características de um modelo avançado, em pouquíssimo tempo podem ser passadas ao modelo médio, pois vão surgindo novas tecnologias e os preços desses componentes tendem a diminuir com o tempo.

Entradas	Sintonizador para o meio de transmissão e padrão adotado, múltiplos sintonizadores , ADSL.
Saídas de Vídeo	NTSC/PAL MPEG2 PAL-M no caso do Brasil. HDTV e suporte para <i>Wide-screen</i> .
Saídas de Áudio	<i>Dolby</i> digital (phono ou digital).
Interface de dados	IEEE-1394, USB, RS232. Opcional: <i>Bluetooth</i> .
Canal de Retorno	Modem telefonia fixa, chipset para voz sobre IP, ADSL.
Performance Gráfica	256 cores. Quatro planos: vídeo (tela cheia ou escalonado), imagem fixa, imagem de fundo.
CPU	> 300 MIPS
Memória	Flash: 16-64 MB. SDRAM : 32-128 MB.
Acessórios Opcionais	Controle remoto Teclado sem fio Hard-disk para funcionalidades de PVR

Atualizações de Set-top boxes

Quando um consumidor adquire uma TV, a expectativa é que se permaneça com ela por muitos anos. Ao adquirir um PC, sabe-se

que ele ficará obsoleto em um curto período de tempo e deverá ser trocado. O *set-top box* é um caso intermediário entre essas duas situações, devendo permanecer na casa do usuário por alguns anos. Na visão do usuário, o *set-top box* forma um conjunto com a TV. No entanto, emissoras e operadoras podem constantemente oferecer novas funcionalidades que exijam mais recursos do terminal.

Dessa forma, o projeto de um *set-top box* deve permitir que algumas extensões sejam feitas de modo que o *set-top box* não necessite ser trocado, como por exemplo, adicionar um slot livre de PCMCIA, permitir a expansão de módulos de memória, troca de CPU, ou de controle remoto por outro com funções mais avançadas, etc.

A atualização de software também pode ser feita remotamente, e até de maneira transparente para o usuário, como mencionado anteriormente, usando duas memórias flash.

EXEMPLO DE IMPLEMENTAÇÃO: INTEL 815E DIGITAL SET-TOP BOX [8]

O Intel® 815E *Digital Set Top Box Reference Design* (DSTB) consiste de uma placa de computador, combinada com BIOS, Sistema Operacional e software de aplicações que irão funcionar como um *IP-VoD set-top box*, ou seja, implementa o protocolo TCP/IP e em funcionalidade para recebimento de Vídeo sob-demanda (semelhante ao *pay-per-view*).

O projeto da placa pretendeu abranger as funcionalidades básicas de um *set-top box*, mas de forma expansível. Suas principais características são:

- Performance escalável, com suporte aos processadores:
 - Low Voltage Intel® Celeron® de 650, 733 e 866 MHz;
 - Ultra Low Voltage Intel® Celeron® processor de 700, 733 e 800 MHz
- Barramento de sistema de 100 e 133 MHz.
- Decodificador de vídeo baseado em *Microsoft Windows Media 9* e MPEG 1/2/4.
- *Chipset* integrado com gráficos 3D, a fim de garantir estabilidade e menor custo.
- Suporte para até 512 MB de PC133 SDRAM.
- 16MB - 640MB IDE Flash Disk modular.
- Receptor infravermelho para controle remoto e teclado.

O diagrama de blocos da Figura 5 ilustra os componentes e relação entre eles para esse *set-top box*.

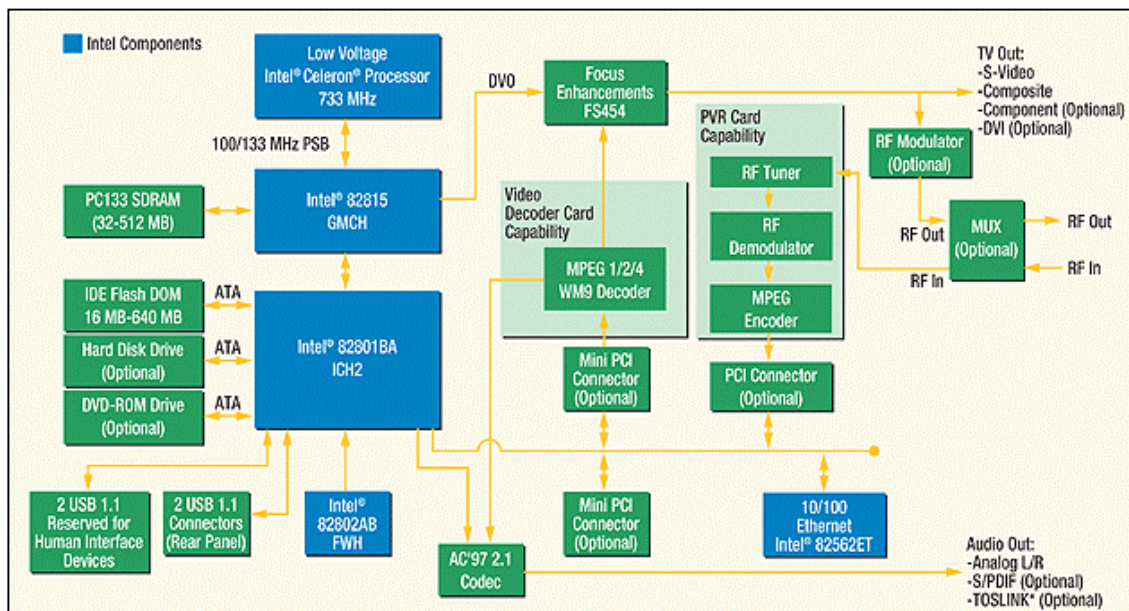


Figura 5 - Diagrama de blocos do Intel 815 Digital Set-top box

ASPECTOS DE CUSTO

Conforme [4], o custo de um *set-top box* pode variar muito em função das funcionalidades incluídas em cada modelo.

No caso da TV por assinatura, o preço final ao consumidor depende muito do subsídio oferecido pela operadora de TV. No caso da TV aberta, esse papel do operador não existe, o que dificulta a existência de subsídios, ao menos que ele seja oferecido pelo governo, como ocorreu na implementação da TV Digital na Itália. De qualquer maneira, é interessante que o projeto da arquitetura tenha como foco o baixo custo para o consumidor final.

Custos Fixos

Segundo a NDS, desenvolvedores de *middleware* e componentes para TV Digital Interativa[4], alguns dos elementos que compõem o custo fixo de um *set-top box* são :

- *Front-End*: Esse componente do *set-top box* é composto basicamente pelo sintonizador e demodulador. Apesar do *front-end* ser dependente do meio de transmissão (terrestre, satélite, cabo etc) e da modulação usados, muitos componentes são similares. Separar os componentes dessa placa facilita a produção de *set-top boxes* para diferentes tipos de transmissão, em contrapartida de um pequeno custo adicional ao fabricante.
- Chipset integrado: O uso de um chipset integrado MPEG-2 para decodificação do stream demodulado tem se tornado um padrão mundial, o que reduz consideravelmente o custo de fabricação.

Licenciamento

Tecnologias usadas em um *set-top box* como MPEG-2, DVB, acesso condicional, áudio *Dolby Digital* etc estão sujeitas ao pagamento de licenças de uso, pois são proprietárias.

O custo da licença pode ser distribuído e negociado entre as partes, de forma que não seja todo atribuído ao consumidor final.

Custos Variáveis

O custo do *set-top box* pode variar em função elementos que aumentam sua performance, como por exemplo:

- MPEG-2 *chipset*: *set-top boxes* mais avançados podem fazer uso de *chipssets* com melhor performance gráfica, por exemplo.
- Quantidade de memória RAM e Flash;
- Canal de retorno: quanto mais rápido for o modem, maior o custo, como modem para banda larga, por exemplo.
- Controle remoto e teclado: é necessário decidir quais botões do controle remoto especializados são necessários. Algumas aplicações podem exigir o uso de um teclado, inclusive.
- Nível de segurança adotado na transmissão de dados: como qualquer sistema computacional, políticas de segurança encarecem a plataforma.

O SISTEMA BRASILEIRO DE TELEVISÃO DIGITAL

O Brasil está em processo de definição sobre qual padrão de TV Digital terrestre será adotado até o início de 2006.

Foi criado um decreto presidencial em novembro de 2003, que estabeleceu a criação do projeto SBTVD (Sistema Brasileiro de

Televisão Digital) a fim de estudar as possibilidades para todas as partes dessa plataforma, como protocolo de transmissão, codificação, *middleware* etc. Estão envolvidas nesse projeto cerca de 70 instituições de pesquisa, totalizando, aproximadamente 1200 pesquisadores.

Além de propor um modelo de referência para a plataforma do SBTVD, esse projeto também estuda políticas de mercado, regulamentação e outros fatores que podem influir no custo final e, portanto, na aceitação da tecnologia pela população.

Terminal de Acesso do SBTVD

O decreto governamental que instituiu o SBTVD tem como premissa utilizar essa plataforma como uma ferramenta de inclusão digital, considerando a grande penetração que a TV tem na população brasileira.

Dessa forma, existe a necessidade de se garantir um baixo custo para o *set-top box*, denominado Terminal de Acesso, no escopo do projeto.

Um consórcio coordenado pela USP (Universidade de São Paulo) estuda uma arquitetura de referência para o Terminal de Acesso do SBTVD, de forma que ele tenha um custo admissível pelo usuário (menor de R\$ 400, segundo pesquisas realizadas), e que suporte as características exigidas como interatividade e baixo custo.

CONCLUSÃO

Como descrito, pelo fato de tratar dados além de áudio e vídeo, a arquitetura de um *set-top box* apresenta muitas semelhanças com a arquitetura do hardware de um PC.

Embora essa semelhança exista, ainda há muito a ser estudado em relação ao *set-top box*, pois a tecnologia de TV Digital, principalmente terrestre, ainda é considerada inovação pelo mundo afora.

Bons projetos desses terminais, que privilegiem o baixo custo e funcionalidades que agreguem valor ao uso da TV Digital são cruciais para adoção da tecnologia pela população, principalmente nesse momento em que o Brasil está trabalhando na definição do que será adotado em TV Digital para um futuro próximo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] O'Driscoll, G. *The Essencial Guide to Digital Set-top Boxes and Interactive TV*. Prentice Hall, 1999.
- [2] Nicholls, R. *SMS – Today's Interactive Television*. Australia, 2000. <http://www.broadcastpapers.com>.
- [3] Becker, V. Montez, C. *TV Digital Interativa. Conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil*. Florianópolis, I2TV, 2004.
- [4] Bar-Haim, P. Wald, S. *The NDS Guide to Digital Set-top Boxes*. NDS Ltd, 2002.
- [5] Padrão IrDA (*Infra Red Data Association*) - <http://www.irda.org/irda/standard-overview.html>.
- [6] Lonczewski, F, Jaeger R. *An extensible Set-Top-Box Architecture for interactive and broadcast Services offering sophisticated UserGuidance*.
- [7] MIPS Technologies – Market Profile. *MIPS® IDTV and STB Market Value Proposition*.
- [8] *Intel 815E Digital Set Top Box Reference Design*. <http://www.intel.com/design/celect/refdesign/815dstb/815dstb.htm>.
- [9] Sistema Brasileiro de Televisão Digital – <http://www.sbtvd.cpqd.com.br>.