Universidade do Porto FEUP Faculdade de Engenharia	Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores 5º Ano 1º Semestre **2002/2003**

HDTV e Cinema Digital

"State of the Art"

Helder Filipe Patrício Cabral Ferreira (hfilipe@fe.up.pt)
Paulo César Carvalho Pereira (paulo.pereira@fe.up.pt)

Televisão Digital

FEUP, 16/12/2002

Índice

INTRODUÇÃO: A NOVA ERA DIGITAL **4**

PARTE I – CINEMA DIGITAL **5**

BREVE HISTÓRIA DO CINEMA E DO CINEMA DIGITAL 5
MOTIVAÇÃO PARA O CINEMA DIGITAL 8
CINEMA DIGITAL E OS SEUS ELEMENTOS 9
Produção *9*
Distribuição *9*
Projecção *9*
DISTRIBUIÇÃO DO CINEMA DIGITAL 11
Segurança *11*
Suporte de distribuição de filmes digitais *12*
TÉCNICAS PARA CINEMA DIGITAL 15
WaterMarking *15*
Blue Screens *16*
Cobertura estática 16
Cobertura dinâmica 16
FERRAMENTAS PARA CINEMA DIGITAL 18
TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES 20
MPEG + ... *20*
Controlo de qualidade constante 20
Informação de cor 21
Difusão de erros 21
Conclusão 22
IMAX *23*
THX *25*
AC-3 ..... *27*
Codificação AC-3 27
Descodificação AC-3 28
Sony Dynamic Digital Sound (SDDS) *29*
Microsoft Windows Media 9 ..... *30*
Home Theaters *31*
Tipos de Formatos de Surround-Sound: 32
Dolby Surround Sound 32
Dolby Pro Logic 32
Dolby Digital/Dolby Digital 5.1 33
Dolby Digital EX 33
Digital Theater Sound (DTS) 34

PARTE II – DTV E HDTV 35

BREVE HISTÓRIA DA DTV/HDTV 35
DA TELEVISÃO ANALÓGICA PARA A DIGITAL 37
O sinal 38
Os formatos 38
O aspect ratio 38
PRINCÍPIOS BÁSICOS DA TELEVISÃO DIGITAL 39
Aspect Ratio 39
Resolução 40
Qualidade do som 40
Eliminação de ruídos na imagem 40
Entrelaçado vs Progressivo 41
Multicasting 42
Processo técnico de criação de televisão digital 42
DISTRIBUIÇÃO DE DTV/HDTV 43
DTV/HDTV por Satélite 43
DTV/HDTV por Cabo 43
DTV/HDTV por Difusão 44
EQUIPAMENTOS PARA DTV/HDTV 45

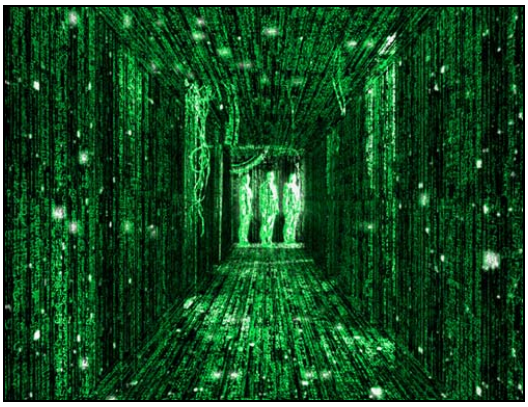
CONCLUSÕES 46

CINEMA DIGITAL 46
DTV/HDTV 46

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS REFERÊNCIAS 47

BREVE GLOSSÁRIO 49

Introdução: A Nova Era Digital



A nossa sociedade tem sofrido diversas modificações ao longo dos tempos.
Desde a descoberta do fogo à revolução indústrial, que o nosso mundo tem-se impulsionado através de *bursts* de conhecimento que têm modificado o nosso modo de viver, pensar e agir. Com o aparecimento dos computadores e o acordar de uma nova era, o mundo dá mais um passo em frente e assume-se como um todo tecnológico, interligado por poderosas redes com um poder computacional espantoso.

É o despertar da *nova era digital*.

Há quem diga que, à semelhança da revolução indústrial, estamos a atravessar uma revolução digital!
É neste contexto, que as tecnologias até então existentes se têm modificado, procurando servir melhor a Humanidade. Sendo assim, também as Artes e a Comunicação evoluem, procurando uma migração do que até hoje conhecemos por analógico, para o tão denominado perfeito digital.

Este trabalho procura fazer um apanhado desta evolução em dois campos da comunicação: o **cinema digital** (*DCinema*) e a **televisão digital** (*DTV* e *HDTV*), apresentando as suas funcionalidades, propriedades, técnicas e perspectivas futuras.
Embora, muito esteja ainda por decidir, e nos encontremos, neste preciso momento, no meio de uma revolução tecnológica, é com bastante interesse que analisamos e dissecamos o caminho já iniciado mas ainda pouco definido, que o cinema e a televisão digital tem atravessado nos últimos tempos.

"*An invasion of armies can be resisted, but not an idea whose time has come.*"

Victor Hugo, Histoire d'un crime, 1852

Parte I – Cinema Digital

Breve história do cinema e do cinema digital

A história do cinema conta também, nos seus primórdios, com a ajuda de todos aqueles que contribuíram para o nascer da fotografia e, um pouco mais tarde, da gravação do som. Para termos uma ideia dos passos mais importantes dados nesse sentido, vejamos uma cronologia interessante:

1829
- Dauguerre junta-se a Niépce na invenção de aparelhos fotográficos.

1877
- Thomas Edison grava som num cilindro.

1879
- Muybridge inventa o Zoopraxiscope para mostrar uma sequência de imagens.

1880
- Edison inventa a lâmpada.

1888
- Edison e Muybridge unem esforços no sentido de juntar o fonógrafo e o Zoopraxiscope para a reprodução simultânea de som e imagem.

1895
- Os irmãos Lumière, desenvolvem em França a primeira câmara portátil e apresentam ao público a primeira projecção de um filme.

1903
- Também em França, Pathé usa uma máquina para colorir filmes gravados a preto e branco.

1912
- Introdução de câmaras de filmar motorizadas, em substituição das de alavanca manual.

1913
- Os edifícios de cinema começam a tornar-se cada vez mais sumptuosos, para atrair mais audiência.

1915
- Harry Aitken cria a Triangle Pictures e recorre à venda de partes da companhia para a financiar. Torna-se na primeira companhia a ser pública.

1920
- Começa a era de difusão comercial de rádio.

1926
- É lançado o filme Don Juan, com acompanhamento orquestral e efeitos sonoros em disco. Outras companhias gravam bandas sonoras numa faixa óptica escondida ao longo das bordas da película.

1927
- É criada em Hollywood a Academy of Motion Picture Art and Sciences.

1927
- Farnsworth grava a primeira imagem electrónica.

1929
- Um filme é exibido a cores.

1934
- Technicolor tri-color é utilizada brevemente num filme de acção.
- Farnsworth faz a primeira demonstração de um sistema televisivo a funcionar.

1935
- A Kodak desenvolve a película a cores Kodachrome color film. Becky Sharp torna-se assim no primeiro filme totalmente a cores.

1939
- É na New York World's Fair que é mostrada ao público a televisão. Começa a difusão regular de sinais de televisão.
- Ainda na mesma feira é feita uma demonstração pública de um filme 3-D.

1940
- Na tentativa de trazer um sinal de melhor qualidade a uma cidade escondida num vale, um vendedor da Pennsylvania desenvolve a tecnologia por cabo.

1951
- A televisão está já largamente espalhada. Em 1951 existem já 1,500,000 receptores de TV nos EUA.

1952
- Os filmes estereoscópicos 3-D começam a atrair o interesse da audiência.
- O sistema de grande ecrã Cinerama é desenvolvido, utilizando múltiplos projectores para criar um espectáculo visual bastante melhor do que qualquer receptor de televisão.

1953
- A 20th Century Fox desenvolve o CinemaScope, que permite a ilusão de uma projecção num ecrã mais largo.

1954
- A difusão de televisão começa a ser feita a cores.

1972
- A Service electric, uma companhia de TV por cabo da Pennsylvania, ofereçe serviços de *pay TV*, a que chama Home Box Office.

1975
- A Sony vende o primeiro vídeo VCR, Betamax, para visualização e gravação, a quem se segue a JVC com o VHS.

1976
- Os laboratórios Dolby introduzem o Dolby Stereo nos filmes.

1977
- 'Star Wars', de George Lucas e 'Encontros Imediatos de Terceiro Grau', de Spielberg são exibidos e são um sucesso.

1978
- A Philips cria o primeiro leitor de cd's de vídeo.

Inícios de 1990
- Os computadores começam a ser utilizados como sistemas de edição de imagem, e dentro de poucos anos irão dominar a pós-produção.

1991
- Os efeitos especiais gerados por computador no filme 'Exterminador Implacável II' são visualmente espectaculares e estabelecem definitivamente o computador como a ferramenta mais poderosa para a criação de efeitos especiais alguma vez desenvolvida.

1992
- É feita a primeira demonstração pública de cinema digital. O filme Bugsy é exibido num cinema preparado para o efeito.

1994
- O sistema DirecTV é lançado, utilizando satélites em órbitas geoestacionárias.

1995
- Surge o filme 'Toy Story', o primeiro filme completamente gerado por computador.
- Os discos CD-ROM conseguem armazenar um filme completo.

1998
- São introduzidos os DVDs, que rapidamente ganham popularidade.

1999
- Começam as demonstrações de cinema digital ao público, a 19 de Junho, com George Lucas e Star Wars: Episode 1 - The Phantom Menace.

2000
- As demonstrações de cinema digital chegam à Europa e ao Japão.

2001
- No início do ano existem já 32 cinemas espalhados pelo mundo, equipados com sistemas de projecção para cinema digital. Em Julho, é exibido o filme Parque Jurássico III que utiliza pela primeira vez o formato de compressão MPEG+.

2002
- Nesta altura já mais de 30 filmes terão sido distribuídos em formato digital, incluindo títulos como 'The Perfect Storm', 'Shrek' e 'Final Fantasy'. Já existem mais de 40 cinemas digitais. A 5 de Março, George Lucas exibe um trailer do Episódio II da saga Star Wars, filme totalmente em 24-frames progressivas e de alta definição. A 16 de Maio, o filme é exibido em mais de 94 cinemas digitais por todo o mundo, e torna-se no primeiro filme a não usar as tecnologias tradicionais de filmagem.

Motivação para o cinema digital

O processo de distribuir e exibir um filme mudou muito pouco desde que os irmãos Lumiére apresentaram o primeiro filme a uma audiência em 1895.
Usando um negativo duplo, as impressões de filmes de 35mm são expostas e desenvolvidas, depois enviadas para os cinemas, e por fim projectadas.
O som e a cor foram apenas melhoramentos aos antigos filmes mudos a preto e branco.

Enquanto este processo fotoquímico analógico é capaz de produzir imagens com grande beleza e expressividade, cada vez mais a experiência dos consumidores é deteriorada pelo projector mecânico, que por vezes desvaloriza a qualidade de impressão dos filmes com uma pobre projecção dos mesmos.

Para além disso, a indústria cinematográfica gasta cerca de 1 bilião de dólares por ano, no fabrico e distribuição de impressões de filmes.
Sendo assim, recentemente, a atenção virou-se para a tecnologia digital e a sua potencial aplicação na distribuição e exibição de material cinematográfico.
Teoricamente, a distribuição digital de filmes iria clarificar a imagem, melhorar a qualidade, ter baixos custos, ter mais segurança e possuir maior flexibilidade no cinema (p.ex. versões multilingue).

Muitos são os componentes do cinema digital que necessitam actualmente de investigação e de normas, tais como: a compressão, os projectores digitais, a colometria, as interfaces dos sistemas, a edição e mudança de conteúdos, os formatos dos próprios conteúdos, a gestão de chaves de segurança e os equipamentos de comunicação.

Um dos centros de investigação criados para investigar novas tecnologias e soluções para o cinema digital, indicado pela MPAA (*Motion Picture Association of America*) é o *Digital Cinema Laboratory* na *University of Southern California's Entertainment Technology Center*.

Cinema digital e os seus elementos

O cinema digital consiste simplesmente numa nova abordagem de fazer e mostrar os filmes. A ideia básica é a de usar streams de bits, '1's e '0's, em vez de usar processos fotoquímicos numa película. Esta abordagem tem a grande vantagem, comum às tecnologias digitais, de permitir copiar, ler e transmitir a informação tal e qual ela foi originalmente gravada. As tecnologias analógicas vão-se degradando com a sua utilização. Para além disso, a informação em suporte digital torna-se muito mais versátil do que em suporte analógico, flexibilizando a manipulação das imagens.

A digitalização no cinema digital teve o seu maior impacto nas seguintes áreas:

- **Produção**: como é feito o filme.
- **Distribuição**: como o filme chega da produção aos cinemas.
- **Projecção**: como é mostrado o filme.

Produção

Para a produção, a era digital vem trazer vários benefícios inegáveis. Vejamos:

- **Custo**: As películas utizadas no cinema analógico são centenas de vezes mais caras do que o suporte digital, apesar de, mesmo assim, os valores monetários envolvidos no digital serem irrisórios para os orçamentos típicos em Hollywood. Para referência podemos indicar que na produção do filme Star Wars II foram gastos $16,000 em 220 horas de cassete digital. Se tivessem utilizado película, teriam gasto cerca de $1,800,000.
- **Flexibilidade**: Para o produtor torna-se bastante mais simples a edição de imagens em suporte digital. Quando são utilizados suportes analógicos, é necessário proceder à sua digitalização, edição e posterior regravação em suporte analógico, o que implica perdas no nível de qualidade. Deste modo é possível editar as imagens logo após a sua gravação, sem ser necessário passar por um qualquer processo de conversão, o que permite poupar tempo precioso. A flexibilidade também permite baixar os custos, porque tempo é dinheiro.

Distribuição

Com os actuais sistemas de distribuição, as companhias cinematográficas gastam imenso dinheiro com a gravação das fitas. A esses custos são ainda somados os custos relativos à distribuição dos filmes para os cinemas do mundo inteiro, e posterior recolha. Com os custos assim tão altos, as companhias normalmente não arriscam muito e são bastante cautelosas no número de cinemas em que exibem o filme. Se não o fizerem, correm o risco de não terem retorno do investimento.

A distribuição de dados em formato digital é bastante diferente. O filme pode ser gravado em suportes físicos, como o DVD-ROM, difundidos por cabo ou mesmo por satélite. Os custos de distribuição são assim drásticamente minimizados, sendo quase monetáriamente indiferente exibir um filme em 10 cinemas ou em 1000. Em qualquer uma das situações há medidas de protecção que terão de ser implementadas, como por exemplo a cifragem dos dados. Iremos analisar estes aspectos com mais detalhe num capítulo próprio.
Para os cinemas também há uma maior flexibilidade de gestão de exibições, ajudando assim a poupar um bocado de dinheiro e a agradar uma vasta clientela. Se, por exemplo, um filme esgotar, o cinema pode decidir exibir o filme em mais do que uma sala, sendo apenas uma questão de negociação com a companhia cinematográfica.

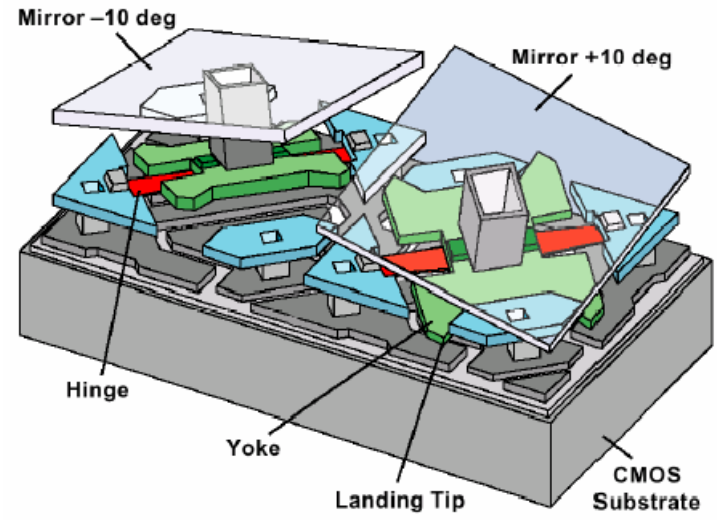
Projecção

O sistema de projecção é, sem dúvida, o ponto mais significativo do cinema digital. Praticamente toda a gente concorda que uma boa película e um bom projector produzem imagens fantásticas. O problema é que, de cada vez que se vê o filme, a qualidade da película vai piorando.

Muitos críticos são da opinião de que a película tem qualidade superior a um filme digital, mas também reconhecem que, enquanto a película se vai gradualmente degrandando, o filme digital continua o mesmo.

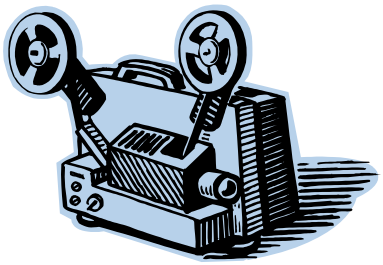
Actualmente destacam-se duas tecnologias para projecção de cinema digital:

- **Projectores de micro espelhos**: Neste sistema, uma lâmpada de alta potência ilumina um prisma que divide a luz nas componentes de côr vermelha, verde e azul. Cada uma das cores é direccionada para um chip semicondutor revestido com mais de um milhão de pequenos espelhos. Com base na informação de vídeo do filme, o chip posiciona cada um dos espelhos para reflectir a côr incidente. Colectivamente, os espelhos formam uma imagem monocromática que é novamente redirecionada para um prisma que se encarrega de juntar a imagem proveniente de cada chip, criando assim uma imagem a cores que é projectada no ecrã.



- **Projectores LCD**: Estes projectores reflectem a luz num espelho que é coberto por cristais líquidos. Com base na informação de vídeo do filme, o projector posiciona alguns dos cristais para deixarem a luz passar, e outros para a bloquear. Deste modo o projector altera as propriedades da luz incidente para criar uma imagem.

Distribuição do cinema digital

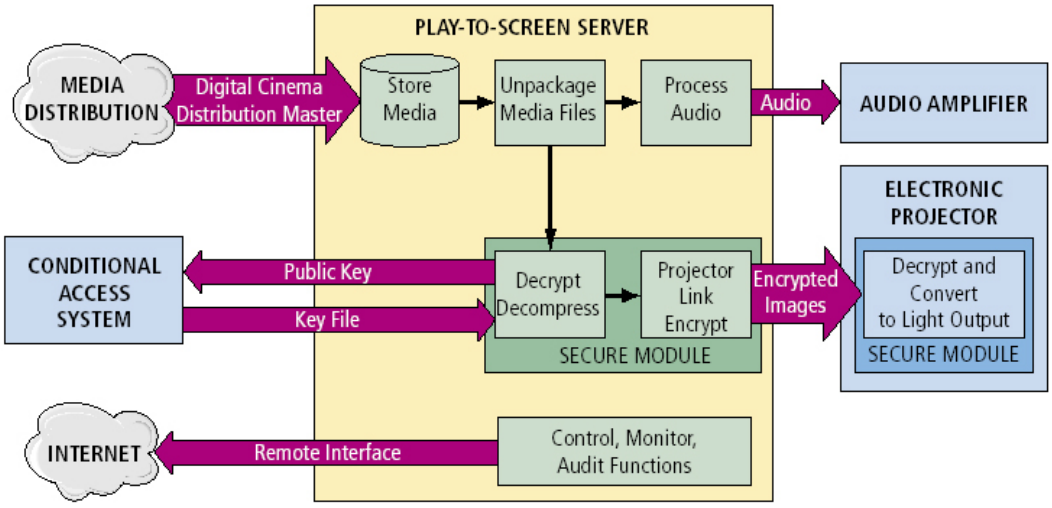


Apesar de o cinema ter sofrido diversas modificações quanto à sua maneira de produzir, comprimir e projectar, a sua distribuição pouco mudou.
Os filmes continuam a ser enviados para casas que os replicam e depois são enviados para as salas de espectáculos.

Existem diversos aspectos a ter em consideração quando falamos em distribuição de cinema digital, os mais importantes serão sem dúvida a segurança contra a pirataria (assegurar os direitos de autores) e o suporte do filme em si.

Segurança

Ninguém tem dúvidas que a pirataria provoca enormes prejuízos na indústria cinematográfica (actualmente cerca de 3 biliões de dólares). Muitas centenas senão milhares de pessoas vêm um filme mesmo antes de este ser projectado nas sala de cinema, lesando assim as produtoras de filmes e as salas de espectáculos.
Sendo assim, o problema da segurança é um assunto sério e muita investigação se tem desenrolado em volta deste tema. Sistemas de DRM (Digital Rights Management) têm sido investigados para ajudar a resolver este problema.
Sem dúvida que o aperfeiçoamento dos algoritmos de cifragem tem ajudado na luta contra a pirataria, mas a gestão de chaves de protecção nos filmes levanta ainda muitas questões, assim como a facilidade em adquirir os suportes que contêm o filme.
Outros processos de segurança baseiam-se em *Watermarking* e *Fingerprinting*.



Recentemente, a empresa *Cryptography Research Inc.* desenvolveu um protótipo que permitirá resolver em parte os problemas de distribuição do cinema digital.

Este protótipo consiste no seguinte método: os filmes digitalizados são cifrados com o algoritmo AES (actualmente considerado o algoritmo de cifragem mais potente do mundo) e guardados num disco rígido que é enviado para as salas de espectáculos, evitando assim as multi-caixas de DVD e a transmissão por difusão ou terrestre, que poderia ser facilmente "escutada". Enquanto o filme estiver em trânsito encontra-se assim protegido. De cada vez que os cinemas pretendem exibir o filme, têm de inserir um *smart card* e obter uma autorização online para desbloquear o disco rígido e poderem projectar o filme.
Deste modo, o problema de proteger muitos ficheiros de vídeo é reduzido ao problema de gerir uma pequena chave.
O processo de autorização da chave que acompanha o *smart card* é realizado através da digitação do código por um telefone normal, que faz uma ligação a uma extensa base de dados na central da empresa de segurança.
Foi também implementado software de revogação de chaves, protegendo assim os direitos de autores, evitando a pirataria.

Suporte de distribuição de filmes digitais

Existem diversos suportes de distribuição, os mais relevantes são os sistemas que fazem uso da Internet, e os suportes físicos como CDs e DVDs.

Internet:

Recentemente a Network Innovation Laboratories apresentou um sistema que desenvolveu denominado: *Super High Definition Digital Cinema Distribution System*, que consistia num sistema de distribuição de vídeo digital com uma resolução de 3840x2048 pixels (8 milhões de pixels). O sistema consistia num servidor de vídeo, um descodificador em tempo real, um projector de cristais líquidos e software de distribuição por IP. Este sistema foi apresentado em 2001 e 2002, fazendo uma projecção de um filme 'Tomb Raider' sob uma rede de 300Mbit/s feita com fibra óptica.
Segundo a empresa, a digitalização consumiu imensos dados, e a sua distribuição só foi possível graças ao aumento da largura de banda possível pelo uso de fibra óptica na rede.

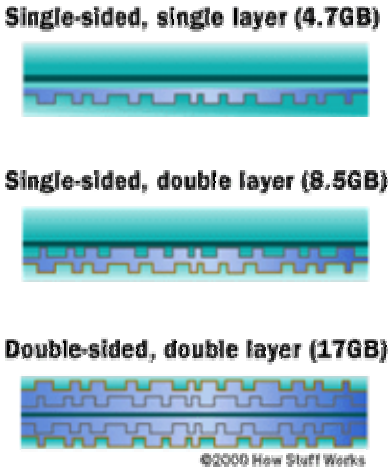
DVDs:

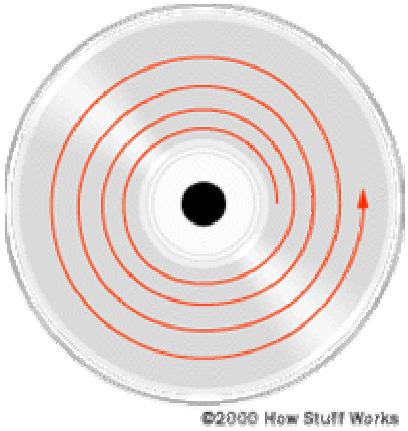
Hoje em dia, quase todos os filmes produzidos actualmente encontram-se disponíveis em DVD. Às vezes acontece mesmo que o filme sai em DVD antes de sair em VHS. Isto deve-se aos baixos custos de reprodução em DVD.
Um DVD é muito similar a um CD, no entanto possui uma enorme capacidade de armazenamento. Um DVD tradicional possui 7 vezes mais dados que um CD. Isto significa que podemos armazenar um filme completo codificado em MPEG-2, assim como muitas outras informações.

Geralmente os conteúdos de um DVD são constituídos por:

- Mais de 133 minutos de vídeo em alta-resolução, usando uma compressão MPEG-2 com um *ratio* 40:1.
- Banda sonora até 8 línguas diferentes usando Dolby Digital 5.1
- Legendas até 32 línguas diferentes

Um DVD usa os mesmos materiais e os mesmos métodos de fabrico que os CDs tradicionais, no entanto são criadas muitas mais tracks na superfície do DVD.





Cada camada do DVD é lida numa espiral, conforme está representado na figura.
Cada espiral é separada apenas por 740 nanometros.

Um DVD consegue armazenar mais dados que um CD, pelos seguintes factos:

- alta-densidade na armazenagem de dados
- menos overheads
- sistema de armazenação por multi-camadas

Formato	Capacidade	Tempo de Filme
Single-Side/Single Layer	4.38 Gb	2 horas
Single-Side/Double Layer	7.95 Gb	4 horas
Double-Side/Single Layer	8.75 Gb	4.5 horas
Double-Side/Double Layer	15.9 Gb	Mais de 8 horas

O formato de vídeo utilizado nos DVDs é o **MPEG** (*Moving Picture Experts Group*). Os filmes são comprimidos usando a norma MPEG-2, por forma a caberem num DVD.
O codificador de MPEG analisa cada frame do filme e decide como codifica-la. A tecnologia usa o mesmo método que é aplicado em imagens estáticas, para reduzir o tamanho, eliminando a informação redundante ou irrelevante. Informação acerca de outras frames também é utilizada para reduzir o tamanho.
Cada frame pode ser codificada de 3 maneiras distintas:

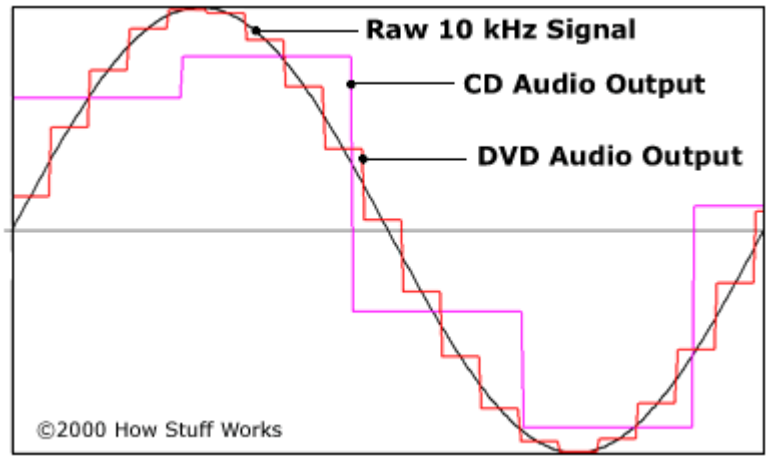
- Frame **I** (**intra**): contém a imagem total da frame.

- Frame **P** (**predicta**): contém apenas a informação necessária para dizer ao DVD Player como reproduzir a imagem, baseando-se nas frames anteriores.

- Frame **B** (**bidireccional**): dá informação acerca da frame I ou P mais próxima, de modo a calcular os novos vectores de movimento e assim reproduzir a nova imagem.

O formato de áudio utilizado nos DVDs é diferente do formato de vídeo. Actualmente o DVD Audio é raro, mas não tardará a altura em que será bastante comum, e decerto que a qualidade será superiormente notada.
Para reproduzir um DVD Audio é necessário um DAC de 124KHz/24bit.

Especificação	CD Audio	DVD Audio
Taxa de amostragem	44.1KHz	192KHz
Amostras por segundo	44,100	192,000
Precisão de amostragem	16-bit	24-bit
Número de possíveis níveis de saída	65,536	16,777,216

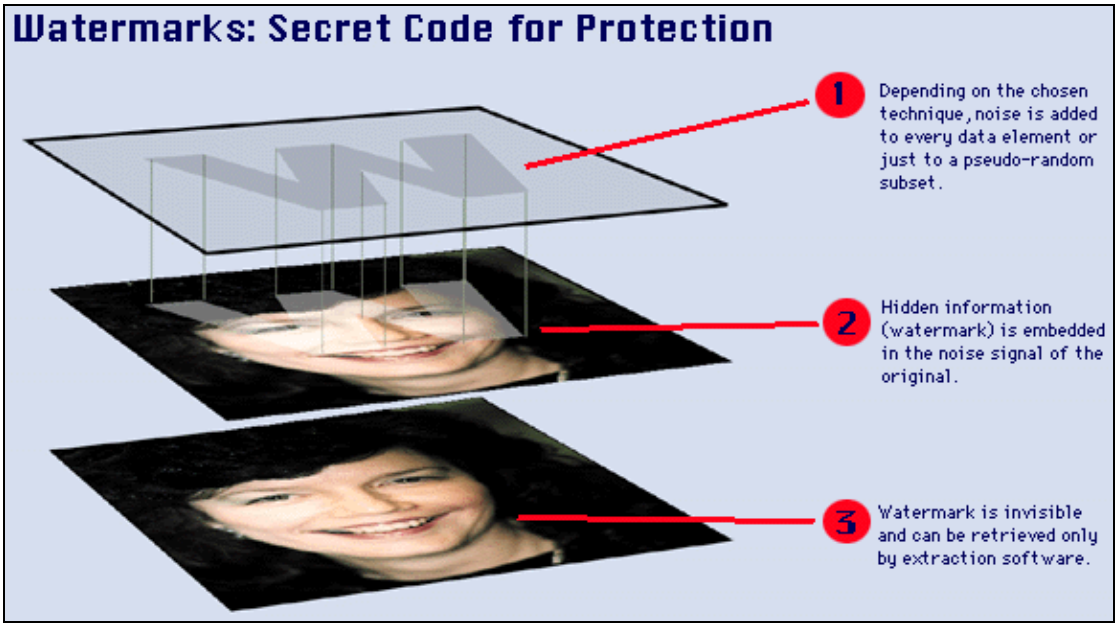


Técnicas para cinema digital

WaterMarking

As cópias ilícitas de filmes desde há muito tempo que são uma preocupação da indústria cinematográfica. Contudo, com a evolução da tecnologia e, recentemente, com o aparecimento do cinema em formato digital, a ameaça das cópias pirata é cada vez maior. Para se fazer uma cópia pirata de um filme era necessário ou roubar a fita ou então levar uma câmara de filmar para uma sala onde ele estivesse a ser projectado. Para o primeiro caso, o pirata teria de dispor de equipamento bastante caro para fazer as cópias e, no segundo caso, a qualidade de gravação deixaria muito a desejar. Com o filme já em formato digital tudo se torna bastante mais fácil para os piratas, bastando efectuar uma simples cópia da stream de dados. Este obstáculo, o da pirataria, tornou-se fulcral na definição de meios de combate eficazes, de modo a que a industria cinematográfica possa avançar no sentido da digitalização. Relembremos que a *Motion Picture Association of America* (MPAA) estima que a pirataria custe aos estúdios cerca de 3 biliões de dólares por ano.

A técnica da Watermarking tem vindo a ser estudada quanto à sua viabilização como protecção para gravações pirata nas salas de cinema, sobretudo pela Kodak que possui uma técnica proprietária. O princípio de funcionamento é simples: cada visualização de cada filme digital tem um código (quando o código utilizado é único designa-se de *fingerprint*). Este código é invisível para a plateia (baseia-se no aproveitamento das imperfeições dos sistemas de percepção humanos) mas é copiado para a versão pirateada. Assim, estes watermarks possuem uma informação precisa acerca do quando e onde o filme foi copiado. Apesar de esta técnica não prevenir a pirataria em si, permite identificar a sala, data e horas em que a gravação foi feita. Os estudos desta técnica passam também por saber se o *watermark* é capaz de sobreviver às inúmeras degradações que ocorrem quando um filme é copiado de um ecrã usando uma câmara de vídeo. A Kodak foi até agora a única companhia que anunciou e demonstrou publicamente (na *ShoWest,* em Março de 2001) que a sua técnica era capaz de sobreviver aos testes reais, ao conseguirem detectar a watermark embebida num filme capturado numa sala de cinema por uma câmara de filmar.



Blue Screens

O Blue Screen é uma técnica de efeitos especiais que consiste em criar a ilusão de que uma qualquer situação não realista possa acontecer. Recordemos, por exemplo, o filme "E.T.", quando as bicicletas começaram a voar. A técnica aqui descrita é a aplicada no suporte convencional, a película. Contudo, sabemos que irá ter a sua aplicação no domínio digital, podendo no entanto ter ligeiras diferenças a nível de implementação.

Cobertura estática

As coberturas são usadas practicamente desde sempre na indústria cinematográfica para a criação de efeitos especiais. Um efeito muito comum pode ser facilmente criado usando uma dupla cobertura. A técnica funciona da seguinte maneira:

Suponhamos que o realizador pretende criar uma cena assustadora, onde os actores estão em movimento num determinado plano e o céu que os cobre está assustador. Para criar este efeito o operador de câmara pode, numa primeira fase, filmar apenas os actores, tapando com algum material opaco a área correspondente ao céu. A cena é de resto filmada normalmente, mas apenas uma parte da película é que está a ser exposta. Depois de filmados os actores, o operador rebobina a película, e tapa agora a parte que ficou exposta da primeira vez. Agora é feita a gravação das nuvens de um dia de tempestade. Até podem ser gravadas a um ritmo mais lento, para que quando vistas à velocidade normal possam enaltecer a velocidade das nuvens. Os passos são os seguintes:

Cena original: Não muito assustadora, bom tempo.
A área na película correspondente ao céu está coberta com um material opaco, o que significa que não irá ser exposta na primeira filmagem. A película é rebobinada e um céu de tempestade é filmado agora com uma cobertura posicionada em cima da parte que foi exposta da primeira vez. O resultado final representa as duas filmagens em simultâneo.
Esta técnica pode ainda sofrer algumas variações:

- O céu pode ser gerado por computador
- As duas cenas podem ser filmadas em películas distintas, e combinadas numa terceira película usando uma técnica de composição óptica, ou sofrendo tratamento digital por computador.

Esta técnica é das mais antigas em efeitos especiais.

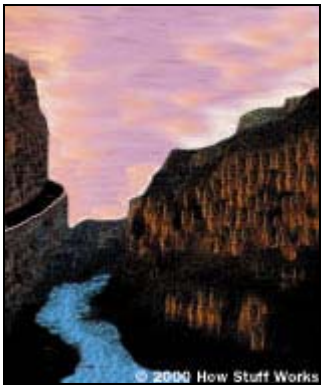
Cobertura dinâmica

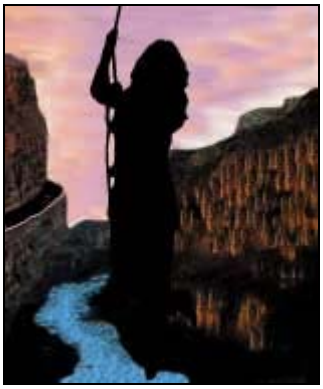
Suponhamos agora que se pretendia filmar uma cena onde, por exemplo, uma actriz está suspensa por uma corda numa falésia, gritando para que o seu herói a vá salvar. Há diversas opções para esta situação:

- Se a actriz estiver disposta a cena pode ser mesmo filmada com ela suspensa por uma corda, mas normalmente não se correm esse tipo de riscos com os actores.
- Pode ser utilizado um duplo em vez da actriz, desde que não seja notório. As desvantagens prendem-se com o facto de não ser possível fazer grandes planos faciais da actriz.
- Podem utilizar-se *blue screens* para criar a ilusão de que a actriz está mesmo suspensa pela corda, ou então usar *blue screens* para os grandes planos e usar um duplo numa situação real para o resto da cena.

Para utilizar a técnica dos *blue screens*, é necessário numa primeira fase filmar uma falésia. Esta filmagem é denominada de *plano de* fundo. Depois é filmada a actriz suspensa por uma corda, a 1m do chão no estúdio. Por detrás na actriz é colocado um fundo azul (daí a denominação de *blue screens*). Depois de filmada esta cena, o trabalho é do departamento de recursos especiais. Estes utilizam filtros especiais para formar duas coberturas a partir da gravação da actriz. Uma mostra a silhueta em preto, e outra o negativo dessa imagem. Estas coberturas são fáceis de criar porque a cor azul, quando passada por um filtro vermelho fica preta. Utilizando películas de alto-contraste para criar as coberturas, criam-se também as silhuetas. Ficamos assim com quatro películas: duas das coberturas originais e duas das silhuetas. Ao combinar estas películas em camadas monta-se

finalmente a cena. Primeiro combinam-se o plano de fundo e a silhueta da actriz. Depois é necessário rebobinar a película e expor a camada que tem a actriz no buraco que a cobertura fez no plano de fundo. A actriz agora fica assim:





E a cena final fica a seguinte:

Esta técnica é denominada de cobertura dinâmica, porque a cobertura é diferente para cada frame do filme. Com a cobertura estática bastava não expor uma parte da película, constante ao longo da filmagem. Com esta técnica é necessário criar uma cobertura que seja exactamente da mesma forma do que a actriz. Como a actriz pode estar em movimento, é necessária uma cobertura diferente em cada frame. É possível criar estas coberturas à mão, mas era necessário um esforço tremendo para além de ser um processo moroso. O ecrã azul por detrás da actriz no estúdio facilita a criação de todas as coberturas de um modo automático ao usar técnicas ópticas e digitais.
Mas para que uma filmagem recorrendo a esta técnica seja convincente, há certas coisas que são importantes:

- A actriz tem de se distinguir bem do fundo, não pode usar roupa de cor azul.
- O fundo azul não pode reflectir para a actriz, senão o aspecto final não é convincente.

Ferramentas para cinema digital

Com a evolução do cinema para o digital, novas ferramentas (software), equipamentos e novos formatos de compressão de vídeo e áudio surgem no mercado quase todos os dias. Vamos apenas apresentar algumas dessas ferramentas e equipamentos a titulo exemplificativo.

Software/Equipamento:

NIST ImageViewer	É uma aplicação desenvolvida pela NIST (National Institute of Standards and Technology) para visualizar e converter imagens nos mais diversos formatos de cinema digital. Suporta JPEG e YUV, tendo como saídas os formatos TIFF e DPX. Lê imagens com 8 ou 10 bits por amostra. Fonte: http://www.nist.gov
Thompson Spirit DataCine	É um sistema de projecção de cinema digital que suporta SDTV e HDTV e filmes no formato de 35, 16 e 8 mm. Fonte: http://www.thomsongrassvalley.com/products/film/spirit/
AVID Products	Trata-se de uma empresa que produz as mais variadas aplicações no mundo do áudio e vídeo digital. Os seus produtos vão desde a pós-produção até à difusão. Fonte: http://www.avid.com
QuVis QuBit Server	QuBit é um gravador/servidor/reproductor da QuVis de imagem digital dinâmica. Este aparelho permite gravar e reproduzir em quase todos os tamanhos e formatos, incluindo varrimentos entrelaçados e progressivos e até formatos de alta-definição. Tem uma alta portabilidade, podendo ser ligado a praticamente qualquer equipamento. Fonte: http://www.quvis.com
TI DLP Cinema	Texas Instruments Digital Light Processing Cinema é um processador adaptado para o cinema digital, que proporciona grandes contrastes associado a um processamento de cores adaptado para replicar a experiência visual do cinema. Fonte: http://www.dlpcinema.com

JVC - DILA	A JVC é uma empresa que produz diversos equipamentos para edição e difusão de sinais digitais. O sistema DILA é um desses equipamentos, trata-se de um projector digital de alta-qualidade que suporta HDTV, PAL, SECAM e NTSC. Possui uma resolução de 1365x1024 pixels. Fonte: http://www.kippvisual.com/jvcav.html
Adobe Digital Video Products	A Adobe possui uma enorme gama de productos relacionados com imagens digitais e vídeo digital, tais como: Adobe Digital Video Collection, Adobe Premiere e Adobe After Effects. Fonte: http://www.adobe.com/motion/main.html
Christie DigiPro	A empresa Christie Inc. possui uma vasta gama de projectores para cinema digital, do qual se destaca o sistema DigiPro, que faz uso do processador da Texas Instruments referido anteriormente. Fonte: http://christiedigital.com

Ficam assim algumas sugestões de alguns produtos no mercado relacionados com o cinema digital. A escolha é imensa!

Tecnologias e aplicações

Actualmente existem diversas tecnologias e aplicações interessantes que apoiam e desenvolvem o cinema, tornando as experiências cada vez mais reais, e que contribuem para a sua evolução para o digital.
Algumas das tecnologias e aplicações são:

- MPEG+
- IMAX
- THX
- AC-3
- SDDS
- Microsoft Windows Media 9
- Home Theatres (Dolby e DTS)

MPEG +

A compressão de imagem é utilizada na distribuição de cinema digital por uma questão de facilidade de transporte e armazenamento. Se não houvesse compressão de dados, o volume de informação seria gigantesco. Por exemplo, para um filme de 120 minutos, a 24 frames por segundo e com uma resolução de 1920x1080 temos cerca de 1,075 triliões de amostras!
Hoje em dia há vários métodos disponíveis para a compressão de imagem, tais como os baseados no MPEG, wavelets, JPEG-2000, algorítmos proprietários, entre outros. Os critérios para a selecção dos métodos podem variar consoante o objectivo final, como por exemplo a qualidade da imagem ou a velocidade de codificação.
O uso do MPEG tornou-se bastante difundido por se basear num sistema standard, disponível, com especificações que asseguram conformidade e interoperabilidade.
É no entanto possível a utilização das técnicas de compressão do MPEG-2 para além dos limites típicos, criando um novo perfil para o cinema digital. Várias melhorias podem ser feitas para se atingir um nível superior de qualidade:

- Um algoritmo de controlo de taxa de bits de qualidade constante é usado para uma qualidade de imagem consistente em cada imagem do filme.
- Igual largura de banda para as cores (no espaço RGB), ou seja, 4:4:4.
- Difusão de erros é introduzida para criar o efeito de um maior *bit-depth* do que o normalmente suportado pelo MPEG-2, e eliminar alguns artefactos.

Controlo de qualidade constante

As normais implementações de MPEG-2 foram direccionadas para trabalharem com canais de distribuição de largura de banda fixa. Estas implementações aplicam um algoritmo de controlo de velocidade (*bit-rate*) constante para o motor de compressão, para assegurar que todas as imagens possam ser entregues ao canal no tempo correcto. Este tipo de controlo faz com que a qualidade da imagem depois da compressão possa variar de cena para cena.

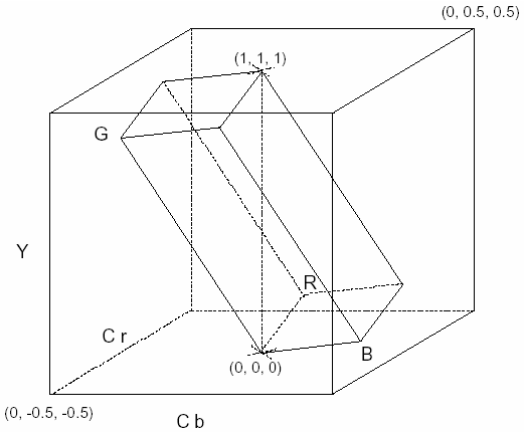
No cinema digital a prioridade não passa pela largura de banda, mas sim pela manutenção da qualidade da imagem, desde a primeira até à última. Daí que o cinema digital deva utilizar um mecanismo de controlo de qualidade constante.

Na realidade, o MPEG-2 define já mecanismos de controlo de qualidade constantes. Este tipo de operações resulta em imagens com diferentes alocações de bits, consoante a sua complexidade. A prática comum para atingir débitos constantes é a de adicionar uma camada de controlo ao motor de compressão. Assim, no cinema digital, esta camada é desactivada, para permitir o desejado controlo de qualidade.

Informação de cor

No cinema digital, o objectivo é o de representar as cores o mais fielmente possível. Os níveis usuais para o MPEG-2 usam o espaço de côr YCbCr e uma amostragem 4:2:2 ou 4:2:0. Para o cinema digital é desejado que a amostragem seja 4:4:4 pelas seguintes razões:

- A permissa que permite que sejam usadas taxas de amostragem inferiores para crominância baseia-se no facto de que o sistema de visão humano tem uma largura de banda para as cores inferior ao da luminância. Se o sinal da luminância contiver componentes de frequência superiores à resolução do olho, os sinais da cromatância podem ser limitados em largura de banda sem que haja degradação perceptível. No entanto, este modelo perde a sua validade nos grandes ecrãs onde o sistema de visão humano é capaz de identificar resoluções inferiores a um pixel. Uma subamostragem na crominância nestas condições pode levar a degradações da imagem, com o esborratamento da cor e o aparecimento de contornos bruscos nos objectos.
Mas quando temos igual largura de banda para as cores, há várias razões para utilizar o mapeamento de cores RGB em vez de YCbCr. Cada "coordenada" em RGB é uma côr válida. O mapeamento em YCbCr pode ser pensado como uma rotação de três eixos de côr, que contêm no entanto todas as cores válidas, incluindo o cubo RGB. Para se tornar mais claro, vejamos:



Em YCbCr apenas 25% das coordenadas mapeam uma côr visível. O resto das cores são inválidas no que diz respeito ao mapeamento em RGB já que repesentam um ou mais índices negativos para R, G ou B. Ou seja, para uma dada profundidade de côr, o RGB é mais eficiente. Para exemplificar, com 8 bits conseguimos cerca de 16.8 milhões de cores, e com YCbCr conseguimos apenas cerca de 4.2 milhões de cores visíveis.

A prática currente usada no *mastering* de cinema digital usa a interface SMPTE 292M entre a fonte e o motor de compressão. Esta especifica um espaço de côr YCbCr com 10 bit e amostragem 4:2:2. Ao converter os 10 bit YCbCr numa igual largura de banda de côr em RGB, preservam-se mais cores do que truncando simplesmente para 8 bit YCbCr.

Há uma forte motivação para que todas as partes envolvidas na distribuição usem a mesma largura de banda para todas as cores. Se o motor de compressão estiver a trabalhar no mesmo espaço de cores, é possível evitar as conversões de espaços de côr e assim minimizar as hipóteses de introduzir erros na colorometria das imagens.

Difusão de erros

Nalgumas situações, a reprodução correcta das cores numa imagem pode necessitar de um *bit-depth* maior do que o permitido nas implementações de MPEG-2. O standard de MPEG-2 suporta amostras de 8 bit, e algumas imagens, tipo gradientes, podem exibir bandas ou artefactos. O problema é minimizado se se usar RGB, como explicado no ponto anterior. Se isto não chegar é necessário recorrer à difusão de erros.

A difusão de erros refere-se a um corpo de estudo em imagens onde o erro de quantização é acumulado e distribuído nos pixels vizinhos. O processo é importante para imagens impressas, onde o *bit-depth* pode ser tão baixo como 1 a 4 bits por pixel, mas o princípio pode ser aplicado a uma qualquer situação onde haja uma redução de *bit-depth*.

A difusão de erros é aplicada à entrada do codificador, onde amostras de uma profundidade maior são reduzidas. O efeito pretendido é o de trocar resolução espacial por uma maior profundidade de bit.

Visualmente, a difusão de erros reduz notóriamente os artefactos de bandas característicos nas imagens tipo gradiente. Vejamos uma imagem exemplificativa, com 8 bit de profundidade em RGB:

SEM difusão de erros

COM difusão de erros

O efeito de bandas é claramente reduzido, senão mesmo eliminado.

Conclusão

O MPEG-2 foi já considerado por muitos como inadequado para o cinema digital, já que é normalmente visto com altas taxas de compressão em aplicações de baixo débito. Mas o MPEG-2 é fundamentalmente um vasto painel de ferramentas de compressão, com capacidades que não são disponibilizadas pelos *profiles* e *levels* normalmente definidos. Ao olharmos a um nível mais profundo do que as habituais implementações é possível encontrar melhorias que permitam a alta qualidade de imagem que é necessária para o cinema digital.

IMAX

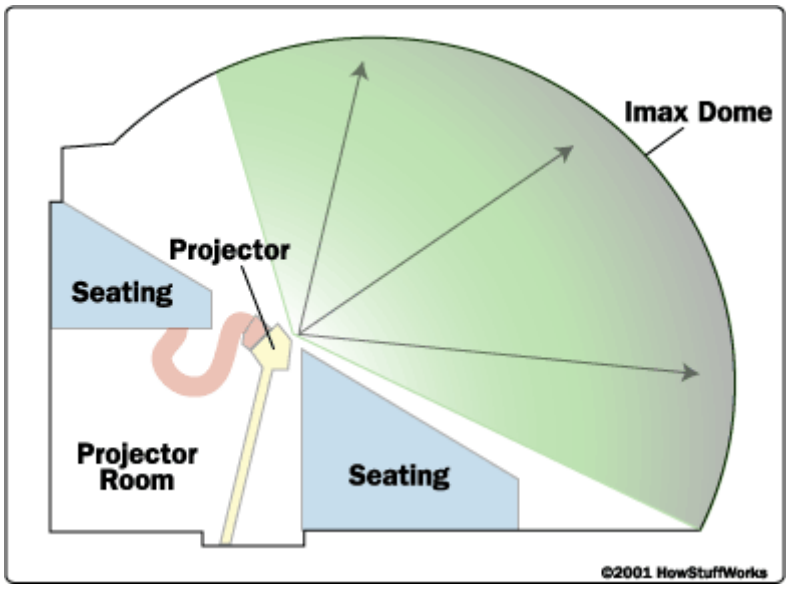
IMAX é uma tecnologia que veio proporcionar uma experiência diferente dos cinemas tradicionais.

A primeira diferença entre um cinema normal e o IMAX nota-se logo à partida assim que entramos no espaço de projecção: o ecrã é gigantesco!

Existem dois tipos diferentes:

- **IMAX Theatres**: Possuem um ecrã IMAX típico com 16 metros de altura por 22 metros de largura, no entanto podem ser muito maiores. O maior ecrã IMAX conhecido possui 30 metros de altura!

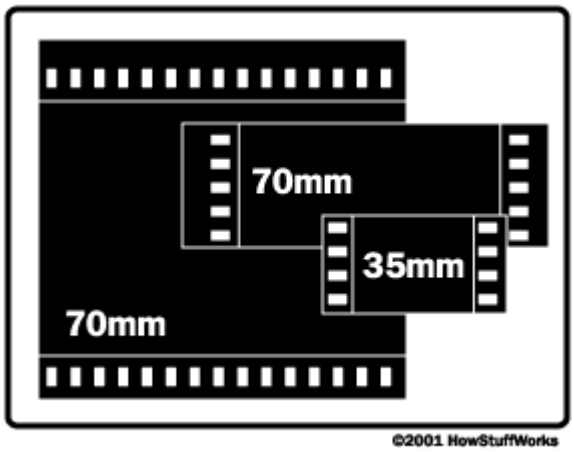
- **IMAX Domes**: Possuem um ecrã IMAX de formato hemisférico com cerca de 30 metros de diâmetro.



O facto de estes ecrãs serem tão grandes tem uma explicação: cobrem todo o nosso campo de visão, dando-nos a sensação de realmente estarmos dentro do filme. Não há nada que nos distraia. A sensação de movimento é de tal forma sentida que algumas pessoas se sentem mal.

Para conseguirem preencher aquele ecrã gigantesco, os filmes em IMAX são impressos em fitas cinematográficas enormes. A maioria dos filmes usa um formato de 35mm quase quadrado. No entanto os ecrã de cinema não são quadrados são rectangulares. O que acontece é que as fitas comprimem a imagem para 35mm, e os projectores das salas de cinema voltam a expandir a imagem para encher o ecrã. Alguns filmes usam já o formato de 70mm, evitando assim a compressão.

A fita de filme do IMAX tem um formato 15/70mm, sendo cerca de 10 vezes maior que o formato de 35mm, permitindo uma resolução fantástica nos seus ecrãs gigantes.



Podemos mesmo comparar os mecanismos básicos dos projectos para fitas com 35mm e para fitas 15/70mm IMAX.

Mecanismo de um projector tradicional de fitas de 35mm:

- a fita alimenta o projector pelo topo
- o mecanismo de roldana faz avançar cada frame para a frente da luz mantendo-a estável
- abre-se uma portinhola que deixa passar a luz pela lente e que projecta a frame no ecrã numa fracção de segundo.

Mecanismo de um projector IMAX:

- o filme move-se horizontalmente em vez de verticalmente
- um sistema de vácuo "chupa" cada imagem para a frente da lente
- abre-se uma portinhola que deixa passar a luz e projectar durante um período de tempo superior ao normal. A lâmpada do projector tem cerca de 15KW e é arrefecida com água.

Um projector IMAX pesa cerca de 2 toneladas, no entanto consegue uma imagem brilhante e clara num ecrã gigantesco!

As inovações tecnológicas introduzidas pelo IMAX foram:

- *Dome Technology*: permitir que a imagem cubra todo o campo de visão periférico.
- *3-D Technology*
- *48 frames por segundo*: é o dobro do número de frames por segundo usado tradicionalmente. Isto aumenta o número de detalhes visuais.
- *Sistema de Som Avançado*: 6 canais na sala, e possibilidade de mais 2 canais por cada espectador.

Actualmente, os filmes IMAX são os que proporcionam as experiências mais reais no cinema.

THX

THX foi desenvolvido pela LucasFilm no início dos anos 80, com o objectivo de fazer com que um filme se parecesse e se ouvisse da mesma forma em qualquer sala de espectáculos.

Diversos aspectos negativos que aconteciam nas salas de cinema tradicionais foram apontados, tendo como objectivo a sua eliminação através do sistema THX:

- ruído exterior (nos corredores ou outros auditórios)
- ruído interior (do projector ou ar condicionado)
- distorção de som
- ângulos de visão obstruídos ou desconfortáveis
- reverberação do auditório
- pouco brilho nas imagens
- áudio não equalizado ou pobre

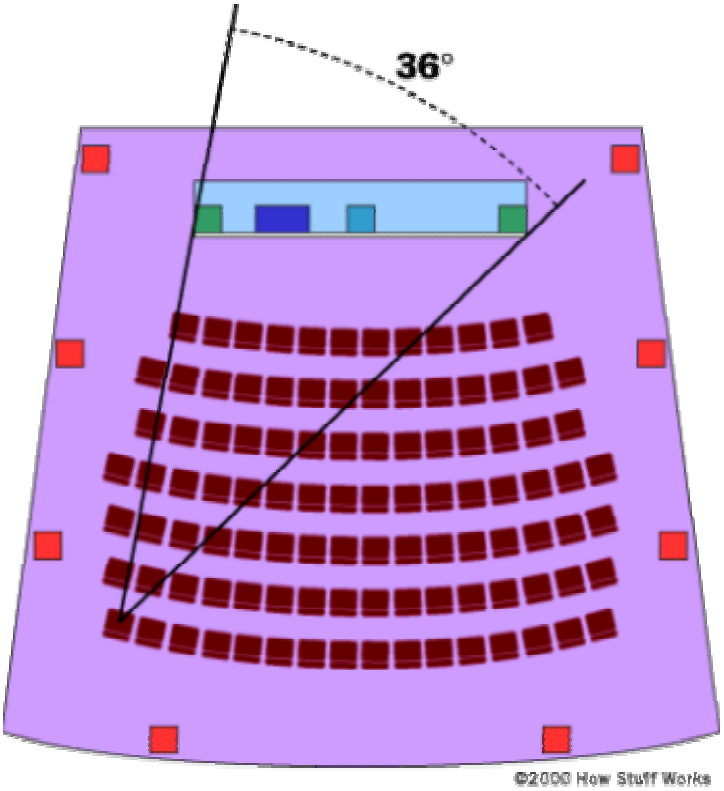
Sendo assim, ao contrário do que muitas pessoas pensam, o THX não é um formato de som, mas sim um conjunto de técnicas e de regras standard que visam eliminar os efeitos acima referidos.
Uma sala de espectáculos só pode ser certificada como THX depois da divisão da LucasFilm fazer testes no equipamento e aprovar a construção e disposição da sala.
O primeiro filme a ser mostrado numa sala certificada THX foi o '*Return of The Jedi*' em 1983.

Um sistema THX preocupa-se com:

- estrutura física do auditório
- sistema de projecção
- a disposição dos assentos
- sistema de som

Não pode existir ruído dentro do auditório superior a -30db/oitava.
Não podem existir reverberações ou ecos no interior.
O sistema de projecção deve respeitar as regras da SMPTE (*Society of Motion Picture and Television Engineers*), e o projector deve alinhar com o centro do ecrã.

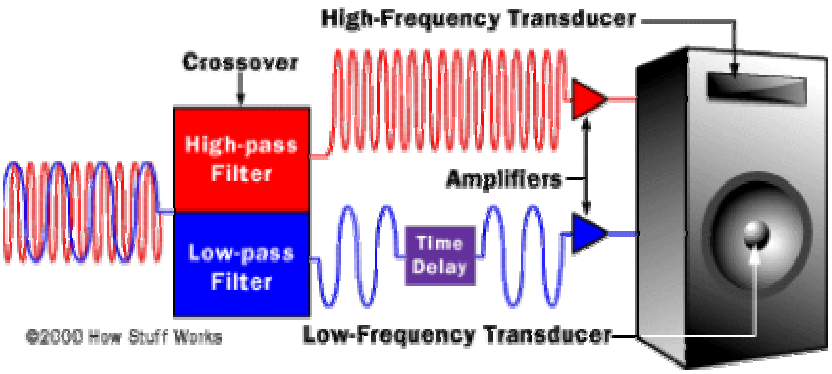
Os lugares sentados no auditório, devem cumprir determinadas posições de modo a que todos possam ter uma visão clara do filme, independentemente do formato de projecção. As pessoas que se sentam nos bancos das pontas na fila de trás devem ter um ângulo de visão de pelo menos 26º, sendo o óptimo 36º.



Não obstante estas regras, o mais importante no THX é sem dúvida a alta qualidade no som. O sistema de som do THX é composto por 2 partes distintas: o **A-chain** e o **B-chain**.

O **A-chain** é formado pelos componentes que descodificam o som independentemente do formato, e realiza um processamento que elimina ruído. Os formatos de áudio digital como o DTS, Dolby Digital e SDDS, assim como os sistemas de redução de ruído como o Dolby A e o Dolby SR, são sistemas criados para melhorar o A-chain.

O **B-chain** é todo o resto do sistema de som (crossover, amplificador e colunas).



O *THX crossover* é um sistema proprietário que é alugado pelos auditórios.

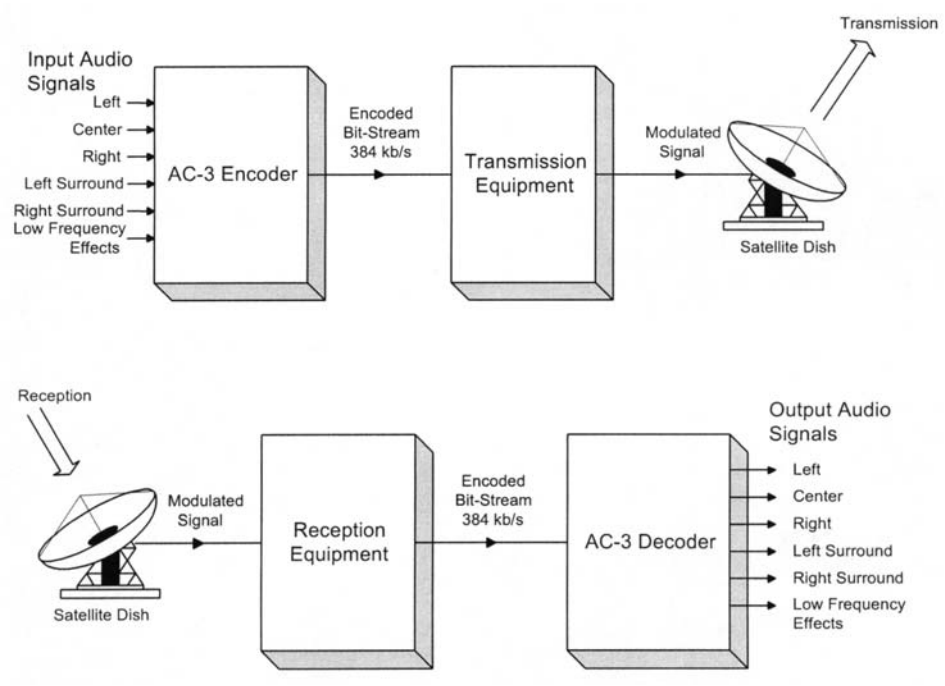
Actualmente, existe um programa denominado *THX Digital Mastering Program*, que trabalha com estúdios de produção e pós-produção, certificando-se e assegurando-se de que os produtos que usam o THX logo, cumprem a qualidade THX aplicada ao som, vídeo, compressão e replicação.

AC-3

AC-3 é uma designação curta para *ATSC Digital Audio Compression*.

AC-3 é um formato de compressão de áudio desenvolvido e adoptado como norma pela ATSC (*Advanced Television Systems Committe*), tendo por objectivo normalizar o áudio nos EUA, permitindo compactar cada vez mais informação digital num sinal de áudio.
O algoritmo de compressão AC-3 permite comprimir 1 a 5.1 canais fonte de áudio representados por PCM, num serial bit stream de dados de 32 Kbps até 640 Kbps.
O canal 0.1 refere-se a uma fracção da banda de largura do canal que é utilizada para as baixas frequências.

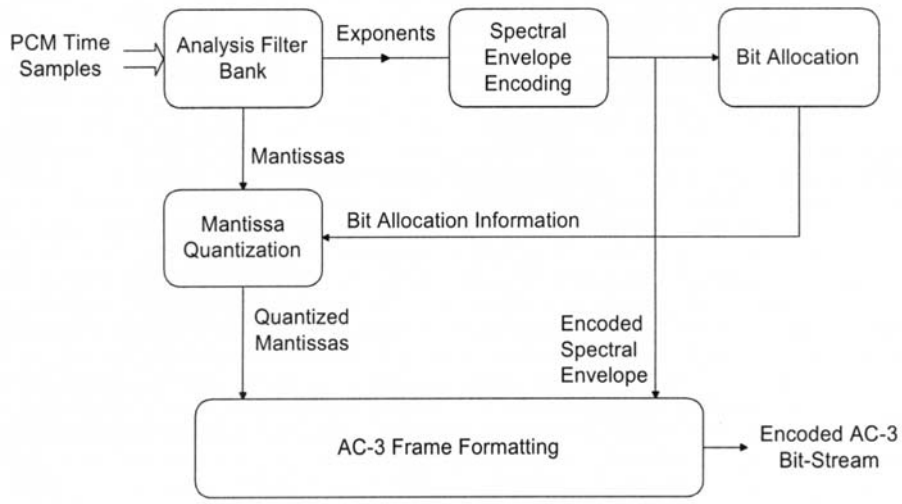
Abaixo podemos ver um esquema que exemplifica a utilização do AC-3:



Neste exemplo, um programa com 5.1 canais de áudio é convertido a partir de uma representação PCM com mais de 5 Mbps (6 canais x 48KHz x 18 bits = 5.184 Mbps) num bit stream de 384 Kbps através do codificador AC-3, sendo posteriormente transmitido por satélite. Como podemos verificar, a quantidade de largura de banda e a potência necessária para a transmissão, foi reduzida num factor de mais de 13 pelo algoritmo AC-3, o que exemplifica a importância da sua compressão.

Codificação AC-3

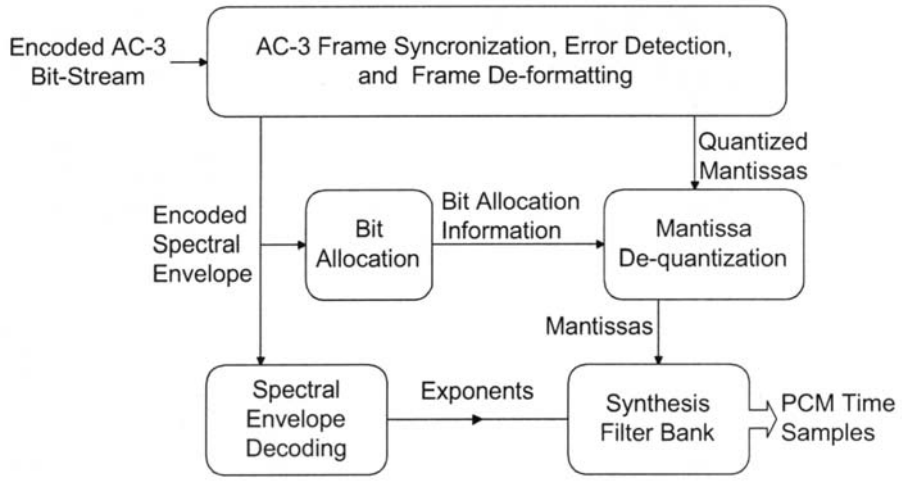
O algoritmo AC-3 consegue um ganho elevado de codificação por meio de uma quantização grosseira no domínio das frequências do sinal de áudio.
O primeiro passo na codificação consiste na passagem do sinal PCM temporal para o domínio das frequências, através de um banco de filtros. É utilizada uma janela de 512 amostras. Cada bloco no domínio das frequências é composto por 256 coeficientes que são representados na notação binária: expoente e mantissa. O conjunto de expoentes forma assim de forma grosseira a envolvente do espectro do sinal.
É esta envolvente que é usada juntamente com a rotina de alocação de bits, para determinar quantos bits são necessários para representar cada mantissa.
A envolvente espectral e as mantissas quantizadas de 6 blocos de áudio formam assim uma trama AC-3. Um bit stream AC-3 é então composto por uma sequência de tramas AC-3.



O esquema acima representa o funcionamento básico do codificador AC-3.

Descodificação AC-3

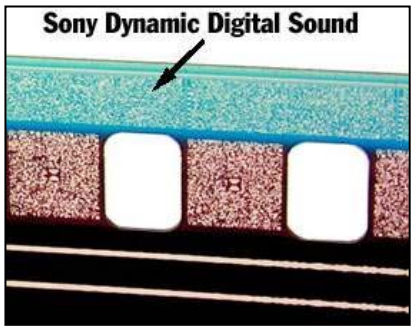
O processo de descodificação é essencialmente o inverso do processo de codificação. O descodificador deve sincronizar o bit stream codificado, verificar erros e descodificar a envolvente do espectro e as respectivas mantissas. Os expoentes são determinados através da envolvente espectral.
Agora a rotina de alocação de bits faz o processo inverso com os expoentes, determinando as mantissas que são posteriormente desquantizadas.
Os expoentes e as mantissas são então usadas para reproduzir o sinal PCM no domínio dos tempos.



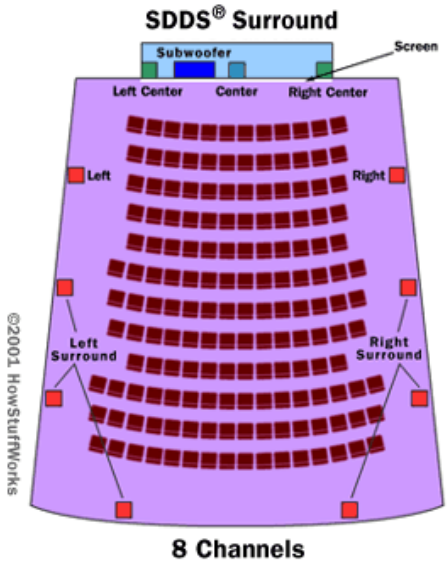
O esquema acima representa o funcionamento básico do descodificador AC-3.

Actualmente o AC-3 encontra-se em aplicações típicas de: transmissão de áudio terrestre ou satélite, transmissão de áudio por cabos coaxiais ou fibras ópticas e armazenamento de áudio nos mais diversos suportes.

Sony Dynamic Digital Sound (SDDS)



A tecnologia Sony Dynamic Digital Sound (SDDS) é relativamente recente mas já conquistou um grande número de salas de espectáculos por todo o mundo.
A técnica do SDDS é bastante peculiar: na borda da fita cinematográfica é gravada uma faixa com a informação digital do aúdio. No entanto o SDDS possui ainda um sistema redundante no outro limite da fita cinematográfica, criando assim uma espécie de detector e corrector de erros.

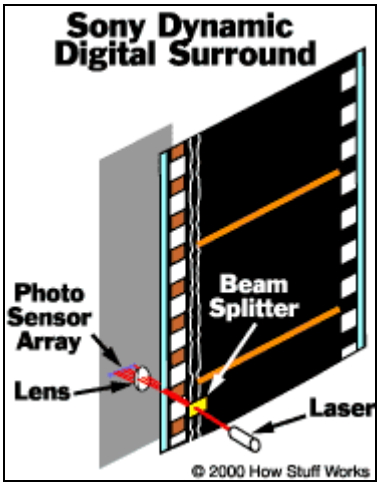


O SDDS oferece um conjunto de 8 canais, distribuídos da seguinte forma:

- Centro
- Esquerda
- Direita
- Esquerda Centro
- Direita Centro
- Esquerda Surround
- Direita Surround
- Subwoofer

O leitor de SDDS utiliza um laser que emite luz, activando/desactivando um conjunto de células foto-sensíveis.
Cada vez que uma das células é atingida com luz, emite um impulso eléctrico. Sendo assim, gera-se um código binário de 1s e 0s que é enviado para o processador digital.

Como o SDDS exige equipamento adicional para que possa ser utilizado, é geralmente mais dispendioso que os sistemas DTS e Dolby Digital. Estes formatos convertem o sinal digital em analógico após descodificação, no entanto o SDDS utiliza uma ligação digital para enviar o sinal descodificado para um sistema proprietário de som. Mesmo assim, a adição de mais 2 canais áudio para além dos 6 tradicionais, proporciona uma agradável experiência sensorial.



Microsoft Windows Media 9

Todos os utilizadores do sistema operativo *Microsoft Windows* encontram-se familiarizados com o produto *Microsoft Windows Media Player*, que descodifica som e imagem nos formatos da tecnologia *Windows Media*.

Esta plataforma é hoje em dia o líder nos formatos digitais utilizados pelos consumidores, fornecedores de conteúdos, programadores e corporações em todo o mundo.
No entanto, num esforço de impulsionar o Windows Media do circuito fechado da Internet e do consumo doméstico, a Microsoft em parceria com a BMW e a Digital Cinema Solutions, anunciou a 4 de Setembro de 2002, que iria realizar diversas projecções em salas de espectáculos nos EUA usando a tecnologia Microsoft Windows Media Audio and Video 9 Series, fazendo assim o Cinema Digital avançar mais um passo, e alargando os seus horizontes comerciais.

Segundo a Microsoft, a grande vantagem desta tecnologia é que permitirá estúdios independentes e pequenas empresas, produzirem grandes filmes com baixos custos e alta qualidade. O facto de o Windows Media Player ser um dos mais conhecidos descodificadores de conteúdos multimédia também ajuda bastante à distribuição destas produções, sendo os produtos comerciais de fácil aceitação por parte do público.

A plataforma *Microsoft Windows Media* é composta por:

- **Windows Media Player**: para descodificação dos formatos
- **Windows Media Services**: composto por servidores que distribuem conteúdos multimédia
- **Windows Media Encoder**: para criação de conteúdos multimédia
- **Windows Media Audio and Video**: para codificação de áudio e vídeo de alta qualidade
- **Windows Media DRM**: para protecção de direitos de autor dos conteúdos
- **Windows Media Software Development Kit**: para desenvolvimento das ferramentas

Home Theaters

Um sistema Home Theater é uma combinação de componentes electrónicos criados para procurarem recriar a experiência de ver um filme numa sala de espectáculos. Mas porquê esta necessidade? A televisão não seria suficiente?
Os factores mais importantes, que fazem os consumidores preferir ir ao cinema a ver televisão são os seguintes:

- Experiência de som: no cinema a qualidade é altamente superior.
- Tamanho do ecrã: no cinema o ecrã é muito mais envolvente, "projectando" o consumidor para a vida na tela.
- Qualidade das imagens: no cinema a clareza e o detalhe das imagens é muito superior à da televisão.

Sendo assim, a ideia básica dos Home Theaters é tentar recriar todos estes elementos na casa de cada consumidor.

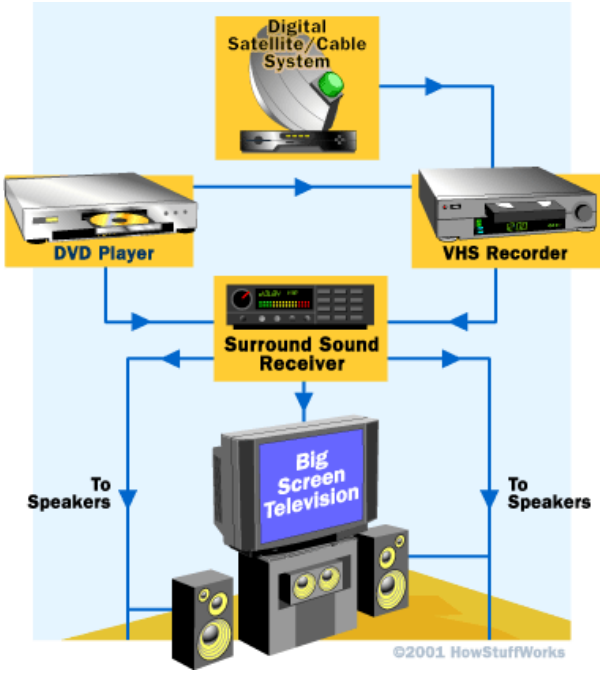
Para montarmos um sistema de Home Theater em casa, necessitamos de alguns componentes:

- um ecrã grande de televisão com uma imagem clara
- pelo menos 4 colunas
- equipamento que recrie som surround
- algo que descodifique o sinal de imagem e o projecte

e claro, uma sala grande onde montar isto tudo!

Uma das grandes diferenças que separam a televisão do cinema é o som *surround*.
Neste sistema, o sinal de áudio é separado em múltiplos canais que são reproduzidos pelas diferentes colunas de saída. Quem faz a separação do sinal de áudio é o receptor de áudio/vídeo mais o amplificador. Este aparelho é o centro de todas as operações de um Home Theater.

Esquema de como funciona um receptor de áudio/vídeo num sistema de Home Theater:



O receptor envia o vídeo para a televisão, e o áudio para o descodificador. Este por sua vez envia a informação para o amplificador que distribuirá o sinal pelas colunas.

Os descodificadores digitais têm uma forma de actuação distinta dos analógicos.

Um descodificador digital de som surround, p.ex. Dolby Digital, separa os 6 canais codificados e envia cada canal para a respectiva coluna.

Um descodificador analógico de som surround, divide os dois canais estéreo pelos canais disponíveis, subdividindo o mesmo sinal áudio.

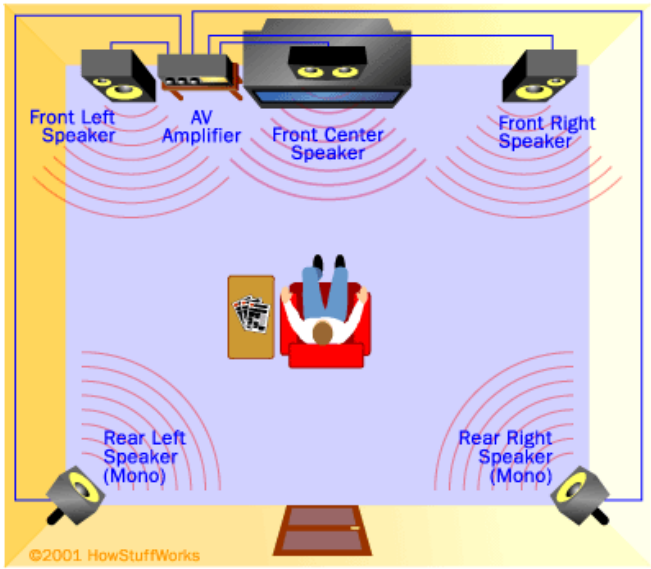
Tipos de Formatos de Surround-Sound:

Dolby Surround Sound

Este é o caso mais básico de sistemas *surround*, em que um sinal estéreo é dividido em 3 canais – *left*, *right* e *rear*.
No entanto é possível usar 4 colunas, em que as duas de trás reproduzem o sinal *rear*.

Dolby Pro Logic

Este é também um formato básico.



Dolby Pro-Logic Installation
2x front stereo speakers 2x rear mono speakers
1x center speaker

Faz uso de 5 colunas, embora possua apenas 4 canais.
Neste sistema, as colunas de trás reproduzem o mesmo sinal.
O sistema Dolby Pro Logic oferece ao utilizador um sinal estéreo rico em detalhes na frente e uma sensação geral de ruído nas costas.

Este formato é um standard nas televisões por difusão e cabo, e nos videogravadores, nos EUA.

Dolby Digital/Dolby Digital 5.1

A grande diferença entre este formato e o anterior, é que o Dolby Digital proporciona mais 2 canais de áudio assim como um *subwoofer*.

Dolby Digital 5.1 Installation
2x front stereo speakers 2x rear stereo speakers
1x center speaker 1x subwoofer

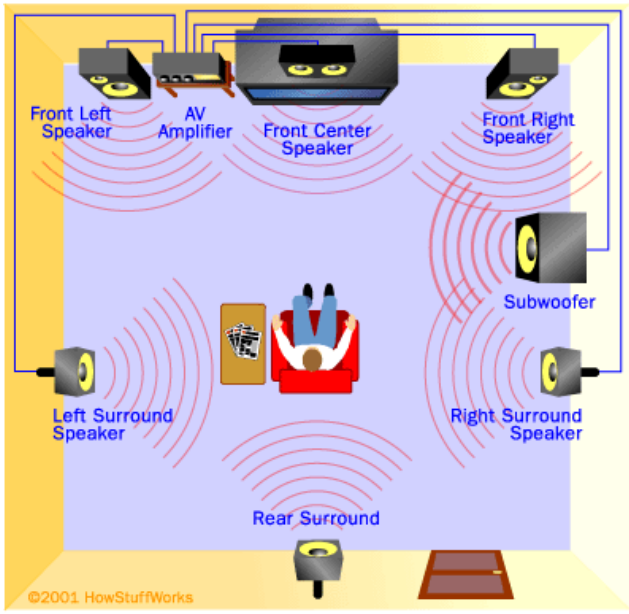
O *subwoofer* tem como função reproduzir as baixas frequências e melhorar efeitos de *bass boost* como explosões ou passagens de comboios.

Outra grande diferença entre este formato e os anteriores, é que o sinal áudio é digital, o que torna o som mais limpo e rico em detalhes.

Nos EUA, este poderá vir a ser o formato standard para as transmissões em HDTV.

Dolby Digital EX

A única diferença deste formato com o anterior é que introduz mais um canal de áudio.



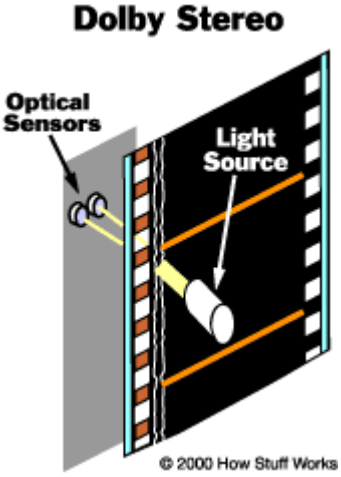
Dolby Digital EX Installation
2x front stereo speakers 2x surround speakers
1x rear surround speaker 1x center speaker 1x subwoofer

No entanto, este canal funciona de maneira diferente dos outros 5. O sinal áudio por ele reproduzido é retirado das duas colunas de trás *left* e *right*.

Neste momento, existem diversos DVDs e alguns broadcasters digitais a fazerem aproveitamentos deste sistema.

Digital Theater Sound (DTS)

Este formato é baseado nos sistemas DTS dos cinemas, no entanto, para uso doméstico, este sistema ainda não está muito divulgado, pois o Dolby Digital e o Pro Logic são já considerados standards por muitos.



O sistema DTS dos cinemas consiste num código óptico temporal gravado como parte integrante do filme. Este código consiste numa série de símbolos "-" e "." ao longo das frames. Um leitor óptico lê o código de símbolos e converte-os num código de impulsos eléctricos que são enviados por um cabo para um computador que controla um sistema de áudio com 2/3 leitores de CD. Cada CD suporta 2 horas de áudio num formato comprimido do DTS. A banda sonora do filme possui 6 canais.
Este sistema foi considerado uma solução a curto prazo enquanto os cinemas não passavam todos para digital.
O sistema DTS é baseado no Dolby Stereo.

Mas para além do sistema de áudio num Home Theater, são necessários mais dispositivos, como por exemplo, um ecrã grande para o vídeo.
Existem diferentes tipos de formatos para televisões de Home Theater:

- Televisão do tipo **Direct-View**: Utilizam CRT o que lhes limita no tamanho.
- Televisão do tipo **Rear-Projection**: Fazem uso de um ecrã de projecção, por isso não estão limitadas no tamanho. No entanto usam 3 CRT's (RGB) que incidem a imagem num espelho e são projectadas no ecrã. Tudo isto dentro da televisão.
- Televisão do tipo **Front-Projection**: Funcionam do mesmo modo que a televisão do tipo anterior, com a excepção de que os CRT's não se encontram no interior da televisão mas sim num projector exterior. Podem usar ecrã muito grandes, mas são difíceis de instalar.
- Televisões de **Ecrã de Plasma**: Estas televisões não possuem CRTs ou projectores. Funcionam com um fluxo constante de baixas pressões de gás néon ou xénon. As células destes ecrãs possuem uma matriz de eléctrodos que quando excitam o gás, tornam-no em plasma que emite luz ultravioleta que activa o fósforo, que por sua vez emite cor.

Para além disto, teríamos equipamentos como gravadores de áudio/vídeo, reprodutores de DVDs, receptores de televisão e colunas.

Parte II – DTV e HDTV

Breve história da DTV/HDTV

Pontos altos da história da HDTV desde 1981 até 1998, nos EUA:

1981
- Primeira demonstração americana de HDTV em S. Francisco.
- Sony introduz gravadores analógicos capazes de gravar toda a largura de banda de HDTV.
- É fundado o grupo de trabalho de HDTV pela NAB (National Association of Broadcasters).

1982
- CBS e NHK fazem demonstrações com 2 filmes de 60 minutos.

1984
- ATSC propõe standard mundial de HDTV.
- Sony apresenta câmara digital.

1985
- NHK apresenta conversor de HDTV.
- Japoneses demonstram intenção de libertar patentes de componentes de equipamentos para HDTV.

1986
- Primeira grande produção em HDTV, série: *Chasing Rainbows*.
- Planeiam-se testes de transmissão terrestre de HDTV.

1987
- Demonstração da primeira transmissão em HDTV através dos canais de televisão analógica.

1988
- Formação do *Cable Television Laboratories*.
- FCC adopta regras para a HDTV.

1989
- Southern Bell Telephone Co. anuncia a sua participação na primeira vez que é usado um satélite para transmitir sinais HDTV para fins comerciais, assim como a primeira transmissão sobre fibra óptica.

1990
- Sistema de broadcast totalmente digital: *DigiCipher*.

1991
- MIT faz a primeira demonstração pública do sistema DigiCipher.

1992
- MIT faz a primeira difusão por ar de HDTV.

1993
- Zenith Electronics e GoldStar Co. Ltd. produzem um HDTV VCR Digital.
- Fabricantes de VCR's unem-se para produzir equipamento digital.
- É anunciado o suporte de MPEG-2, 6 canais, Dolby AC-3 e entrelaçamento progressivo.

1994
- Zenith Electronics prepara protótipo de HDTV: *Vestigial Sideband Technology*.
- JVC introduz HDTV VTR Profissional.

1995
- WRAL-HD Raleigh inicia transmissão experimental de HDTV.
- WHD-TV testa com sucesso transmissão de HDTV por satélite.
- CBS inicia transmissão HDTV experimental.

1997
- KOMO-TV torna-se a 3ª estação a fazer transmissão experimental de HDTV.

1998
- FCC apresenta tabela de alocação de canais digitais.
- WFAA(TV) Dallas inicia transmissão HDTV, mas é interrompida temporariamente porque interfere nos monitores de cardiologia dos hospitais.

Da televisão analógica para a digital

Actualmente, os aparelhos receptores de televisão que temos em nossas casas são capazes de receber sinais transmitidos por difusão, por cabo, através do vídeo, satélite, entre outras fontes. Mas afinal qual é o problema da televisão analógica? Porquê passar para digital?

Um dos grandes problemas da televisão analógica reside na resolução. A resolução é bastante importante para a definição da imagem que vemos. Quanto maior for a resolução, mais detalhada é a imagem. A resolução é medida pelo número de pixels no ecrã. Uma televisão analógica é capaz de, 25 vezes por segundo, mostrar imagens constituídas por 625 linhas. Na realidade, e porque estas televisões funcionam em modo interlaçado, apenas metade dessas linhas são mostradas em cada 1/50 de segundo, e a seguir é mostrada a outra metade dessas linhas de modo a que uma imagem seja actualizada em cada 1/25 de segundo.

Este processo serviu durante anos. Os computadores surgiram entretanto, com resoluções bastante melhores. A resolução mais fraca que encontramos hoje num monitor anda por volta de 640x480 pixels. Por causa do entrelaçamento, a resolução eficaz de um aparelho de TV é mais baixa do que o número de linhas e colunas. Ou seja, o pior dos computadores apresenta ainda assim uma melhor resolução do que o melhor dos aparelhos de TV analógicos. No que diz respeito a detalhe, estabilidade e definição de cores, então não há quase comparação possível entre os computadores e os receptores de TV. O desejo de tornar a televisão um pouco melhor e à semelhança dos ecrãs de computadores, tem ajudado para a mudança para o digital. Com 10 vezes mais pixels no ecrã, com precisão digital, as imagens representadas num receptor de TV digital são incomparavelmente mais detalhadas e estáveis. Vejamos umas diferenças entre duas imagens:

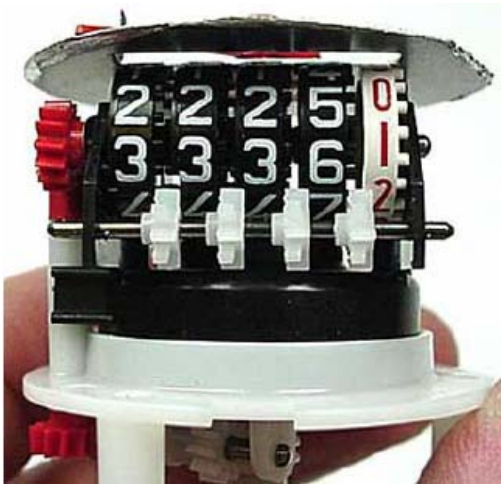


Imagem em TV Digital

Imagem em TV analógica

Como é facilmente observável, a imagem digital é bastante mais detalhada do que a analógica. Há uma diferença bastante significativa na qualidade da imagem e esta é ainda mais óbvia quando se comparam imagens em movimento. E para além das incríveis melhorias de imagem, a Televisão Digital oferece um som bastante melhor.
O termo HDTV, *High Definition Television*, representa a forma mais avançada de Televisão Digital que está já em uso nos EUA.

A palavra Digital pode no entanto ser aplicada a três partes distintas:

O sinal

As televisões analógicas começaram por receber um sinal analógico, difundido, tal como as televisões digitais. A diferença reside na informação transmitida pelo canal que passa a ser digital. No entanto, cada canal digital pode conter a informação relativa a mais do que um canal de televisão.

Os formatos

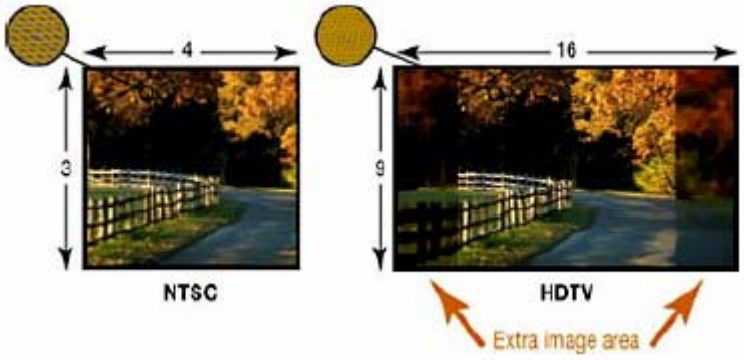
A razão pela qual o número de sub-canais num canal pode variar prende-se com os formatos desejados para a difusão, tais como os usados nos EUA:

- **480i** – A imagem tem uma resolução de 704x480 pixels, enviada a 60 imagens interlaçadas por segundo (ou 30 imagens completas por segundo).
- **720p** – A imagem tem uma resolução de 1280x720 pixels, enviada completamente cerca de 60 vezes por segundo.
- **1080i** – A imagem tem uma resolução de 1920x1080 pixels, enviada a 60 imagens interlaçadas por segundo (ou 30 imagens completas por segundo).
- **1080p** – A imagem tem uma resolução de 1920x1080 pixels, enviada a 60 imagens completas por segundo.

O 'p' e o 'i' designam, respectivamente, 'progressive' e 'interlaced'. No modo progressivo, a imagem completa é actualizada em cada 1/60 de segundo. No modo interlaçado, metade de cada imagem é enviada a uma cadência de 60 por segundo.
Os formatos 480p e 480i são designados por SD (*Standard Definition*). O formato 480i é o mais aproximado da televisão analógica, por isso é normalmente o formato escolhido quando é necessário fazer a "up-convertion" de um sinal analógico.
Os formatos 720p, 1080i e 1080p são designados de HD (*High Definition*). Quando se fala de HDTV é de um destes formatos que se fala.

O *aspect ratio*

Os formatos HD da televisão digital têm diferentes *aspect ratios* das televisões analógicas. Uma televisão analógica possui um *aspect ratio* de 4:3, o que significa que, num ecrã, por cada 3 linhas existem 4 colunas.
Uma televisão digital possui, por seu turno, um *aspect ratio* de 16:9.



Princípios básicos da televisão digital

DTV – *Digital Television* – Televisão Digital
HDTV – *High-Definition Television* – Televisão de Alta-Definição

Televisão Digital (DTV) é a transmissão de sinais de televisão usando métodos digitais em oposição aos tradicionais métodos analógicos.
Televisão de Alta-Definição (HDTV) é televisão digital, embora o inverso não seja sempre verdade, isto porque a televisão de alta-definição obedece a normas de resolução diferentes, produzindo imagens de qualidade deveras superior. No entanto note-se que o conceito básico de televisão digital de alta-definição não é melhorar a definição por unidade de área mas sim aumentar a percentagem de campo visual contido numa imagem, com o objectivo de a aproximarmos cada vez mais da nossa visão periférica.

Actualmente ainda não existem muitas normas definitivas que estreitem o caminho de evolução da DTV/HDTV. São grandes as guerras pelos diversos formatos e novamente a Europa e os EUA dividem-se quanto a algumas questões como por exemplo o formato de som: Dolby nos EUA e MPEG na Europa. No entanto, o vídeo digital parece já ter tomado o seu lugar, tendo sido adoptada a compressão por MPEG-2 como formato standard de DTV/HDTV.
Mas afinal que características nos oferece a Televisão Digital?

As principais vantagens da transmissão do sinal digital DTV/HDTV em oposição à TV analógica resumem-se a:

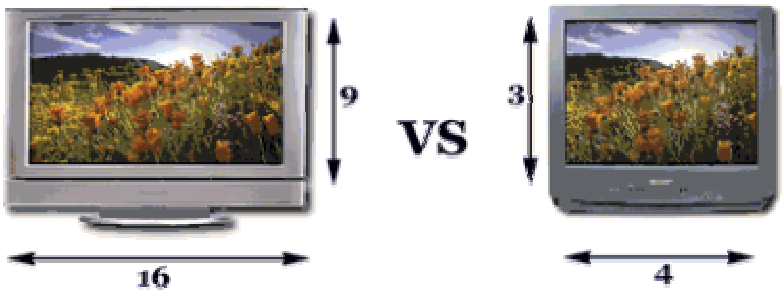
- Um aumento do campo de visão (*aspect ratio*)
- Uma maior resolução e definição de imagem
- Uma qualidade áudio muito superior
- Eliminação de ruído no sinal de vídeo/aúdio
- Varrimento progressivo
- Melhor aproveitamento do espectro: *Multicasting*

A grande desvantagem actual consiste no preço e na falta de normalização que defina um caminho estreito de evolução. Em Portugal, a mentalidade do consumidor prende-se muito à seguinte questão: "*Porque hei-de pagar para ver televisão, se agora posso vê-la de graça?*".

Mas vejamos as características da Televisão Digital (DTV/HDTV) com mais pormenor:

Aspect Ratio

Actualmente os ecrãs de televisão baseiam-se no formato 4:3, em HDTV o formato seria 16:9 (embora ainda existam muitas discussões sobre o assunto e não haja uma norma definida, a grande maioria dos broadcasters optou pelo formato 16:9).



O novo ecrã é 33% mais largo que o anterior. A ideia é simular o ambiente de cinema, fazendo um melhor uso da visão periférica, o que permite uma maior experiência sensorial. Como podemos observar pelas imagens anteriores, ve-se muito mais num formato 16:9. O efeito é ainda mais flagrante quando estamos a observar, por exemplo, um jogo de futebol. Em 4:3 temos algumas dificuldades em observar todo o campo, em 16:9, o campo cabe perfeitamente em todo o ecrã.

Resolução

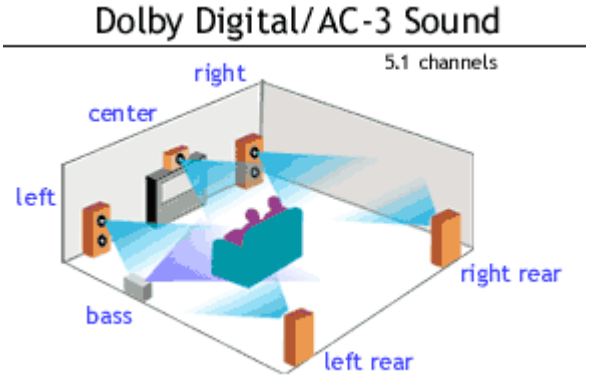
Actualmente, uma transmissão analógica possui as seguintes características em termos de resolução:

- NTSC (EUA): 525 linhas x 480 colunas / 30 fps (cerca de 250,000 pixels)
- PAL (Europa): 625 linhas x 575 colunas / 25 fps (cerca de 360,000 pixels)

Com uma transmissão em DTV/HDTV, podemos ir até 1920 (horizontal) x 1080 (vertical) pixels num total de 2,073,600 pixels por imagem!
É cerca de 6 a 8 vezes melhor que a televisão analógica actual!

Todos estes pixels comprimidos formam uma imagem com uma resolução muito superior à do analógico, com uma clareza e uma definição impressionantes.

Qualidade do som



Na Europa pensa-se adoptar o formato MPEG 1 – layer 2 como standard para a qualidade de som digital, enquanto nos EUA, o standard será Dolby Digital /AC-3 com 5.1 canais.
Mas independentemente das guerras travadas pelas normalizações de formatos, a qualidade de som numa transmissão digital será deveras superior, proporcionando mais canais de aúdio e uma qualidade *surround* que facultará uma maior experiência sensorial auditiva.

Eliminação de ruídos na imagem

Quantas vezes já tivemos durante uma transmissão de TV analógica, efeitos de ruído na imagem? Como por exemplo o efeito "chuva" ou o efeito "fantasma" em que as imagens replicam-se em transparências?
Com o digital, todos estes ruídos e interferências serão eliminadas. A imagem terá uma clareza e definição únicas.

Entrelaçado vs Progressivo

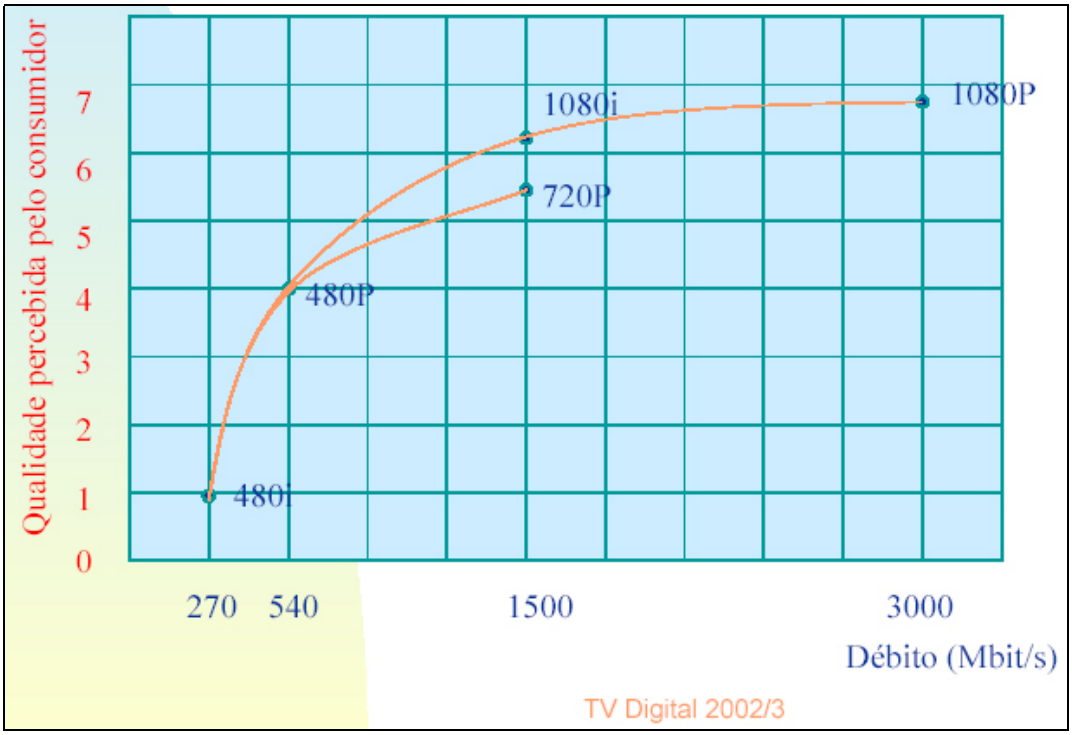
A televisão analógica faz uso do varrimento entrelaçado, o que significa que uma frame de imagem preenche metade das linhas horizontais, e a frame seguinte preenche as linhas horizontais restantes.

Interlaced vs Progressive Scan

No entanto, em televisão digital, usa-se um varrimento progressivo que mostra uma imagem inteira numa só frame. Isto proporciona uma imagem com contornos muito mais definidos e menos cintilação.

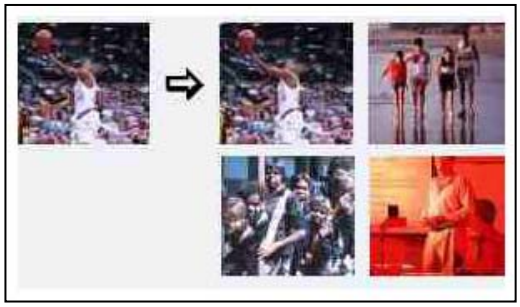
Como foi já referido anteriormente, actualmente existem 3 formatos de varrimento progressivo e 2 formatos de varrimento entrelaçado:

- **480p** (480 linhas progressivo)
- **720p** (720 linhas progressivo)
- **1080p** (1080 linhas progressivo)
- **480i** (480 linhas entrelaçado)
- **1080i** (1080 linhas entrelaçado)



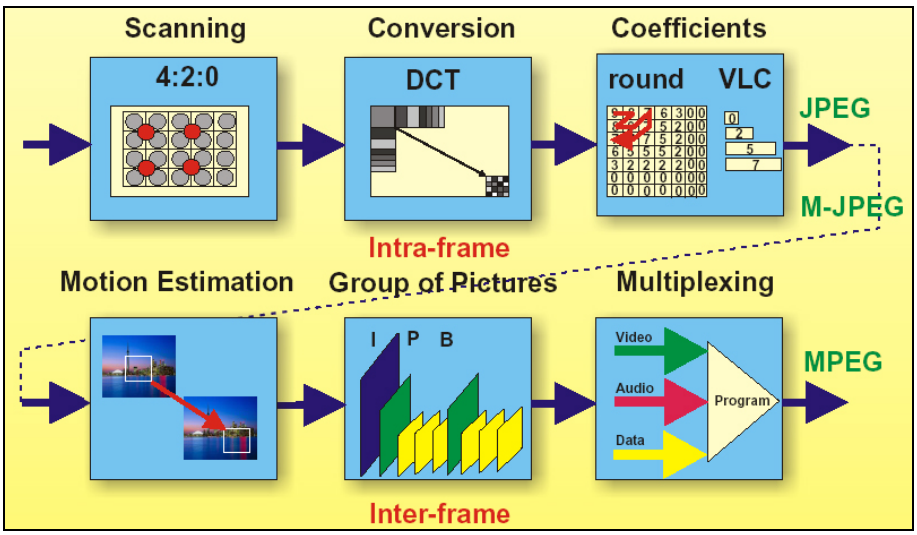
No entanto, como podemos verificar pelo gráfico anterior, nem todos os formatos compensam em termos do custo qualidade subjectiva/débito.
Chamamos, por exemplo, a atenção para o formato 1080i e 720p, em que o varrimento entrelaçado com 1080 linhas consegue uma qualidade percebida um pouco superior ao varrimento progressivo com 720 linhas. Isto deve-se ao facto de que, embora uma imagem 720p proporcione uma qualidade com contornos bem definidos, uma imagem 1080i possui mais linhas de varrimento e por isso uma melhor resolução.
Com 1080p obtemos um débito demasiado elevado para considerarmos a sua transmissão seja por que meio for: cabo, satélite ou difusão.
Sendo assim, nos EUA, a Televisão de Alta-Definição (HDTV) apenas considera dois formatos: 1080i e 720p.

Multicasting



Este é o processo que um broadcaster utiliza para enviar múltiplos sinais de vídeo/aúdio pelo mesmo canal.
Geralmente quando isto acontece, a qualidade HDTV é um pouco degradada, no entanto continua a ser superior à da televisão analógica.
A grande vantagem prende-se com o facto de uma estação de televisão poder colocar no ar quatro ou mais sinais de vídeo/aúdio ao mesmo tempo, e dar liberdade de escolha ao consumidor sobre o que ele deseja ver.

Processo técnico de criação de televisão digital



O esquema acima visa resumir o processo de compressão do vídeo analógico para o digital.
Podemos resumir, numa versão simplista, este processo a 6 passos:

1. **Varrimento**: tem por objectivo quantizar o sinal analógico.

2. **Conversão**: codifica o sinal quantizado através da transformada DCT.

3. **Contrução do VLC**: depois de determinados os coeficientes da DCT, a sua transmissão é feita segundo um algoritmo de zig zag que constrói um Variant Run-Length Code (VLC) que maximiza a transmissão desses coeficientes.

4. **Estimação do movimento**: um algoritmo de estimação de movimento é utilizado com a finalidade de comprimir ainda mais o sinal, optimizando a sua codificação.

5. **Constituição dos GOPs**: um conjunto de frames de imagens do tipo I, P e B são agrupadas formando um GOP.

6. **Multiplexagem de dados**: por fim, os dados da imagem são multiplexados com o áudio e dados extra, como por exemplo *metadata*. O resultado desta multiplexagem é o formato digital MPEG que é usado na transmissão de sinais de televisão digital.

É com um processo semelhante ao anterior, embora mais complexo e com equipamento adequado, que os broadcasters da actualidade criam televisão digital.

Distribuição de DTV/HDTV

A questão que todos os consumidores colocam é: "Como posso eu receber canais digitais ou em formato de alta definição?", a resposta não é assim tão simples...

Visto que actualmente em Portugal não existe ainda a transmissão de canais em formato digital ou de alta definição, baseamo-nos no sistema americano.

Existem 3 formas distintas de receber conteúdos de alta definição, e cada uma das 3 formas fornece-nos diferentes canais e diferentes resoluções de DTV.
Os métodos de recepção são os seguintes:

- DTV por Satélite
- DTV por Cabo
- DTV por Difusão

DTV/HDTV por Satélite

Para ter HDTV com uma recepção via satélite é necessário:

- subscrever uma companhia que faça transmissão por satélite em Alta-Definição;
- comprar uma antena receptora de satélite capaz de captar o sinal da companhia que subscreveu;
- comprar uma *Set-Top-Box* capaz de descodificar os canais da companhia que subscreveu;
- comprar uma televisão de Alta-Definição.

Actualmente, nos EUA, companhias como a DirectTV e a Dish Network fornecem estes serviços, no entanto são poucos os canais fornecidos, visto que HDTV ocupa muita largura de banda.

DTV/HDTV por Cabo

Para ter HDTV com uma recepção por cabo é necessário:

- subscrever uma companhia que faça transmissão por cabo em Alta-Definição;
- fazer uma ligação de cabo coaxial da rede da companhia até a sua casa;
- comprar ou alugar uma *Set-Top-Box* capaz de descodificar o sinal da companhia que subscreveu;
- comprar uma televisão de Alta-Definição.

Actualmente, nos EUA, companhias como a Comcast e TWC fornecem estes serviços.
Existe uma confusão grande entre *Digital Cable* e HDTV ou DTV. No entanto tratam-se de serviços diferentes. Subscrever *Digital Cable* não quer dizer que vá receber HDTV ou DTV, no entanto isso é possível.

DTV/HDTV por Difusão

Para ter HDTV com uma recepção por difusão é necessário:

- comprar uma antena que permita uma recepção adequada tendo em conta a localização dos broadcasters;
- comprar uma Set-Top-Box capaz de receber e descodificar canais de Alta-Definição;
- comprar uma televisão de Alta-Definição.

A grande vantagem deste serviço, é que não se paga mais do que o custo de instalação inicial. No entanto, existem ainda poucos canais de Alta-Definição. Por esta razão, a grande maioria dos consumidores opta por satélite ou cabo ao mesmo tempo que recebe por difusão.

São vários os broadcasters que transmitem por difusão em HDTV, tais como: NBC, CBS, PBS, FOX e a ABC.

Equipamentos para DTV/HDTV

Com o aparecimento da televisão digital, novos tipos de equipamentos começam a surgir no mercado de consumo. Desde televisões panorâmicas, televisões digitais, televisões de alta-definição, projectores de vídeo, sistemas de vídeo e aúdio, receptores, set-top-boxes, colunas, gravadores, câmaras e tantos outros elementos de produção/reprodução digital. Pretende-se aqui exemplificar apenas alguns dos produtos que se encontram disponíveis actualmente:

Sony Products	Esta é uma empresa de renome internacional que dispõe de variadíssimos produtos de alta-definição para a produção e reprodução de vídeo e aúdio digital, desde câmaras, DVDs, receptores AV, amplificadores, televisões a sistemas de aúdio de alta-fidelidade. Fonte: http://www.sony.com
Sharp Products	À semelhança da empresa anterior, a Sharp possui diversos equipamentos para tratar de sinais digitais. Chama-se à atenção para os projectores de televisão de alta-definição que usam uma tecnologia de processamento digital da luz, produzindo as imagens mais claras e brilhantes que se conhecem actualmente. Fonte: http://sharp-world.com/index.html
AVID Products	Trata-se de uma empresa que produz as mais variadas aplicações no mundo do aúdio e vídeo digital. Os seus produtos vão desde a pós-produção até à difusão. Fonte: http://www.avid.com
Norpak Corporation Products	Empresa com produtos para codificar legendas e metada nas transmissões digitais. Fonte: http://www.norpak.ca
Leitch Products	Empresa dedicada a diversos produtos de produção e recepção de televisão digital. Chamamos à atenção para um produto denominado: **AgileVision** que recebeu um prémio em 2001, e que consiste numa "DTV-in-a-box". Fonte: http://www1.leitch.com/

Conclusões

Cinema Digital

Questões como a qualidade de imagem, a segurança, a flexibilidade, a qualidade do som, e uma solução cinematográfica geral totalmente integrada, fazem do Cinema Digital e os seus elementos, o caminho a seguir no futuro e a evolução perfeita para o cinema actual.
O elevado número de reproduções de um filme, a pós-produção digital e uma tomada de consciência de que o público exige mais qualidade, foram também factores relevantes que contribuiram e continuam a contribuir para a evolução do cinema digital.
E os benefícios são gigantescos! Senão vejamos:

Para os directores, produtores e cinematógrafos:

- Cópias perfeitas
- Rapidez na colocação do filme no mercado
- Flexibilidade na edição
- Possibilidade de múltiplas bandas sonoras
- Suporte específico de efeitos especiais
- Qualidade de som fenomenal

Para os estúdios de distribuição:

- Facilidade na realização de cópias
- Possibilidade de utilização de técnicas de cifragem e watermarking
- Menores custos de distribuição

Para as salas de espectáculos:

- Revitalidade da experiência sensorial nos cinemas
- Possibilidade de controlo e associação digital dos filmes com os programas de gestão
- Facilidade na calendarização das projecções
- Menos custos de projecção, porque existem menos custos de distribuição
- Fiabilidade
- Auto-Diagnóstico e Auto-Calibração dos sistemas de projecção

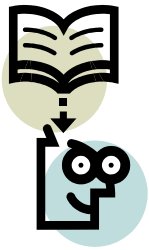
Para o público em geral:

- Melhor imagem e som
- Possíveis mecanismos para auxiliar o visionamento por pessoas deficientes
- Mais variedade de filmes em diversos locais

DTV/HDTV

A DTV/HDTV ainda tem um longo caminho a percorrer.
As novas tecnologias impulsionam-nos para a criação de conteúdos cada vez mais variados, ricos em informação e mais apelativos, na tentativa de cativar cada vez mais audiência.
As soluções de pós-produção auxiliam o trabalho do artista no processo de criação e facilitam a distribuição do resultado. A aposta na entrega de multi-formatos e multi-versões de conteúdos apoiam o conceito de flexibilidade, eficiência e baixos custos.
A melhor definição e clareza de imagem e os serviços que poderão emergir, fazem da DTV/HDTV uma aposta no futuro que procura ainda vingar num mercado cheio de variadíssimas escolhas e onde ainda custa a convencer o consumidor tradicional.
No entanto, ainda vão passar muitos anos até que exista um formato normalizado de transmissão e recepção que satisfaça consumidores e broadcasters.

Bibliografia e outras referências



Estes foram alguns dos recursos por nós utilizados para a realização deste trabalho.
A informação disponível na Internet é imensa, tornando-se um pouco díficil a fase de selecção de conteúdos e a variedade de assuntos a tratar.
Sendo assim, deixamos aqui um breve apontamento de algumas referências consideradas por nós como as mais relevantes.

Digital Television, MPEG-1, MPEG-2 and principles of the DVB system, *Hervé Benoit*, Focal Press.
Digital Television, 3rd Edition, *Michael Silbergleid*, United Entertainment Media.
Digital Rights Management For Digital Cinema, *Darko Kirovski*, *Macus Peinado* e *Fabien Petitcolas*.
Practical Digital Cinema Distribution in an Evolving Technology Environment, *J. Clark* e *M. Bruns*.

Breve História da Televisão Digital nos EUA
http://www.broadcastingcable.com/search/article.asp?articleID=6922497
Informações genéricas sobre HDTV
http://www.hdtvpub.com
Motion Picture Association of America
http://mpaa.org
University of Southern California's Entertainment Technology Center
http://www.etcenter.org
Digital Cinema Laboratory
http://www.etcenter.org/DCL.asp
HDTV Newsletter Online
http://web-star.com/hdtv/hdtvnews.html
HDTC Television - An Introduction
http://www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/hdtv/95x5.htm
How Stuff Works: How HDTV Works
http://www.howstuffworks.com/hdtv.htm
HDTV Magazine
http://www.ilovehdtv.com/hdtvmagazine/home.html
HDTV Defined: Digital High Definition television Basics
http://hdtvinfoport.com/
HDTV Buyer - equipment - production
http://www.hdtvbuyer.com/
Advanced television Systems Committee
http://www.atsc.org/
HDTV Background Material
http://www.bgsu.edu/departments/tcom/hdtv.html
Digital Broadcast
http://www.digitalbroadcast.com/
HDTV FAQ
http://web-star.com/hdtv/hdtvfaq.html
Digital TV - Crash Course
http://www.pbs.org/opb/crashcourse/
DVD, HDTV, Home Theater
http://www.digitaltheater.com/
HDTV On the Air!
http://www.hdpictures.com/stations.htm
Software for HDTV
http://www.embedded.com/1999/9906/9906feat1.htm

HDTV History Highlights
http://www.bgsu.edu/departments/tcom/hdtvhistory.html
HDTV Accessories
http://www.monitoroutlet.com/hdtv---accessories.html
HDTV - Broadcastpapers.com
http://www.broadcastpapers.com/hdtv/hdtv01.htm
The Daily Digital Cinema Resource
http://www.uemedia.com/CPC/digitalcinemamag/
The Digital Cinema
http://www.thedigitalcinema.net/
What is Digital Cinema?
http://www-apparitions.ucsd.edu/~manovich/text/digital-cinema.html
Poor's Man Digital Cinema Guide
http://www.mtsu.edu/~dbb2d/
Working Documents for Digital Cinema
http://mpeg.telecomitalialab.com/working_documents.htm
Microsoft and Digital cinema
http://www.microsoft.com/presspass/press/2002/sep02/09-04BMWFilmsPR.asp
How Digital Cinema Works?
http://www.howstuffworks.com/digital-cinema.htm
Digital Cinema
http://www.elsacom.com/digital_cinema.asp
Watermarking for Digital Cinema
http://www.kodak.com/US/en/corp/researchDevelopment/productFeatures/cinema.shtml
Digital Cinema Today
http://tech-head.com/cinema.htm
MPEG Digital Cinema
http://tech-head.com/cinema.htm
Digital Cinema History
http://www.tech-notes.tv/Dig-Cine/Digitalcinema.html
Digital Cinema Tools
http://tech-head.com/tools.htm
Digital Cinema Pictures
http://www.digitalcinemapictures.com/
Digital Cinema eMedia Webcasts
http://www.sunwebcasts.com/digitalcinema.html

DirectTV
http://www.directv.com
Dish Network
http://www.dishnetwork.com/index.asp
Comcast
http://www.comcast.com
TWC
http://www.timewarnercable.com/index.jsp
NBC
http://www.nbc.com
CBS
http://www.cbs.com
PBS
http://www.pbs.org
FOX
http://www.fox.com
ABC
http://abc.go.com

Breve Glossário

ATSC	Advanced Television Systems Committee
CRC	Cyclic Redundancy Check
CVCT	Cable Virtual Channel
DCC	Directed Channel Change
DCCSCT	Directed Channel Change Selection Code Table
DET	Data Event Table
DIT	Data Information Table
DTV	Digital Television
DVB	Digital Video Broadcasting
DVS	Digital Video Subcommittee
EPG	Electronic Program Guide
GPS	Global Positioning System
ISO	International Standards Organization
MPAA	Motion Picture Association of America
MPEG	Moving Picture Experts Group
NTSC	National Television Systems Committee
NVOD	Near Video on Demand
OOB	Out of Band
PAT	Program Association Table
PCR	Program Clock Reference
PES	Packetized Elementary Stream
PID	Packet Identifier
PMT	Program Map Table
PTC	Physical Transmission Channel
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
RCU	Remote Control Unit
SCTE	Society of Cable Telecommunications Engineers
SDTV	Standard Definition Television
SI	System or Service Information
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
STD	System Target Decoder
STT	System Time Table
TS	Transport Stream
TVCT	Terrestrial Virtual Channel Table
TVPG	Television Parental Guidelines
UTC	Coordinated Universal Time
VBI	Vertical Blancking Interval
VC	Virtual Channel
VCT	Virtual Channel Table
VSB	Vestigial SideBand

Quem quiser possuir um glossário de termos usados pelos broadcasters mais completo, com 286 páginas indexadas, poderá fazer download em:

http://riff.fe.up.pt/~hfilipe/td/Glossary_of_Broadcast_Terms.pdf