



SV TV

Escola de Vídeo

Processamento de Vídeo

academia | de
tecnologia

Processamento de Vídeo

Eufrauzino, Hélio.
Santos, C. Marcos.
2015

SUMÁRIO

Introdução	4
1. Estrutura Física	6
• Modular	7
• Stand Alone	7
• Box	7
2. Distribuição de vídeo	8
• Analógico	10
• Sem equalização	10
• Com equalização	10
• Digital	14
• Com equalização	14
• Com equalização e reclocking	14
• Single Band	18
• Wide Band	18
3. Conversão Analógico – Digital	19
4. Conversão Digital – Analógico	24
5. Multiplexação e Demultiplexação de Áudio..	27
6. Sincronização de Vídeo e Imagem	40
7. Correção de Cor e Colorização	47
8. Redução de Ruído	51
9. Digital Video Effects	55
10. Conversão Alta Definição-Definição Padrão ..	63
11. Conversão Definição Padrão-Alta Definição ..	80
12. Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros..	83
13. Compressão de Vídeo	96
14. Combinação de Vídeos	104
• Fusão	107
• Wipe	109
• Keyer	112
• Luminance	117
• Chroma	122
15. Controle de Processadores	123
16. Considerações	124

Introdução

O sinal de vídeo pode ser processado de forma analógica ou digital, o que vale tanto para TV analógica como para TV digital.

Na TV analógica, em seus primórdios, todo o processamento se dava no modo analógico. Com a evolução, para alguns processamentos, o sinal era convertido para digital, no formato composto, processado e novamente convertido para analógico.

Na TV digital, quando nos referimos ao processamento do sinal em sua forma serial, este processo é semelhante ao de um sinal analógico, pois o sinal digital serializado é uma forma de onda quadrada, semelhante ao que sai de um gerador de sinais ou de um gerador de pulsos, que eram comuns nos primeiros sistemas analógicos de TV. Já o sinal paralelo tem processamento exclusivamente digital.

Os principais processamentos do sinal de vídeo têm por finalidade a restauração, conversão, transformação/combinação e compressão do sinal.

Em tese, apenas o sinal analógico sofre deterioração. Isto significa que os sinais passíveis de restauração são os sinais de vídeo analógicos ou digitais na sua forma serializada.

Introdução (continuação)

Os processos de conversão têm por finalidade permitir o uso do sinal de um sistema de TV em outro, tanto na TV analógica quanto na digital. Nesta categoria se enquadram transcodificadores, conversores de norma, conversores SDTV – HDTV e vice-versa, entre outros.

A transformação/ combinação é o processamento que causa uma mudança desejada na imagem, ou seja, são geradores de efeitos de vídeo, misturadores de sinais, entre outros. Alguns destes processamentos só podem ser feitos com o vídeo digitalizado, enquanto outros podem acontecer em qualquer formato.

A compressão é um processamento que tem a finalidade de reduzir a banda de frequência do sinal, seja para transporte ou armazenamento. Ao contrário do que se possa imaginar, processos de compressão não são restritos à TV digital. O entrelaçamento é um processo de compressão utilizado pela TV analógica, que é usado também na TV digital.

Estrutura Física

Os vários processamentos do vídeo podem ser realizados por equipamentos exclusivos para essa finalidade ou ainda estão contidos dentro de outros equipamentos com múltiplas aplicações e também processamentos. Quando os equipamentos são específicos, eles podem ser montados em bastidores com múltiplas aplicações, conhecidos como modulares, podem ter sua própria caixa em padrão de rack ou montados em pequenas caixas..

Processadores modulares (fig. 1) se constituem de módulos nos quais estão presentes apenas os circuitos responsáveis pelo processamento do sinal. O sistema de alimentação de energia e os conectores de entrada e saídas ficam num bastidor, no qual é possível instalar vários módulos de processadores de vídeo e também de outros módulos para outras aplicações do mesmo fabricante. Em geral, os bastidores permitem a instalação de duas fontes que trabalham de forma redundante.

Devem ser utilizados em sistemas que utilizem vários equipamentos modulares do mesmo fabricante, de forma que os bastidores utilizados tenham todos ou a maioria dos seus slots utilizados.



Estrutura Física

Processadores *stand alone* (fig. 2), como o nome sugere, possuem todos os circuitos em uma única caixa, ou seja, fonte de alimentação e circuitos de processamento de vídeo. Atualmente este tipo de montagem está restrita a poucos tipos de processadores e/ou a alguns fabricantes que não possuem uma grande linha de produtos. A preferência por equipamentos desta natureza é para a utilização em sistemas pequenos, nos quais não se justifica o uso de um modular devido à necessidade de poucos equipamentos, o que resultaria em um bastidor subutilizado ou quando o equipamento de que se necessita só é disponibilizado neste tipo de montagem. Processadores montados em pequenas caixas (box – fig. 3) possuem características semelhantes aos modulares, pois no box está presente apenas o circuito responsável pelo processamento do sinal, mas também característica do stand alone, pois já possui sua própria caixa. Normalmente a fonte de alimentação é externa, do tipo eliminador de bateria. Possuem a mesma aplicação do stand alone e também são utilizados em instalações provisórias, tais quais as utilizadas em eventos.

1. Modulares



Fig. 1

2. Stand Alone



Fig. 2

3. Box



Fig. 3

Distribuição de Vídeo

- Equipamento específico

O equipamento que realiza especificamente essa função é o distribuidor de vídeo, porém este tipo de processamento é encontrado praticamente em todos os equipamentos de vídeo. Isto ocorre na sua entrada, quando ele precisa fornecer o sinal para vários circuitos, e/ou na saída, quando disponibiliza mais de uma saída de vídeo.

- Simbologia:

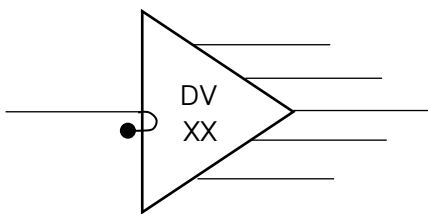


Fig.4

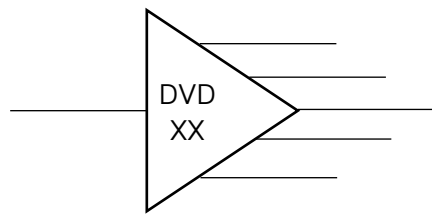


Fig.5

A simbologia comumente utilizada para representar um distribuidor ou a distribuição de vídeo é um triângulo com sua entrada e saídas representadas por linhas horizontais. Podem existir pequenas variações, no caso do equipamento distribuidor, em função do formato analógico ou digital, tais quais a representação do loop de entrada (fig. 4), ou seja, um segundo conector de entrada utilizado para a colocação da terminação de 75Ω ou para derivar o sinal de entrada para outro distribuidor. Esta é uma característica dos distribuidores para vídeo analógico. Distribuidores para vídeo digital normalmente possuem terminação interna, uma vez que o uso do loop não é apropriado em sinais digitais (fig. 5).

A nomenclatura utilizada também varia. O termo pode vir do inglês VDA - Video Distribution Amplifier ou variações que acrescentem outras informações, tais como DVD - Distribuidor de Vídeo Digital, entre outras. Como não existe norma técnica versando sobre este assunto, a escolha é livre do projetista, porém deve ser um consenso da empresa, para que todos tenham a compreensão dos termos utilizados.

Distribuição de Vídeo

- **Função:**
 - Replicar o sinal de entrada, mantendo e/ou restaurando suas especificações originais.
- **Características comuns:**
 - Processa o sinal em sua forma serializada;
 - Enquanto equipamento distribuidor, deve ter mais de uma saída, comumente cinco;
 - Impedâncias de entrada (terminação interna ou externa) e de saídas de 75Ω .

Do ponto de vista eletrônico, distribuidores de vídeo são amplificadores de corrente. O ganho de tensão deve ser simbolicamente igual a um, seja um distribuidor para vídeo analógico ou digital. Porém, o ganho de corrente deve ser suficiente para que o sinal mantenha o mesmo nível de tensão em todas as suas saídas, independentemente destas estarem ou não sendo utilizadas.

Quando é dito que o ganho simbólico de tensão deve ser igual a um, é devido ao fato do nível de tensão do sinal de vídeo ser estabelecido por norma, logo o ganho de tensão dos distribuidores tem como função simplesmente restabelecer o nível de tensão original do sinal. Isto significa que este ganho deverá somente recuperar eventuais perdas causadas no caminho percorrido pelo sinal. Teoricamente, essas perdas devem ser somente devido à parte passiva do caminho (cabos, conectores, patches), uma vez que todos os equipamentos, pelos quais o sinal trafega, devem ter em suas saídas o sinal com seu nível de tensão correto, conforme a norma.

Distribuição de Vídeo

- Analógico
 - Sem equalização:
 1. Possui apenas o recurso de recuperar o nível de vídeo;
 2. Normalmente utilizado para a distribuição de sinal de referência.;
 - Com equalização:
 1. Além do recurso de recuperar o nível do sinal, é capaz também de recuperar perdas de resposta de frequência causadas pelo sistema de vídeo por onde o sinal trafega;
 2. Utilizado para distribuir sinais em que se deseje ou necessite ter todas as suas especificações recuperadas.

O sinal de vídeo analógico, cujo uso está limitado aos sistemas de TV com definição padrão (sistemas em alta definição utilizaram sinal analógico nos primórdios desta tecnologia, para transmissões via satélite no Japão), tem banda nominal inferior a 4,5MHz para sistemas 60Hz/525 linhas e a 6,0MHz para sistemas 50Hz/625 linhas, conforme norma. Porém, sinais oriundos de sinais digitais podem chegar ao limite de 6,75Mhz, metade da frequência de amostragem de 13,5MHz, utilizada em ambos os sistemas (50Hz ou 60Hz).

- Nível, resultante da resistividade do cabo e que afeta toda a faixa de frequência do sinal;
- Resposta de frequência, que causam perdas diretamente proporcionais à faixa de frequência e estão relacionadas à indutância e capacitância do cabo utilizado (figuras 6 a 8).

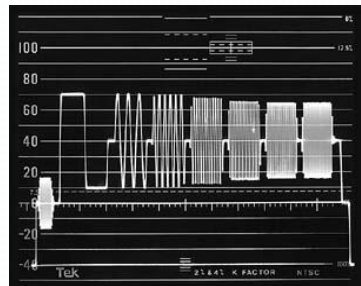


Fig. 8 – Multiburst com perda

Distribuição de Vídeo

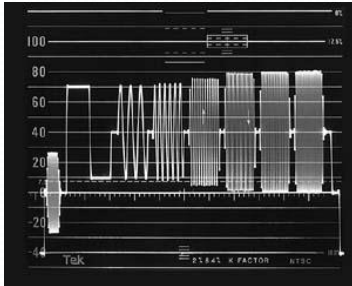


Fig. 9 – Multiburst super equalizado

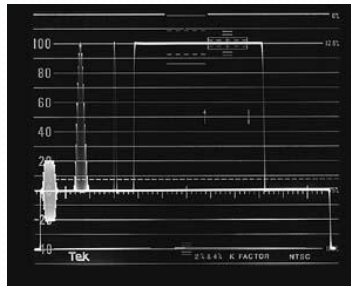


Fig. 10 – Modulated Pulse & Bar

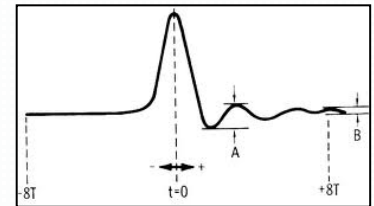


Fig. 11 – Ringing – Resposta de fase

O sinal de multiburst possui salvas (bursts) com várias frequências, que dependem do padrão SDTV ou HDTV. Ainda que não seja um sinal ótimo para a verificação de resposta de frequência, pois não possui todas, era amplamente utilizado na TV analógica, devido à facilidade da verificação.

A figura 7 mostra o sinal sem nenhuma perda, e na figura 8 é mostrada uma pequena atenuação nas altas frequências. A figura 9 mostra um sinal superequalizado ou pré-equalizado. A pré-equalização pode ser utilizada para que o sinal chegue com o nível correto ao ponto onde será usado. Tem como vantagem não aumentar o ruído, porém é necessário que os destinos tenham a mesma atenuação ou que apenas uma saída seja utilizada.

Distribuição de Vídeo

A pré-equalização, em tese, pode ser aplicada em sinais digitais serializados. Neste caso, as limitações seriam menores, pois não existe a necessidade de um nível preciso. O único cuidado seria o sinal não chegar superequalizado no destino de menor atenuação.

A figura 10 ilustra o sinal *modulated pulse & bar*, que permite a análise de várias distorções. Na figura 11 é ilustrada a distorção conhecida como **ringing**, abordada anteriormente.

Distribuição de Vídeo

- Digital
 - Com equalização
 1. Possui apenas o recurso de recuperar o nível pico a pico do sinal digital;
 2. Modelos com apenas esse recurso são usados para distribuição de sinais de até 270Mbits (SDTV e ASI).
 - Com equalização e reclocking
 1. Além do recurso de recuperar o nível do sinal, é capaz também de regenerar a forma de onda digital;
 2. Modelos que operam em 1.5Gbits e 3Gbits só serão eficientes se tiverem este recurso.

O sinal de vídeo, em sua forma digital serializada, possui dois níveis que representam o **low** (0 mv) e o **high** (800 mv). O sinal digital paralelo de 8 ou 10 **bits**, ao ser serializado, descarregará esses **bits** em uma fila sempre de 10 **bits**, mesmo que originalmente o sinal paralelo tenha 8 **bits**. Estes **bits** devem ser descarregados em um tempo T_s (serial) = T_p (paralelo)/10. Em um primeiro momento, o valor **low** (L ou 0) ou **high** (H ou 1) do sinal serial equivalerá aos mesmos valores do sinal paralelo.

Distribuição de Vídeo

Posteriormente, o sinal passa por uma codificação NRZI (not return to zero inverted – fig. 12), que tem por finalidade evitar longas sequências de níveis L ou H. Esta codificação é necessária para que o processo de extração do **clock** do sinal seja facilitada (fig. 13) nos equipamentos que recebem este sinal em forma serializada e o tornam paralelo novamente.

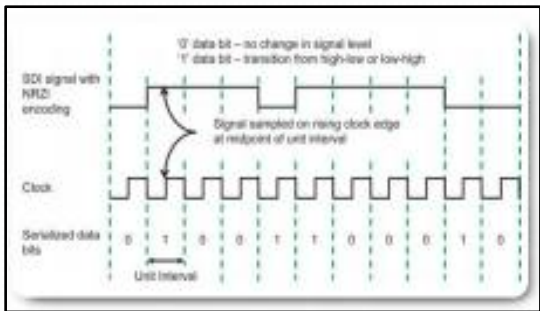


Fig. 12

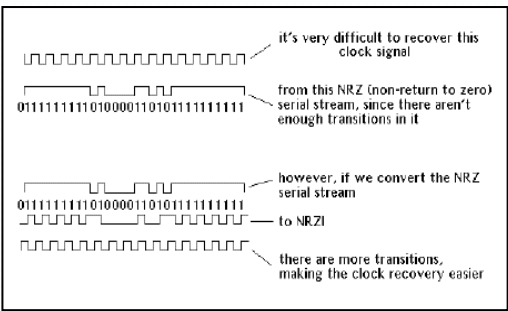


Fig. 13

Distribuição de Vídeo

Dessa forma, o sinal digital tem um formato que é praticamente uma onda quadrada com uma frequência máxima equivalente à quantidade de **bits** do formato de TV em questão.

Assim sendo, como o sinal serial de menor frequência é o para SDTV, que carrega 270Mbits, a banda de frequência é muito alta e, portanto, a correção do nível tem que ser realizada por um equalizador.

Por outro lado, o processo de **reclocking** permite uma recuperação também do **timing** do sinal, ou seja do tempo T_s citado acima, e também reduz o **jitter** em algumas circunstâncias.

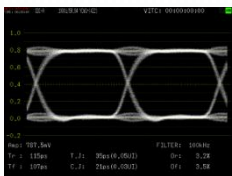


Fig. 14

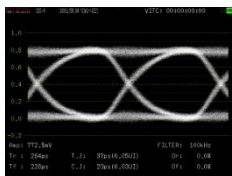


Fig. 15

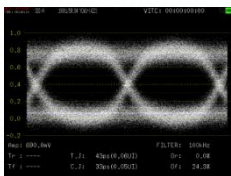


Fig. 16

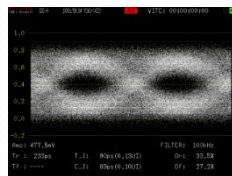


Fig. 17

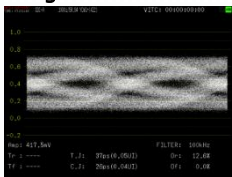


Fig. 18

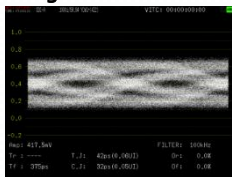


Fig. 19

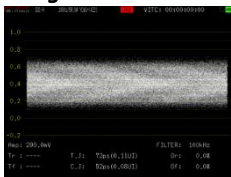


Fig. 20

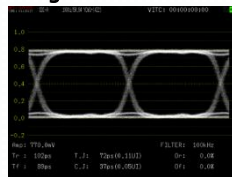


Fig. 21

Distribuição de Vídeo

A banda de frequência do sinal digital serializado dependerá do formato do sinal e da informação transportada.

A quantidade de **bits** transportado é função do formato do sinal, HD ou SD, de como é codificado: 4:2:2 (Y, R-Y, B-Y, por exemplo) ou 4:4:4 (RGB, por exemplo) e ainda da quantidade de sinais codificados, 4:4:4:4 (RGBK, por exemplo).

Cada **bit** tem uma duração T_b , chamada de UI (**unit interval**), que é igual ao período de **clock** de digitalização do sinal. Desta forma, a maior frequência do sinal serializado será alcançada em uma sequência de **bits** com valores alternados entre **low** e **high**. Como o período de cada bit é de 1UI, um ciclo completo terá 2UI, ou seja, o dobro do período de **clock**, consequentemente, metade da frequência.

SD - 4:2:2	HD - 4:2:2	HD - 4:4:4:4
20 x 13,5MHz	20 x 74,25MHz	40 x 74,25 MHz
270MHz/2	1,485GHz/2	2,970GHz/2
≈135MHz	≈750MHz	≈1,5 GHz

As figuras 15 a 20 ilustram sinais com diversos níveis de atenuação e a figura 21 ilustra o sinal na saída do equipamento após o processo de equalização e **reclocking**.

Distribuição de Vídeo

- Digital

- **Single Band**

Opera somente com uma banda de frequência, ou seja, não é possível usar com sinais de 270Mbits, 1,5Gbits e 3Gbits; apenas com um deles.

- **Wide Band**

Opera com todas as bandas de modo automático ou manual.

Os modelos que operam em **single band**, são mais antigos e, em geral, operam apenas em 270Mbits. Os modelos mais novos devem operar em **wide band** de forma automática.

A distribuição de 270Mbits não se restringe à distribuição do sinal de vídeo com definição padrão, em sua forma serializada, normalmente chamada de SDI (**Serial Digital Interface**) ou SD-SDI. Estes distribuidores podem ser usados para a distribuição de sinal ASI (**Asynchronous Serial Interface**), formato utilizado para sinais comprimidos transportados com o padrão MPEG (MPEG-TS – **MPEG Transport Stream**), que será visto com maiores detalhes em “Compressão de Vídeo”.

Nesse caso, é preciso saber se o equipamento comporta esse formato e se será necessário configurá-lo para operar nesse modo.

Conversão Analógico - Digital

- Equipamento Específico

Decodificador de Vídeo ou Video Decoder.

- Simbologia

Não existe um símbolo específico;, provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.

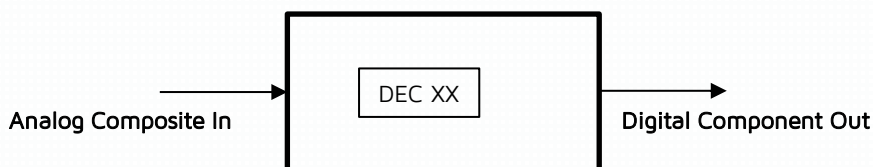


Fig. 22

Embora, simplificadaamente, chamado de conversão analógica para digital, esse processamento na realidade é a composição de ao menos três processamentos.

O sinal analógico usado classicamente nos sistemas de TV é, ou era, o vídeo composto, no nosso caso, PAL-M. O formato digital que se consolidou no mercado é componente digital, ou seja, Y, R-Y e B-Y.

Dessa forma, além da conversão para digital, é necessário decodificar o sinal composto para transformá-lo em Y, R-Y e B-Y.

Teoricamente, a ordem em que estes dois processamentos ocorrem é indiferente, porém o usual será a conversão do sinal de vídeo composto para digital, o seu posterior processamento de decodificação e, por fim, a serialização do sinal (fig. 24).

Conversão Analógico - Digital

- Decodificação do Vídeo

- Função:

Converter o sinal de vídeo analógico composto em sinal e vídeo componente digital.

- Características comuns:

1. Converte o sinal analógico composto para digital.
2. O processamento do sinal é realizado na sua forma paralela.
3. Utiliza filtros adaptativos para separação de chroma.

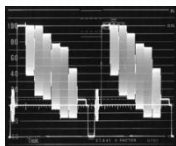


Fig. 23

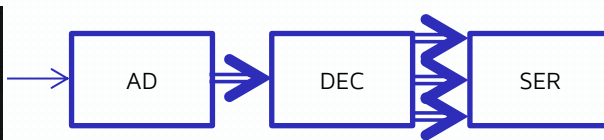


Fig. 24

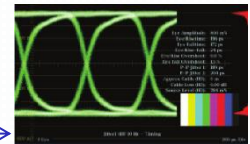


Fig. 25

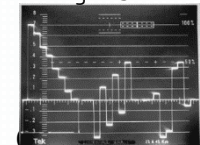


Fig. 26

O processo de decodificação e ou separação de chroma pode se utilizar de até três tipos de filtros ou da combinação deles.

O processo mais simples é o trap filter ou high pass filter. Este filtro separa do vídeo composto o sinal de chroma submodulado, cuja frequência é de 3,58MHz. Após essa separação, são obtidos os sinais de Y, R-Y e B-Y.

Esse processo resulta em um sinal de pouca qualidade, pois reduz a resposta de luminância e causa defeitos na imagem, conhecidos como cross color e cross luminance. O efeito do cross color pode ser visto na figura 27, é causado pelo vazamento de luminância na chroma, ou seja, as frequências de luminância iguais ou próximas à frequência da subportadora de chroma são separadas pelo filtro e interpretadas como chroma.

Já o cross luminance é causado pelo vazamento de chroma na luminância, ou seja, parte da subportadora de chroma é interpretada como luminância. O efeito são pontos (dots) escuros e claros na imagem.

Conversão Analógico - Digital

- Decodificação do Vídeo

Como solução para esses dois indesejáveis defeitos de imagem, foram desenvolvidos os comb filters. Este tipos de filtro se valem da relação entre o sinal frequência de subportadora de chroma e a frequência horizontal. Esta relação causa, para o sinal NTSC, uma inversão de 180° da frequência da subportadora de uma linha de vídeo para outra. Isto significa que, se em um tempo Tx da linha 50, a subportadora tem fase igual a 90° , na linha 51 ela terá fase de 270° . Associando isto ao fato da informação de linhas de vídeo adjacentes serem muito semelhantes, ao se somar um linha com a sua adjacente, o sinal de chroma é cancelado. Este processo é chamado de comb filter bidimensional ou 2D.

A mesma teoria de inversão de fase de uma linha para sua adjacente vale para a mesma linha do próximo quadro (frame), ou seja, a frequência da subportadora da linha 100 do frame n está invertida de 180° da linha 100 do frame n+1. Logo, também partindo do princípio de que as informações de frames adjacentes são muito semelhantes, ao se somar a mesma linha de quadros adjacentes, o sinal de chroma é cancelado. Este processo é conhecido como comb filter tridimensional ou 3D.

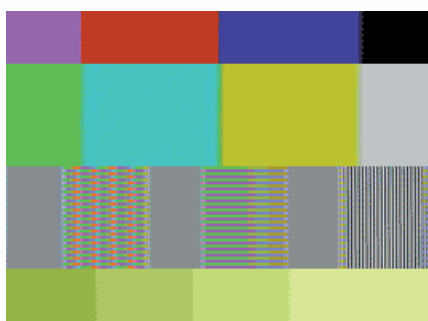


Fig. 27 Trap ou High Pass Filter

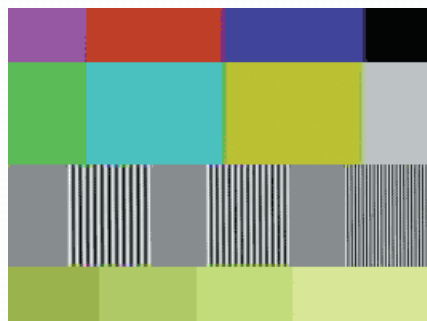


Fig. 28 Comb Filter Adaptive

2D – Bidimensional
3D – Tridimensional

Conversão Analógico - Digital

- Decodificação do Vídeo

Como dito anteriormente, estes dois tipos de filtro se valem da semelhança espacial (linhas adjacentes) e temporal (**frames** adjacentes). Porém, linhas adjacentes eletronicamente (consecutivas do mesmo campo ou **field**), não são adjacentes no espaço devido à varredura entrelaçada. Além disso, existem as transições verticais da imagem. O mesmo princípio vale para **frames** adjacentes, pois na realidade a temporalidade da imagem é sequenciada por **fields** adjacentes. Logo, principalmente em imagens de grande dinâmica e também nos cortes de cena, esta semelhança por adjacência espacial ou temporal é reduzida. Assim sendo, o uso isolado destas tecnologias resultam em outros tipos de defeitos, além do **cross color** e **cross luminance**, quando esta semelhança não ocorrer.

A alternativa para a solução desses problemas é o uso combinado desses filtros. Este processo é conhecido como filtro adaptativo, ou **adaptive comb filter**. Existe um circuito que testa a semelhança da imagem, espacial ou temporal, verificando as linhas e quadros anteriores e posteriores e decide por qual filtro usar; nos casos onde não exista semelhança espacial ou temporal, o **trap filter** é utilizado. O resultado deste tipo de processamento é mostrado na figura 28.

Essa inversão de fase da subportadora de *chroma*, em linhas e **frames** adjacentes, é válida para o sistema NTSC; nos sistemas PAL e PAL-M, esta inversão só acontece entre a linha n e linha $n+2$ e também entre o **frame** n e o **frame** $n+2$. Logo, a eficiência deste tipo de filtro é menor nestes sistemas.

Conversão Digital - Analógico

- Equipamento Específico

Codificador de Vídeo ou Video Encoder

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.

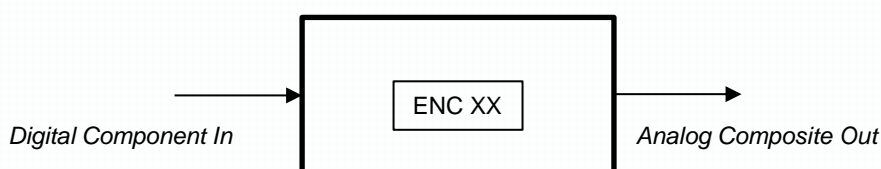


Fig. 29

Analogamente ao dito para o conversor analógico para digital, o conversor de digital - analógico também é a composição de três processamentos. O sinal componente digital terá que ser de-serializado, convertido para analógico e ter o sinal de chroma codificado para gerar o vídeo composto.

Semelhante ao que ocorre no processo de conversão analógica para digital, após a de-serialização do sinal, a ordem em que os demais processamentos ocorrem é indiferente (fig. 32).

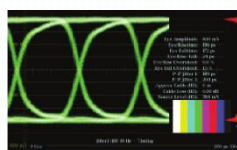


Fig. 31

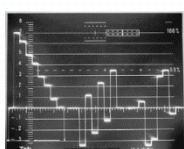


Fig. 30

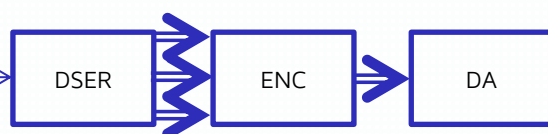


Fig. 32

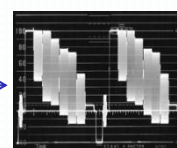


Fig. 33

Conversão Digital - Analógico

- Codificação do Vídeo
 - Função:
Converter o sinal de vídeo digital componente em analógico composto.
 - Características comuns:
 1. Converte o sinal componente digital para analógico composto.
 2. O processamento do sinal é realizado na sua forma paralela.
 3. Possui filtros opcionais para suprimir a frequência de modulação de chroma do sinal de luminância.

Conversão Digital - Analógico

Ao contrário do processo de decodificação, a codificação é simples e por si só não causa deterioração na imagem. O processo de codificação é o mesmo que acontece nos equipamentos que geram vídeo analógico em câmeras, geradores de sinais, entre outros.

Como o sinal de vídeo, analógico ou digital, tem como base de formação os componentes RGB, das quais se originam os componentes Y, R-Y e B-Y, o processo de codificação é o mesmo.

Como dito, esse processo não causa uma deterioração na imagem; porém, para ser monitorado em uma TV ou monitor, esse sinal precisa ser decodificado, uma vez que os monitores mostram o sinal em sua forma RGB. Desta maneira, os defeitos de **cross color** e **cross luminance** serão verificados, em maior ou menor grau, dependendo do decodificador da TV ou monitor (fig. 35).

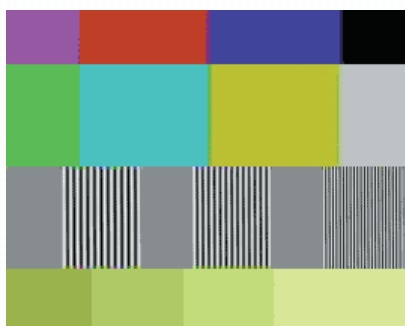


Fig. 34 Monitoração do sinal originalmente digital.

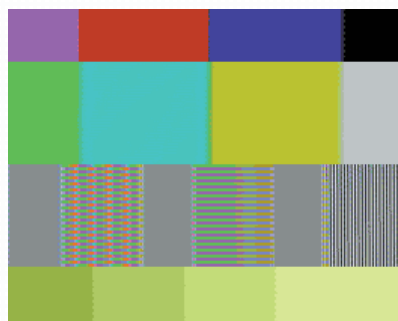


Fig. 35 Monitoração do sinal convertido para analógico.

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- Equipamentos específicos

Mux

Demux

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.



Fig. 36



Fig. 37

Os equipamentos que realizam o processo de multiplexação e demultiplexação do áudio no vídeo são chamados pelos fabricantes de **mux** e **demux**. Na linguagem da televisão, no Brasil e também no exterior, serão ouvidos os nomes **Audio Embedder** e **Audio De-embedder**. Porém, estas são expressões linguísticas que podem ser consideradas neologismos, pois estas palavras não aparecem nos dicionários da língua inglesa. A quantidade de entradas e saídas de áudio podem variar de uma a oito entradas **AES**, o que equivale a dezesseis canais de áudio. O mais comum é encontrar equipamentos com quatro ou oito entradas **AES**.

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

O número de canais pode ser aumentado se for usada a codificação do sinal de áudio. Como exemplo, a codificação **Dolby-E** eleva a quantidade de áudios de um canal **AES** de dois para oito áudios, porém será necessário um codificador e decodificador **Dolby-E** na entrada e saída do **mux** e **demux**, respectivamente.

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- **Função:**
Inserir ou extrair o sinal de áudio no padrão AES do sinal de vídeo digital.
- **Características comuns:**
Sincroniza, eletronicamente, os sinais de áudio e vídeo;
O processamento do sinal é realizado na sua forma paralela.

A digitalização da TV permitiu que o sinal de áudio fosse transportado junto com o sinal de vídeo, dentro do estúdio, o que é conhecido como **áudio embedded**.

Isso traz benefícios tais como a simplificação dos projetos, eliminando as camadas de áudio referentes à distribuição e roteamento. Porém, o processamento destes sinais, na forma serializada, limita-se à recuperação do sinal SDI e também ao roteamento, contudo com a ressalva que será um corte “sujo” do sinal de áudio, ou seja, é possível selecionar o sinal, mas sem usá-lo no instante em que é chaveado.

Por conta disso, toda vez que existir a necessidade do processamento do sinal de áudio é necessário separá-lo do vídeo (**demux**), processá-lo e multiplexá-lo novamente ao fim do processo. Nestes processamentos, inclui-se o corte limpo do sinal de áudio.

Esse encadeamento de **mux** e **demux** deve ser bem planejado e calibrado, pois poderá causar o não sincronismo entre som e imagem, conhecido como **lip sync**, que é o sincronismo do movimento labial com o som da palavra.

Multiplexação e De-multiplexação de Áudio

- MUX – HD

O sinal de dados do áudio é multiplexado no vídeo, mantendo a estrutura da codificação **AES**. Isto é válido para a multiplexação em **HDTV** e **SDTV**, porém daqui em diante analisaremos apenas o **HDTV**. As amostras de áudio extraídas do fluxo **AES (stream)** são colocadas no intervalo horizontal, dos componentes **R-Y** e **B-Y**, do sinal de vídeo seguinte ao que o áudio é amostrado. A quantidade de amostras de áudio em cada intervalo horizontal varia conforme o número das amostras coincidentes com o período ativo da linha. Na linha de vídeo especificada como ponto para corte do sinal de vídeo (**switching point**), nenhum áudio é multiplexado. As amostras de áudio coincidentes com esta linha são multiplexadas no próximo intervalo horizontal. A figura 38 ilustra o explicado anteriormente.

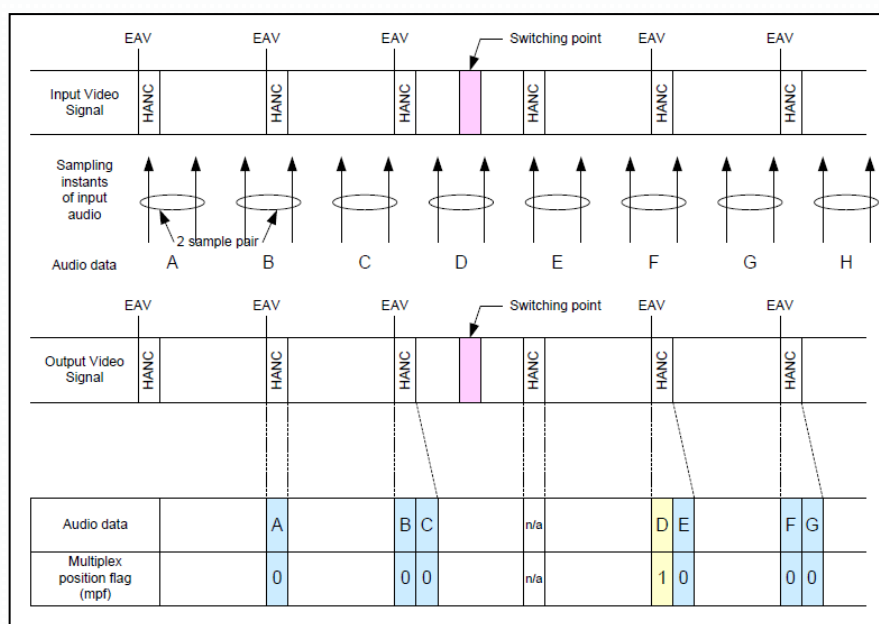


Fig. 38

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- MUX – HD (audio data packet)

O áudio **AES** não é o foco do aprendizado em questão, e sim como ele é colocado dentro do sinal de vídeo e depois retirado. Logo, o que interessa no momento são os dados que cercam a informação de áudio dentro do vídeo, detalhadas nas páginas a seguir e em destaque na figura 39.

A maioria dos problemas que envolvem **audio embedded** dizem respeito a esses dados. Alguns equipamentos nascem antes das normas e por conta disso não são totalmente aderentes às normas vigentes. Isto pode causar incompatibilidade com equipamentos que seguem fielmente às normas.

Os instrumentos de medição também podem não estar totalmente aderentes à norma, dificultando ainda mais a análise de problemas.

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

Um analisador de áudio, não totalmente aderente à norma, que tenha entrada **SDI**, que extraia o áudio **AES** e analise a estrutura **AES** sem analisar os demais dados, pode indicar que sinal de áudio está íntegro, sem que ele esteja, pois está apenas analisando o pacote **AES**.

Instrumentos que analisam o sinal **SDI** também podem não fazer a análise completa de todo o pacote de áudio, mesmo que tenha opção para análise de áudio. Muitos analisam apenas o pacote **AES**.



Fig. 39

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- MUX-HD (audio data packet)

A figura 39 ilustra a estrutura do áudio multiplexada no vídeo, que é composta por palavras que correspondem ao dados de áudio, conforme codificação AES; cabeçalho (**header**) e controle de erro.

Os dados correspondentes ao áudio são as palavras UDW3 à UDW17, que é um dado AES.

O **header** é formado pelas palavras ADF(3), DID(1), DBN(1), DC(1), CLK (2 - UDW1 e UDW2).

As palavras UDW18 a UDW23 são utilizadas para correção de erro e a palavra CS para verificação de integridade do dado.

A tabela 1 e o quadro abaixo mostram e especificam essas palavras e também alguns valores desses dados.

.

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- ADF – Ancillary Data Flag - 000h; 3FFh; 3FFh
 - DID – Data Identification
 - Audio Group 1 (Channel 1~4) – 2E7h
 - Audio Group 2 (Channel 5~8) – 1E6h
 - Audio Group 3 (Channel 9~12)– 1E5h
 - Audio Group 4 (Channel 13~16)– 2E4h
 - DBN – Data Block Number
 - DC – Data Count - 218h
 - UDW 1 e 2 - CLK – (audio clk phase data)
 - UDW3 ~UDW17 – (audio data)
 - UDW 18 ~UDW23 – ECC – Error Correction Codes
 - CS – Checksum
- O ADF é formado por três palavras de 10 bits que identificam o **ancillary data**.
- O DID é uma palavra de 10 bits que identifica o que é o dado do **ancillary data**.

Component data stream format											
	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	Hex
ADF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	000h
ADF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3FFh
ADF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3FFh
DID	p/	p	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
DBN/SDID	p/	p	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
DC	p/	p	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
UDW(0)	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
UDW(255)	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
CS	b8/	Check sum									

Tabela 1

Tabela 1

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- MUX-HD (audio data packet)

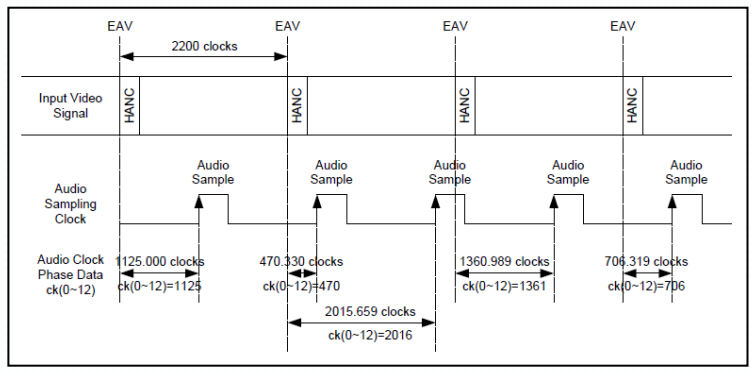
O DBN é uma palavra de 8 bits que é utilizada para identificar pacotes de mesmo tipo dentro de um campo; a cada pacote seu valor é incrementado de um, variando de 1 a 255. Se o seu valor for zero, significa que não está sendo utilizado, pois essa palavra é de uso opcional.

O DC é uma palavra de 8 bits, que conforme norma do **ancillary data** quantifica os UDW (**user data word**) e que tem valor igual a 218h definido pela norma de **áudio embedded** para HDTV.

O CLK, que é formado pelas palavras UDW 1 e UDW 2, carrega a informação da posição original do pacote de áudio em relação ao intervalo horizontal do sinal de vídeo, anterior ao pacote do áudio, conforme a figura 40. Esta informação permite que, no processo de demultiplexação do áudio, estes pacotes sejam posicionados conforme eram antes da multiplexação.

O ECC é formado por seis palavras responsáveis por detectar e corrigir erros nas vinte e quatro palavras que o antecedem (ADF ~ UDW 17). O CS é uma palavra de verificação usada para validar o pacote do **ancillary data** desde a palavra DID até UDW23.

Fig. 40



Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- MUX-HD (audio control packet)

Além do **audio data packet**, também é enviado outro pacote para controle de áudio. Este pacote é multiplexado no intervalo horizontal do canal de luminância (Y) do sinal digital de vídeo, na segunda linha após o ponto de corte. Ele é transmitido uma única vez em todos os campos (fig. 41).

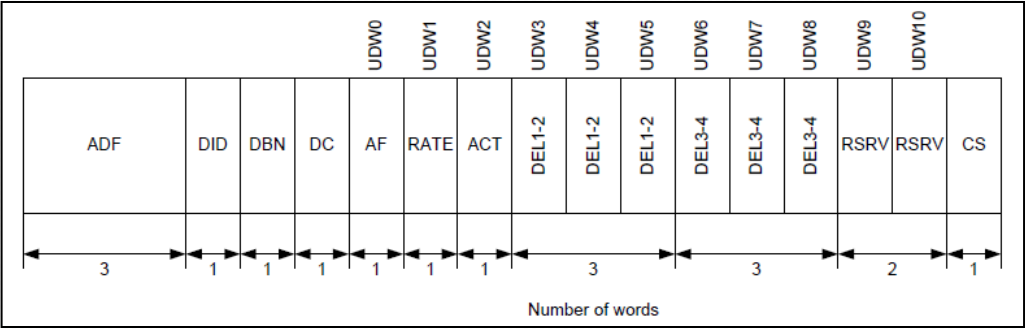


Fig. 41

A informações **ADF**, **DID**, **DBN**, **DC** e **CS** têm as mesmas finalidades já descritas, porém o valor das palavras são diferentes, como segue:

DID – Data Identification

Audio Group 1 (Channel 1~4) – $1E3_h$

Audio Group 2 (Channel 5~8) – $2E2_h$

Audio Group 3 (Channel 9~12) – $2E1_h$

Audio Group 4 (Channel 13~16) – $1E0_h$

DBN – Data Block Number – 200_h

DC – Data Count – $10B_h$

CS – DID até UDW10

As informações cuja denominação diferem do **audio data packet** são **AF**, **RATE**, **ACT**, **DEL1-2**, **DEL3-4** e **RSRV**, detalhadas a seguir.

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- MUX-HD (audio control packet)

AF – **Audio Frame Number Data** – varia de 1 até o tamanho da sequência de *frames* de áudio e fornece uma numeração sequencial dos **frames** de áudio para indicar sua posição na progressão do número não inteiro de amostras por **frame** de vídeo. Se AF é igual a zero, a numeração não está disponível (tabela 2).

Television system	Sampling rate (kHz)	Frame sequence	Basic numbering		Exceptions	
			Samples per odd audio frame (m)	Samples per even audio frame (m+1)	Frame number	Number of samples
30 frame/s	96.0	1	3200		none	
	48.0	1	1600		none	
	44.1	1	1470		none	
	32.0	3	1067	1066	none	
30.00/1.001 frame/s	96.0	5	3204	3202 ¹⁾	none	
	48.0	5	1602	1601	none	
	44.1	100	1472	1471	23, 47, 71	1471
	32.0	15	1068	1067	4, 8, 12	1068

Tabela 2

RATE – **Sampling Rate** – utiliza quatro bits e informa a frequência de amostragem de cada par de canal de áudio (48,0 KHz; 44,1KHz; 32,0KHz e 96KHz) e também se o áudio é síncrono ou assíncrono (tabelas 3 e 4).

X2	X1	X0	Sample rate
0	0	0	48.0 kHz
0	0	1	44.1 kHz
0	1	0	32.0 kHz
1	0	0	96.0 kHz
0	1	1	Reserved
1	0	1	Reserved
1	1	0	Reserved
1	1	1	Free running

Tabela 4

Bit number	UDW1
	RATE
b9 (MSB)	not b8
b8	Reserved (set to 0)
b7	Reserved (set to 0)
b6	Reserved (set to 0)
b5	Reserved (set to 0)
b4	Reserved (set to 0)
b3	X2 (MSB)
b2	X1 Rate code
b1	X0 (LSB)
b0 (LSB)	asx 0 = synchronous audio 1 = asynchronous audio

Tabela 3

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- MUX-HD (audio control packet)

ACT – **Active Channels** – utiliza quatro bits para informar que canais de áudio estão ativos em cada grupo (tabela 5).

Bit number	UDW2
	ACT
b9 (MSB)	Not b8
b8	Even parity ¹⁾
b7	Reserved (set to 0)
b6	Reserved (set to 0)
b5	Reserved (set to 0)
b4	Reserved (set to 0)
b3	a4 active: 1, inactive: 0 (CH4)
b2	a3 active: 1, inactive: 0 (CH3)
b1	a2 active: 1, inactive: 0 (CH2)
b0 (LSB)	a1 active: 1, inactive: 0 (CH1)

Tabela 5

DEL1-2 e DEL3-4 utilizam três palavras, usando 26 bits e indicam a quantidade de atraso acumulado do processamento de áudio em relação ao vídeo (tabela 6).

Bit number	UDW3	UDW4	UDW5	UDW6	UDW7	UDW8
	DEL1-2			DEL3-4		
b9 (MSB)	Not b8	Not b8	Not b8	Not b8	Not b8	Not b8
b8	del 7	del 16	del 25 (±)	del 7	del 16	del 25 (±)
b7	del 6	del 15	del 24 (MSB)	del 6	del 15	del 24 (MSB)
b6	del 5	del 14	del 23	del 5	del 14	del 23
b5	del 4	del 13	del 22	del 4	del 13	del 22
b4	del 3	del 12	del 21	del 3	del 12	del 21
b3	del 2	del 11	del 20	del 2	del 11	del 20
b2	del 1	del 10	del 19	del 1	del 10	del 19
b1	del 0 (LSB)	del 9	del 18	del 0 (LSB)	del 9	del 18
b0 (LSB)	e	del 8	del 17	e	del 8	del 17

Tabela 6

Bit number	UDW9	UDW10
	RSRV	RSRV
b9 (MSB)	Not b8	Not b8
b8	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)
b7	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)
b6	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)
b5	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)
b4	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)
b3	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)
b2	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)
b1	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)
b0 (LSB)	Reserved (set to 0)	Reserved (set to 0)

Tabela 7

Multiplexação e Demultiplexação de Áudio

- **Demux**

O processo de demultiplexação não carece de grandes explicações. Ele utiliza as informações contidas no **audio data** e **control packet**, contidas no sinal de vídeo, para extrair o áudio do vídeo.

Os **demux** não precisam de todas as informações citadas anteriormente para separar o áudio. Em função disto, é comum alguns **demux** separarem o áudio do vídeo sem nenhum problema, enquanto outros apresentam falhas em função da falta de algumas destas informações.

Isso não significa que o **demux** que extrai o áudio com falhas esteja defeituoso. O problema pode estar no sinal, que não é totalmente aderente à norma, e o **demux**, que é totalmente aderente mostra o problema, que na realidade ocorreu no processo de multiplexação.

Sincronização de Vídeo e Imagem

- Equipamento específico

Frame Synchronizer, Line Synchronizer e Frame Delay

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.



Fig. 42

No que diz respeito a equipamentos específicos para a função de sincronização de vídeo, o mais comum é o equipamento **Frame Synchronizer**, que dependendo da relação entre tempo de entrada e o tempo de saída irá funcionar como **frame** ou **line synchronizer**.

O que determina se o equipamento é um **frame** ou **line synchronizer** é o tamanho de sua memória para armazenamento ou tamanho do **buffer**. Como o tamanho da memória para o equipamento ser um **frame synchronizer** é muito maior do que a de um **line synchronizer**, os circuitos eletrônicos do primeiro ou o hardware permite a ele os dois tipos de processamento.

Porém, o processamento de **line synchronizer** está presente em equipamentos que possuem mais de uma entrada e precisam garantir que as mesmas tenham o mesmo tempo ou fase. Na realidade, sua função é de ajuste automático de fase (**auto timing**).

Sincronização de Vídeo e Imagem

- **Frame Synchronizer**

Função:

Sincronizar um sinal de vídeo, normalmente externo ao sistema que se deseja utilizar, cuja referência seja assíncrona a este sistema.

Características comuns:

1. Pode ter entradas analógicas ou digitais;
2. O processamento do sinal será sempre em digital paralelo, porém pode ser digital composto;
3. Possui **range** para ajuste de tempo superior ao tempo de uma linha de vídeo.

Sinais de vídeo recebidos de centros externos ao que se pretende usar o sinal, cujos sistemas de referência sejam distintos, estarão assíncronos com o centro em que se deseja utilizar o sinal.

Estes sinais, em sua maior parte, são recebidos via canalizações de micro-ondas, satélite ou fibras óticas.

Os **frames synchronizers** já eram utilizados na TV analógica; suas entradas e saídas eram analógicas porém o processamento era digital, sem conversão para vídeo componente.

Com o advento da tecnologia digital, esses equipamentos recebem o sinal já no formato digital serializado, convertem para paralelo, realizam o processamento de sincronização e convertem-no novamente para a forma serializada.

Sincronização de Vídeo e Imagem

Com o advento da tecnologia digital, esses equipamentos recebem o sinal já no formato digital serializado, convertem para paralelo, realizam o processamento de sincronização e convertem-no novamente para a forma serializada.

O funcionamento de um **frame synchronizer** (FS) (fig. 43a) é simples: o sinal de entrada passa por um processamento que dependerá de sua natureza; se analógico será convertido para digital, comumente em 8 **bits**; se digital, será regenerado e de-serIALIZADO.

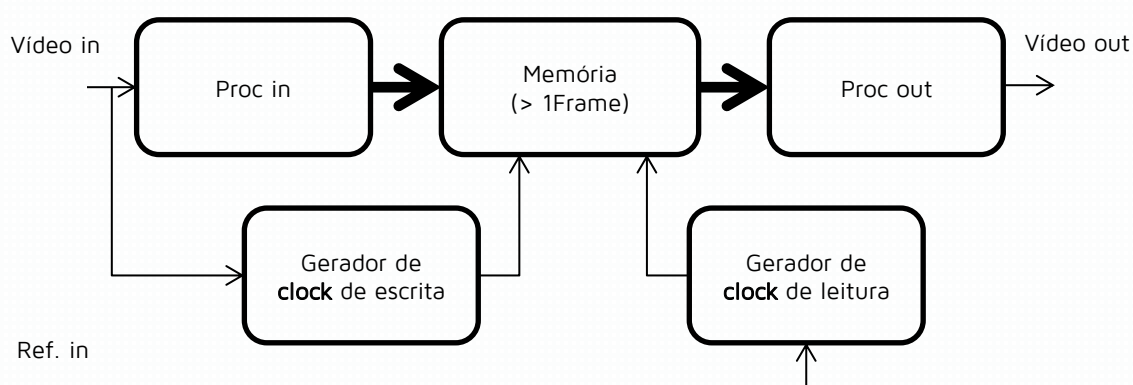


Fig. 43a

Depois esse sinal será gravado em uma memória. O gerador do sinal de **clock** de escrita na memória será referenciado pelo sinal de vídeo de entrada. O gerador do sinal de **clock** de leitura de memória será referenciado por um sinal externo, ou seja, um sinal síncrono com os quais desejamos sincronizar o sinal externo.

Sincronização de Vídeo e Imagem

- **Frame Synchronizer**

Se o sinal de saída de um FS é síncrono com o sinal de referência, que por sua vez é assíncrono com o sinal de entrada, isto significa que o sinal de saída do FS é assíncrono com o seu sinal de entrada. Se os sinais são assíncronos, a velocidade com que ele entra no FS é diferente da velocidade com que ele sai. Na prática, isto significa que, depois de um tempo T , será necessário desprezar ou repetir um frame, dependendo da velocidade de entrada ser maior ou menor do que a de saída. O tempo T em que isso acontecerá, depende da diferença de velocidade entre entrada e saída.

Por conta dessa possibilidade de se desprezar ou repetir frames, para um FS operar com áudio multiplexado em sua entrada, ele tem que separar este áudio, processá-lo separadamente e multiplexá-lo novamente na saída (fig. 43b), uma vez que não se pode desprezar ou repetir a informação de áudio, de forma aleatória, sem que isso venha a provocar uma falha de áudio facilmente ouvida.

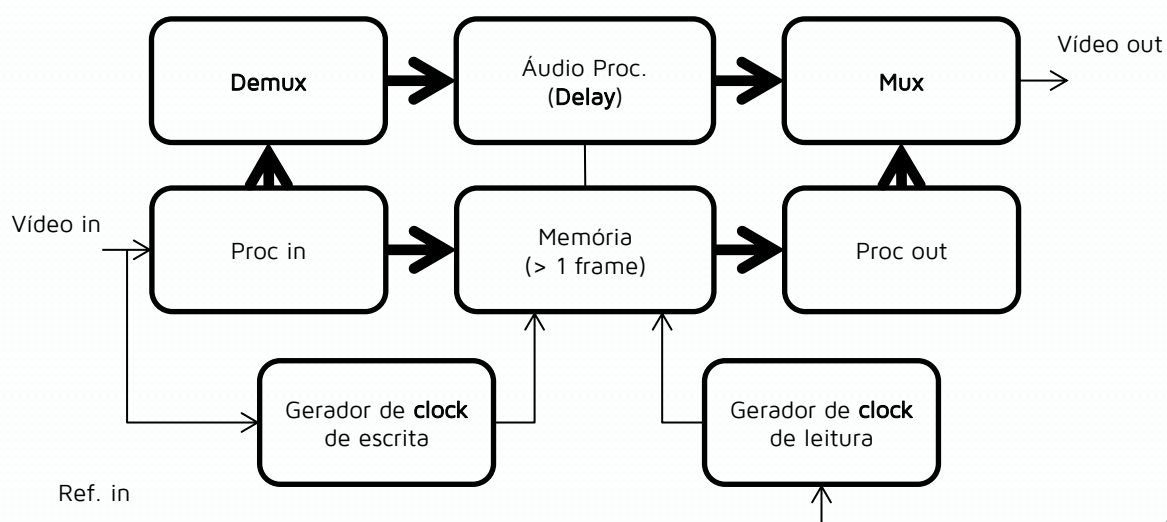


Fig. 43b

Sincronização de Vídeo e Imagem

- **Line Synchronizer**

Como dito anteriormente, o que difere um **line synchronizer** (LS), figura 44, de um **frame synchronizer** (FS) é o tamanho da memória. Considerando que o equipamento fosse construído especificamente para esta função, a memória só seria capaz de armazenar o conteúdo aproximado de uma linha de vídeo. Porém, na realidade este tipo de circuito com esta limitação de tamanho de memória só se fará presente como parte de equipamentos que possuam mais de um vídeo de entrada e precisem que estes sinais tenham o mesmo tempo.

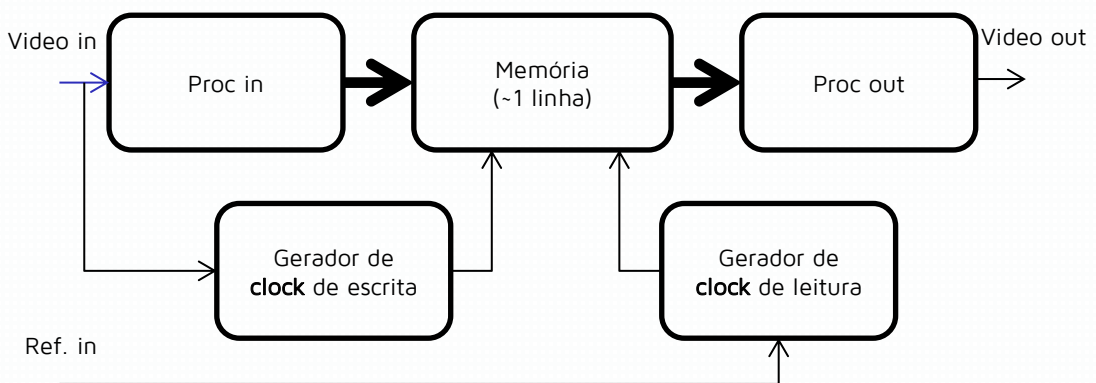


Fig. 44

Como a memória está limitada ao tamanho de uma linha de vídeo, é necessário que o sinal já esteja síncrono com a referência. A função desse equipamento é garantir que o tempo de saída do sinal seja sempre o mesmo, porém o sinal de entrada deve ter seu tempo de entrada adiantado de no máximo um tempo T_m (fig. 45) em relação ao tempo de saída. Este tempo T é relativo ao tamanho da memória e normalmente se aproxima do tempo de uma linha de vídeo.

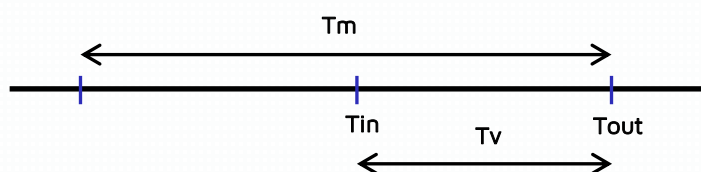


Fig. 45

Sincronização de Vídeo e Imagem

Este tempo T é relativo ao tamanho da memória e normalmente se aproxima do tempo de uma linha de vídeo. Este tempo é conhecido como janela de *auto timing*. Na prática, o equipamento funciona como uma linha de atraso (*delay*) automática, que sempre atrasa o vídeo de um tempo T_v , que é igual ao tempo de saída (T_{out}) menos o tempo de entrada (T_{in}).

Um FS pode operar como um LS; para tal, a especificação do equipamento deve permitir isto, indicando um tempo de atraso mínimo do equipamento (T_d). O sinal de entrada deve ser síncrono com a referência e o tempo de entrada em relação ao tempo de saída deve estar sempre adiantado de um tempo superior ao tempo de atraso mínimo do equipamento (T_d), conforme figura 46.

Atendidas estas condições, o sinal de entrada será atrasado do tempo necessário para colocar o sinal com o tempo desejado de saída.

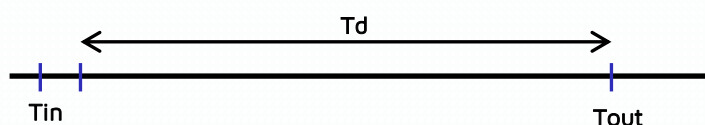


Fig. 46

Sincronização de Vídeo e Imagem

- **Frame Delay**

Um **frame delay** (FD) figura 47 é similar a um **frame synchronizer** (FS), com uma capacidade maior de memória. Sua função principal é sincronizar imagens, ou seja, retardar uma imagem que esteja adiantada em relação a outra. Basicamente o seu funcionamento consiste em ler da memória um tempo **T_d** depois que se escreveu. **T_d** é o tempo de retardo acrescentado ao sinal.

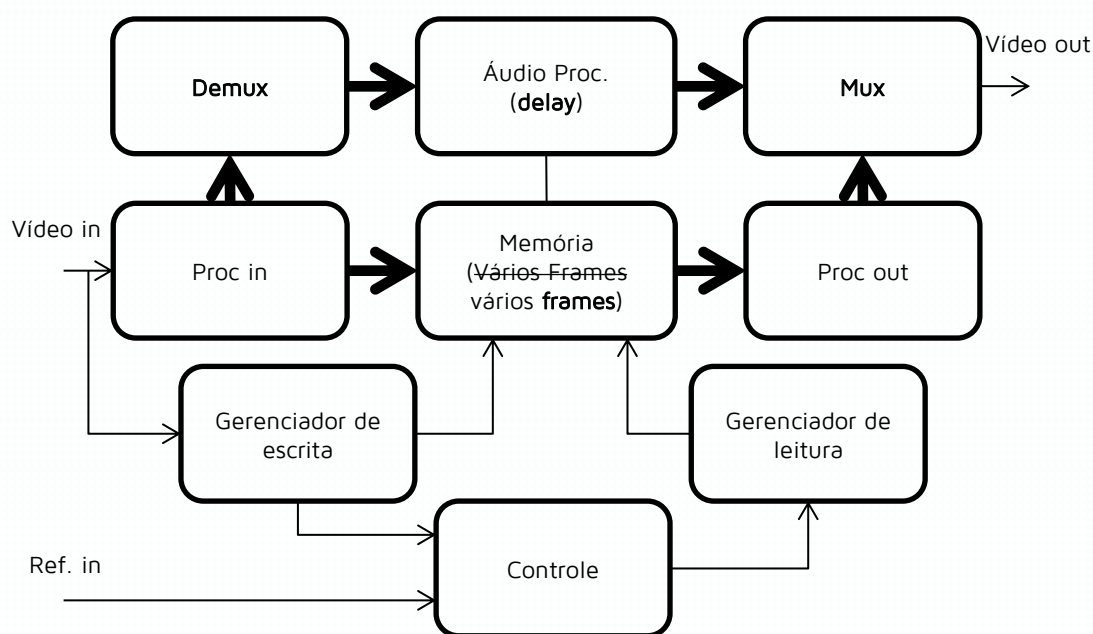


Fig. 47

Um exemplo prático é o recebimento de um mesmo sinal por vias diferentes, um sinal via satélite (sinal A) e outro via micro-ondas ou fibra ótica (sinal B), com diferentes processamentos. Provavelmente estes diferentes caminhos e processos causam diferentes atrasos no sinal na ordem de quadros de imagem. Com isto, ainda que os sinais estejam síncronos do posto de vista eletrônico — sincronismo horizontal e vertical — o que acontece na imagem do vídeo A só acontecerá na imagem do vídeo B alguns frames depois. Desta forma, é necessário atrasar o sinal do vídeo A de forma que as imagens dos dois vídeos estejam síncronas.

Correção de Cor e Colorização

- **Equipamento específico**

Color Corrector.

- **Simbologia**

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.



Fig. 48

O equipamento específico para correção de cor na prática já não existe mais. Este processo é na realidade uma funcionalidade de processadores de vídeo com várias funções. Porém, o objetivo no momento é o entendimento deste processo.

Função:

Corrigir o branco e preto da imagem.

Características comuns:

1. Pode ter entradas analógicas ou digitais;
2. O processamento do sinal será sempre em digital paralelo, se o sinal for digital ou digitalizado;
3. Comumente atua nos canais R e B e Y, podendo também atuar com o canal G.

A correção de cor deve ser realizada processando os canais fundamentais de captação da imagem, ou seja R, G e B, portanto é necessário converter o sinal de componente serial para RGB paralelo, realizar o processamento e depois converter novamente para componente serializado.

Correção de Cor e Colorização

- Correção de cor

A figura 49 ilustra o diagrama em bloco simplificado desse processamento. Normalmente ele é realizado apenas nos canais R e B, pois é o suficiente para realizar a correção de cor, facilitando a operação. Neste caso, o ajuste do canal do Y também é necessário para o acerto do nível de pedestal e ganho. Em alguns equipamentos, é possível processar o canal do G, não sendo necessários ajustes de Y, contudo a operação é mais crítica.

O processo de correção consiste em alterar o nível DC ou o do pedestal dos canais R e B, que atuará na correção do preto e alterar o ganho destes mesmos canais para corrigir o branco.

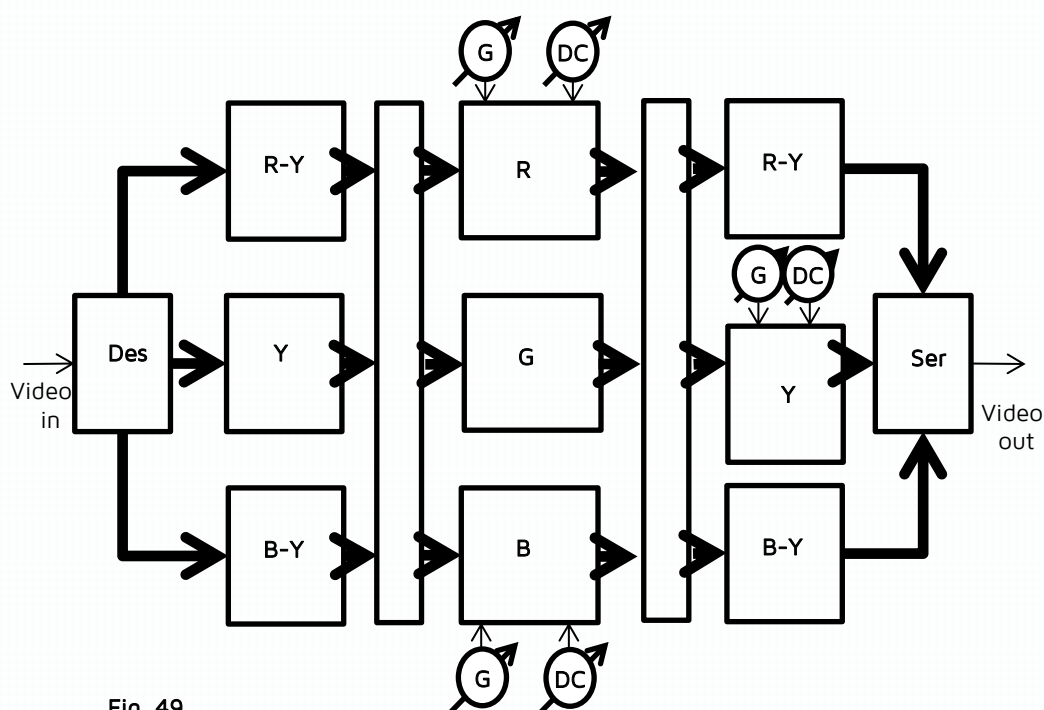


Fig. 49

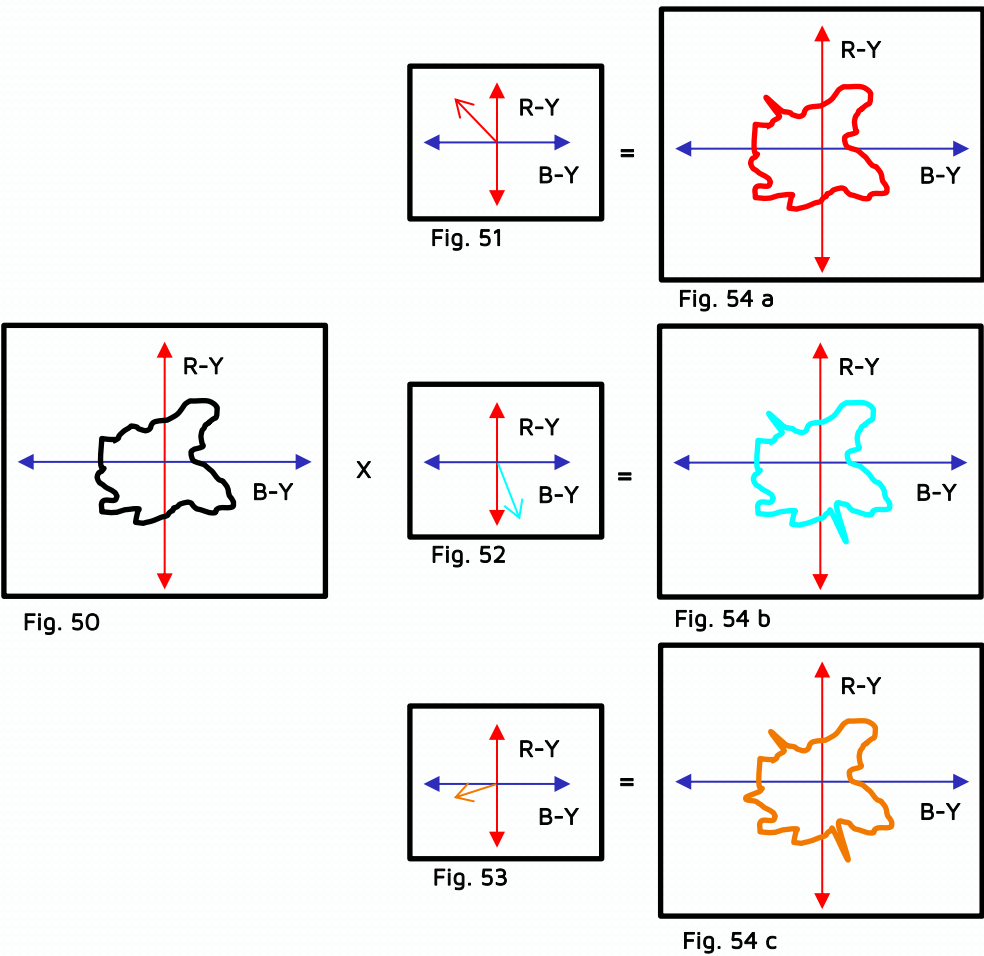
Correção de Cor e Colorização

- **Colorização**

O processo de colorização não tem a finalidade de corrigir preto e branco, e sim alterar as cores da imagem sem alterar o preto e o branco. Assim sendo, o processo matemático que realiza esta função é baseado em operação com vetores.

As câmeras captam os sinais através de sensores RGB; estes sinais são transformados em Y, que equivale à luminância ou imagem monocromática e R-Y e B-Y, que formarão o sinal de chroma. Toda cor é um vetor resultante dos componentes R-Y e B-Y (fig. 50); logo, para alterar uma cor é preciso alterar o vetor da cor que se deseja modificar.

Para tal, um vetor é gerado para realizar uma operação matemática com o vetor da cor que se deseja alterar (figuras 51 a 53). Circuitos adicionais garantem que este vetor atuará somente naquela cor. As alterações possíveis são a saturação e a fase (fig. 54).



Correção de Cor e Colorização

- **Colorização**

A quantidade de cores que podem ser alteradas depende da quantidade de vetores gerados. Equipamentos mais antigos que realizavam esta função tinham seis vetores com fases equivalentes às cores do **color bar**. Porém, equipamentos baseados em computadores, poderão ter uma quantidade de vetores que permitirão ao equipamento alterar exatamente a cor desejada. No nosso exemplo, existem apenas três vetores de correção.

Obs.: A colorização é também empregada na transformações de filmes originalmente monocromáticos em coloridos. Este processo difere do anterior, pois não altera cores, e sim coloca cor onde só existe luminância.

Dessa forma, é também um processo diferente, que engloba a pesquisa histórica para se saber as cores reais ou usuais dos objetos para a época que a produção retrata e por ser realizado por meio de computação gráfica, em que um artista precisa colorir todos os quadros da imagem.

O processo pode ter algum nível de automação, utilizando o reconhecimento de padrões, porém para que o trabalho seja perfeito, é necessário retocar quadro a quadro.

Esse processo não é usual nas produções de TV e também não pode ser considerado um processamento de vídeo, uma vez que é realizado por computação gráfica, de modo semelhante ao que se processa uma fotografia.

Redução de Ruído

- Equipamento específico
Noise Reducer.

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.



Fig. 55

A exemplo dos corretores de cor, equipamentos específicos para a redução de ruído já não existem mais. Este processo está embutido em processadores com diversas funções.

- Função:

Minimizar o ruído presente no sinal

- Características comuns:

1. Perda de resolução;
2. O processamento do sinal é realizado na sua forma paralela;
3. Utiliza filtros específicos.

Ruído é uma distorção típica da TV analógica; praticamente todo processo pelo qual o sinal era submetido introduzia ruído. Os mais críticos eram os que ocorriam devido aos sistemas de transmissão e recepção do sinal, tais como micro-ondas e satélites.

Redução de Ruído

Nas recepções residenciais das TV analógica, ainda em operação, o ruído está presente, e quando a intensidade é alta, é chamado popularmente de “chuveiro”.

Na TV digital, existem basicamente três tipos de ruído: um deles já no processo de captação, ou seja, nas câmeras, que é o mesmo tipo de ruído da TV analógica e pertencente desta natureza, uma vez que os sensores das câmeras são componentes analógicos. Porém, este ruído, em condições normais de operação, tem nível muito baixo e fica dentro dos parâmetros de aceitação.

Redução de Ruído

O segundo tipo vem do processo de digitalização do sinal, que provoca um ruído conhecido como 'ruído de quantização'. O seu nível dependerá da quantidade de bits usados na quantização do sinal. Quanto mais bits, menor o nível do ruído. Teoricamente, na TV digital, este processo de digitalização do sinal acontece apenas nas câmeras, quando o sinal elétrico dos sensores óticos (CCD, CMOS) são convertidos para digital. Porém, a quantidade de bits utilizadas nesta digitalização provocam níveis de ruídos inferiores ao nível de ruído do sensor.

Os outros tipos de ruído presentes na TV digital estão relacionados aos processos de compressão do sinal, que serão abordados futuramente. Estes ruídos dependerão do algoritmo e taxa de compressão utilizadas.

Em geral, em taxas altas, dependendo do algoritmo, esse ruído é praticamente imperceptível.

O processamento de redução de ruído tem como efeito colateral a perda de resolução, embora sejam utilizados filtros específicos, para cada tipo de ruído e processamentos por subtração, com o intuito de cancelar o ruído sem provocar outras distorções. Porém, o ruído tem por característica ser um componente de alta frequência, logo a redução do ruído, em maior ou menor grau, atenua os componentes de alta frequência do sinal.

Redução de Ruído

Na figura 56, percebe-se a redução do ruído, porém a textura também é reduzida; a imagem fica com aparência de computação gráfica.



Fig. 56

Por essas razões, redutores de ruído devem ser usados com parcimônia, observando-se o quanto se ganhou de relação sinal/ ruído e o quanto se perdeu de resolução da imagem.

Digital Video Effects

- Equipamento específico

DVE.

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.



Fig. 57

Esse é mais um dos equipamentos que estão deixando de existir de forma isolada. Atualmente, o mais comum é fazerem parte de uma mesa de corte de vídeo ou mesa de efeitos de vídeo.

Função:

Gerar efeitos que transformem a imagem original em aspectos tais como tamanho, posição em relação à tela, entre outros.

Características comuns:

1. Efeitos que alteram o tamanho da imagem ou a deformem de alguma forma causam perda de qualidade;
2. O processamento do sinal é realizado sempre em digital na sua forma paralela.

Digital Video Effects

DVE's são equipamentos que operam com o vídeo digitalizado. Estes equipamentos já existiam na TV analógica, porém era necessário digitalizar o sinal para o processamento. Podem ter mais de um canal, o que permite realizar a composição de duas ou mais imagens.

Os efeitos mais comumente utilizados são: redução de tamanho, usados para inserir uma imagem dentro de outra em telejornais; e deslocamento de imagem no sentido horizontal, deixando aparecer outra imagem por baixo. Este segundo efeito tem variações, em que a imagem se move como uma página. Este dois efeitos são conhecidos como "lapada".

Existe uma série de outros efeitos possíveis e cuja disponibilidade varia de equipamento para equipamento.

Digital Video Effects

•DVE

O princípio de funcionamento de um DVE (fig. 58) é baseado em escrita e leitura de memória. O sinal é armazenado na memória, e depois os gerenciadores da memória, controlados por uma CPU, escrevem e leem o sinal da memória conforme o efeito desejado.

Os sinais de saída de um DVE normalmente são usados para inserção em outra imagem; por conta disto, um sinal de **key** é gerado com esta finalidade. O assunto relativo a inserção de sinais será visto posteriormente.

Os DVE's, apesar de terem circuitos equivalentes ao de um **frame synchronizer**, em geral, necessitam que o sinal de entrada seja síncrono com a referência.

O sinal manipulado deve ser progressivo, logo sinais entrelaçados precisam passar por um processo de conversão para progressivo antes de serem manipulados, e depois precisam ser novamente entrelaçados para serem utilizados.

Além dos processos de conversão para progressivo, leitura e escrita em memória, conversão para entrelaçado, outros processos tais como interpolação são necessários para o perfeito funcionamento do equipamento.

Digital Video Effects

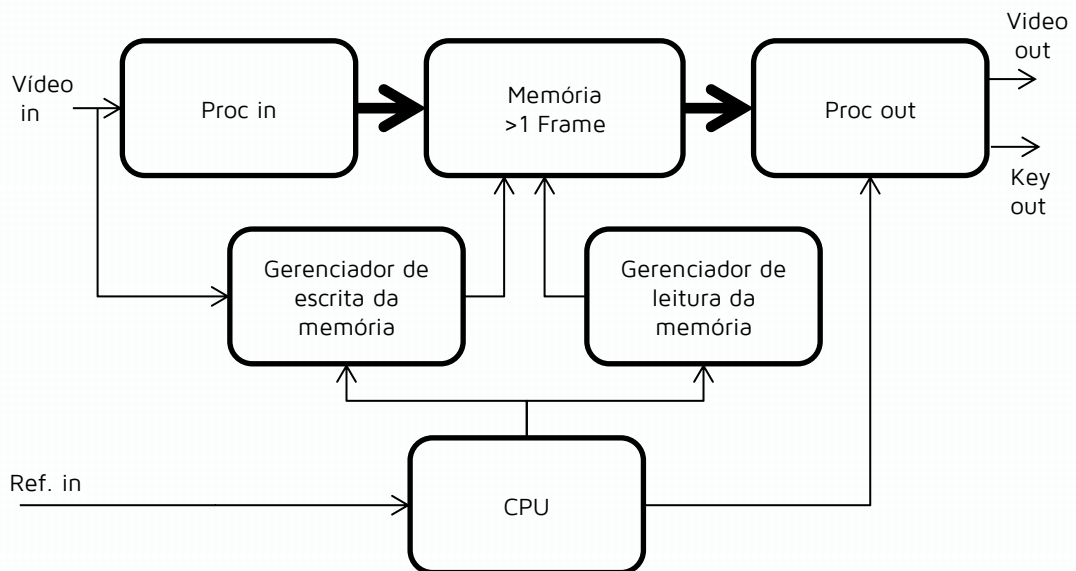


Fig. 58

A conversão de entrelaçado para progressivo, ou “desentrelaçamento”, é necessária no DVE, devido ao fato da informação de uma linha de vídeo do campo (**field**) um, dependendo do efeito, poder se deslocar para o campo dois. Em um efeito no qual a imagem se desloca verticalmente na tela, a informação contida da linha n (campo 1) se deslocará para a linha n mais a quantidade de linhas de um campo (campo 2) e depois se deslocará para a linha $n + 1$, e assim sucessivamente.

Digital Video Effects

- Conversão Entrelaçado para Progressivo

O processo de desentrelaçamento dobra o número de linhas, transformando um campo (metade de um quadro entrelaçado) em um quadro (**frame**) progressivo. Existem várias técnicas para criar esta linhas, conforme as figuras abaixo, que são conhecidas como:

- **Spatial line doubling**, - Copia os pixels da linha n_i para a posição n_i' posterior do campo ímpar e os pixels da linha n_p para a posição n_p' anterior do campo par (fig. 59).
- **Time weaving**, - Copia os pixels das linhas ímpares e pares de um campo para a posição em que estas não existem no outro (fig. 60).

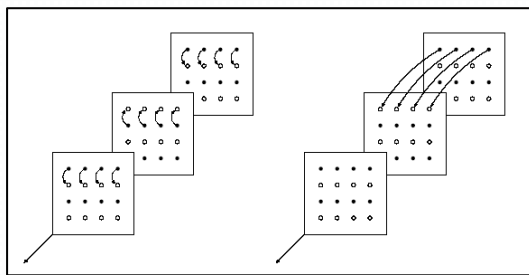


Fig. 59

Fig. 60

Digital Video Effects

- **Linear spatial interpolation₇** - Interpola os pixels das linhas ímpares ou pares adjacentes para preencher os pixels das linhas pares ou ímpares inexistentes (fig. 61).
- **Linear time interpolation₇** - Interpola os pixels das linhas ímpares ou pares de dois campos ímpares ou pares adjacentes, para formar os pixels das linhas inexistentes nos campos pares ou ímpares entre eles (fig. 62).

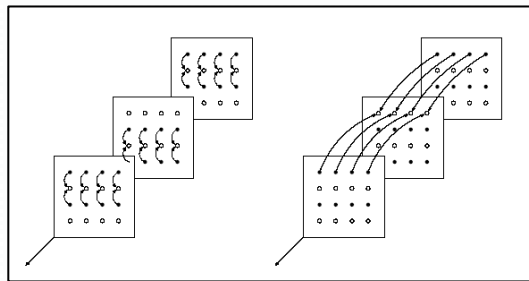


Fig. 61

Fig. 62

Digital Video Effects

- **Conversão Entrelaçado para Progressivo**
 - **Motion adaptive algorithms,** - Combina as técnicas de interpolação espacial e temporal (fig. 63).
 - **Motion compensated algorithms,** - Diferentemente da técnica anterior, que combina pixels da mesma posição em campos adjacentes, este procura entre os pixels vizinhos, em todas as direções, aquele que melhor preencherá o pixel inexistente (fig. 64).

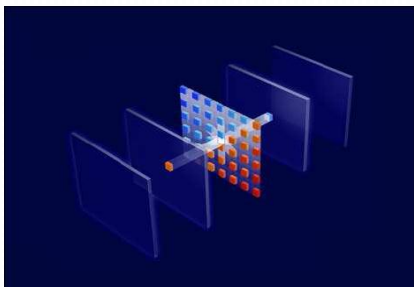


Fig. 63

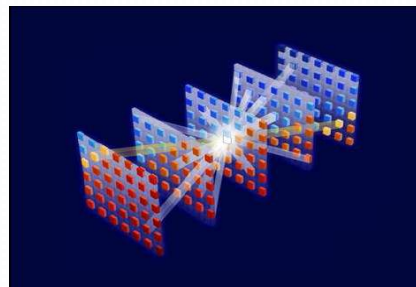


Fig. 64

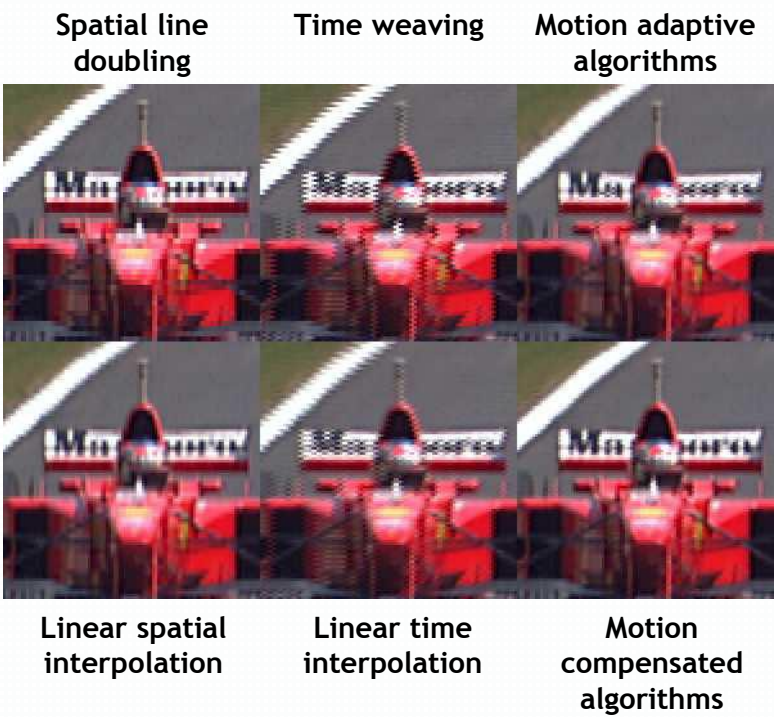
Digital Video Effects

As figuras abaixo ilustram o resultado obtido para cada uma das técnicas mencionadas. É possível observar que as técnicas temporais causam defeitos devido ao movimento da imagem. A técnica com melhor desempenho é a que utiliza algoritmo de compensação de movimento.



Fig. 65

Fig. 66



Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- Equipamento Específico
Downconverter.

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; , provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.

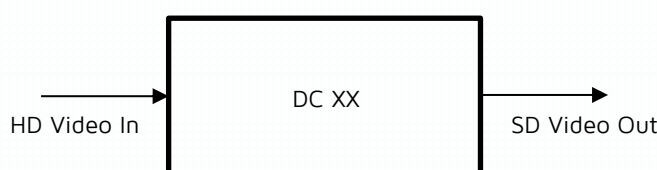


Fig. 67

Entenda-se por definição padrão ou **standard definition** (SDTV) os formatos utilizados na TV analógica 525/60i e 625/50i, e por alta definição ou **high definition** (HDTV) os padrões 1280/720p ou 1920/1080i presentes nos sistemas de DTV implantados em todo o mundo. No Brasil, o padrão de TV HD utilizado por quase todas as emissoras é o 1080i, embora o sistema de TV digital adotado permita o 720p e também SDTV.

Devido ao processo de transição entre as TVs de alta definição e definição padrão, faz-se necessário utilizar equipamentos que convertam as imagens produzidas em HDTV para SDTV.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

A relação de aspecto adotada no HDTV é 16x9, enquanto que no SDTV é adotado o 4x3. Na Europa, nos anos que antecederam o HDTV, a relação de aspecto 16x9 foi utilizada em SDTV. As operadoras de TV a cabo e DTH também distribuem sinais SDTV em 16x9.

Dessa forma, a conversão de HDTV para SDTV poderá produzir um sinal SDTV no formato 4x3 ou 16x9 e também outras relações que, embora não sejam compatíveis com os tamanhos de tela, são aplicadas para reduzir a perda de conteúdo de imagem.

Na conversão para o formato 4x3, parte da imagem é cortada para que seja apresentada em tela cheia (**full screen**) em uma TV com relação de aspecto 4x3.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- **Downconverter**

Função:

Converter imagens captadas em alta definição para a definição padrão até então usada na TV.

Características comuns:

1. Permitem a conversão para diferentes relações de aspectos;-
2. O processamento do sinal é realizado sempre em digital na sua forma paralela.

O processo de **Downconverter** consiste em converter uma frequência maior para uma menor. No caso da conversão do sinal HDTV para o SDTV, isto ocorre de forma direta no que diz respeito à resolução horizontal e de forma indireta no que se refere à resolução vertical.

Tanto a resolução horizontal como a vertical são determinadas pela quantidade de pixels no sentido horizontal e vertical da imagem. No caso do HDTV, o pixel é dito quadrado, ou seja, a resolução horizontal é idêntica à vertical e a relação de pixel obedece à relação de aspecto:

1920	-----	16
1080	-----	9

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

A frequência horizontal máxima será alcançada com uma sequência de pixels pretos e brancos, que resultará numa frequência **Fh** igual ao inverso do tempo de dois pixels.

$$F_h = 1/2T_p$$

Por outro lado, o sinal SDTV, em sua forma digital, não tem pixel quadrado; a resolução horizontal é maior do que a vertical. A relação entre os pixels no sentido horizontal e vertical não coincidem com a relação 4x3. Como o processo de conversão precisa manter a relação de aspecto, será considerado o tempo de vídeo ativo da linha para o cálculo da razão de conversão de frequência, para um melhor entendimento.

Na páginas seguintes, estão registrados os períodos de uma linha ativa de vídeo dos padrões em estudo.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- **Conversão HD-SD_{4x3}**

A conversão tratada neste momento considera a imagem SDTV com tela cheia e relação 4x3. Adiante, outras relações de aspectos são mostradas.

Abaixo estão registrados os períodos de uma linha ativa de vídeo HDTV (fig. 68) e SDTV (fig. 70), e também o tempo de linha equivalente de um sinal com relação de aspecto 4x3 dentro de uma imagem com relação de aspecto 16x9 HDTV (fig. 69).

Sinal HD_{16x9}

Pixels: 1920 x 1080

Tempo correspondente: 25,88 μs (T_{HDTV}^{16x9})



Fig. 68

Sinal HD_{4x3} contido no HD 16x9

Pixels: 1440 x 1080

Tempo correspondente: 19,41 μs (T_{HDTV}^{4x3})



Fig. 69

Sinal SD_{4x3}

Pixels: 720 x 486

Tempo correspondente: 53,28 μs (T_{SDTV}^{4x3})



Fig. 70

A exemplo do que foi dito para o processamento de um DVE, para realizar essa conversão, o sinal será convertido para progressivo, 1080p, depois convertido para 486p e posteriormente para 486i.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- Conversão HD-SD_{4x3}

Razão de conversão (Q)

- Conversão de HD_{1080i} – SD_{4x3}, **center cut out**.

$$Q_{4x3} = 53,28 / 19,41$$

$$Q_{4x3} = 2,74$$

- Frequências dos sinais HD_{1080i} convertidas para SD_{4x3} serão reduzidas nesta razão: τ

$$f_{sd} = f_{hd} / 2,74$$

Tomando em conta os tempos de linha relativos à imagem 4x3 nos formatos HDTV e SDTV, TI_{HDTV}^{4x3} e TI_{SDTV}^{4x3} , a razão de conversão de frequência é igual a 2,74. Ou seja, o sinal HDTV terá que ter sua frequência horizontal dividida por 2,74 para ser equivalente à frequência SDTV e o número de linhas terá que ser convertido de 1080i para 486i (linhas ativas).

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

A figura 71 mostra um sinal de **multiburst** captado por uma câmera HDTV, porém utilizando uma escala para SDTV. A salva ou **burst** em destaque equivale à frequência e 6MHz da escala, que, quando captado pela câmera HDTV, tem a frequência aproximada de 16,44 MHz, considerado a razão de conversão calculada anteriormente. Medindo-se, foi verificada a frequência de 16,66MHz, plenamente compatível devido à precisão do enquadramento da escala.

Frequência:

Calculada

$$f = 6 \text{ MHz} \times 2,74$$

$$f = 16,44 \text{ MHz}$$

Medida:

$$f = 1 / 0,060 \text{ ms}$$

$$f = 16,66 \text{ MHz}$$

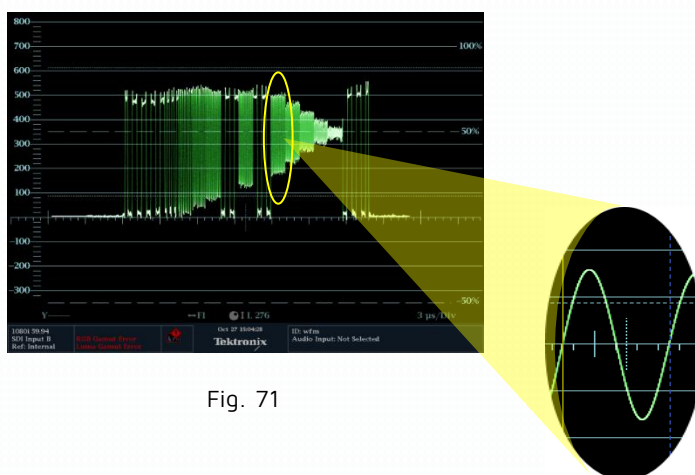


Fig. 71

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- Conversão HD-SD_{4x3}

Na figura 71, observa-se que existem outras salvas com frequências superiores a 6MHz, que são na escala de 7MHz a 10MHz e que em HDTV equivalem a 19,18MHz até 27,4MHz. Nota-se que a modulação da salva equivalente a 27,4MHz é mínima, por estar no limite de resolução da câmera HDTV.

Após a conversão, o sinal resultante é mostrado na figura 72, a salva de 6MHz, que pelos cálculos deveria ter 6,08MHz, e após ser medido ficou em 6,06MHz, resultado que comprova que o fator de conversão foi corretamente calculado.

Também é possível verificar que a salva de 6MHz é a última, e as demais desaparecem. Isto se deve ao sinal SDTV, em seu formato digital, ser limitado, matematicamente, em 6,75MHz, ou seja, a metade da frequência de amostragem, que é de 13,5MHz.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

Frequência:

Calculada

$$f = 16,66 \text{ MHz} / 2,74$$

$$f = 6,08 \text{ MHz}$$

Medida:

$$f = 1/ 0,165 \text{ ms}$$

$$f = 6,06 \text{ MHz}$$

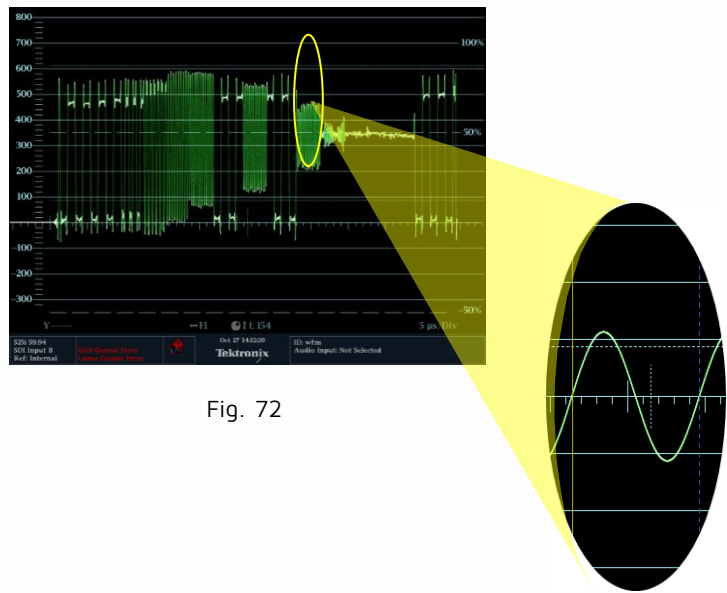


Fig. 72

Logo, o processo de conversão deve limitar a frequência do sinal HD, através de filtros em aproximadamente 18,5MHz, de forma que, após a conversão, a frequência do sinal SDTV fique dentro do limite calculado e demonstrado. Qualquer frequência acima desta se transformará em *alias*.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- Conversão HD-SD_{4x3}

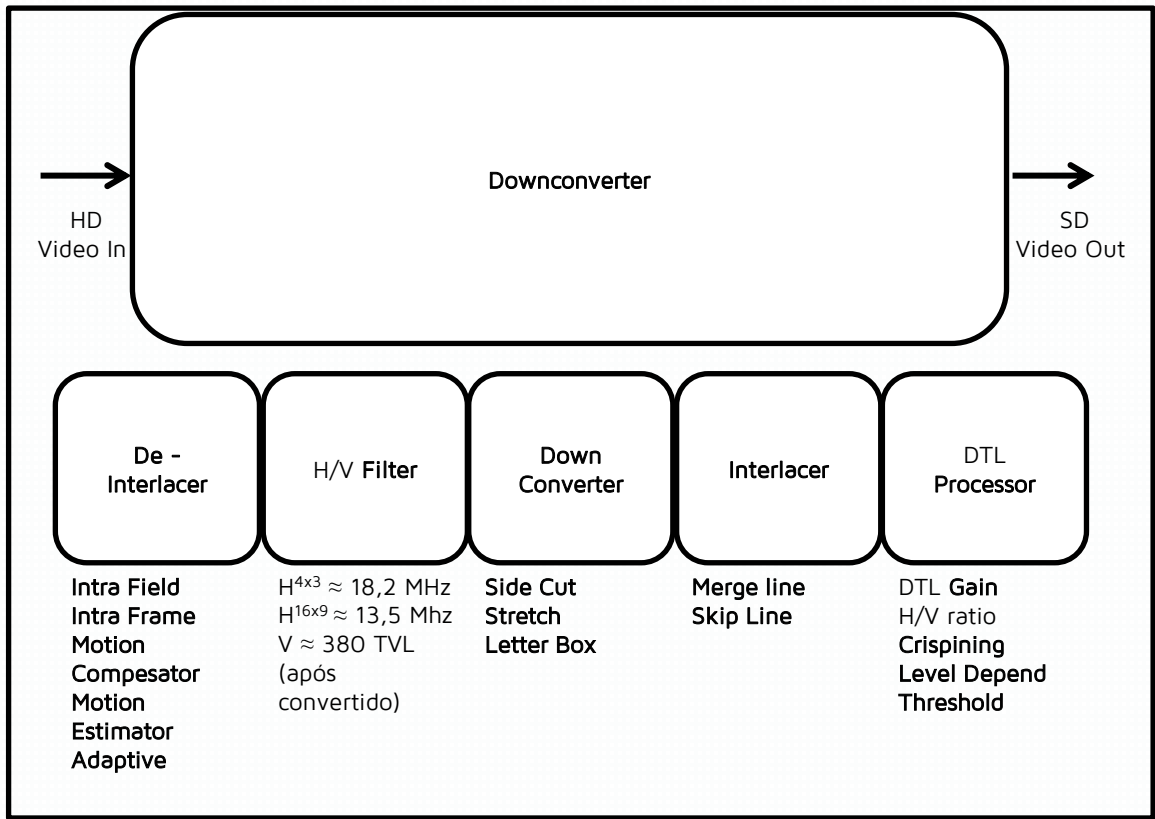


Fig. 73

A figura 73 mostra o conjunto de processamentos necessários para que a conversão de HDTV para SDTV atinja uma qualidade igual ou melhor do que a do sinal originalmente captado em SDTV. Esta melhor qualidade é possível, uma vez que o sinal original tem qualidade superior, logo se os processamentos necessários forem realizados, este objetivo será alcançado.

O processo de conversão para progressivo que apresenta melhor resultado é o **linear spatial interpolation** ou interpolação **intra field**. Processos com compensação ou estimação movimento têm maior custo e latência, enquanto os que utilizam interpolação **intra frame** perdem resolução dinâmica. Na figura acima, podemos observar também a necessidade de um processamento que não foi mencionado anteriormente e que diz respeito ao DTL, abreviação de **detail**, que é um reforço dos contornos da imagem. Este processo é explicado com mais profundidade nas disciplinas referentes a câmeras.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- Conversão HD-SD_{4x3}

Este processamento está presente nas câmeras, sejam elas SDTV ou HDTV, e reforçam os detalhes horizontal e vertical da imagem (contornos), dando uma sensação de maior resolução. No sinal HDTV, este reforço é mínimo devido à maior resolução do sinal, e ao fato de ser componente, logo não existe filtragem para a separação de chroma, e por último é processado e transmitido em digital, ou seja, sem perdas, exceto pelos processos de compressão.

Por outro lado, o sinal SDTV, mesmo que seja processado em digital componente no estúdio, chegará aos lares em analógico composto, limitado a 4,2MHz, que é a banda de vídeo no padrão PAL-M. Logo, este reforço tem que ser muito maior, para que, após todas as perdas provocadas pelos processamentos do sinal analógico, este tenha a qualidade desejada.

Por essa razão, é necessário realizar esse processamento, de forma semelhante à que é feita em uma câmera, para que se obtenha o sinal SDTV, como dito acima, com uma qualidade igual ou superior a um sinal originalmente SDTV.

A maioria dos conversores de HDTV para SDTV não possuem todos estes processos, o que resulta em imagens no formato SDTV de baixa qualidade.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- **Conversão HD-SD16x9**

Conforme já mencionado, o sinal SDTV pode ter relação de aspecto 4x3 ou 16x9. Eletronicamente o sinal é o mesmo, o que faz dele 16x9 é o sensor de captação e o display em que ele é mostrado.

Na figura 75, o sinal 16x9 SDTV está sendo mostrado em um monitor com relação de aspecto 4x3, por isso a imagem fica alongada, círculos ficam ovais, quadrados viram retângulos e pessoas parecem mais altas e/ou magras. Como eletronicamente o sinal é o mesmo, o período de linha ativa é o mesmo do sinal que carrega uma imagem com aspecto 4x3, logo o cálculo feito para relação 4x3 não é válido para a relação 16x9.

Sinal HD_{16x9}

Pixels: 1920 x 1080

Tempo correspondente: 25,88 μ s



Fig. 74

Sinal SD_{16x9}

Pixels: 720 x 480

Tempo correspondente: 53,28 μ s



Fig. 75

Tomando-se em conta que agora ambos os sinais carregam imagens com relação de aspecto 16x9, o tempo de linha do sinal HD a ser considerado é o tempo total, o que resultará em outro fator de conversão de frequências, como mostrado a seguir.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- Conversão HD-SD16x9

Razão de conversão (Q)

Conversão de HD1080i – SD16x9, full raster.

$$Q_{16x9} = 53,28 / 25,88$$

$$Q_{16x9} = 2,06$$

Frequências dos sinais HD1080i convertidas para SD16x9, serão reduzidas nesta razão:

$$f_{sd} = f_{hd} / 2,06$$

A figura 76 ilustra o mesmo multiburst utilizado anteriormente, sendo convertido pelo mesmo Downconverter, porém configurado para uma relação de aspecto 16x9.

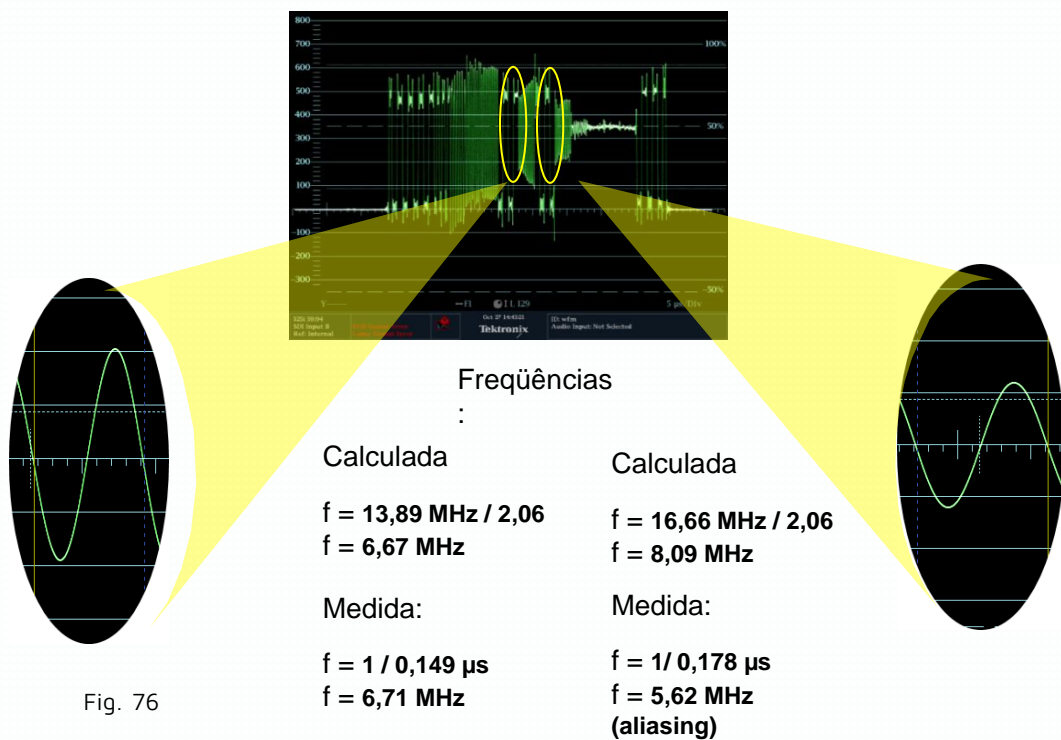


Fig. 76

A salva com frequência de 13,89MHz, obtida da frequência de 5MHz, escala SDTV^{4x3}, ao ser convertida para SDTV^{16x9}, alcançará uma frequência de 6,67MHz, que é praticamente o limite do sinal SDTV, logo a salva seguinte, que equivale à salva de 6MHz, da escala, e que em HDTV tinha 16,66MHz, ao ser convertida ultrapassa o limite da banda e portanto não é reproduzida, transformando-se numa outra frequência, que é **aliasing**.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- Conversão HD-SD_{16x9}

Logo, não basta alterar a configuração de 4x3 para 16x9; é necessário também reajustar os filtros para essa outra relação de aspecto. A figura 77 ilustra o sinal de saída após o correto ajuste do filtro horizontal do **Downconverter**. Como o número de linhas se mantém o mesmo, ou seja, a mesma resolução vertical, este filtro não precisa ser alterado.

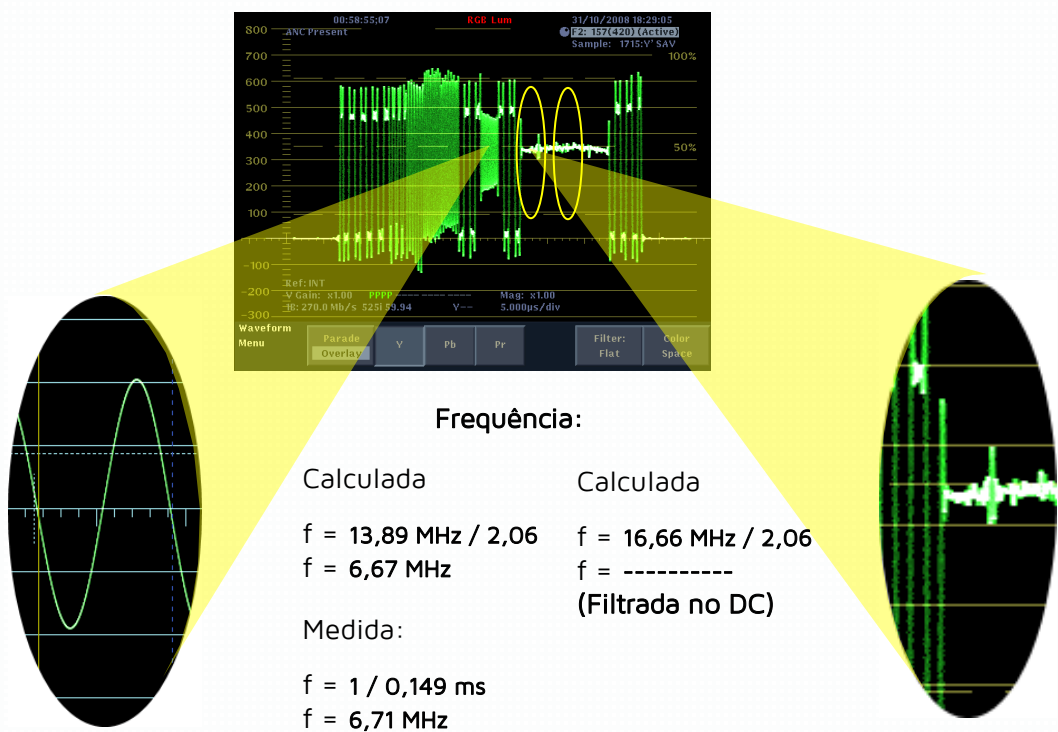


Fig. 77

Além dos processamentos citados anteriormente, que são fundamentais para que um **Downconverter** produza um sinal SDTV com qualidade, outros processamentos podem ser disponibilizados nestes equipamentos e dependendo da aplicação são indispensáveis (fig. 78).

O processamento de AFD – **Automatic Format Description** – tem por finalidade automatizar a relação de aspecto que será gerada pelo equipamento. Seu funcionamento depende de um código inserido no sinal HDTV, que carrega informações relativas à relação de aspecto do sinal.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

O **Downconverter** baseado nesta informação e também em outras configurações, tais como o formato da tela ou a relação de aspecto desejada na saída (4x3 ou 16x9), entre outras, definirá automaticamente a relação de aspecto de saída. Este processamento é bastante comum em equipamentos domésticos, como receptores de TV por assinatura que podem receber sinais HDTV e SDTV.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- **Conversão HD-SD16x9**

Outro processamento de relevante importância é a conversão da informação de **closed captions**. O padrão utilizado em HDTV é o CEA708 e o utilizado em SDTV é o EIA 608. Como ainda convivemos com os dois padrões HDTV e SDTV e algumas emissoras de TV somente transmitem em suas canalizações de rede o sinal HDTV, que precisa ser convertido para SDTV, é necessário que nesta conversão seja convertido também o sinal de CC, para que seja mantida a compatibilidade com os sistemas SDTV ainda em operação.

Obs.: O padrão SMPTE para HDTV somente é usado no Brasil no estúdio e enlaces entre emissoras. O padrão adotado para a TV digital (DTV) é o padrão japonês ARIB.

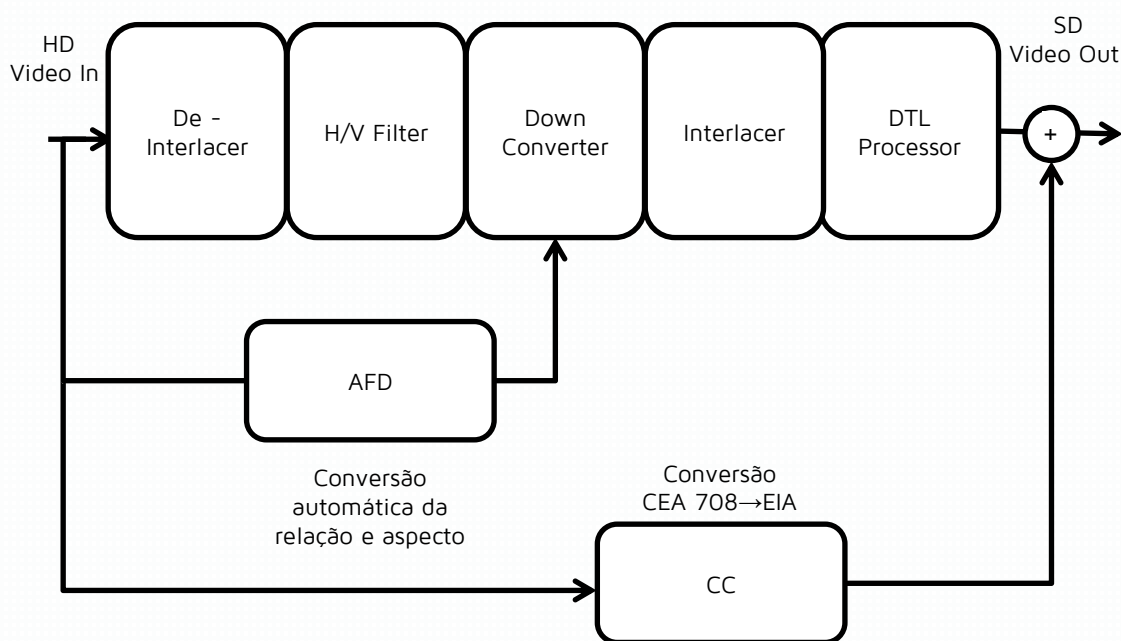


Fig. 78

- **AFD codes**

O código completo do AFD é formado por oito bits, três reservados, quatro com a informação de relação de aspecto da imagem e um para indicar a relação de aspecto do sistema (**coded frame**).

Os quatro bits que indicam a relação de aspecto da imagem, que é o AFD propriamente dito, associado ao **coded frame** indicam a relação de aspecto conforme mostrado na tabela 8, 9 e 10.

Conversão Alta Definição – Definição Padrão

- AFD codes

Bits	Description
b7	'0' (reserved)
b6-b3	AFD code data bits: a3, a2, a1, a0
b2	Aspect ratio (AR) of the coded frame: '1' = 16:9, '0' = 4:3
b1-b0	'00' (reserved)

Tabela 8

Active Format	Illustration in a 16:9 coded frame	Description
AFD = '0100' Box >16:9 (center)		Image with aspect ratio greater than 16:9 as a vertically centered letterbox in a 16:9 coded frame.
AFD = '1000' Full frame		Image is full frame, with an aspect ratio that is the same as the 16:9 coded frame.
AFD = '1001' 4:3 (center)		Image with a 4:3 aspect ratio as a horizontally centered pillarbox image in a 16:9 coded frame.
AFD = '1010' 16:9 (with complete 16:9 image protected)		Image is full frame, with a 16:9 aspect ratio and with all image areas protected.
AFD = '1011' 14:9 (center)		Image with a 14:9 aspect ratio as a horizontally centered pillarbox image in a 16:9 coded frame.
AFD = '1101' 4:3 (with alternative 14:9 center)		Image with a 4:3 aspect ratio and with an alternative 14:9 center as a horizontally centered pillarbox image in a 16:9 coded frame.
AFD = '1110' 16:9 (with alternative 14:9 center)		Image with a 16:9 aspect ratio and with an alternative 14:9 center in a 16:9 coded frame.
AFD = '1111' 16:9 (with alternative 4:3 center)		Image with a 16:9 aspect ratio and with an alternative 4:3 center in a 16:9 coded frame.

Tabela

Active Format	Illustration in a 4:3 coded frame	Description
AFD = '0010' Box 16:9 (top)		Image with a 16:9 aspect ratio as letterbox at the top of a 4:3 coded frame.
AFD = '0011' Box 14:9 (top)		Image with a 14:9 aspect ratio as letterbox at the top of a 4:3 coded frame.
AFD = '0100' Box >16:9 (center)		Image with aspect ratio greater than 16:9 as a vertically centered letterbox in a 4:3 coded frame.
AFD = '1000' Full frame		Image is full frame, with an aspect ratio that is the same as the 4:3 coded frame.
AFD = '1010' 16:9 (center)		Image with a 16:9 aspect ratio as a vertically centered letterbox in a 4:3 coded frame.
AFD = '1011' 14:9 (center)		Image with 14:9 aspect ratio as a vertically centered letterbox in a 4:3 coded frame.
AFD = '1101' 4:3 (with alternative 14:9 center)		Image with a 4:3 aspect ratio and with an alternative 14:9 center in a 4:3 coded frame.
AFD = '1110' 16:9 (with alternative 14:9 center)		Image with a 16:9 aspect ratio and with an alternative 14:9 center as a vertically centered letterbox in a 4:3 coded frame.
AFD = '1111' 16:9 (with alternative 4:3 center)		Image with a 16:9 aspect ratio and with an alternative 4:3 center as a vertically centered letterbox in a 4:3 coded frame.

Tabela 10

Conversão Definição Padrão - Alta Definição

- Equipamento Específico
UpConverter

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.



Fig. 79

Como dito anteriormente, a mudança de formato de padrões e sistemas de TV passam por uma transição de convivência do novo com o velho. Para tal, são necessários os conversores. No caso dos **Upconverters**, mesmo após concluída a transição e extinta a SDTV, eles ainda serão necessários.

No início do HDTV, a maior parte da programação era convertida de SDTV para HDTV em tempo real. Atualmente, grande parte da programação das emissoras já é produzida em HDTV e em breve toda a nova produção será em HDTV. Contudo, todo material produzido em SDTV que faz parte do acervo das emissoras, sempre que for usado, terá que ser convertidos para HDTV.

Conversão Definição Padrão - Alta Definição

Função:

Converter imagens captadas em definição padrão para alta definição.

Características comuns:

1. Permitem a conversão para diferentes relações de aspectos;
2. O processamento do sinal é realizado sempre em digital na sua forma paralela;
3. Qualidade de vídeo inferior ao do sinal HDTV nativo.

Grande parte da teoria que se aplica ao processo de conversão de HDTV para SDTV também se aplica na conversão de SDTV para HDTV.

Os mesmos coeficientes calculados para dividir as frequências nos **Downconverters** servem para multiplicar as frequências nos **Upconverters**.

Conversão Definição Padrão - Alta Definição

O sinal também precisa ser convertido para progressivo, tal qual no processo de conversão para SDTV. Porém, neste caso, o processamento mais eficiente para que o **Upconverter** tenha uma ótima qualidade é o processo com compensação de movimento. Ao contrário do **Dowconverter**, o **Upconverter** precisa criar informação, e como a imagem se movimenta, um simples processo de interpolação não é eficiente (fig. 80 e 81).



Fig. 80

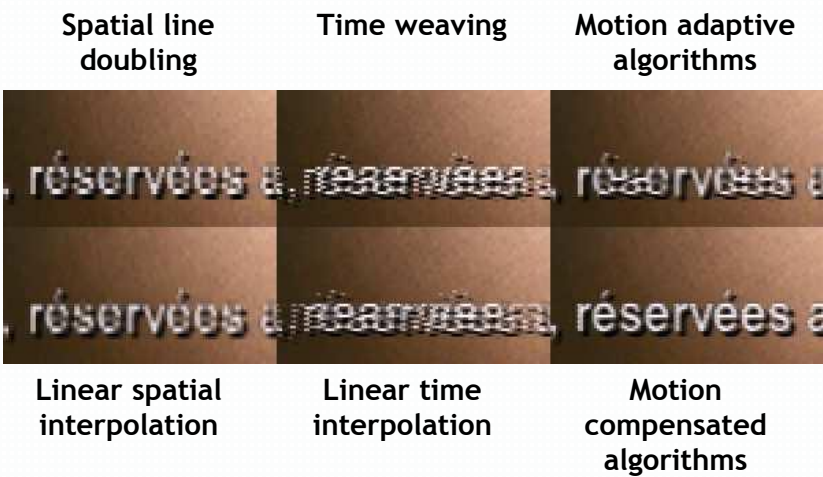


Fig. 81

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

- Equipamento específico

Standard Converter;

Frame Rate Converter.

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.

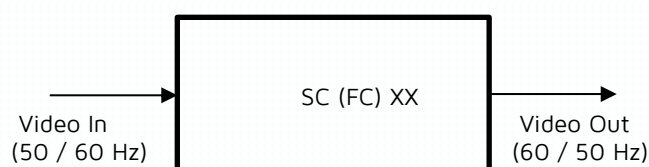


Fig. 82

Função:

Converter imagens captadas em um determinado **field rate**, ou **frame rate**, para outro requerido pelo usuário.

Características comuns:

- Conversões entre formatos com quantidade de linha por quadro diferentes, exigem conversão do sinal para progressivo (padrões SDTV);
- Conversões entre formatos com o mesmo número de linhas por quadro, necessariamente não exigem conversão para progressivo. Dependerá do algoritmo e implementação utilizados;
- O processamento do sinal é realizado sempre em digital na sua forma paralela.

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

O **field/ frame rate** dos sistemas de TV utilizados em diversas regiões do mundo devem ter a mesma frequência da rede elétrica daquela localidade, de modo a evitar possíveis problemas de cintilação da imagem de TV causadas por um batimento indesejado de frequências. Com isto, basicamente teremos dois valores de **field/ frame rates** disponíveis no mundo: 50Hz, para os países europeus e boa parte da América do Sul e 60Hz para o Brasil, EUA e demais países que adotaram o sistema de cor NTSC.

Além da conversão de taxas para compatibilizar o sinal recebido de entre países com diferentes padrões de TV, há outras conversões, como as de um **frame rate** típico de cinema (24Hz) para **field/ frame rates** típicos dos sistemas de TV, — 50Hz ou 60Hz.

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

Standard Converter e Frame Rate Converter

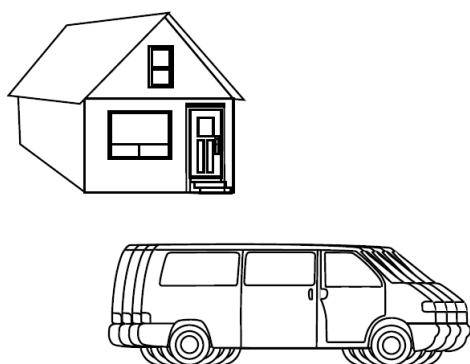
No caso da conversão entre os sistemas 525i/60Hz para 625i/50Hz ou vice-versa, temos uma conversão de norma, já que além da diferença de **field rate** temos também a necessidade de criar ou diminuir linhas de TV. Quando citamos a conversão entre dois formatos HD com o mesmo número de linhas (por exemplo, de 1080i/50Hz para 1080i/60Hz), podemos dizer que o processo será o de **Frame Rate Converter**, o que em tese é mais simples do que o processo de conversão de normas.

- Tipos de conversão de norma
Conversão linear.

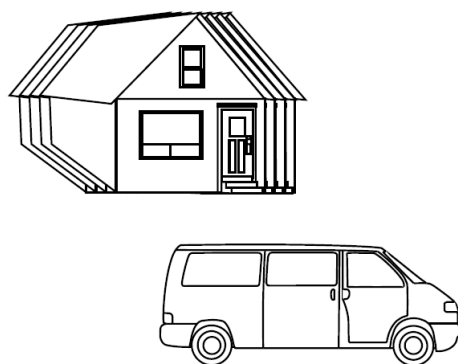
Esse método de conversão era usado nos equipamentos mais antigos e ainda é encontrado nos conversores de norma atuais para situações em que os métodos mais avançados (a partir de compensação / estimação de movimento) podem gerar algum tipo de **artifact** indesejado. Um exemplo é o da conversão de um sinal dinâmico no qual está inserido um efeito de **rolling** de caracteres; esta é uma situação em que a conversão de alguns equipamentos por compensação/ estimação de movimento não é satisfatória.

A conversão linear usa uma interpolação entre campos ou quadros, sem analisar o conteúdo da imagem. Por conta disto, há o surgimento de um **artifact** chamado de **Judder**, que é uma espécie de batimento percebido na imagem quando ocorre um movimento de **pan** na cena (fig. 83).

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros



Câmera fixa, com objeto em movimento (carro)



Câmera em movimento de pan, com objeto fixo na cena (casa)

Fig. 83

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

- **Standard Converter (Frame Converter)**
 - Tipos de conversão de norma
 - Conversão com estimação de movimento.

De forma a evitar o efeito de **Judder**, foram desenvolvidos algoritmos de conversão baseados em estimação de movimento. O efeito de **Judder** é causado pelo movimento não linear de objetos na imagem. Este movimento é provocado pela retirada ou acréscimos de quadros, utilizado na conversão linear.

A ideia básica é estimar a localização em que estariam os objetos que se movem na imagem, seja por movimento do próprio objeto ou da câmera, se captados no **frame rate** para o qual se deseja converter a imagem.

É necessário ter em mente que as imagens são formadas por uma sequência de amostras realizadas no tempo. Se um sistema de TV realiza 50 amostras por segundo e outro 60 de um mesmo objeto em movimento, a posição deste objeto dentro de cada amostra dos dois sistemas de TV será diferente. As conversões que utilizam algoritmos de estimação de movimento têm o objetivo repetir a parte estática da imagem, nos casos de acréscimo de quadros, e posicionar os objetos em movimento na localização em que estariam em cada quadro se fossem captados originalmente no padrão para qual se deseja realizar a conversão.

A título de exemplo, serão mostrados dois modelos de algoritmos de estimação de movimento: o **Hierarchical Block Matching**, que é um modelo menos sofisticado, e o **Phase Correlation**, que utiliza ferramentas mais complexas.

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

O método **Hierarchical Block Matching** ilustrado na figura 84 mostra no Quadro n um determinado grupo de pixels que será procurado no quadro seguinte, exatamente na mesma área ou em algum ponto de uma área maior delimitada. Caso os pixels se encontrem no mesmo lugar no quadro seguinte, não houve movimento na cena; caso contrário, deverão ser calculados os vetores de movimento da imagem (a partir da nova posição desse grupo de pixels) que auxiliarão na conversão de normas.

Há de se considerar o fato de que este método requer um consumo de processamento computacional bem alto, e vários fabricantes vem desenvolvendo algoritmos que possam diminuir esse trabalho, de modo a tornar viável este método de estimação de movimento.

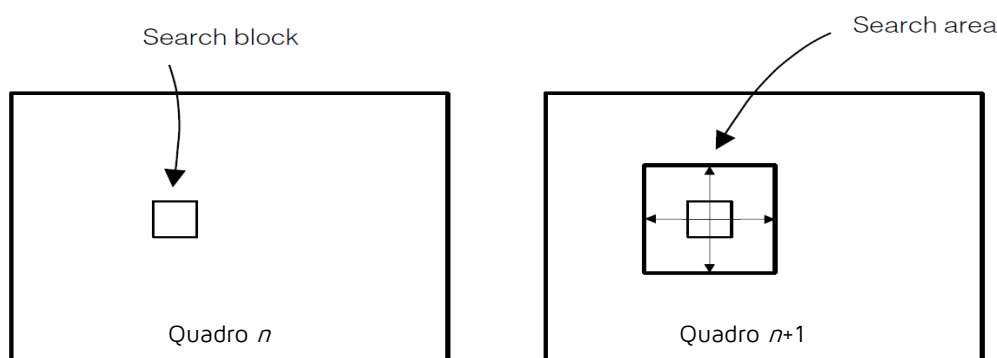
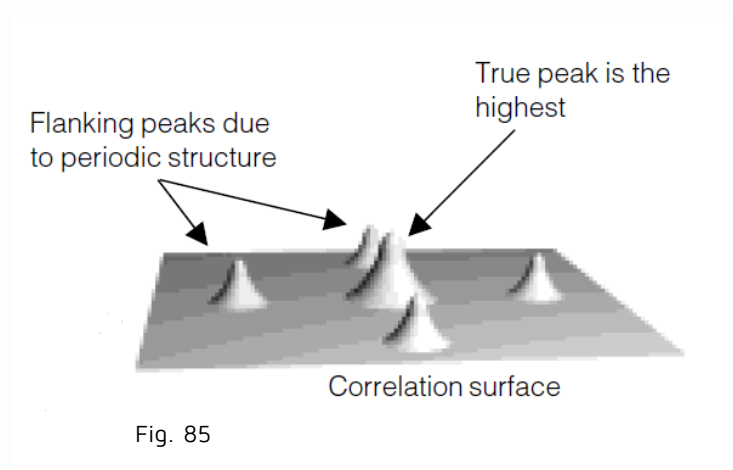


Fig. 84

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

O mecanismo de correlação em fase (**Phase Correlation**) trabalha utilizando a análise espectral em dois campos sucessivos, e da diferença entre eles pode-se distinguir, a partir de uma transformada reversa, picos cujas posições irão revelar os vetores de movimento entre estes campos. O maior pico dará com maior precisão os movimentos da cena.



Além dos métodos de Phase Correlation e Block Matching, há outro método conhecido como Gradient, também usualmente adotado para o processo de estimação de movimentos.

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

- **Diferenças entre métodos de conversão de norma**

Na realidade, os conversores de padrão que utilizam estimação de movimento, também usam o modo linear, ou seja, o funcionamento dever ser adaptativo conforme a imagem. Logo, a eficiência e qualidade destes conversores dependem da qualidade dos algoritmos de estimativa de movimento e também da decisão de usar o modo linear ou com estimativa de movimento.

A figura 86 ilustra o resultado de dois algoritmos diferentes de conversão de norma. Nesta ilustração, o que parece acontecer é que um dos equipamentos passa para o modo linear, enquanto que o outro permanece no modo de estimação de movimento.

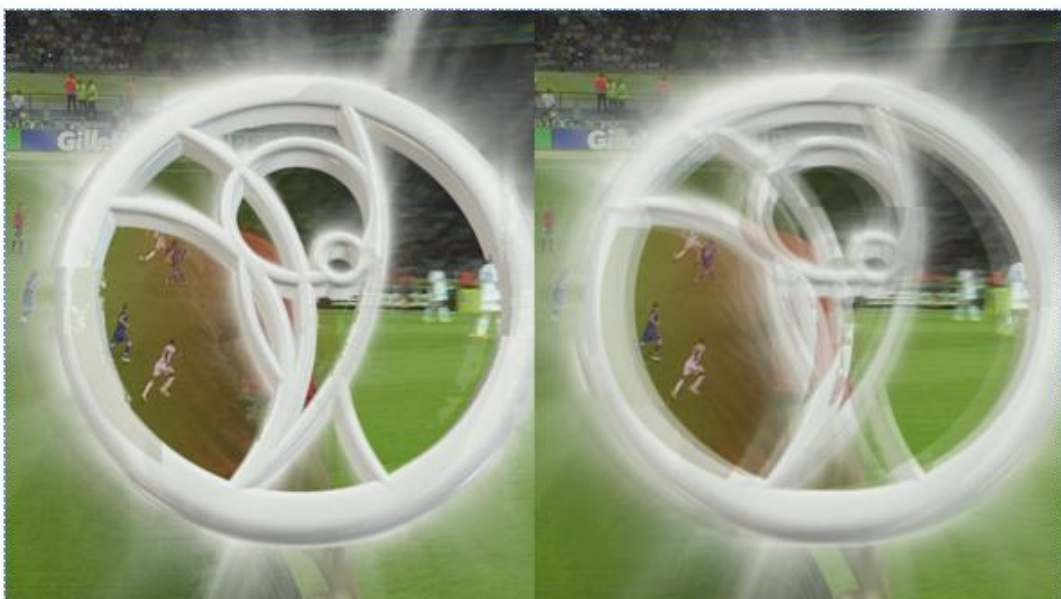


Fig. 86

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

O fato é que nenhum algoritmo é totalmente eficiente. Sempre será possível observar algum defeito na conversão, dependendo da complexidade da imagem.

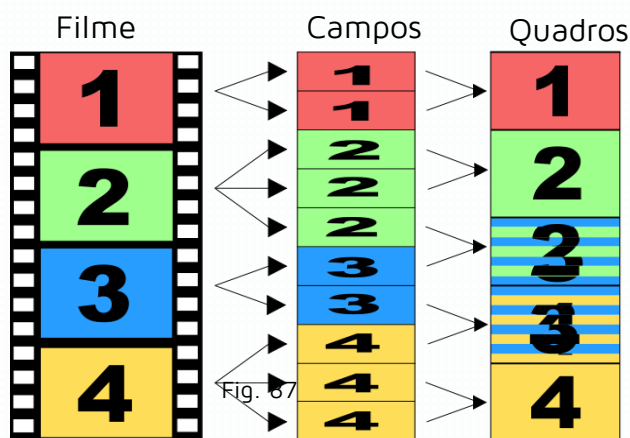
É claro que para a maioria das imagens a qualidade será muito boa, como é observado em jogos de futebol e outros eventos, esportivos ou não, que ocorrem na Europa.

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

- **Conversão de 24Hz para 60Hz**

Essa conversão era usual no processo de telecinagem, no qual um filme produzido em 24 fotogramas por segundo era transformado em um sinal de TV de 60 campos por segundo, no caso do padrão de TV adotado no Brasil.

Esse processo era ótico: o filme era projetado e captado por uma câmera de TV em um equipamento chamado telecine. Como era necessário transformar os 24 fotogramas em 60 campos, um fotograma era amostrado três vezes e o seguinte duas vezes ou vice-versa, formando uma sequência 3:2 ou 2:3. Este processo é conhecido como 3:2 ou 2:3 **pull-down** (fig. 87).



Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

Entretanto, as produções de cinema, em quase sua totalidade, já são realizadas com câmeras de vídeo, similares às usadas na produção de TV. Porém, a frequência de quadros do filme foi mantida, ou seja, um sinal de TV com 24 quadros por segundo, com varredura progressiva (24p). Isto é necessário, pois a distribuição de filmes ainda é feita também em película (conversão de vídeo para filme), por conta das inúmeras salas de cinema espalhadas pelo mundo, que ainda usam projetores de filme.

Algumas produções de TV também têm usado a captação de forma a provocar um efeito de filme. Porém, este tipo de captação limita os movimento de câmera devido ao efeito **judder**, já mencionado nesta apostila.

Fig. 87

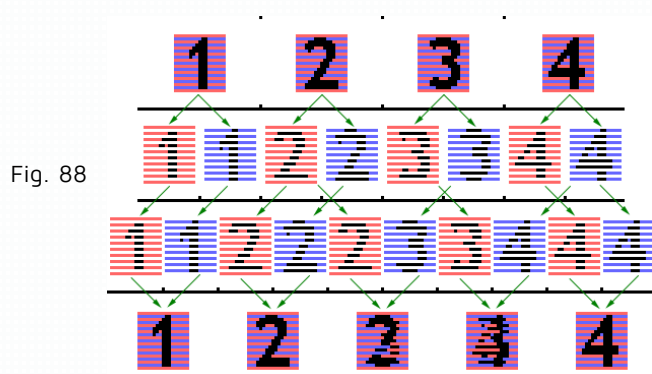
É possível, que no futuro, o cinema migre para taxas de quadros maiores, de até 120 quadros por segundo, principalmente em filmes de ação.

A captação em 24 quadros era uma limitação do cinema, devido ao tamanho do rolo do filme. Porém, como todas as salas de TV migrarão para projetores de vídeo, esta limitação deixará de existir em um curto espaço de tempo.

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

- **Conversão de 24Hz para 60Hz**

Com a migração do cinema para câmeras de TV, o processo de telecinagem caiu em desuso. A conversão passou a ser eletrônica, utilizando conversores similares aos usados para a conversão de padrões de TV, porém sem usar processos de compensação de movimento. O processo se dá da mesma forma que ocorre na conversão ótica, obedecendo à sequência 3:2 ou 2:3 **pull**down (fig. 88).



O vídeo captado em 24p é convertido para 60i, como observado nas figuras 87 e 88. Observa-se também que ambos os processos formam quadros cujos campos foram extraídos de quadros distintos do sinal original em 24p. A sequência de quadros formada terá dois quadros normais e dois quadros com imagens misturadas.

Conversão de Padrão ou de Taxa de Quadros

Isso não é perceptível ao olho humano, que integra as imagens, porém dificulta o processo de compressão, processo que também será analisado nesta apostila.

Uma alternativa a este processo é o 2:3:3:2 **advanced pulldown**. Conforme observado na figura 89, a quantidade de quadros com imagens misturadas passa a ser de um quadro para cada dois quadros normais.

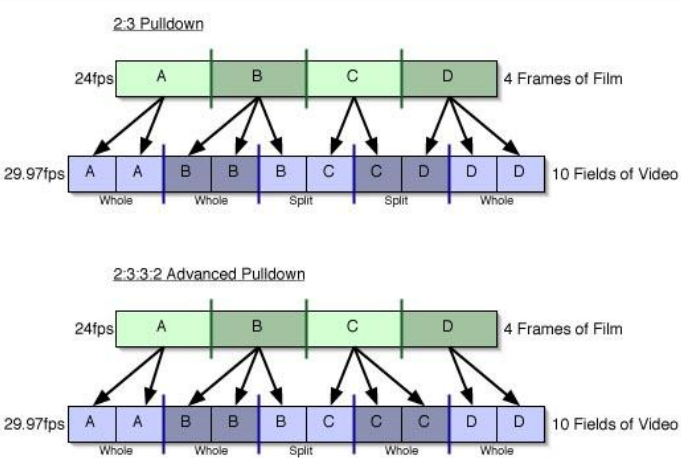


Fig. 89

Compressão de Vídeo

- Equipamento específico

Encoder

- Simbologia

Não existe um símbolo específico;, provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.



Fig. 90

Em várias situações, há a necessidade de transmitirmos sinais SD-SDI ou HD-SDI por meios que não comportam o processamento destes sinais no modo nativo (respectivamente, em 270Mbps e 1,5Gbps de **bit rate**). Diante desta limitação, o sinal banda base precisa ser comprimido e codificado, dispondo de vários padrões de compressão comumente utilizados no meio **broadcast**, como o JPEG-2000, MPEG-2 e H.264.

O produto desses padrões de compressão já é comumente visualizado pelos telespectadores, pois vários sistemas de DTH usam o padrão MPEG-2 em sinais SD, e o padrão da TV digital brasileira trabalha com a compressão H.264, usualmente com sinais HD. Todos os sistemas de compressão utilizam na maior parte dos casos dois métodos principais para eliminar dados a serem enviados. O primeiro deles se refere à eficiência de codificação, usando o conceito de entropia, no qual são utilizadas técnicas de redução de informação, aproveitando a redundância espacial da informação da imagem em cada quadro (codificação **IntraFrame**). Já o segundo método explora a redundância temporal do vídeo, no qual vários quadros podem ter informação similar, que, no lugar de ser transmitida, será somente repetida (codificação **InterFrame**).

Compressão de Vídeo

Função:

Codificar sinais de áudio, vídeo, dados específicos (ex.: **closed captions**) e outros componentes em **Elementary Streams**, que serão multiplexados e devidamente identificados por tabelas, para posterior decodificação e volta para o sinal banda base.

Características comuns:

- 1.As interfaces de entrada de vídeo normalmente são em SD-SDI e/ ou HD-SDI, podendo em alguns casos trabalho com vídeo composto PAL/NTSC;
- 2.As interfaces de entrada de áudio podem ser disponibilizadas em meio analógico, digital AES-EBU ou **audio embedded** via interface SDI;
- 3.As interfaces de saída são coaxial ASI, limitadas às taxas de 208Mbps ou protocolo IP, cobre ou fibra (**stream** sob IP).

Compressão de Vídeo

- Padrões ou Algoritmos de Compressão

- JPEG-2000

Criada a partir do padrão JPEG (Joint Photographic Experts Group).

Normalmente utilizada em **bit rates** mais altos, para melhor qualidade de imagem.

Possui pouca latência de processamento, sendo um fator propício para transmissões de eventos.

Operam em pares **encoder** - **decoder** do mesmo fabricante; não são interoperáveis.

O padrão de JPEG2000 é muito utilizado pela indústria do cinema para acervo em mídia digital de produções cinematográficas.

Não é um algoritmo eficiente, pois necessita de taxas muito altas para alcançar qualidade. Entretanto, ele permite a configuração de taxas muito altas, da ordem de 800 Mbps, o que não é comum em outros formatos de compressão. A codificação é exclusivamente **Intraframe**, o que produz uma latência muita baixa, na ordem de poucos **frames** de processamento.

Na indústria da TV, esse processo vem sendo oferecido pelos fabricantes como proposta de compressão de sinais de banda base HD, com a finalidade de distribuição com alta qualidade e baixa latência.

Devido a sua baixa eficiência, é necessário operar em taxas iguais ou superiores a 200 Mbps para uma boa qualidade. Estas taxas só são comercialmente viáveis em links de fibra ótica. O protocolo pode ser ASI limitado a 208 Mbps ou Ethernet para taxas superiores, como já explicitado anteriormente.

Compressão de Vídeo

- **MPEG-2**

Criada a partir do padrão MPEG (**M**oving **P**icture **E**xperts **G**roup)

É o padrão mais utilizado para transmissões DTH em sinais SD, e existe desde a década de 90.

Utiliza as codificações **IntraFrame** e **InterFrame** combinadas, ou apenas a codificação **IntraFrame**, conforme o caso.

A normatização deste formato impõe a interoperabilidade, ou seja, **decoders** de quaisquer fabricantes devem decodificar o sinal codificado por quaisquer fabricantes.

Devido à interoperabilidade, este padrão MPEG-2 se consagrou nos meios de distribuição de sinais via satélites e fibra entre os diversos veículos de TV. Porém é usado em outras aplicações, tais quais como a gravação de vídeo em mídia magnética, ótica ou de estado sólido.

Compressão de Vídeo

- Padrões ou Algoritmos de Compressão
 - MPEG-2

O formato de gravação de vários equipamentos **broadcast**, como o XDCAM IMX, utilizam o padrão MPEG-2 no modo **I-Only**, ou somente **IntraFrame**. Este formato facilita a edição das imagens, visto que para decodificar cada quadro todas as informações estarão contidas nele, não necessitando da redundância de informações dos outros quadros.

Na figura 91 é ilustrado o diagrama simplificado de um **encoder** MPEG-2.

Ele mostra a combinação dos codificadores **IntraFrame** e **Interframe** do padrão MPEG-2. A codificação **InterFrame** produz, além do quadro I (**Intraframe**), os quadros B (**Bi-directional Picture**) e P (**Predictive Picture**). A vantagem da codificação **InterFrame** é utilizar mais ferramentas de compressão que trarão maior eficiência para o **encoder**, ou seja, ele produzirá ótima qualidade da imagem (transparência subjetiva), com taxas menores que o JPEG2000, na ordem de 30Mbps para SD e 80 Mbps para HD. A sua desvantagem é que este processo incrementa o atraso no processamento da restauração do sinal, devido a sua maior complexidade e também à necessidade de armazenar mais quadros para ter toda a informação necessária para decodificar cada quadro **InterFrame** (B ou P).

Compressão de Vídeo

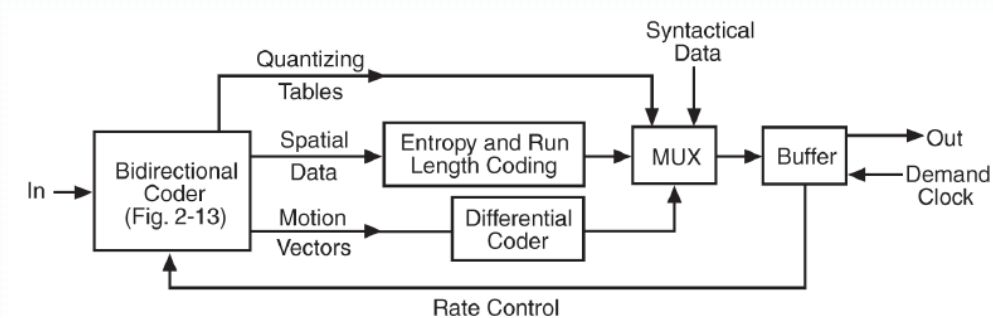


Fig. 91

- H.264 (MPEG-4 Part. 10)
Padrão sucessor ao MPEG-2 usado na TV digital brasileira.
Possui mais ferramentas de compressão que o MPEG-2, tornando maior seu atraso de processamento.

O padrão H.264 surgiu com o objetivo de atingir a mesma qualidade do padrão MPEG-2 usando **bit rates** menores, propiciando economia de taxa e a possibilidade de transmitir mais canais de TV, em especial nas distribuidoras de TV por assinatura. A codificação **IntraFrame** tem mais ferramentas de busca de redundância espacial, e há outras ferramentas que evitam os **artfacts**, como o **Deblocking Filter**.

Compressão de Vídeo

O diagrama abaixo ilustra de forma simplificada um encoder comercial da família MPEG.

A codificação de vídeo, que pode usar tanto os padrões MPEG-2 como H.264 e a de áudio, que também pode utilizar vários tipos de algoritmos de compressão, produz Elementary Streams, que são os componentes presentes em um stream MPEG.

Após estes dados serem empacotados e multiplexados, podemos ter dois tipos de streams: o Program Stream e o Transport Stream.

O Program Stream normalmente é empregado em mídias, como o DVD ou Blu-Ray, e como este é um meio de dados confinado e controlado, o stream pode ser do tipo VBR (Variable Bit Rate).

No caso das transmissões em links como satélites ou fibras óticas, há a necessidade de que o stream seja CBR (Constant Bit Rate), para ser acomodado em um canal de transmissão com especificações rígidas com relação a sua taxa. Usualmente, a saída dos encoders está em CBR, conformada em um Transport Stream. Cada pacote com estes componentes de áudio e vídeo é identificado por um número (PID ou Packet Identification), e há várias tabelas de dados inseridas neste Transport Stream, de modo que este fluxo de dados seja corretamente decodificado no equipamento receptor.

Compressão de Vídeo

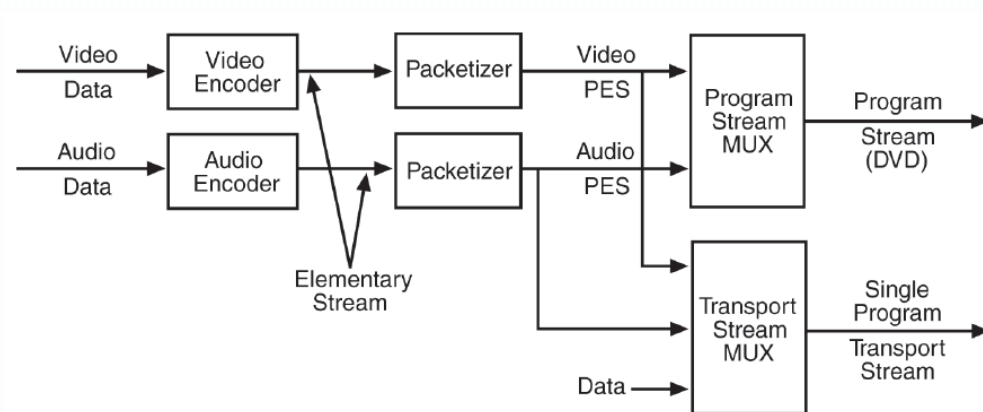


Fig. 92

A codificação em VBR também é utilizada por operadoras de TV a cabo, que combinam vários serviços em um canal de TV ou **transponder** de satélite. Porém, o canal ou **transponder** tem uma limitação de taxa, e desta forma existe um sistema complexo de controle no qual cada **encoder** informa ao sistema a sua necessidade de taxa em função da complexidade da imagem e qualidade configurada para o serviço, e o sistema de controle libera taxa conforme a disponibilidade do canal ou **transponder** e a prioridade de cada serviço.

Combinação de Vídeos

- Equipamento Específico

Downstream Keyer; Chroma Keyer

- Simbologia

Não existe um símbolo específico; provavelmente será representado por um retângulo, indicando suas entradas, saídas e nomenclaturas.

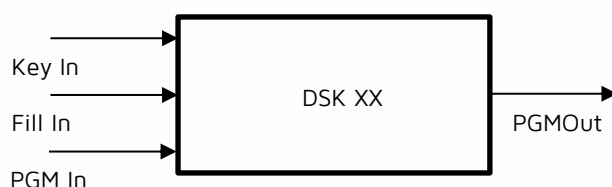


Fig. 93

Embora existam equipamentos específicos para realizar esse processamento, o mais comum é encontrá-los como parte integrante de outros equipamentos, tais como mesa de cortes ou editores de vídeo.

Combinação de Vídeos

Função:

Combinar dois ou mais sinais de vídeo, sem alterar seu tamanho ou posições originais.

Características comuns:

1. Necessitam que os sinais na entrada estejam sincronizados e com seus tempos perfeitamente ajustados;
2. O processamento do sinal pode ser analógico ou digital;—no segundo é realizado sempre na sua forma paralela.

A combinação dos sinais possíveis com esse equipamento são os efeitos de vídeos conhecidos com fusão e **wipe**, que combinam normalmente dois sinais por **mix effects** (quando fazem parte de uma mesa de corte) ou DSK.

Outros efeitos possíveis são os **Keyers**, tais quais **luminance keyer** e **chroma keyer**. Estes podem utilizar três sinais de vídeo ou dois; no segundo caso, o terceiro sinal é na realidade extraído de um dos sinais envolvidos, como ~~será visto~~ veremos posteriormente.

Combinação de Vídeos

Donwstream Keyer; Chroma Keyer

O diagrama de bloco da figura 94 ilustra a estrutura mínima para realizar os processamentos de combinação de imagens descritos anteriormente. O bloco chamado de 'seleção de vídeo' é o responsável por distribuir os vídeos de entrada para os canais desejados. No canal **A**, ou **bus/bank A**, como é chamado em mesas de corte, o vídeo selecionado será sempre o 1; no canal **B** será sempre o 2 e o para o canal **C** podem ser selecionados os vídeos 1 ou 2. Nas páginas seguintes será explicado o porquê. O segundo bloco, chamado de controle, é o responsável por controlar os vídeos dos canais **A** e **B**. O terceiro bloco, responsável pelo processamento do vídeo, determinará em que momentos e/ou níveis os vídeos A e B estarão presentes na saída.

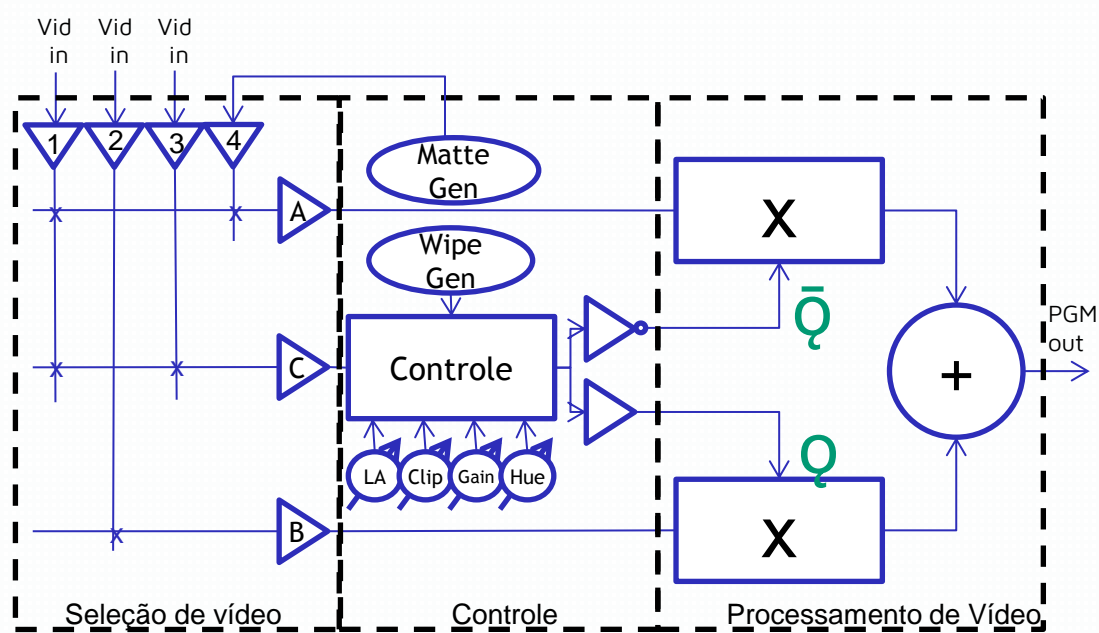


Fig. 94

Combinação de Vídeos

Fusão:

O processamento mais simples é a fusão, que consiste na mistura do vídeo A com o vídeo B. O vídeo A é multiplicado por \bar{q} e o vídeo B multiplicado por q . O resultado desta multiplicação é somado, resultando na mixagem do vídeo A com o B.

Os sinais \bar{q} e q são complementares, ou seja, a soma dele é sempre igual a um. Se \bar{q} igual a 0, q é igual a 1 e apenas o vídeo B estará presente na saída; se \bar{q} é igual a 0,5, q também será igual a 0,5 e neste caso, os dois sinais são atenuados de 50% e somados na saída.

Combinação de Vídeos

Esse efeito de fusão, e também os demais, são normalmente comandados por uma alavanca (**Lever Arm** - LA) ligada a potenciômetros ou **rotary encoders** que controlam ou os níveis de \bar{q} e q . Conforme a alavanca se move, o nível de um sinal aumenta e o do outro diminui. Além do **lever arm**, pode existir um botão, chamado **take** que, ao ser apertado, faz os níveis de \bar{q} e q variarem dentro de um tempo T_m , predeterminado, que é o tempo de fusão. Quando se utiliza a alavanca, este tempo é controlado pelo operador. O efeito de fusão é normalmente utilizado para fazer uma transição suave ou lenta (**mixer**) entre duas imagens, porém nada impede que o operador pare o movimento do **lever arm** em qualquer ponto entre os dois extremos do seu curso, mantendo os dois sinais mixados pelo tempo que desejar.

A figura 95 ilustra um exemplo de fusão que só será possível mostrar na apresentação da aula referente a esta apostila.



Fig.95

Combinação de Vídeos

Wipe

O efeito **wipe** pode ser usado para realizar a transição entre duas imagens ou dividi-las na tela em duas ou mais partes. Esta divisão aparece em forma de uma figura geométrica que se move ou altera seu tamanho conforme se movimenta o **lever arm**.

As várias figuras geométricas possíveis são obtidas a partir de geradores de formas de ondas, verticais e horizontais, que, quando comparadas com o nível DC gerados pelo **lever arm**, produzem sinais de controle que determinam onde os vídeos **A** e **B** estão presentes, como mostra a figura 96.

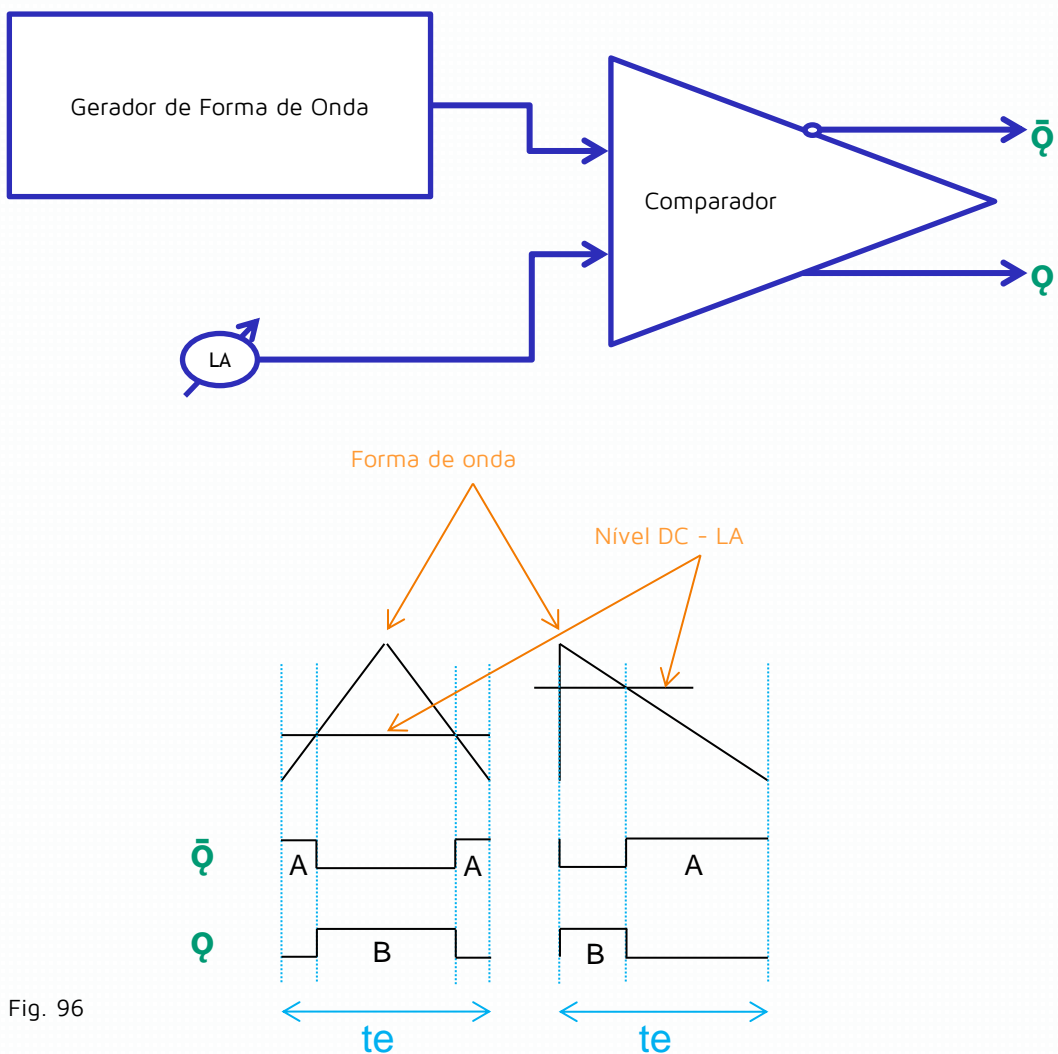


Fig. 96

Combinação de Vídeos

- Wipe

Estas formas de onda podem ser dentes-de-serra, triangulares, parabólicas, múltiplas triangulares, entre outras. Os wipes podem ser só horizontais ou só verticais quando usam só um tipo de forma de onda, ou podem ser o resultado da combinação de formas de ondas verticais e horizontais. Um quadrado, por exemplo, é a combinação de formas de onda triangulares horizontais e verticais.

A figura 96 mostra o explicado acima. Nela são exemplificadas duas formas de ondas: triangular e dente-de-serra. O tempo te equivale ao período de uma linha útil de TV (FO Horizontal) ou período útil de um campo ou field (FO vertical).

O efeito gerado pela forma de onda triangular, horizontal ou vertical é a substituição do vídeo B pelo A, a partir das laterais (horizontal) ou lados superior e inferior (vertical) da imagem, simultaneamente conforme se movimenta o lever arm. Já o efeito obtido a partir da dente-de-serra é a substituição do vídeo B pelo A, a partir de uma lateral (horizontal), ou parte superior ou inferior (vertical) da imagem, acompanhando o movimento do lever arm.

Combinação de Vídeos

A figura 97a ilustra alguns padrões de **wipe**. As explicações anteriores são baseadas em sistemas de controle analógicos e permitem o perfeito entendimento de como o processamento é realizado. Considerando sistemas de controle digital, uma CPU recebe as informações do **lever arm** (digital) e do padrão de **wipe** selecionado e gera os sinais de controle conforme o padrão selecionado e o movimento do **lever arm**.

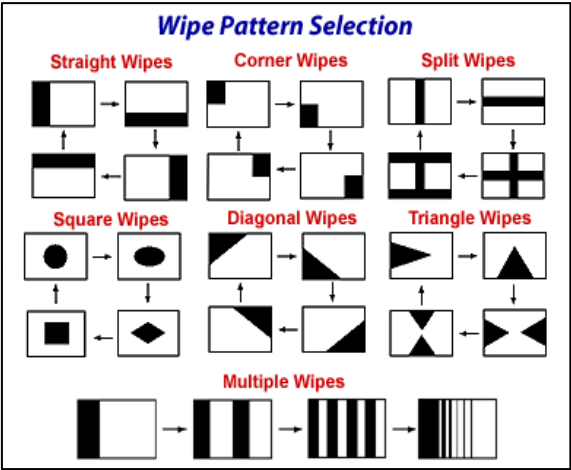


Fig. 97a



Fig. 97b

A figura 97b ilustra o vídeo que será exibido na aula referente a esta apostila.

Combinação de Vídeos

- Keyer

Luminance e Chroma

O efeito de **keyer** ou **insert** é utilizado na combinação de imagens na qual uma é inserida na outra. Este efeito envolve três sinais, chamados de **background** ou **BG**, **FILL** e **KEY**, os quais, no diagrama em bloco mostrado anteriormente, são originados a partir dos vídeos **B**, **A** e **C** respectivamente. A sinal de **KEY** pode ser obtido a partir da luminância do sinal (**luminance keyer**) ou do chroma (**chroma keyer**).

O vídeo **B** está sempre presente, enquanto que o vídeo **A** depende do acionamento do **lever arm**, caso a inserção seja combinada com o efeito de fusão. Porém, pode ser utilizado um comando, comumente chamado de **cut**, que realiza a inserção de forma imediata.

Combinação de Vídeos

O sinal **A** só ocupa a parte da imagem permitida pelo sinal de **KEY**, que é processado a partir do vídeo **C**. O vídeo **C** pode ser o mesmo usado no vídeo **A** (**self key**) ou outro sinal (**external key**). O sinal de **KEY** é extraído do vídeo **C** a partir da comparação deste sinal com um sinal de referência determinado pelo comando de **clip**. O nível do sinal **C**, que é maior do que o nível ajustado no **clip**, passa para a saída do comparador, gerando o sinal de **KEY**, como ilustrado na figura 98.

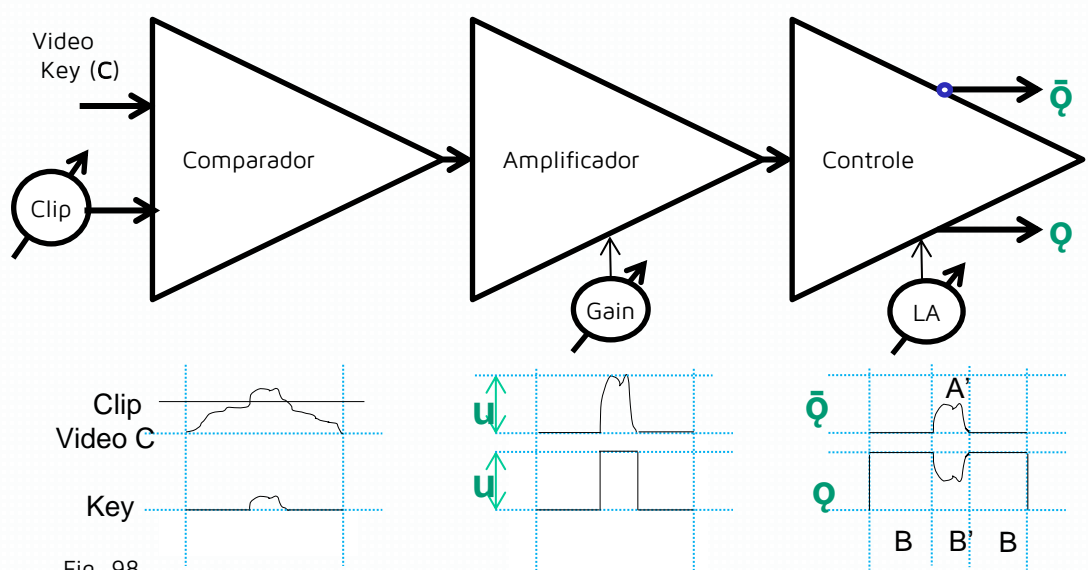


Fig. 98

Combinação de Vídeos

Uma vez gerado o sinal de **KEY**, ele passa por uma etapa amplificadora. Este circuito de ganho determina a opacidade da inserção. O nível **u**, indicado na figura acima, corresponde ao nível de opacidade, ou seja, onde o sinal de $\bar{\phi}$ tiver nível **u**, o sinal **A** tem seu nível multiplicado pela unidade e o **B** por zero. Por outro lado, onde o sinal de $\bar{\phi}$ é menor que **u**, os vídeos **A** e **B** estão presentes, mixados, conforme as proporções determinadas pelo nível dos sinais $\bar{\phi}$ e ϕ , o que permite a inserção com transparência.

Combinação de Vídeos

Esse tipo de inserção só é possível em equipamentos que possuam o processamento de **linear keyer**. Em equipamentos onde só é possível **hard keyer**, ou se esta função for selecionada no equipamento utilizado, o sinal de **key** será amplificado por um fator de ganho muito alto que eleva todo sinal que sai do comparador para o nível **u**, como mostrado acima na figura 98. Este tipo de **keyer** não permite inserção com transparência, e o recorte do sinal inserido apresenta um defeito com aparência de dentes de uma serra (serrilhado) nas bordas diagonais, ou em curvas, da imagem inserida.

O **hard keyer** é aplicado quando o sinal de **KEY** é extraído do mesmo sinal que será usado como **FILL**, chamado de **self key**. Nestes casos, faz-se necessário o uso deste recurso, pois o **KEY** é extraído do próprio sinal que será inserido e este sinal necessariamente não tem 100% de nível nas regiões da imagem que se deseja inserir. Logo, é necessário gerar um sinal de **KEY** que seja capaz de realizar o recorte de toda a área da imagem que se deseja inserir.

Combinação de Vídeos

Se o **hard keyer** é utilizado em operações com **self key**, o **linear keyer** depende de sinais externos que possuam características específicas, para permitir inserções com transparência, se desejado, e também um recorte sem serrilhado. Para tal, nas áreas em que se deseja transparência, o nível do sinal utilizado para gerar o **KEY** deve ter nível inferior a 100%. O grau ou graus de transparência são determinados pelos níveis deste sinal. Além disto, para garantir um recorte sem serrilhados, este sinal possui transições (contornos do recorte) suaves, que causam uma região de mixagem entre o **BG** e o **FILL** nos seus contornos.

Esses sinais de **key** são gerados pelos mesmos equipamentos que geram o sinal que será usado como **FILL** e são identificados como **key out** nestes equipamentos (Geradores de Caracteres e Logos ou DVEs). Alguns destes equipamentos geram o sinal de **FILL** já multiplicado pelo sinal de **KEY**, ou seja, o sinal de **FILL** já passou por um processamento semelhante ao mostrado no diagrama em bloco da figura 98, no qual o sinal A é multiplicado por Φ . Logo, quando este sinal é inserido, o sinal de **FILL** será novamente multiplicado pelo sinal de **KEY**, e o efeito final não será o desejado pelo criador da arte. Por conta disto, alguns equipamentos de inserção possuem um recurso para que o sinal de **FILL** não seja novamente multiplicado pelo **KEY**. Neste caso, todo Φ —sinal de **FILL** é multiplicado pela unidade e apenas o **BG** é multiplicado pelo sinal de **KEY**, conforme a figura 99.

Combinação de Vídeos

- **Keyer**

Luminance Keyer:

Quando o sinal de **FILL** já sai multiplicado pelo **KEY**, no equipamento gerador, é conhecido como **shaped video** ou **shaped fill**. O recurso existente em alguns equipamentos para o correto processamento está na configuração de entrada, no qual se informa se o sinal de **FILL** é **shaped** ou **unshaped**. Outros equipamentos têm recursos em seu painel de operação, como comandos que recebem o nome de **additive key** ou qualquer outro que remeta a esta funcionalidade.

O sinal de **FILL** também pode ser gerado internamente no equipamento por um gerador de **matte**, que nada mais é que um sinal onde se controla o nível de luminância, **chroma** e **hue**, permitindo que se preencha a área recortada pelo sinal de **KEY**, com um sinal que pode variar do preto ao branco e quaisquer cores desejadas.

Combinação de Vídeos

Como já visto, o processamento de **keyer** envolve basicamente três sinais: um de base, **BG**; um responsável por recortar este **BG**, que é o **KEY**, também conhecido por máscara e alfa, este último comum em sistemas computacionais; e por último, o sinal que preenche o recorte, que é o **FILL**.

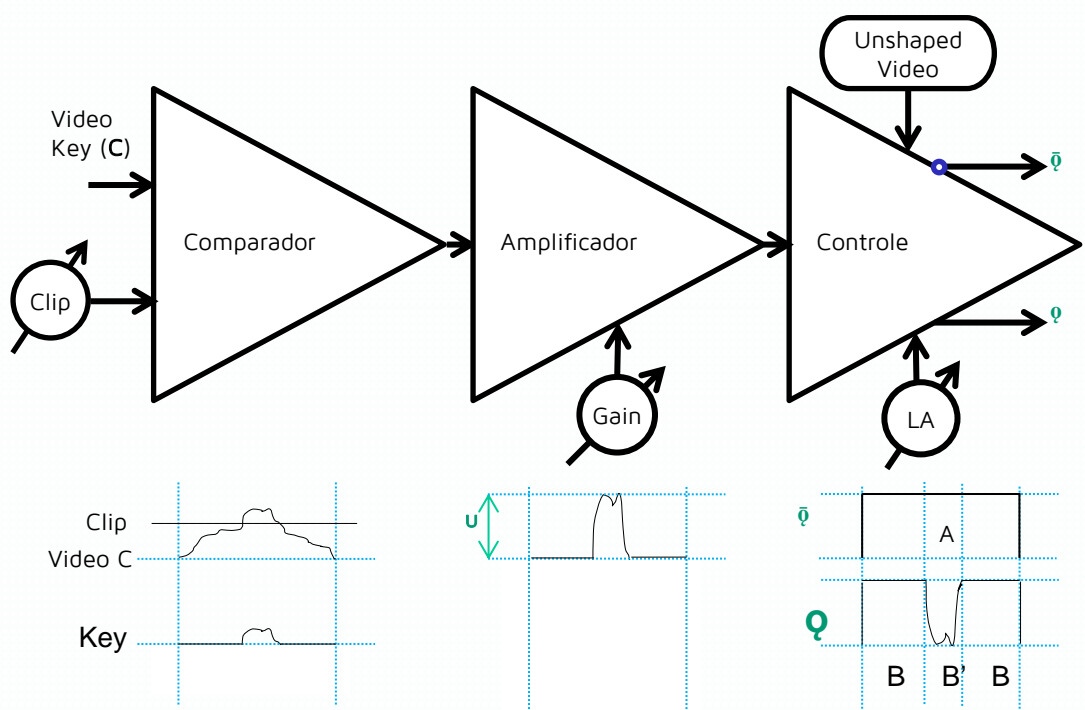


Fig. 99

Combinação de Vídeos

Chroma Keyer:

O **KEY** pode ser extraído da luminância do próprio sinal ou de um sinal externo ou do **chroma**, e neste caso também pode ser externo ou interno. Nos equipamentos analógicos, operando com vídeo composto, o sinal de **key** era obtido a partir do **RGB** da câmera. O **BG** era o sinal de vídeo composto da câmera correspondente e o **FILL** era qualquer sinal que se desejasse usar. Logo, neste caso, o sinal de **key** era externo.

Nos equipamentos que operam com vídeo digital componente, não se faz mais necessária a entrada de **RGB**, pois o sinal de **chroma** (R-Y e B-Y) já trafega separado, logo não existe perda de resolução neste processamento.

O processamento do **chroma keyer** consiste em criar um sinal de **key** baseado em uma cor da imagem. Ou seja, será gerado um sinal que recortará da imagem a cor escolhida e recortará de um sinal que se deseja como **FILL** a imagem para preencher este espaço (figuras 100 e 101).



O processo se assemelha com o realizado nos **colorizers**, sendo que neste caso apenas um vetor é gerado (fig. 102).

Combinação de Vídeos

Chroma Keyer:

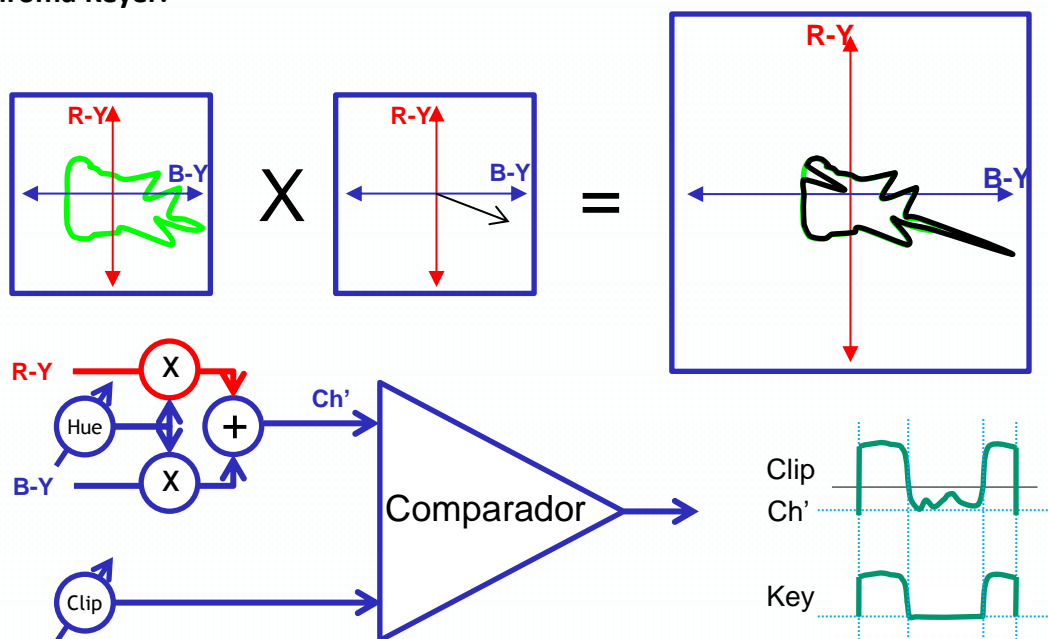


Fig. 102

Através de um comando de **HUE**, é escolhida a cor com que se quer realizar o **key**. Multiplicando-se o sinal de **chroma** por este vetor, o sinal de **chroma** será amplificado apenas onde existir a cor escolhida. A partir daí, o processo é o mesmo já explicado anteriormente. Este sinal é comparado ao sinal de **clip**, para que o recorte aconteça somente na cor desejada, e depois o circuito de ganho atuará na opacidade do inserido.

Existem **chroma keys** que operam com processos baseados em soma e subtração de **RGB**. Estes equipamentos só realizam recortes nas cores fundamentais, ou seja, **R**, **G** ou **B**, e o processo de inserção é baseado também em subtração da cor do **BG** e adição do **FILL**.

As cores mais usadas para a realização do **chroma keyer** são azuis e verdes.

Combinação de Vídeos

A primeira por ser a menos presente na cor de pele e também na natureza, porém é uma cor de baixa luminosidade e também impede o uso de roupas com tons de azul por parte dos personagens de cena. Logo, o verde é uma opção, porém o uso de roupas com tons de verde, muito próximos ou igual ao da cor do **keyer** também fica impossibilitada.

O mais crítico em um **chroma keyer** é a iluminação. A luz sobre a cor escolhida deve ser uniforme, para evitar sombras indesejadas, sem a necessidade de aumentar muito o ganho do sinal de **key**.

Combinação de Vídeos

Chroma Keyer:

O ganho excessivo do sinal de **key** *afeta* a qualidade do recorte e impossibilita o uso da sombra desejada, como uma sombra do personagem, por exemplo.

Outro problema típico é a luz refletida pela “tapadeira” com a cor desejada. Ela retorna para o personagem ou objeto a ser recortado, dificultando o recorte. Isto deve ser combatido, afastando-se o objeto da “tapadeira” e também com contraluz, com filtros de cor compensadores.

Controle de Processadores

- **Serial**

RS232, RS422, RS485, etc.

Permite troca do equipamento sem a necessidade de reconfiguração.

Utilizada como interface de operação ou de configurações de baixo nível, como o endereço de IP.

Acessada via comandos de um painel de operação ou software proprietário.

- **Rede**

Protocolo TCP/ IP

A troca do equipamento implica em configuração do IP. No caso de modulares, a configuração só será necessária se o módulo for controlado diretamente. Se o bastidor tiver um módulo de controle, os módulos por ele controlados não têm configuração de IP.

Permite a integração de todo o sistema através de **switches** de comunicação e também o acesso sem um software específico, para os que admitem **web browser**.

Utilizada como interface de operação, com configurações de alto nível.

- **Outros**

Comunicação paralela ou protocolo proprietário. Acessada via painel de operações. Usada para a interligação de um painel de controle específico ao processador. Este tipo de comunicação praticamente não existe mais.

Considerações

Nesta disciplina, foram mostrados os modelos matemáticos e conceituais básicos de vários processamentos do sinal. Os processos mostrados não se utilizam necessariamente dos modelos ou conceitos apresentados, pois existem outros possíveis. Porém, o objetivo da disciplina é permitir algum conhecimento de como determinados processamentos ocorrem ou podem ocorrer, independentemente se o sinal ou processamento é analógico ou digital.

Outro detalhe a ser lembrado é que operações matemáticas com palavras digitais resultam em palavras com maior quantidade de bits do que as originais. Como o produto final deve ter uma quantidade de bits definida, este sinal tem que ser arredondado. Em função disto, muitos processamentos são realizados com uma quantidade de bits maior do que a do sinal em processamento, e o arredondamento acontece apenas no fim do processo, de forma a reduzir distorções decorrentes deste processo.

É preciso ter em mente que nem todo problema verificado é causado por um defeito em um equipamento. Pode ser uma característica ou limitação do mesmo. Por conta disto, é essencial a avaliação dos equipamentos antes de sua aplicação, para se ter o conhecimento real de suas características, que nem sempre são detalhadas em suas especificações.

