

Tecnología del video digital para proyectos escénicos

UOC

Autoría:
Omar Álvarez Calzada

Universitat Oberta
de Catalunya



El encargo y la creación de este recurso de aprendizaje UOC han sido coordinados por la profesora: Irma Vilà i Odena

Primera edición: septiembre 2023
© de esta edición, Fundació Universitat Oberta de Catalunya (FUOC)
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Autoría: Omar Álvarez Calzada
Producción: FUOC



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0. Se puede copiar, distribuir y transmitir la obra públicamente siempre que se cite el autor y la fuente (Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no se haga un uso comercial y ni obra derivada de la misma. La licencia completa se puede consultar en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

Índice

1. Características técnicas de los formatos de video	6
1.1. Resolución	6
1.2. Relación de aspecto	7
1.3. Relación de aspecto del Píxel	7
1.4. Velocidad de cuadro	8
1.5. Tipo de escaneo de la imagen	9
1.6. Modo o sistema de color	10
1.7. Profundidad de color	11
1.8. Perfil de color	12
2. Compresión de video	14
2.1. Submuestreo de crominancia	14
2.2. Redundancia espacial	15
2.3. Redundancia temporal	15
2.4. Existen tres tipos de compresión	16
2.4.1. Compresión sin pérdidas	16
2.4.2. Compresión subjetiva sin pérdidas	16
2.4.3. Compresión con pérdidas	16
2.5. Códec (compresor-descompresor)	16
2.6. Tasa de bits (<i>BitRate</i>)	17
2.7. Compresión intracuadro	17
2.8. Compresión intercuadro	18
2.9. Códec H264 (MPEG-4 AVC)	19
2.10. <i>Hardware Acceleration Códec</i>	19
2.11. Códecs de alta calidad	20
3. Formatos de video	20
3.1. Definición estándar	20
3.2. Alta definición	20
3.3. 2K	22
3.4. 4K DCI + UHD TV	22
3.5. Resoluciones multimedia	24
4. Señal de video	25
4.1. Tipos de señal	25
4.2. Transmisión de la señal de video	26

4.3. Protocolos y estándares para la transmisión de la señal de video	28
4.3.1. High-Definition Multimedia Interface (HDMI)	28
4.3.2. Digital Visual Interface (DVI)	29
4.3.3. Display Port	30
4.3.4. Serial Digital Interfaces (SDI)	30
4.3.5. HdBaseT	31
4.3.6. Network Digital Interface (NDI)	32
5. Tecnología de la proyección de video	32
5.1. El videoprojector	32
5.2. Tipos de sensores	33
5.3.1. Liquid Crystal Display (LCD)	33
5.3.2. Liquid Crystal on Silicone (LCoS)	35
5.3.3. Digital Light Processing (DLP)	35
5.4. Las partes de un videoprojector	36
5.4.1. <i>Input panel</i>	37
5.4.2. Sistema de dirección de la luz	38
5.4.3. <i>The Light Engine</i>	42
5.4.4. Sistema óptico	45
5.4.5. Sistema de ventilación	45
5.4.6. El sistema nervioso	45
5.5. Luz led	46
5.6. Características técnicas de un videoprojector	47
5.7. Consideraciones prácticas de la proyección de video	48
5.7.1. Perpendicularidad	48
5.7.2. <i>Keystone</i>	48
5.7.3. Tipos de lentes	49
5.7.4. Lentes especiales	50
5.8. <i>Lens Shift</i>	52
5.9. Corrección de geometrías	53
5.10. Cálculo de factores de proyección	53
5.10.1. Base de pantalla / Focal / Distancia proyección	53
5.10.2. Cálculo de la potencia lumínica	55
5.11. Técnicas de multiproyección	55
5.11.1. <i>Edge Blending</i>	55
5.11.2. <i>Stacking</i>	56
6. Equipos de captación, reproducción y manipulación	56
6.1. <i>Media server</i>	56
6.2. Graphics Processing Unit (GPU)	58
6.3. Capturadoras de video	59
6.4. Reproductores	60
6.5. Distribuidores de señal	61
6.6. Selectores de señal	61

6.7. Matrices de señal	62
6.8. Mezcladores de señal	63
6.9. Procesadores de señal	64
6.10. Conversores de señal	65

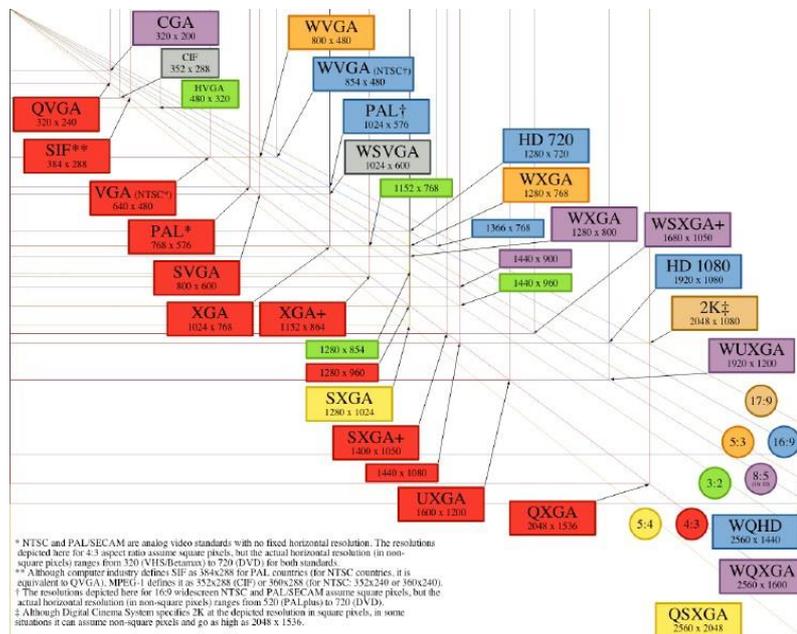
1. Características técnicas de los formatos de video

Antes de la aparición de la High Definition (HD), la televisión digital y la incorporación de los ordenadores al mundo de la producción audiovisual existían dos formatos de video: PAL y NTSC. Estos formatos hoy los conocemos como Standard Definition (SD). Con la incorporación de la HD, aparecen multitud de formatos hasta llegar la amalgama de formatos que encontramos actualmente: 2K, 4K, UHD, 8K, etc.

Estos formatos definen las características básicas de la imagen de video: resolución / relación de aspecto / FPS / tipo de escaneo.

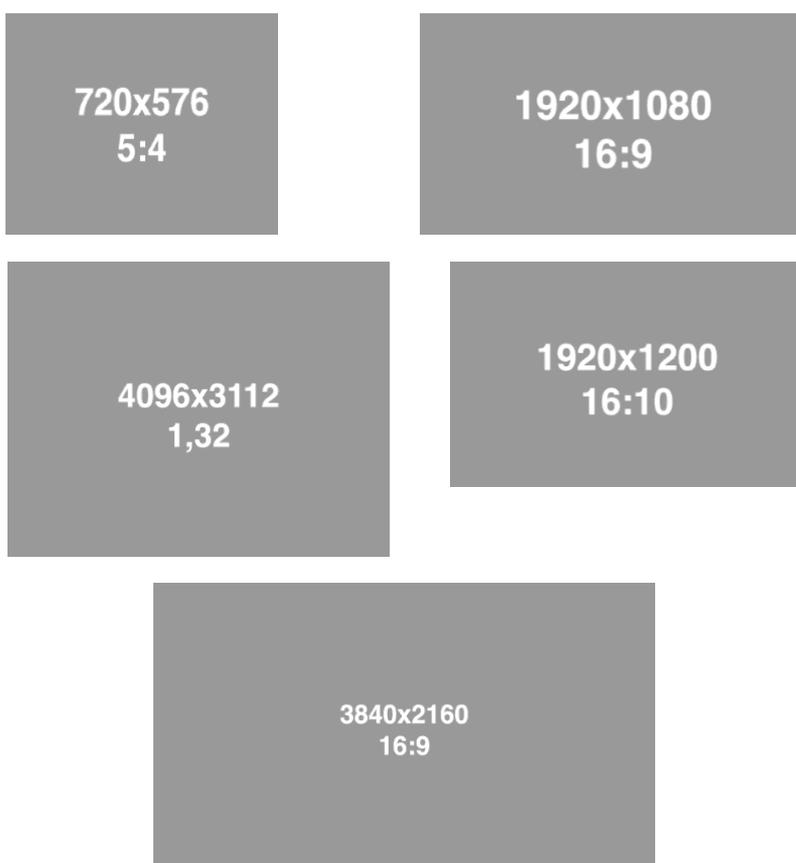
1.1. Resolución

La resolución es el tamaño de una imagen de video expresada en píxeles. Expresa su tamaño horizontal y vertical. Así, por ejemplo, 1920x1080 viene a expresar el tamaño de una imagen de 1.920 píxeles horizontales por 1.080 píxeles verticales. Existen distintos tipos de resoluciones tanto desde el punto de vista del video, la TV o el cine como desde el punto de vista de la computación gráfica.



1.2. Relación de aspecto

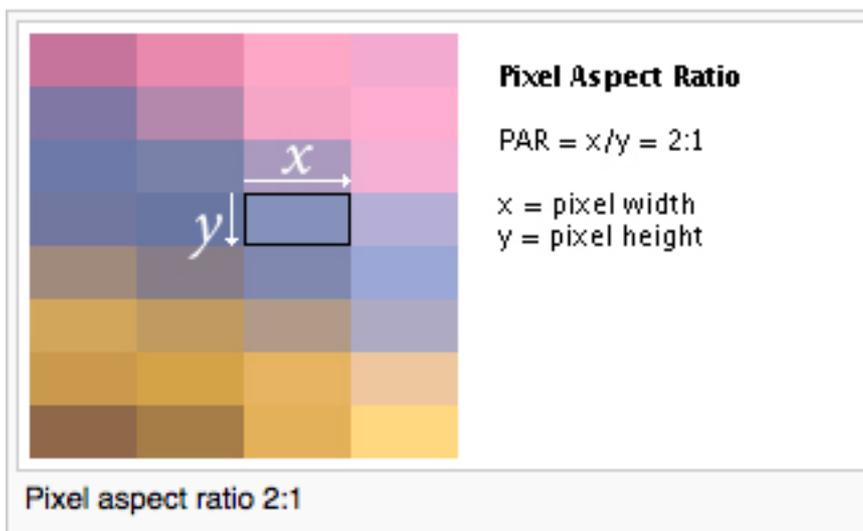
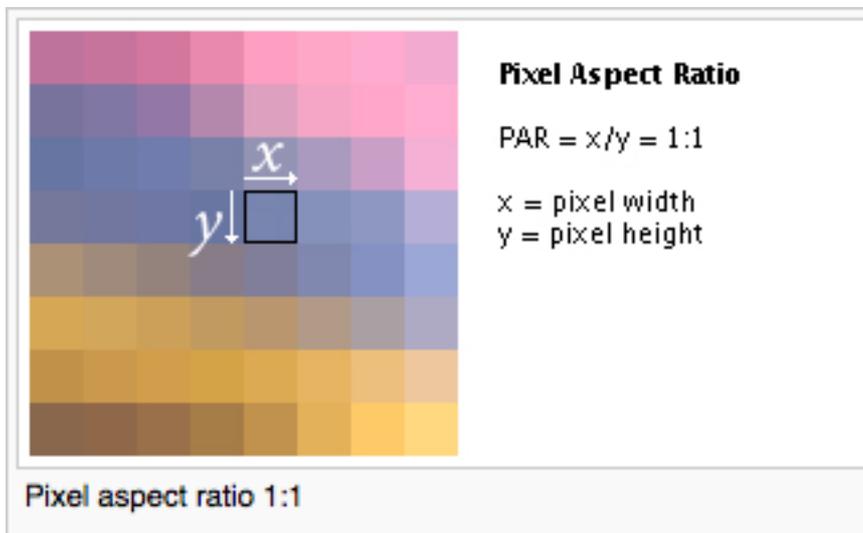
Es la relación que mantiene la parte horizontal de una imagen con respecto a su parte vertical. Una resolución 640x480 tiene una relación de aspecto de 1,333, que sale de dividir 640/480. Es una relación de aspecto de 4:3, ya que si dividimos 4/3 nos da 1,333. La resolución 1920x1080 tiene una relación de aspecto de 1,78, que es lo mismo que



1.3. Relación de aspecto del píxel

Los píxeles de una imagen pueden ser rectangulares o cuadrados. Tradicionalmente la imagen de TV era de píxel rectangular mientras que la imagen generada por ordenador era de píxel cuadrado.

Actualmente, la mayoría de los formatos de video trabajan con píxeles cuadrados.

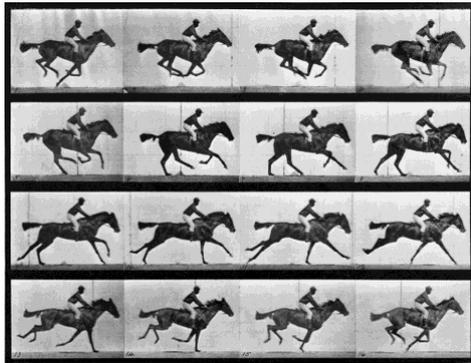


1.4. Velocidad de cuadro

La velocidad de cuadro es la cantidad de imágenes por segundo que forman una imagen en movimiento. El cine siempre ha trabajado a 24 FPS, Aunque hace ya unos años se trabaja en un estándar de 48 FPS.

La imagen de TV ha tenido velocidades de 25 FPS en el sistema PAL y 29.97 en el sistema NTSC.

Con la HD y el 4K se pueden trabajar a velocidades de hasta 240 FPS.

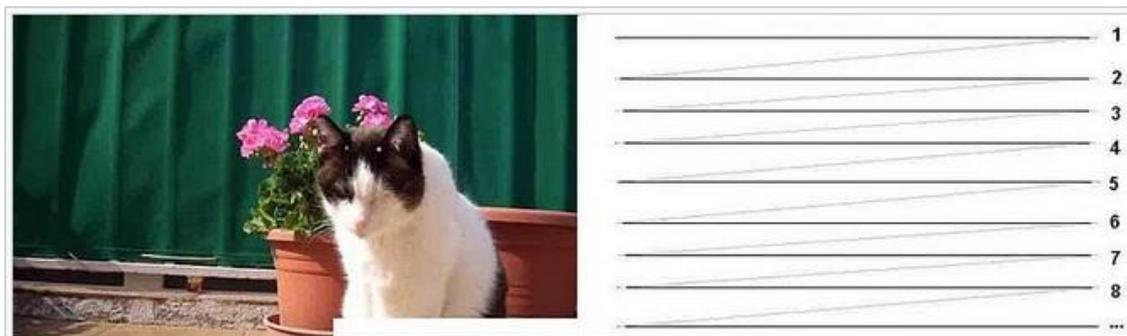


1.5. Tipo de escaneo de la imagen

Las imágenes del video y de la televisión, antes que digitales, fueron analógicas y el sistema de escaneo que tradicionalmente se ha usado ha sido el escaneo entrelazado frente al escaneo progresivo utilizado en el cine.

El escaneo entrelazado se inventó para evitar el *flicker* de la representación de imágenes de TV en televisores de tubo. Se basa en coger las líneas verticales del cuadro de una imagen y dividirlos en dos campos, campo par y campo impar, para que, al ser expuestas al doble que su velocidad de cuadro, den la sensación de ser una imagen completa.





El **escaneo progresivo** está basado en la exploración secuencial de las líneas de una imagen, que se efectúa de una línea a otra de manera sucesiva.

1.6. Modo o sistema de color

Los sistemas de mezcla de color permiten, a través de la mezcla de unos colores primarios, conseguir el resto de los colores del espectro visible.

Mientras que, en pintura, con la utilización de pigmentos de color, se usa un tipo de mezcla sustractiva (la suma de pigmentos de color elimina luz y produce negro), en la señal de video la mezcla que se usa es aditiva (la suma de todos los colores produce blanco).



En la formación de la señal de video existen dos sistemas básicos para la mezcla de color: RGB y YUV.

RGB: es el sistema utilizado en señal informática y se basa en la mezcla aditiva de tres colores primarios: $R+G+B$.

YUV: el sistema YUV se inventó en los inicios de la emisión de señal de TV en color. Los primeros sistemas de emisión de señal de video eran el blanco y negro, y al aparecer los primeros sistemas en color, los ingenieros se vieron obligados a inventar un sistema

compatible con la mayoría de los televisores en blanco y negro que existían en los hogares norteamericanos.

Inventaron el sistema YUV, el sistema básico que se utilizaba en los estándares de televisión PAL y NTSC.

La señal de video se consigue sumando las componentes de luminancia (Y) y crominancia (UV).

Luminancia (Y): por esta componente pasa la información luminancia y el color verde. De esta manera, se conseguía que el televisor en blanco y negro pudiera entender esta señal solo con la información de la componente Y.

Crominancia (UV): la señal de crominancia es la que añade a Y la información de color $U(B-y) + V(R-y)$.

1.7. Profundidad de color

Para más información

https://es.wikipedia.org/wiki/Profundidad_de_color

<https://helpx.adobe.com/es/photoshop/using/image-essentials.html>

La profundidad de color o profundidad de bits es la cantidad de información de color que está disponible para cada píxel de una imagen. Cuanta más profundidad de bits, más información de color y más colores disponibles para la representación de un color. Los niveles de profundidad de color básicos de la mayoría de *softwares* de edición o retoque de fotografía son 8, 16 o 32 bits.

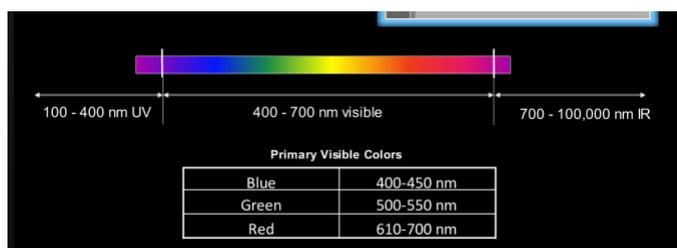
En sistemas de cámaras digitales podemos encontrar valores de 8, 10 o 12 bits.

1.8. Perfil de color

Para más información

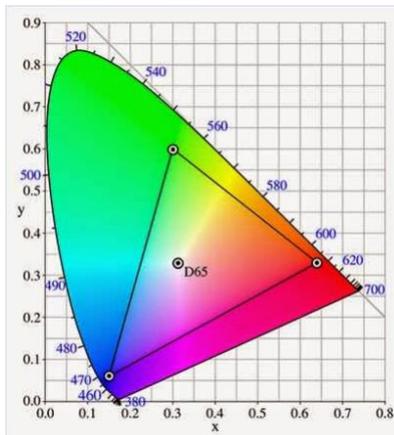
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbaseees/vision/cie.html>

Un perfil de color es una representación matemática del color que describe un rango de colores definido. El espectro visible por el ojo humano no coincide con la cantidad de estos colores visibles que pueden ser representados por un dispositivo electrónico (tanto de captación como de reproducción o visualización) y para poder definir la cantidad de estos colores se usan los perfiles de color, que dibujan un diagrama de cromaticidad sobre el modelo CIE 1931. La cantidad de estos colores que un sistema electrónico puede reproducir es lo que se conoce como *Gamut*.



El diagrama CIE 1931 fue establecido por la Comisión Internationale de l'Éclairage (CIE) en 1931 y, basándose en los estudios sobre cómo funciona el ojo humano, representa todo el espectro visible por el hombre.

Los perfiles de color se representan con un diagrama de cromaticidad dibujado dentro de un diagrama CIE 1931.

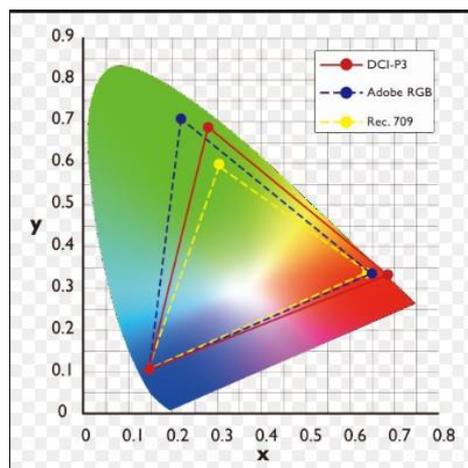
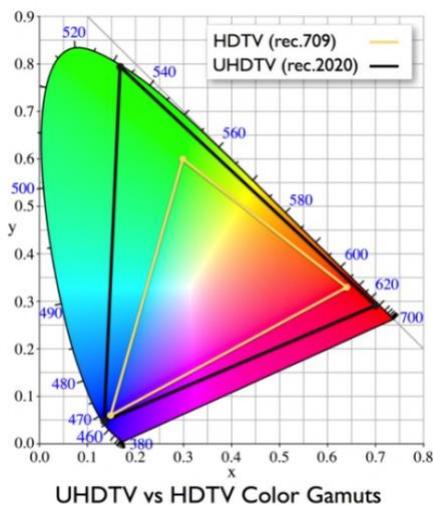


Existen distintos tipos de perfiles de color: sRGB, Adobe RGB, etc.

En video, los más usados actualmente son el Rec 709, el Rec 2020 y en cine, el DCI-P3 o el ACES.

La Rec 709 es la recomendación de la ITU para el video en HD y para la UHDTV, se usa la Rec 2020, que es una recomendación de espacio de color ampliado pensado para futuras implementaciones y novedades en formatos de video.

DCI-P3 es el espacio de color usado en producciones cinematográficas definido por la Digital Cinema Initiatives (DCI).



2. Compresión de video

Para más información

<http://edii.uclm.es/~jmllova/Archivos/VD/Archivos/VdCompresion.pdf>

En los inicios de la grabación y retransmisión de imágenes de video, la señal con la que se trabajaba era de tipo analógica, pero en el momento en el que las secuencias de imágenes se comienzan a tratar como señal digital con la incorporación de los ordenadores al mundo de la producción de video, aparece la necesidad de la compresión.

El problema con la digitalización de la señal de video es la cantidad de bits que se tendrían que usar en caso de no comprimir, que dificultan, en sus orígenes, tanto su almacenamiento en los discos duros de poca capacidad que existían, como su manipulación y reproducción, al mismo tiempo que añadía problemas para su retransmisión, por la limitación del ancho de banda existente.

Puesto que, tanto el espacio en disco por minuto como el ancho de banda del espectro radioeléctrico eran limitados, se hizo imperioso aplicar factores de compresión de la imagen para su reproducción, manipulación en posproducción y su retransmisión.

La compresión de video es un proceso matemático por el que conseguimos reducir la tasa de bits de una señal de video. El proceso de compresión se basa en la eliminación de la información redundante y la codificación inteligente de la información real. La información redundante es la información que se puede eliminar durante el proceso de compresión para reconstruirla posteriormente durante el proceso de descompresión a partir de la información real.

2.1. Submuestreo de crominancia

Para más información

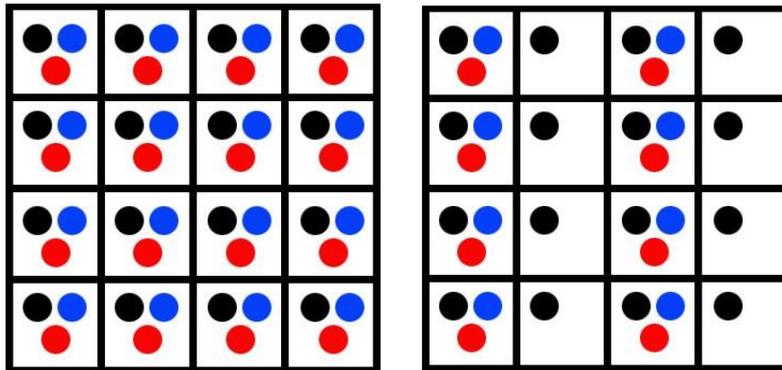
<http://www.cinedigital.tv/que-es-todo-eso-de-444-422-420-o-color-subsampling/>

Es una técnica que se usa para reducir el ancho de banda de una señal de video. Se comprime la señal de crominancia para que la imagen de video «pese» menos.

El mayor ancho de banda es para la luminancia y reduce la información en la señal de crominancia.

El submuestreo de crominancia se suele expresar en numeraciones tipo 4:4:4 o 4:2:2, seguidas del nombre del tipo de señal. Así, podemos encontrar señales YUV 4:4:4, YUV 4:2:2 o YUV 4:2:0.

Se basa en la toma de muestras de cada componente para comprimir el resto. Así una señal 4:4:4 no tiene compresión en la crominancia, ya que coge el mismo número de muestras para las tres componentes, mientras que una señal 4:2:2 tiene dos muestras de crominancia por cada cuatro de luma.



4:4:4

4:4:2

2.2. Redundancia espacial

Se da dentro de cada frame y se basa en la poca diferencia que hay en según qué parte de la imagen de un píxel a otro como, por ejemplo, en las caras o en paisajes u objetos.

El hecho de que varios píxeles adyacentes sean prácticamente iguales entre sí permite transmitir un píxel representativo del conjunto y codificar las diferencias de cada píxel con respecto a este.

2.3. Redundancia temporal

Se basa en que los frames sucesivos de una imagen no cambian significativamente, por lo que existen píxeles homólogos respecto de un frame con su anterior y su sucesor.

2.4. Tipos de compresión

2.4.1. Compresión sin pérdidas

El algoritmo de compresión que es capaz de reducir el tamaño de la información de un archivo siendo posible la recuperación exacta de la información al descomprimir el archivo.

Los más conocidos de estos compresores sin pérdidas son: ZIP y RAR.

2.4.2. Compresión subjetiva sin pérdidas

Durante el proceso de compresión-descompresión no se recupera toda la información, pero la degradación es casi imperceptible y depende, en todo caso, del códec y del factor de compresión aplicado: JPEG, MJPEG, H264, H265, Apple ProRes, etc.

2.4.3. Compresión con pérdidas

Durante el proceso de compresión-descompresión no se recupera toda la información original y la degradación de la imagen es considerable a la vez que un factor aceptado e incluso deseado, ya que, en ciertos entornos, la calidad puede ser sacrificable: entornos de videoconferencias, sistemas de CCTV o videovigilancia, etc.

2.5. Códec (compresor-descompresor)

En primer lugar, hay que diferenciar entre **códec** y **contenedor**.

Un contenedor es un tipo de archivo en el que se pueden alojar distintos tipos de códecs; los más habituales son las extensiones de archivo. avi, .mov, .mp4, .mp3, etc.

Podemos encontrar contenedores con diferentes tipos de códecs, por ejemplo, un archivo .mov y dentro de él haber usado un códec MJPEG o un H264.

Códec es un algoritmo matemático en forma de aplicación informática que se encarga del proceso de compresión y descompresión de una imagen de video.

La mayoría de los códecs usados en imagen y video digital son del tipo compresión con pérdidas o subjetivamente sin pérdidas: JPEG, MJPEG, PhotoJPG, JPG2000, MPEG2, MPEG4, H264, H265, mp3, etc.

2.6. Tasa de bits (*bitrate*)

La tasa de bits define el número de bits transmitidos por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital. En la compresión de video, la tasa de bits incide directamente en el tamaño del archivo y en su calidad.

A > tasa de bits > calidad

Existen dos tipos de tasa de bits: Constant BitRate (CBR) y Variable BitRate (VBR).

CBR aplica una tasa de bits constante sin discernir entre zonas con más o menos información.

VBR aplica una tasa de bits variable que diferencia entre zonas con mayor o menor densidad de información para optimizar la compresión.

2.7. Compresión intracuadro

Es el tipo de compresión que se encarga de eliminar la redundancia espacial.

Como la redundancia espacial se encuentra dentro de cada frame, esta compresión funciona comprimiendo individualmente cada frame de una imagen. Es el tipo de compresión usado por ejemplo por el formato JPEG.

Esta compresión puede ser usada en imágenes fijas, secuencia de fotogramas o contenedores con compresión intracuadro: MJPEG, PhotoJPEG, etc.

Aplicando estos códecs se consiguen archivos con buena calidad, pero bastante pesados, aunque, a pesar de tener más tamaño, se descomprimen mejor que los códecs intercuadro. Este tipo de códecs usan una tasa de bits constante.

2.8. Compresión intercuadro

Es la que intenta eliminar la redundancia temporal entre frames sucesivos.

Es el tipo de compresión usada en la mayoría de códecs de uso en multimedia y web como, por ejemplo, los estándares MPEG.

Los estándares MPEG usan una combinación de compresión intracuadro e intercuadro a través de tres tipos de imágenes que establecen el códec para realizar la compresión-descompresión: imágenes intracuadro (I), imágenes predicción (P) e imágenes bidireccionales (B).

Las I son imágenes que solo usan compresión intracuadro, similar a la aplicada por el códec JPEG, en la que cada una de las imágenes es comprimida de manera independiente al resto, y cada una por sí misma contiene toda la información real necesaria para su descompresión, por lo que son las imágenes que más información contienen y sirven de referencia para la construcción de las imágenes P y B.

Las P son las que mayor compresión aportan. El códec compara la imagen P actual con la anterior I o P para aplicar compresión solo sobre la redundancia temporal de la imagen.

Las B se generan a partir de imágenes I y P tanto previas como sucesivas. Pueden tomar referencias de una imagen anterior a la vez que de una imagen sucesiva eliminando el posible error de predicción de las imágenes.

En este tipo de compresión, las imágenes forman secuencias de datos en las que la imagen I, o también llamada *keyframe*, es siempre la primera de la secuencia y es la referencia para las imágenes P y B.

Los estándares de compresión MPEG pueden usar tanto CBR como VBR y permiten la elección del número de imágenes I por segundo (*keyframes*) así como el número de imágenes P y B intercaladas.

Al número de frames que se encuentran entre dos imágenes I se le llama GOP; siendo el tamaño típico de 12 frames y siguen la siguiente estructura: I P B B P B B P B B I B B.

Esta estructura de cuadros asociados en secuencias GOP iniciadas por imágenes I no es productiva para entornos a tiempo real, ya que no se puede acceder individualmente a cada frame, de manera que, si queremos ir a un frame determinado aleatorio, que se puede encontrar en la posición de una imagen P o B, para poder ser descomprimido, el códec irá a buscar la primera imagen I (*keyframe*) de la secuencia GOP para poder descomprimir toda la cadena.

MPEG es el acrónimo de Motion Pictures Expert Group, que ha establecido distintos estándares de códecs dentro del mundo *broadcast* y multimedia: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 (H264) y MPEG-5 (H265/HEVC); MPEG-2, MPEG-4 y MPGE-5 son los estándares más usados.

2.9. Códec H264 (MPEG-4 AVC)

Para más información

https://es.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4_AVC

El códec H264 está basado en el estándar MPEG4 y fue desarrollado por el Video Coding Expert Group (VCEG) y el MPEG con la intención de conseguir un códec con una tasa de bits inferiores a los estándares anteriores del MPEG pero manteniendo la calidad subjetiva.

Es el estándar en uso del video multimedia, el web y también muy usado como códec nativo en cámaras réflex con grabación de video de alta calidad.

2.10. Hardware Acceleration Codec

Para aplicaciones de video a tiempo real se han desarrollado un tipo de códec que basan el proceso de descompresión en la potencia de la tarjeta gráfica en lugar de usar la potencia de la CPU; de esta manera, se acelera mucho el proceso de descompresión. Normalmente los Hardware Acceleration Codec (HAC) se basan en la compresión intracadro, comprimiendo todos los frames de la imagen de manera independiente, pero además cargan todo el proceso de descompresión sobre la GPU liberando a la CPU para otro tipo de procesos.

Estos códec están recomendados para aplicaciones a tiempo real DXV3 y HAP.

2.11. Códecs de alta calidad

Son códecs empleados sobre todo en la grabación y edición de video *broadcast* y cinematografía digital, por la poca o nula compresión que aplican a la señal de video. Son códecs nativos en muchas de las cámaras digitales de alta calidad tipo Arry Alexa, Blackmagic Ursa, Sony F65, etc.

Cinema DNG RAW
Apple ProRes
ProRes RAW
DNxHR
Avid DNxHD

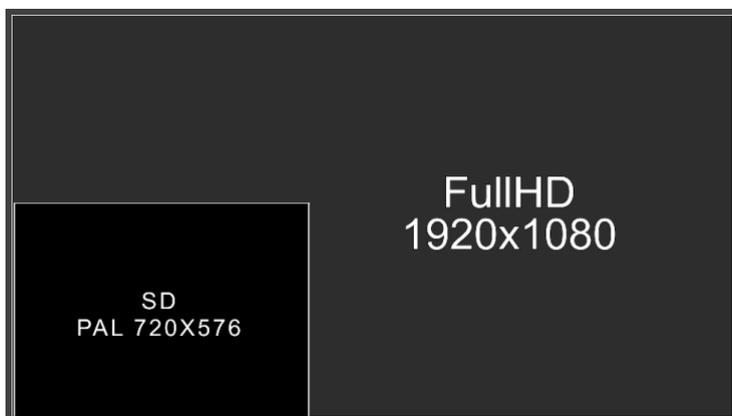
3. Formatos de video

3.1. Definición estándar

PAL 720x576 / 4:3 / 1,09 (rectangular) / 25 FPS / entrelazado
NTSC 720x480 / 4:3 / 0,91 (rectangular) / 29,97 FPS / entrelazado

3.2. Alta definición

High Definition (HD) define un conjunto de formatos y resoluciones que son de mayor tamaño que los formatos Standard Definition (SD).



Dentro de HD podemos encontrar distintos formatos diferenciados entre ellos por su resolución, velocidad de cuadro u otras características.

Las novedades que la alta definición implican respecto a la definición estándar son: mayor resolución, distintas velocidades de cuadro, formatos panorámicos 16:9 con proporción de píxel cuadrado para su mejor adaptación en sistemas informáticos, así como una mayor profundidad de color y mejoras en la cuantificación de la crominancia.

Los primeros formatos en HD que aparecieron fueron dos: 1080i (FullHD) y 720p. Después aparecieron distintas versiones como 1080p.

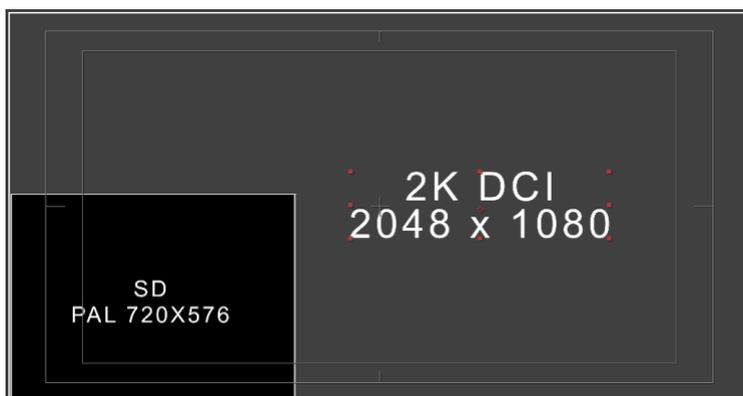
A los formatos PAL y NTSC (SD), se les comenzó a llamar 576i y 480i. El número del formato marca la resolución y la letra, el tipo de escaneo. Tiene dos tipos: entrelazado (i) y progresivo (p).

1080i 1920x1080 / 16:9 / píxel cuadrado / 50 fps o 60 fps / entrelazado 1080p23.98 / 1080p24 / 1080p25 / 1080p29.97 / 1080p30 / 1080p50 / 1080p59.94 / 1080p60 / 1080i50 / 1080i59.94 / 1080i60 720p 1280x720 / 16:9 / píxel cuadrado / 25 FPS, 24 FPS, 30 FPS / progresivo 720p50 / 720p59.94 / 720p60

3.3. 2K

Es una nomenclatura que engloba un conjunto de resoluciones más grandes que un fullHD. Son un conjunto de resoluciones adoptadas por el Digital Cinema Initiatives (DCI) usadas en cinematografía digital.

2K DCI 23.98p / 2K DCI 24p / 2K DCI 25p / 2K DCI 23.98PsF / 2K DCI 24PsF / 2K DCI 25PsF



Anamorphic Open Gate	2048x1556	1.31:1
DCI 2K (Native Resolution)	2048x1080	1.90:1
DCI 2K (flat cropped)	1998x1080	1.85:1
DCI 2K (CinemaScope cropped))	2048x858	2.39:1
Academy 2x	1828x1332	1.37:1

3.4. 4K DCI + UHD TV

Indica un conjunto de resoluciones con cuatro veces o más tamaño que un fullHD. Encontramos UHD TV y 4K DCI.

4K DCI son estándares cinematográficos definidos por el DCI: 4K DCI 23.98p / 4K DCI 24p / 4K DCI 25p.

4K DCI (Digital Cinema Initiatives)		
4K Full Range	4096x3112	1.32:1
DCI 4K Native Resolution	4096x2160	1.9:1
DCI 4K Cinema Scooped	4096x1714	2.39:1
DCI 4K Flat Crooped	3996x2160	1.85:1
Academy 4x	3656x2664	1.0:1

Ultra High Definition TV (UHDTV)

2160p23.98, 2160p24, 2160p25, 2160p29.97, 2160p30, 2160p50, 2160p59.94, 2160p60

UHDTV		
UHDTV 1	3840x2160	1.77:1
UHDTV 2	7680x4320	1.77:1

4K QuadHD		
	3840x2880	1.33:1
	3840x2304	1.66:1
	3840x2076	1.85:1
	3840x1920	2.0:1
	3850x1634	2.35:1
	3840x1620	2.37:1
	3840x1607	2.39:1
	3840x1574	2.44



3.5. Resoluciones multimedia

Para más información

https://es.wikipedia.org/wiki/Resoluci%C3%B3n_de_pantalla

CGA	320X200
QVGA	320X240
VGA	640X480
SVGA	800X600
WVGA	850X480
XGA	1024X768
WXGA	1280X768
WXGA	1366X768
SXGA	1280X1024
WSXGA	1600X900
UXGA	1600X1200
WUXGA	1920X1200
QWXGA	2048X1152
QXGA	2048X1536
WQXGA	2560X1600
QSXGA	2560X2048
WQSXGA	3200X2048
QUXGA	3200X2400
WQUXGA	3840X2400
HSXGA	5120X4096
WHSXGA	6400X4096
HUXGA	6400X4800
WHUXGA	7680X4800

4. La Señal de video

4.1. Tipos de señal

La señal de video se consigue a través de la suma de valores de cada una de las componentes del modo de color en el que trabaja cada señal.

Las componentes típicas que encontramos son los valores individuales de R+G+B de la señal RGB y los valores de luminancia y crominancia de las señales YUV.

La crominancia es la señal que en los sistemas de video transporta la información de color. La señal de crominancia, como hemos visto en los sistemas YUV, se representa en dos componentes U(B-y) y V(R-y).

La luminancia es la señal que transporta la información de luz de la imagen.

Si en la transmisión de la señal de video estas componentes viajan juntas, llamamos a este tipo de señal video compuesto. Si las componentes viajan separadas, llamamos a esta señal video por componentes.

Además, tenemos dos maneras de tratar la señal: analógica o digital. Actualmente, se trabaja casi únicamente con señales digitales.

Para clasificar podríamos establecer las distintas categorías siguientes:

Señal analógica

- **Video compuesto**

- Composite Video Baseband Signal (CVBS)

Video por componentes

- S-Video (Y/C) (Y Luminance + C Color Signal)
- Component (YPbPr) (Y Luminance + Pb y Pr Blue/Red color difference signals)
- RGB (Red, Green and Blue)

Señal digital

Video por componentes

- RGB (Red, Green and Blue)
- Component (YCbCr) (Y Luminance + Cb y Cr Blue/ Red color difference signals)

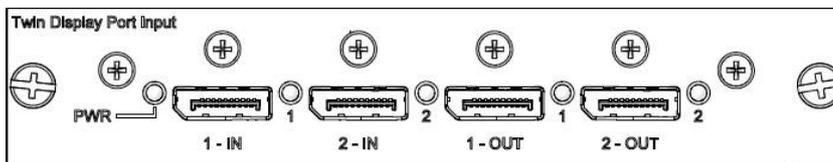
4.2. Transmisión de la señal

La señal de video puede viajar a través de un cable (video compuesto, SDI, HD-SDI), a través de dos cables (S-Video), tres cables (Analog RGB, Analog RGsB, Analog YPbPr) o más cables (Analog RGB +sync, DVI o HDMI).

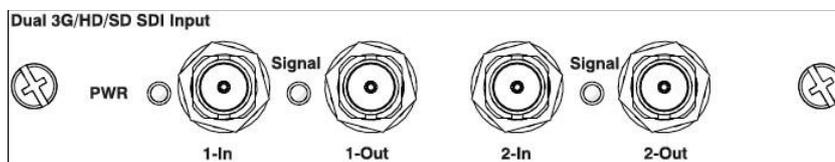
Además, las señales de entrada y salida pueden usar múltiples conectores: BNC, VGA, DVI, HDMI.

Hoy en día, la mayoría de las señales utilizadas son por componentes digitales, como el caso de los conectores más usados: HDMI, DVI, Display Port.

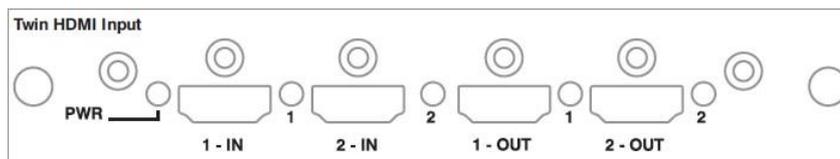
Display Port



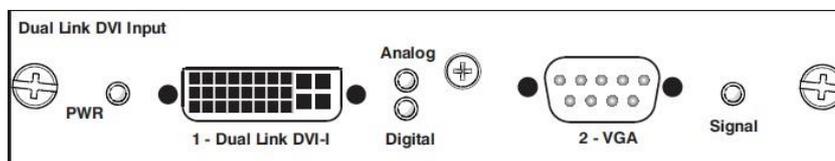
SDI



HDMI



DVI



Por los distintos tipos de cableado y conectores se pueden enviar distintas resoluciones y formatos. En el manual o las especificaciones técnicas de los equipos que se van a usar suelen venir descritas las características de cada conector y el tipo de señal, formato y resolución que acepta cada entrada o salida.

RTFM

Las distintas resoluciones, formatos, velocidades de cuadro, tipo de señal, profundidad de color, *subsampling* de croma, ancho de banda y espacio de color usado por cada conector vienen definidos por una serie de estándares, protocolos o recomendaciones elaborados por distintas agrupaciones de ingenieros en telecomunicaciones internacionales como International Telecommunication Union (ITU), Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE), Video Electronics Standards Association (VESA) o European Broadcaster Union (EBU).

Así en un manual podemos encontrar las siguientes especificaciones técnicas:

Connections

SDI Video Inputs

1 x 12G-SDI SD/HD/2K/4K auto switching.
Please [click here](#) for a summary of recommended cables to use with Blackmagic 12G-SDI products.

SDI Video Outputs

1 x 12G-SDI loop output.

HDMI Video Outputs

1 x HDMI 2.0 type A connector with support for 2160p60.

Analog Audio Outputs

2 channels professional balanced analog audio via XLR connectors. Right XLR can be configured for Timecode output.

Digital Audio Outputs

4 channels professional 110Ω balanced digital audio via XLR connectors. Right XLR can be configured for Timecode output.

Digital Audio Outputs

8 channels.

Multi Rate Support

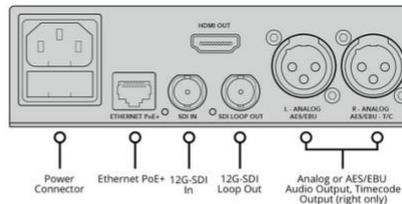
270MB, 1.5G, 3G, 6G and 12G.

Updates and Configuration

USB or Ethernet.

Reclocking

Yes



SDI Input Standards

SD Video Standards

525i59.94 NTSC, 625i50 PAL

HD Video Standards

720p50, 720p59.94, 720p60
1080p23.98, 1080p24, 1080p25,
1080p29.97, 1080p30, 1080p50,
1080p59.94, 1080p60
1080PsF23.98, 1080PsF24, 1080PsF25,
1080PsF29.97, 1080PsF30
1080i50, 1080i59.94, 1080i60

2K Video Standards

2K DCI 23.98p, 2K DCI 24p, 2K DCI 25p
2K DCI 23.98PsF, 2K DCI 24PsF,
2K DCI 25PsF

Ultra HD Video Standards

2160p23.98, 2160p24, 2160p25,
2160p29.97, 2160p30, 2160p50,
2160p59.94, 2160p60

4K Video Standards

4K DCI 23.98p, 4K DCI 24p, 4K DCI 25p

SDI Compliance

SMPTE 259M, SMPTE 292M,
SMPTE 296M, SMPTE 372M,
SMPTE 424M,
SMPTE 425M Level A and B,
SMPTE 2081-1, SMPTE 2081-10,
SMPTE 2082-1 and SMPTE 2082-10

SDI Video Rates

SDI video connections are switchable between standard definition, high definition level A and level B 3G-SDI, 6G-SDI and 12G-SDI.

SDI Video Sampling

4:2:2 and 4:4:4

SDI Audio Sampling

Television standard sample rate of 48 kHz and 24-bit.

SDI Color Precision

4:2:2 and 4:4:4

SDI Color Space

YUV and RGB. 33 point LUT's can be loaded via Teranex Utility.

HDMI Output Standards

SD Video Standards

525i59.94 NTSC, 625i50 PAL

HD Video Standards

720p50, 720p59.94, 720p60
1080p23.98, 1080p24, 1080p25,
1080p29.97, 1080p30, 1080p50,
1080p59.94, 1080p60
1080i50, 1080i59.94, 1080i60

Ultra HD Video Standards

2160p23.98, 2160p24, 2160p25,
2160p29.97, 2160p30, 2160p50,
2160p59.94, 2160p60

4K Video Standards

4K DCI 23.98p, 4K DCI 24p, 4K DCI 25p,
4K DCI 29.97p, 4K DCI 30p

HDMI Color Space

REC 601, REC 709

HDMI Color Precision

YUV 4:2:2 and RGB 4:4:4 in HD, 2K and 4K.

4.3. Protocolos y estándares para la transmisión de la señal de video

4.3.1. High-Definition Multimedia Interface (HDMI)

Para más información

https://es.wikipedia.org/wiki/High-Definition_Multimedia_Interface

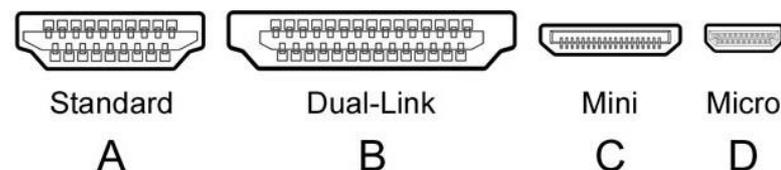
Es el acrónimo de un protocolo de transmisión de video llamado interfase multimedia de alta definición (HDMI) del que existen diferentes versiones y que permite la trasmisión de video de alta definición sin comprimir y la transmisión de audio comprimido o sin comprimir a través de un mismo conector.

Utiliza distintas variantes del conector HDMI.

El conector es de tipo doméstico y, aunque se inventó para poder transmitir señal de un Blu-ray a una pantalla plana HD, se ha implantado en las aplicaciones profesionales y se ha convertido en universal.

Uno de los inconvenientes del conector es que no tiene sistema de bloqueo (aunque ya se han comenzado a inventar soluciones al respecto).

Existen distintos tipos de conectores HDMI: tipo A, tipo B (*dual link*), tipo C (mini HDMI) y tipo D (micro HDMI). El conector más usado es el tipo A.



El protocolo HDMI permite la transmisión de video digital sin comprimir de distintos formatos, así como la transmisión de audio comprimido o sin comprimir y el envío de distintos tipos de resoluciones informáticas. Puede trabajar en YUV o RGB y es compatible con conectores tipo DVI y Display Port, por lo que podemos encontrar en el mercado distintos tipos de conversores para convertir la señal de un tipo de conector a otro.

HDMI 1.0	3,96Gb/s	1920X1080 60p	8canales/192kHz/24bits
HDMI 1.1	3,96Gb/s	1920X1080 60p	8canales/192kHz/24bits
HDMI 1.2	3,96Gb/s	1920X1080 60p	8canales/192kHz/24bits
HDMI 1.3	8,16Gb/s	2560x1440 75p (WQHD)	8canales/192kHz/24bits
HDMI 1.4	10,2Gb/s	3840x2160 30p / 4096x2160 24p	8canales/192kHz/24bits
HDMI 2.0	18Gb/s	4096x2160 60p	32canales/192kHz/24bits
HDMI 2.1	48Gb/s	hasta 8k a 60Hz	32canales/192kHz/24bits

Hasta la fecha, existen siete versiones del protocolo HDMI que se diferencian entre ellas por su limitación en resoluciones aceptadas, así como ancho de banda, velocidad de cuadro u otras especificaciones.

Se pueden encontrar distintas longitudes de cable para HDMI, ya que la especificación no define una longitud determinada sino un mínimo de nivel de potencia. En función de los materiales, la calidad de construcción y el grosor del cable se pueden conseguir distintas longitudes; las más usadas son hasta los 10-15 m.

Existen cables con alimentación de hasta 25 m. Estos cables suelen tener dirección. Lo más habitual para longitudes muy largas de señales HDMI es su conversión a fibra óptica o RJ45. Si no se utilizan resoluciones informáticas también se pueden convertir a SDI.

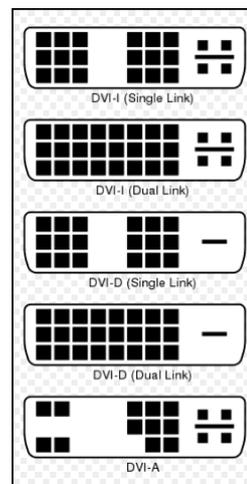
4.3.2. Digital Visual Interface (DVI)

Para más información

https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Visual_Interface
https://www.datapro.net/techinfo/dvi_info.html

Es un estándar de conectividad y transmisión desarrollado por Digital Display Work Group (DDWG) para la sustitución del conector VGA y su uso en monitores y dispositivos digitales.

DVI (Digital Visual Interface)		
DVI D Single Link	3,96Gb	2560x1600 30Hz
DVI D Double Link	7,92Gb	3840X2400 30Hz
DVI I Single Link		1920x1200 60Hz
DVI I Double Link		2560X1600 60Hz
DVI A		1920x1200 60Hz



La longitud máxima de un cable DVI, dependiendo de la calidad de los materiales y de su grosor, puede llegar entre 10 y 15 m.

4.3.3. Display Port

Para más información

https://www.datapro.net/techinfo/displayport_info.html

Protocolo desarrollado por Video Electronics Standards Association (VESA) para la sustitución de los conectores VGA y DVI que permite la transmisión de video, sonido y otros tipos de datos.

Existen conversores para poder convertir DP a DVI o HDMI.

También existen distintas versiones del protocolo y distintos tipos de conectores como el Mini Display Port.

Longitud máxima: 15 m.

	Announced	Bandwidth	Max Resolution	Features
DisplayPort 1.0	2006	8.65 Gbps	4K @ 30 Hz	Original version
DisplayPort 1.1	2007	8.64 Gbps	4K @ 30 Hz	HDCP, Link Layers
DisplayPort 1.2	2009	17.28 Gbps	5K @ 30 Hz	3D, HBR2
DisplayPort 1.3	2014	25.92 Gbps	8K @ 30 Hz	HDMI 2.0, HDCP 2.2
DisplayPort 1.4	2016	25.92 Gbps	8K @ 60 Hz	DSC, HBR3

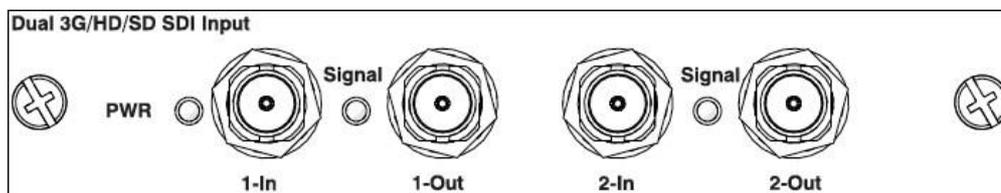
DISPLAY PORT		
Display Port 1.1	8,64Gbit/s	3840 x 2160 30Hz
Display Port 1.2	17,28Gbit/s	3840 x 2160 60Hz
Display Port 1.3	25,92Gbit/s	7680x4320 30Hz
Display Port 1.4	25,92Gbit/s	7680x4320 60Hz

4.3.4. Serial Digital Interfaces (SDI)

Es un protocolo universalizado por la Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) de transmisión de video y audio sin comprimir con un cable coaxial y un conector BNC de 75 ohm y el más usado en la mayoría de las infraestructuras de transmisión de video digital de alta calidad.

Dependiendo del ancho de banda y la sección del cable, así como la calidad de sus materiales, permite hacer tiradas de video de hasta 300 m.

Para e video HD se usa el tipo de cable VK7 y para el UHD se usa el tipo de cable VK80 silver. El protocolo SDI no permite la transmisión de resoluciones de tipo informático.



SDI (Serial Digital Interface)				
SD-SDI	SMPTE 259M	270Mbit/s	480i/576i	SD
ED-SDI	SMPTE 344M	540Mbit/s	480p/576p	SD
HD-SDI	SMPTE 229M	1.48Gbit/s	720p/1080i	HD
HD-SDI (DL)	SMPTE 372M	2,9Gbit/s	1080p60	HD
3G-SDI	SMPTE 424M	2,9Gbit/s	1080p60	HD
6G-SDI	SMPTE ST-2081	6Gbit/s	2160p30	UHDTV / DCI
12G-SDI	SMPTE ST-2082	12Gbit/s	2160p60	UHDTV / DCI

4.3.5. HdBaseT

Es un estándar global para la transmisión de señal digital de video UHDTV y audio sin comprimir, controles de Ethernet y hasta 100 W de potencia eléctrica a través de un solo cable de larga distancia de hasta 100 m.

Usa el conector RJ45 y los cables de datos de Ethernet de las versiones Cat6 o Cat7.

HDBaseT 2.0 tiene una limitación de ancho de banda de 10.2 Gb/s, similar al ancho de banda de HDMI 1.4, pero no soporta los 18 Gb/s del HDMI 2.0 para enviar UDTV 60 Hz 4:4:4, por lo que HDBaseT acepta señal UHDTV 30 Hz 4:4:4 y UHDTV 60 Hz 4:2:0 pero no 4:4:4. Hasta la fecha no existen dispositivos de salida como tarjetas gráficas o reproductores de video que tengan HDBaseT como protocolo de salida, pero sí existen dispositivos para convertir distintos tipos de señal a HDBaseT, así como muchos modelos de proyectores con entrada HDBaseT.

El conector de entrada es un conector normal de Ethernet, pero eso no significa que todos los dispositivos de entrada con conexión Ethernet se puedan usar para transmisión HDBaseT. Tiene que estar especificado en el propio conector o en el manual del equipo utilizado que puede usar HDBaseT; en caso contrario, el conector RJ45 solo sirve para algún tipo de control por Ethernet del equipo.

Tampoco podemos confundir HDBaseT con los distintos conversores que existen en el mercado, que permiten convertir la señal de video digital a Cat5 o Cat5e.

Estos conversores, a no ser que esté especificado, no trabajan con la señal HDBaseT, por lo que deben tener conversión de señal tanto a la entrada como a la salida de la señal.

4.3.6. Network Digital Interface (NDI)

NDI es un protocolo inventado por Newtek para la sustitución del protocolo SDI por un protocolo basado en Ethernet.

Se basa en una serie de aplicaciones informáticas que permiten transmitir video en alta calidad a través de todos los ordenadores que se encuentren conectados a la misma red.

Es muy útil para el envío de señales a través de la red para mezcladores o distintas aplicaciones compatibles con el protocolo NDI.

Puede plantear un cambio de paradigma en el mundo de la emisión y transmisión de la señal de video.

5. Tecnología de la proyección de video

5.1. El videoprojector

Un videoprojector es una fuente emisora de luz, por lo que cualquier objeto que se encuentre entre el haz de luz de la lámpara del videoprojector y una superficie dada generará sombra. Se trata de un dispositivo capaz de procesar una señal electrónica y convertirla en impulsos lumínicos que son proyectados a través de la luz de una lámpara dirigida hacia el exterior por un juego de lentes que proyectan una imagen rectangular.

Existen distintos tipos de proyectores de video en el mercado, de distintos tamaños y aplicaciones, pero básicamente todos tienen funcionamientos similares diferenciados por el tipo de tecnología de sensor utilizada, la potencia de las lámparas, así como otro tipo de diferencias.

Podemos encontrar proyectores que usen diferentes tipos de tecnologías de sensor:

LCD: Liquid Crystal Display.
LCoS: Liquid Crystal on Silicon.
DMD: Digital Micromirror Device.

Dentro de los distintos tipos de sensores, podemos encontrar proyectores:

LCD de 1 chip,
LCD de 3 chips,
DMD de 1 chip,
DMD de 3 chips.

A su vez, dentro de los modelos con el mismo número de sensores, los podemos diferenciar por su tamaño.

Además de por el tipo de tecnología de sensor usada, podemos diferenciar los proyectores por su potencia lumínica; encontramos potencias que pueden ir de los 1.000 a los 75.000 ANSI lúmenes.

Podemos encontrar proyectores con ópticas intercambiables (como las lentes de una cámara de fotos) y otros que tienen una óptica acoplada al cuerpo del proyector y no se puede cambiar.

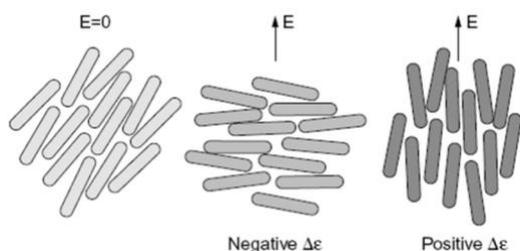
La elección de un tipo de proyector dependerá de múltiples factores como la aplicación para la que se va a usar, el tamaño de pantalla que se quiere proyectar, el presupuesto disponible, etc.

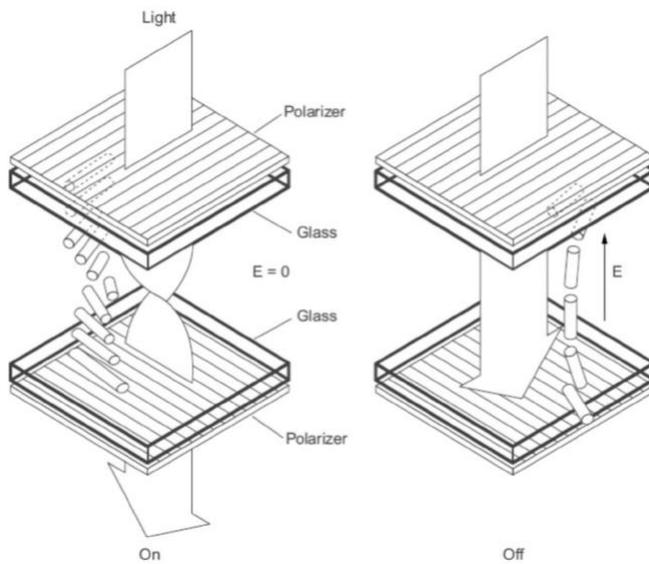
5.2. Tipos de sensores

Existen distintos tipos de tecnologías de sensores aplicados a la videoproyección; en el mercado encontramos proyectores de tres tipos: LCD, LCoS y DLP.

5.3.1. Liquid Crystal Display (LCD)

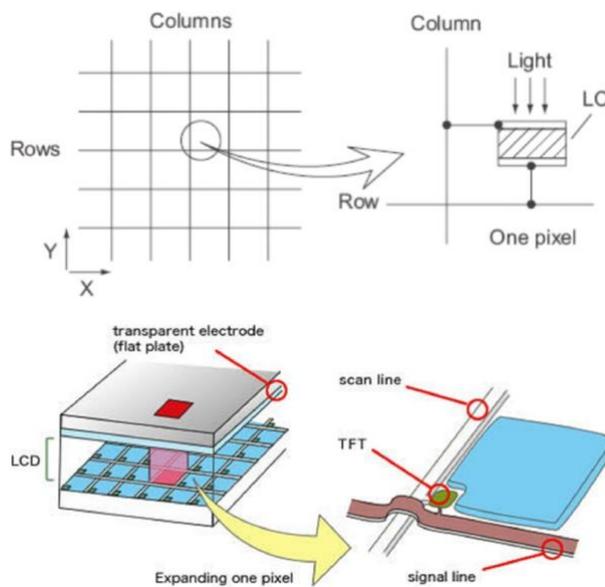
Un cristal líquido es un líquido que a temperatura ambiente se puede comportar como un cristal. Las moléculas de cristal líquido se alinean con un campo eléctrico. Si al material de cristal líquido entre dos electrodos se le aplica un voltaje, la molécula de cristal líquido tiene una alineación en espiral que cambia la dirección de polarización, y deja pasar toda la luz. Cuando se cambia ese voltaje, las moléculas se alinean, y dejan pasar muy poca luz.





Los sensores LCD son de tipo transmisivo: la luz entra por un lado, pasa a través del cristal líquido y sale por el otro lado, viajando siempre en la misma dirección.

Un LCD es una matriz X-Y de cristales líquidos *addressables* individualmente. Se puede seleccionar eléctricamente un píxel determinado por filas y columnas. Existen dos tipos de matrices X-Y: Passive Matrix Addressing (sin transistores) y Active Matrix Addressing, que usa un transistor llamado Thin-film transistor (TFT) impreso en el cristal de cada píxel.



Las ventajas de los chips LCD es que son más baratos que los LCoS o los DLP.

Su tamaño puede ser menor que los LCoS o los DLP y construir proyectores más pequeños. Sin embargo, su relación de contraste es menor que en el resto de los sensores. Puede producir artefactos en la imagen sobre imágenes muy rápidas si el tiempo de respuesta del material del LCD no es lo suficientemente rápido.

5.3.2. Liquid Crystal on Silicone (LCoS)

Los LCoS como los LCD son sensores de cristal líquido, con la diferencia que los LCoS son de tipo reflectivo: la luz que golpea el panel pasa a través del cristal líquido, rebota en una superficie de espejo y pasa de nuevo a través del cristal líquido a medida que sale en la dirección opuesta a la que entró.

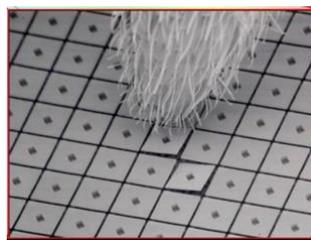
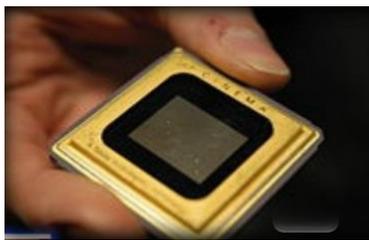
5.3.3. Digital Light Processing (DLP)

La tecnología DLP usa un tipo de chip llamado Digital Micromirror Device (DMD). Los chips DMD son totalmente digitales y un chip DMD contiene entre 400.000 y nueve millones de cristales cuadrados (uno por píxel).

El espacio entre cristales se llama *pixel pitch* y se encuentra en un rango de tamaño más pequeño que el diámetro de un cabello humano.

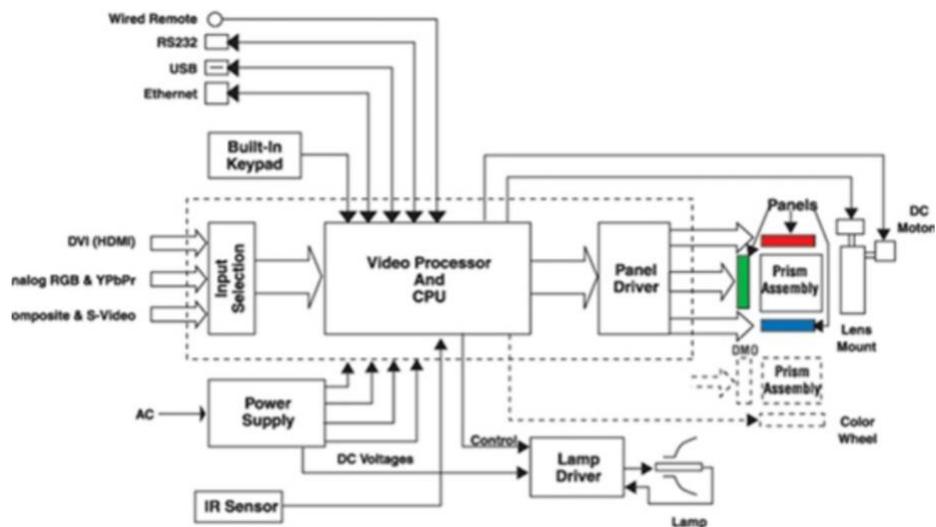
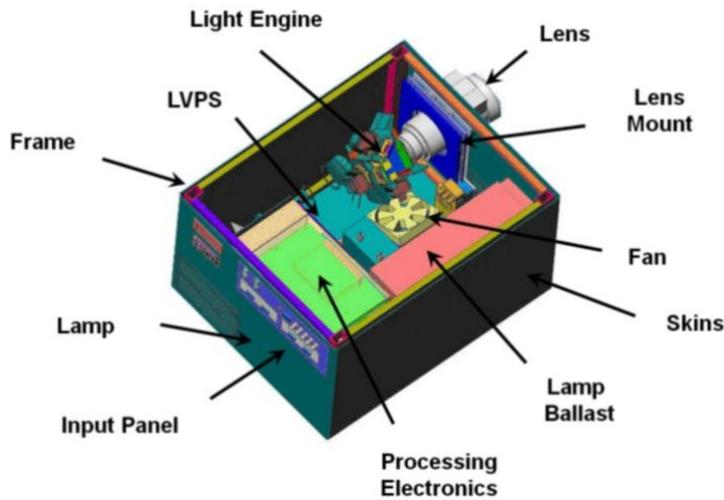
Estos cristales se encuentran perpendiculares a con la fuente de luz y funcionan en estados de encendido y apagado girando $\pm 12^\circ$ desde la perpendicular.

La información digital de la imagen se envía continuamente al DMD durante cada fotograma de video en secuencias de bits, a una velocidad de miles de actualizaciones por segundo. En sistemas de tres DLP, la secuenciación de bits se hace en placas dedicadas, una por cada DMD.



	LCD	LCoS	DLP	Projection CRT
Resolution (Pixel count)	1600 x 1200 2048 x 1080	4096 x 2400	4096 x 2160	~2000 x 2000
Diagonal Sizes	0.5" – 1.8"	0.6" – 1.55"	0.17" – 1.38"	5" – 9"
Aperture Ratio	50% – 60%	90% – 93%	85% – 90%	n/a
Rise/fall Speed	8 – 16 ms	2.5 – 11 ms	< 15 μ s	microseconds
Contrast Ratio	Lowest	highest	very high	"infinite"

5.4. Partes de un videoproyector



5.4.1. *Input panel*

La señal de video entra al proyector a través de un panel de conexiones de entrada que está conectado a una printed circuit board (PCB) dedicada o directamente a la PCB principal.

Muchos tipos de proyectores aceptan placas de entrada de video adicionales.

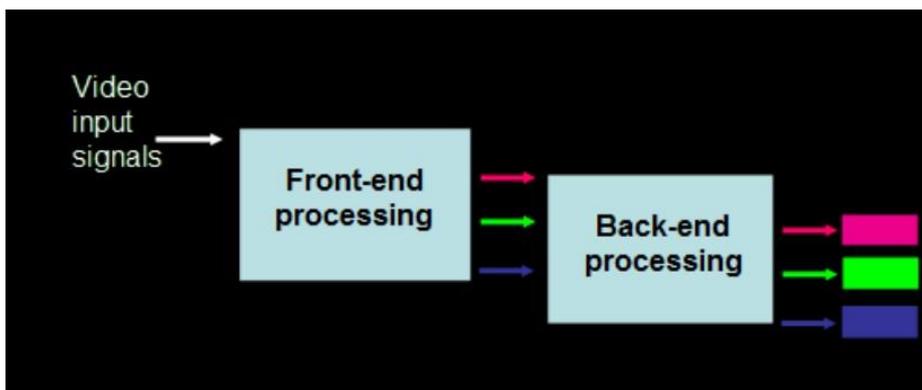
Las señales de entrada de video tienen que ser procesadas para ser enviadas e interpretadas por las distintas partes del proyector hasta convertirse en una imagen proyectada.

El proceso de la señal se divide en dos bloques: *front-end processor* y *back-end processor*, y se puede dar en distintas placas de circuitos. Una CPU representada por un *microcontroller* o *microprocessor* sirve de «inteligencia» para llevar la señal de video por todos los procesos y circuitos requeridos.

Front-end processor

Hoy en día, la mayoría de las señales de video son digitales, pero en caso de que la señal sea analógica, el proyector necesita convertirla a digital para que pueda ser entendida. Este proceso se da en el *front-end processor*, donde la señal analógica es digitalizada y la señal de video compuesto o S-Video es enviada a un *video decoder* para un proceso específico y dedicado de la señal.

Este proceso tiene lugar en la placa de conexiones de entrada del videoprojector. Una vez la señal ha sido digitalizada, pasa por un proceso llamado *deinterlace* al que le sigue otro de *resize* y, finalmente, uno de *gamma*.



Deinterlacing es la técnica mediante la cual se vuelven a unir los dos campos de una imagen de manera que, a partir de este proceso, una imagen esté compuesta solo por un cuadro sin campos diferenciados. Este proceso se realiza porque el procesado de la imagen en un videoprojector es digital y por tanto el escaneo de imagen no es entrelazado sino progresivo. De esta manera, a partir del *deinterlacing* convertimos una

imagen entrelazada en una imagen progresiva, óptima para su procesado por un videoprojector.

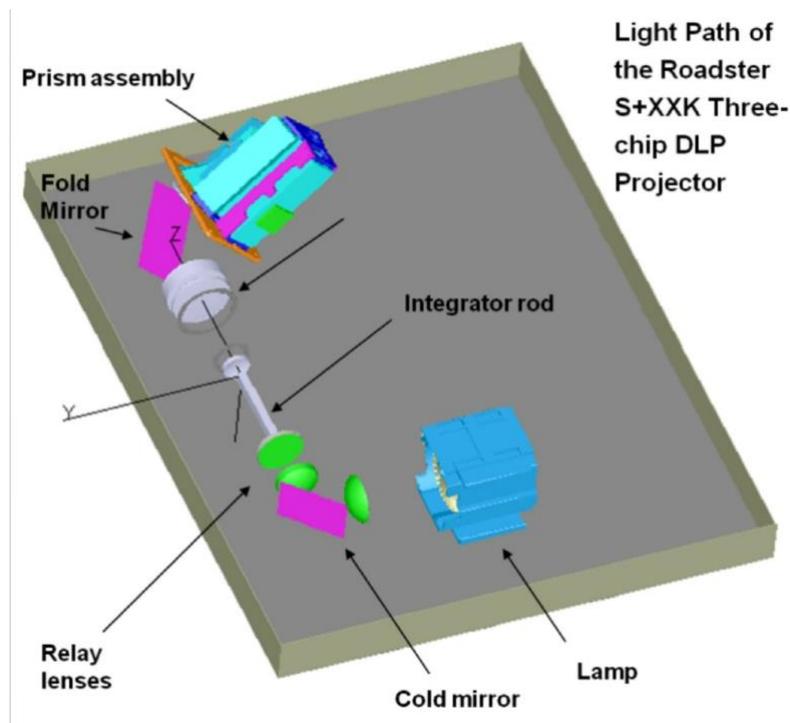
Resizing convierte las imágenes de entrada de X-píxel por Y-line size a M-píxel por N-line, donde M es el número de píxeles a través del sensor y N es el número de líneas en el sensor. Si la relación de aspecto de la imagen de entrada y el sensor son diferentes, el proceso reajusta el tamaño para que se vean por el sensor todos los píxeles de la imagen original.

Back-end processor

Convierte la información de la señal procesada en el *front-end processor* en una forma compatible con los sensores de visualización y transfiere la información convertida a estos.

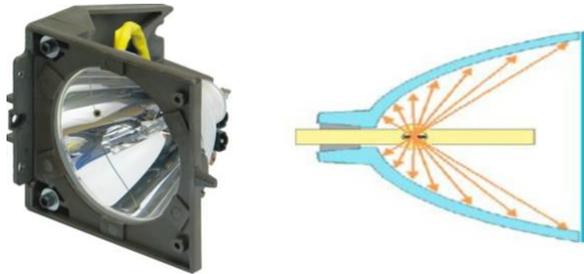
5.4.2. Sistema de dirección de la luz

Consta de las siguientes partes: fuente de luz (lámpara y reflector), *integrator*, *color splitter filters*, *prisma assembly* y la lente de proyección.



La lámpara

Lo que comúnmente llamamos lámpara en realidad es un módulo compuesto por una bombilla y un reflector con conexiones eléctricas para recibir corriente. La luz de la bombilla es recogida por el reflector con forma elíptica o parabólica.

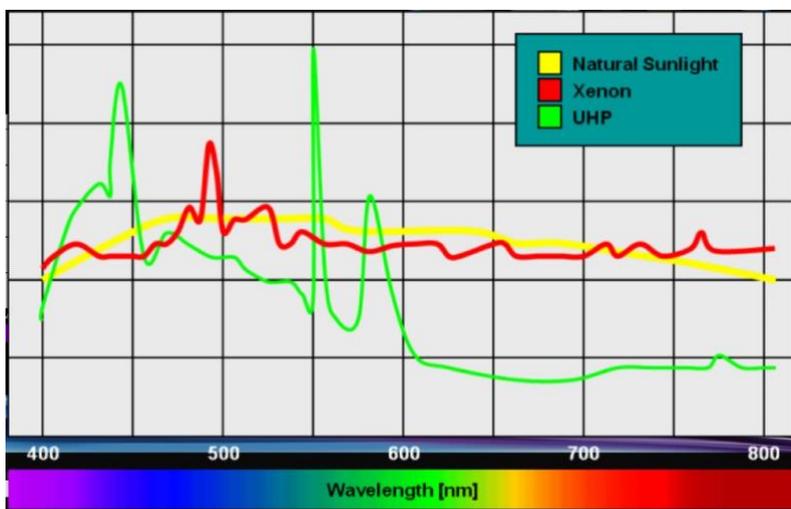


Lámpara de vapor de mercurio

La potencia típica de las lámparas de mercurio va de los 100 W a los 450 W. Su espectro es pobre en rojo, por lo que la calidad de los colores es pobre e implica mucha pérdida de luz para conseguir buenos colores, pero es una tecnología eficiente, barata y dura mucho tiempo (de 4.000 h a 10.000 h).

Lámpara de xenón

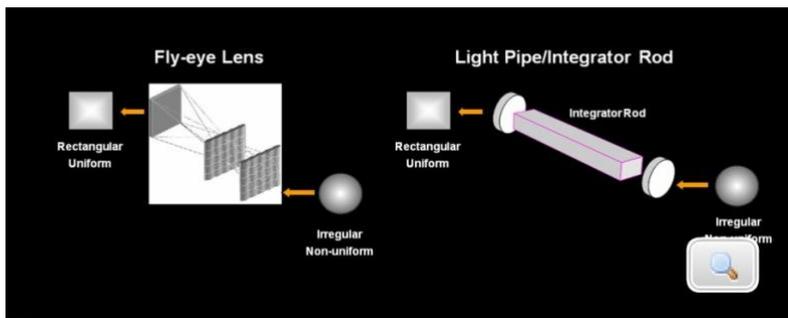
La potencia típica de una lámpara de xenón va de los 500 W a los 6.000 W. Ofrece un amplio espectro que resulta una buena reproducción de los colores sin ninguna pérdida apreciable en el tiempo, pero es una tecnología cara y con una vida útil bastante corta (menos de 2.000 h).



The integrator

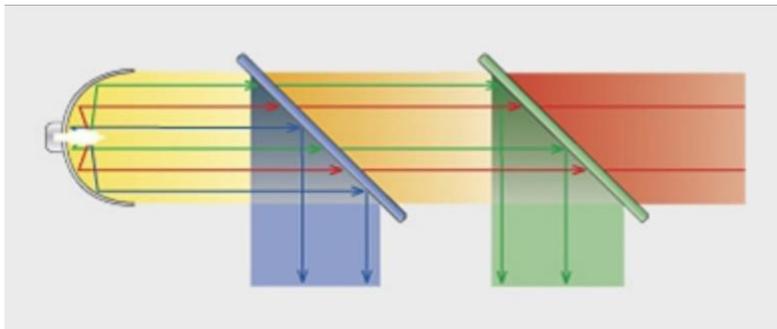
El reflector proyecta la luz de la lámpara en un integrador, que homogeneiza y da forma al haz de luz que va hacia los sensores para garantizar una iluminación uniforme y un desperdicio mínimo.

Existen dos tipos de Integradores: *fly-eye lens* y *light pipe/integration rod*. Normalmente, los LCD y LCoS usan *fly-eye lens* mientras que los tres chips DLP usan *light pipe/integration rod*.



The cold mirror

Un tipo especial de filtro dicróico llamado *cold mirror* refleja la longitud de onda visible de la luz, mientras se rechazan las longitudes de onda de infrarrojos y algunas veces de ultravioleta. El *cold mirror* se encuentra en el sistema de dirección de la luz entre la lámpara y el resto del sistema.



The color wheel

La rueda de color se encuentra en dispositivos con un solo chip y se suele situar entre la lámpara y el chip. Consiste en sectores de entre tres y ocho filtros dicróicos diferentes que dejan pasar luz roja, verde o azul de la lámpara.

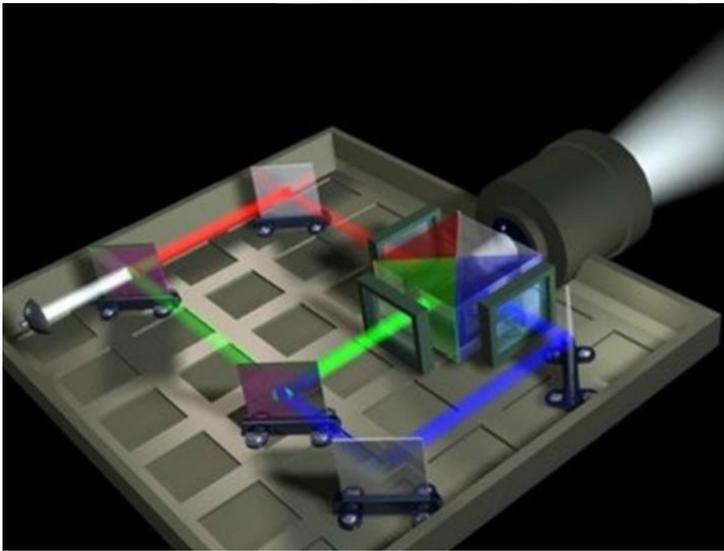
La rueda de color gira muy rápido e ilumina el DMD con luz roja, verde o azul de manera secuencial. El sector correcto del filtro de color es atravesado por la luz del color correspondiente, a la vez que la información de color de la imagen pasa al sensor DMD. Si este proceso se hace lo suficientemente rápido, la gente interpreta las secuencias de color como una imagen a todo color.



5.4.3. *The light engine*

El motor de luz es el corazón mismo del sistema de videoproyección. A este llegan el video *processing* y la luz que pasa a través del sistema de dirección de luz. El lugar donde se encuentran los sensores y la calidad de la proyección dependerá del tipo de tecnología usada (LCD, LCoS, *one chip DLP*, *three chips DLP*).

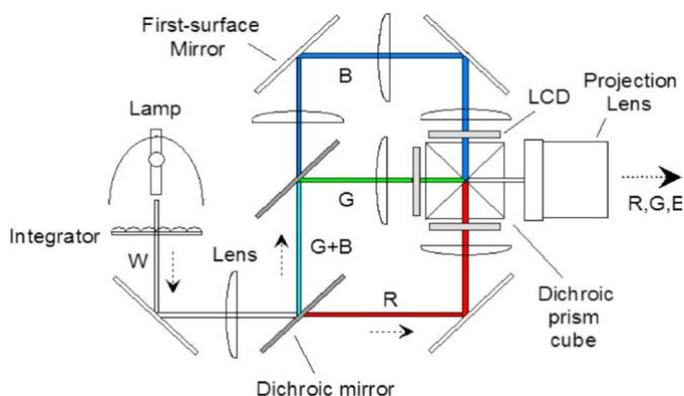
La luz de la lámpara que brilla en colores rojo, verde y azul se modula mediante la información de la imagen transmitida al sensor correspondiente y luego se combina para producir una imagen a todo color que pueda ser ampliada y proyectada sobre una pantalla externa.



LCD optical system

Los filtros dicróicos separan la luz blanca de la lámpara en haces de color rojo, verde y azul, que son guiados hasta sus correspondientes LCD.

Un juego de prismas dentro de un cubo usa filtros dicróicos para combinar la luz modulada de los LCD y conseguir una imagen a color.



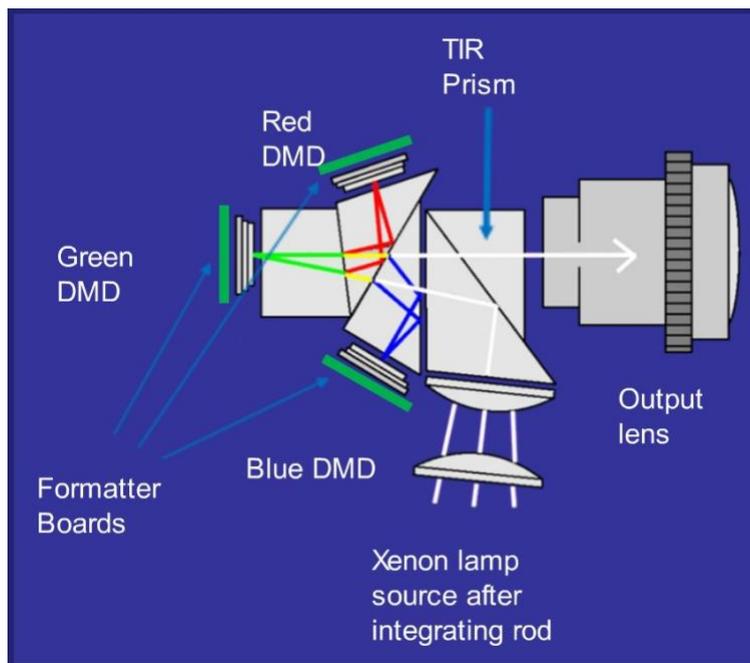
LCos optical system

Los filtros dicróicos separan la luz blanca de la lámpara en haces de color rojo, verde y azul. Los Polarizing Beam Splitter (PBS), que son instrumentos ópticos que dividen un haz de luz en dos, se encargan de reflejar los haces de luz sobre sus respectivos sensores. Cada PBS además refleja la luz modulada de cada sensor sobre el cubo de prismas, que se encarga de volver a juntar los tres haces para que se proyecten a través de la lente.

Three chip DLP

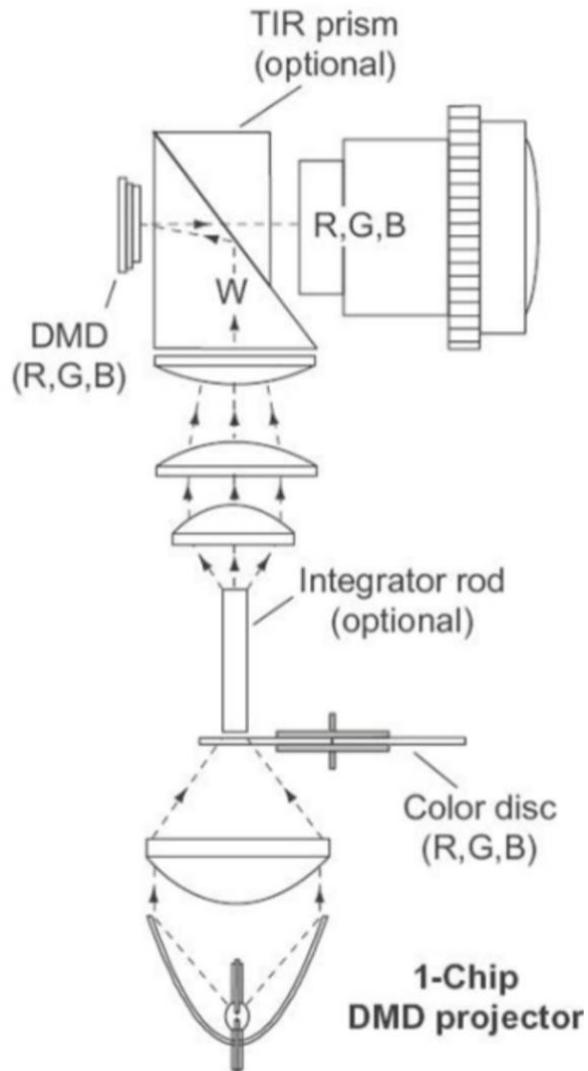
Los sistemas de tres chips DLP también funcionan con filtros dicróicos, pero los 24 grados de diferencia que hay entre el estado *on* y *off* de los microespejos implica tener un TIR prism assembly (Total Internal Reflection).

La luz blanca de la lámpara entra al *TIR prism assembly* que la divide en tres haces de cada uno de los colores correspondientes; que son enviados a cada uno de los DMD que corresponden a cada color, para reflejar estos haces de nuevo al *TIR prism assembly*, que, una vez unidos, los dirige a través de la óptica del proyector.



Single chip DLP

Como los sistemas de un chip DLP usan la rueda de color no son necesarios filtros dicróicos en el *TIR prism assembly*. Incluso en muchos casos no es necesario el propio *TIR prism assembly*.



5.4.4. Sistema óptico

Es la última parte del sistema antes de que la luz salga del proyector para cubrir una pantalla externa.

Está formado por un sistema de lentes que permiten evitar la división de la luz y dirigirla a través de la óptica hasta el exterior para proyectarla en una pantalla.

La montura de la óptica de muchos proyectores permite el desplazamiento en vertical y horizontal respecto al eje óptico (*lens shift*). También permite compensar la posición del proyector sin generar ninguna distorsión trapezoidal.

El control del *lens shift* así como del foco y el *zoom* de la óptica se realiza mediante motores, con los que también se puede controlar el *shutter* y otras opciones del proyector.

El *shutter* es un obturador, una pieza física que se pone para tapar el haz de luz del proyector.

5.4.5. Sistema de ventilación

Todos los proyectores están compuestos por un sistema de refrigeración y ventilación. Debido a las altas temperaturas a las que se puede poner la lámpara de un proyector y para evitar el sobrecalentamiento de los componentes y minimizar daños en los equipos es necesario que los proyectores dispongan de sistemas de refrigeración y ventilación. Ventiladores o extractores funcionan unos entrando aire frío del exterior al interior del proyector para enfriar los componentes y otros para extraer el aire caliente del interior del proyector al exterior. También disponen de filtros de ventilación que requieren la limpieza y el mantenimiento habituales.

Los sistemas de ventilación son ruidosos y algunos proyectores integran reductores de ruido o incluso la opción de controlar la potencia de los ventiladores.

5.4.6. El sistema nervioso

Normalmente el cerebro de un videopro Proyector es un microcontrolador de 16 o 32 bits. La CPU integra los circuitos de procesamiento del video.

También controla otros componentes electrónicos y opciones del proyector, así como la comunicación a través de puertos y protocolos.

5.5. Luz led

En muchos proyectores de un solo chip, para conseguir la mezcla de color, se usa tecnología led en las lámparas que ofrece las siguientes ventajas:

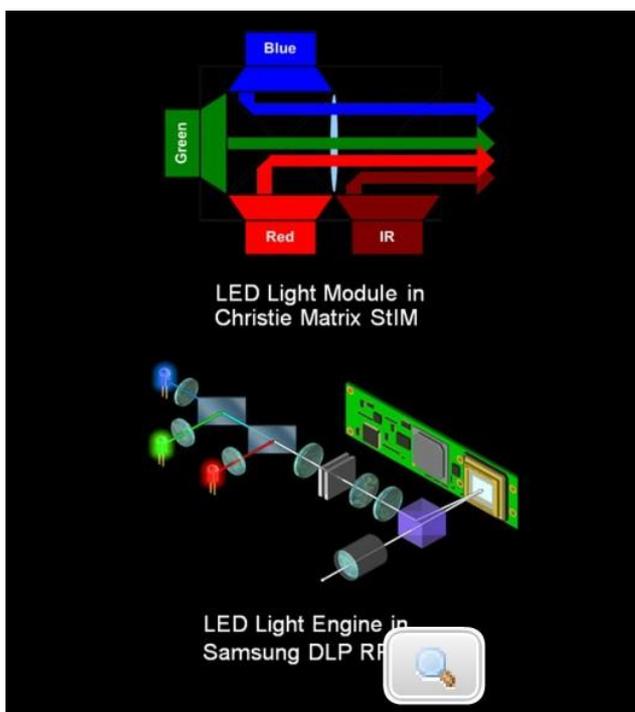
- puros RGB de colores primarios;
- puede haber más de tres colores primarios;
- larga vida de las lámparas;
- emisión de luz instantánea;
- menos caída de luz en el tiempo;
- menor necesidad de ventilación, ya que se calientan menos;
- menos consumo de energía.

Se suelen usar como poco tres LED: uno R, uno G y uno B.

En algunos proyectores se usa un amarillo, magenta o infrarrojo.

La luz de los tres ledes se combina usando filtros dicróicos.

En un proyector de un solo chip DLP, los ledes se encienden y se apagan de manera secuencial y sincronizada; así no es necesaria la rueda de color y, al ser un proceso mucho más rápido e inmediato, se reducen los artefactos al hacer el *switching* de color.



5.6. Características técnicas de un videoprojector

Potencia lumínica

Expresada en ANSI lúmenes representa la potencia lumínica de un proyector. Cuanto mayor sean los lúmenes de un proyector mayor será su potencia y mejor se verá la imagen.

Los ANSI lúmenes indican una media de los lúmenes que produce un proyector, ya que en la parte central o *spot* de la lámpara podemos encontrar una potencia distinta a las partes periféricas de la imagen.

La cantidad de lúmenes que tiene un proyector los mantiene bajo unas condiciones óptimas de proyección que son: proyectar en un espacio oscuro o con poca luz incidente y sobre una superficie con propiedades de reflexión de la luz.

La potencia en lúmenes de un proyector baja a medida que se van gastando horas de vida de la lámpara.

En los proyectores que tienen más de una lámpara, los lúmenes máximos se dan con todas las lámparas encendidas.

En el mercado podemos encontrar desde picoprojectores led con una potencia de 40 o 100 lúmenes hasta proyectores con potencias de 75.000 lúmenes.

Tipo de sensores. Los sensores pueden ser de tres tipos: LCD, LCoS y DMD.

Número de sensores. El número de sensores puede ser de uno o de tres chips.

Tamaño de los sensores. Dentro de proyectores con características similares, podemos encontrar diferencias en el tamaño en pulgadas de los sensores utilizados. Cuanto mayor sea el tamaño del sensor, mayores resoluciones y mejor calidad de imagen tendrá el proyector.

Tipo de lámpara. Las lámparas pueden ser de cuatro tipos: incandescentes, de xenón, led y láser.

Resolución nativa. Se define por las características físicas del sensor. Si hablamos de sensores DMD, la resolución nativa equivale a la cantidad de microespejos que conforman la matriz de sensores DMD.

La resolución nativa es importante porque cualquier resolución diferente que entre al proyector será enviada a un proceso de *resize*, para ajustar los píxeles horizontales y verticales de la señal de entrada a la cantidad de píxeles nativos del sensor.

Resoluciones aceptadas. En las especificaciones de un proyector suele venir la lista de resoluciones distintas a la resolución nativa del proyector que pueden ser aceptadas.

Conexiones de entrada y salida. Son la cantidad de entradas de señal y los distintos tipos de conectores por los que se puede entrar señal de video a un proyector.

Opciones de modificación electrónica de la señal. Las distintas opciones de modificación electrónica de la señal pueden ser: *keystone* o corrección de geometrías.

Puertos de comunicación. Son los distintos puertos y protocolos de control que puede aceptar un proyector. Normalmente, los proyectores profesionales aceptan un protocolo LAN para obtener el control remoto del proyector y de sus opciones de menú. También el puerto RS232, protocolo Art-Net o TCP/UDP, desde los que podemos obtener el control de ciertos parámetros del proyector como el *shutter* o el *lens shift*.

5.7. Consideraciones prácticas de la proyección de video

5.7.1. Perpendicularidad

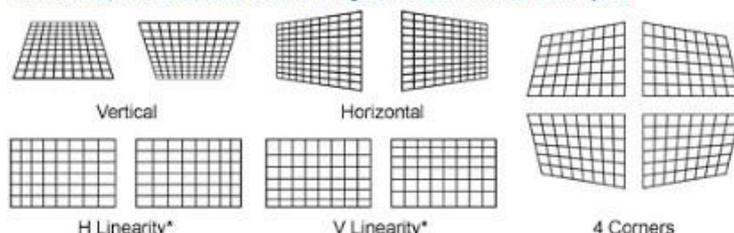
Si el eje del cuerpo óptico del proyector se encuentra perpendicular al plano de proyección, se proyectará un rectángulo perfecto. Cualquier angulación en horizontal o vertical del eje del cuerpo óptico sobre el plano de proyección dará como resultado un trapecio en lugar de un rectángulo perfecto, y añadirá una deformación no deseada a la imagen proyectada. Si por las condiciones físicas del proyecto el proyector no puede estar en perpendicular, podríamos llegar a corregir la deformación trapezoidal de la imagen a través de la opción *keystone* del proyector.

5.7.2. Keystone

Es una corrección electrónica de la imagen que permite resolver la deformación trapezoidal de una proyección generada por la no perpendicularidad del cuerpo óptico con respecto al plano de proyección.

El *keystone* puede ser horizontal o vertical.

Horizontal, Vertical, and Corner Keystone Correction Examples

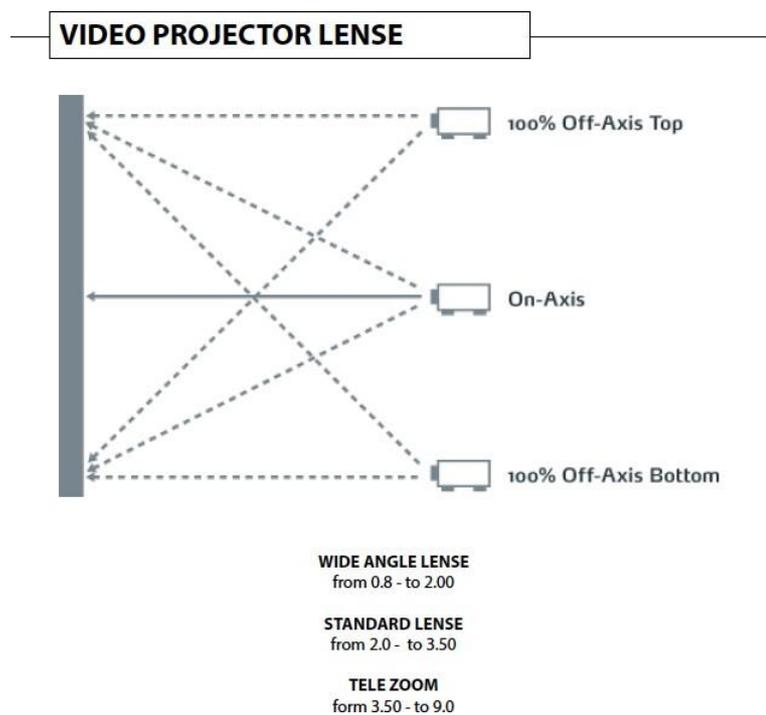


5.7.3. Tipos de lentes

Podemos categorizar las distintas lentes disponibles para videoproyección bajo dos criterios:

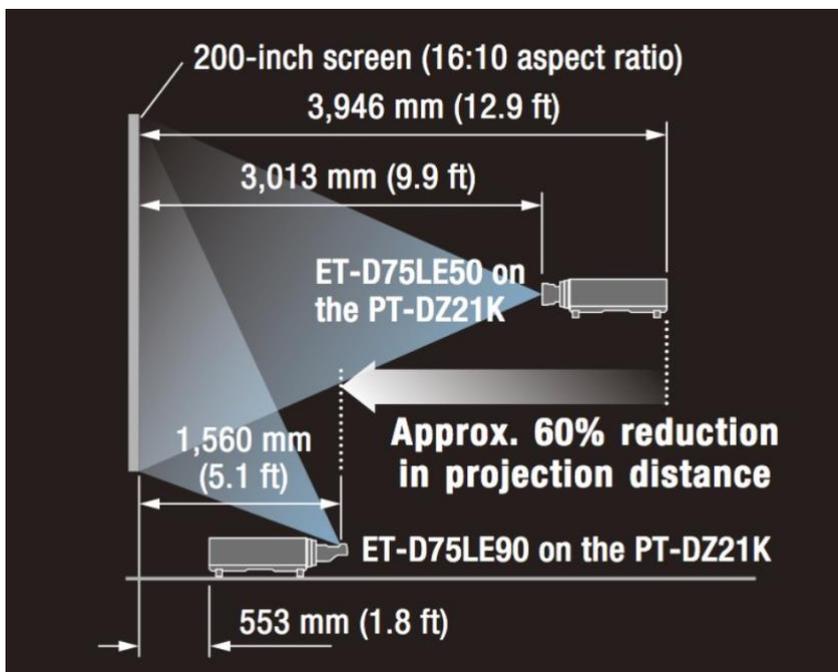
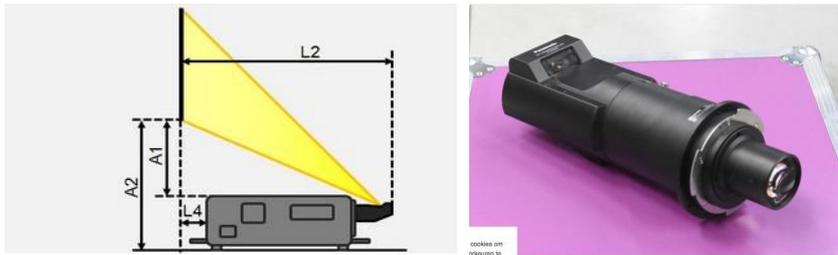
- Ángulo del haz de luz proyectado.
- Focal de la lente.

Según el ángulo de luz proyectado existen dos tipos de lentes: *on-axis* y *off-axis*.



5.7.4. Lentes especiales

Hace poco tiempo que están apareciendo lentes especiales que o bien permiten aperturas de focal que hasta la fecha no existían, como las ópticas 0,36, lentes que permiten rotar 90 grados el cuerpo óptico, como las lentes periscópicas, que ofrecen ángulos de apertura de $180^\circ \times 180^\circ$ para proyecciones *fulldome*.



Super Wide Angle Lense de Panasonic (Full dome Applications)



Projected Angle		
	a[°]	b[°]
WQXGA	10	76.6
WUXGA	19	82.2
SXGA+	22.8	91.1

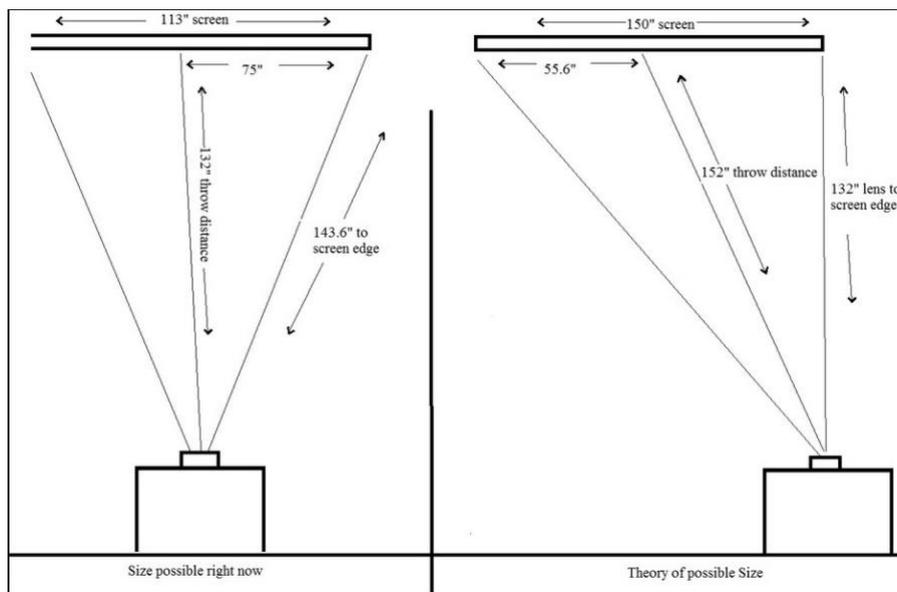
Vertical lens shift (max.) a: Projector installation angle
b: Display angle of view (vertical)

Projecting with 1 unit



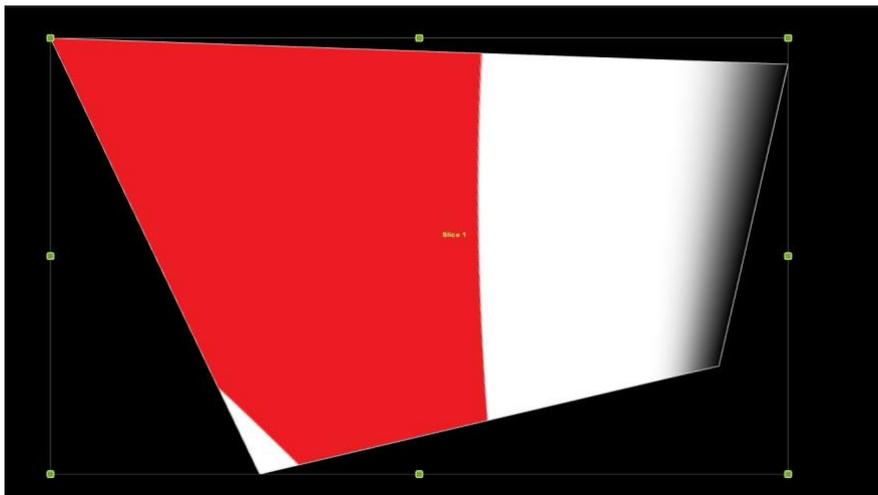
5.8. Lens shift

Es una opción que no todos los proyectores tienen que permite desplazar en horizontal y vertical el cuerpo óptico de un videoprojector, para corregir la posición de la proyección sin tener que desplazar físicamente el proyector.



5.9. Corrección de geometrías

Es un tipo de corrección que permite modificar cualquier tipo de deformación trapezoidal de la imagen que no se pueda corregir con un *keystone*, a través del desplazamiento individual de las cuatro esquinas de la imagen proyectada.



5.10. Cálculo de factores de proyección

5.10.1. Base de pantalla / Focal / Distancia proyección

Existen tres factores o variables a tener en cuenta en una proyección de video: el tamaño horizontal o base de la pantalla, la focal de la óptica y la distancia de proyección.

Con una lente de distancia focal fija, al aumentar la distancia de proyección, aumentaremos el tamaño de la pantalla, por lo que existe una relación directa entre la distancia de proyección, el tamaño de la pantalla y la focal de la lente utilizada.

La focal de una lente para videoproyección viene expresada por una numeración que indica la relación que con esa focal mantiene la distancia con la base de la pantalla. Una lente con una numeración 1.0:1 quiere decir que, con esa focal a 1 m de distancia, obtendremos una pantalla de 1 m de base.

Si encontramos una lente que marca una numeración 2.0:1 nos está expresando que, para hacer 1 m de base de pantalla, necesitaremos 2 m de distancia de proyección.

Lo mismo con una óptica 0.36:1, que nos indica que cada 0,36 m, obtendremos una pantalla de 1 m de base.

Por lo que, a partir de esta relación, podemos establecer una regla de tres que nos permita calcular cada uno de los factores determinados en función de la relación de los otros dos.

LENS CALCULATOR - VIDEO PROJECTOR LENSES

THROW DISTANCE = WIDTH SCREEN X ZOOM LENS	D = W x F
ZOOM LENS = THROW DISTANCE / WIDTH SCREEN	F = D / W
WIDTH SCREEN = THROW DISTANCE / ZOOM LENS	W = D / F

F 1.0 | $D = F \times W; D = 1 \times 4; D = 4$
4 x 3 m SCREEN
D 4 m

F 1.5 | $D = F \times W; D = 1.5 \times 4; D = 6$
4 x 3 m SCREEN
D 6 m

F 2.0 | $D = F \times W; D = 2 \times 4; D = 8$
4 x 3 m SCREEN
D 8 m

F 2.0 | $W = D / F; W = 8 / 2; W = 4$
4 x 3 m SCREEN
D 8 m

F 1.5 | $W = D / F; W = 8 / 1.5; W = 5,3$
5,3 x 4 m SCREEN
D 8 m

F 1.0 | $W = D / F; W = 8 / 1; W = 8$
8 x 6 m SCREEN
D 8 m

5.10.2. Cálculo de la potencia lumínica

Para saber la potencia lumínica óptima para una proyección tenemos que calcular la relación que existe entre los lúmenes del proyector y los metros cuadrados del total del área de proyección.

Esta relación se expresa en una unidad de medida llamada lux.

Lux = lúmenes/área de proyección.

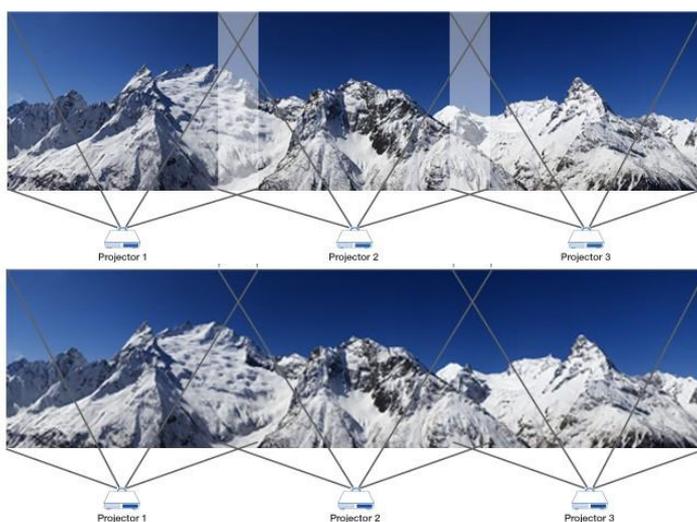
Teniendo la potencia lumínica de un proyector en lúmenes y el área total en metros cuadrados de la superficie de proyección, podemos calcular los lux de una proyección. Una cifra de 75 lux sería la mínima para una proyección aceptable en términos de contraste de imagen, y de 150 hasta +400 se considera una óptima relación. En caso de realizar un cálculo de potencia lumínica y que el resultado quede por debajo de 75 lux, es recomendable añadir más proyectores hasta conseguir una buena relación lúmenes/m².

5.11. Técnicas de multiproyección

En muchas ocasiones, por el tamaño de la pantalla, su proporción, o por un resultado bajo en lux de un proyecto, es necesario recurrir a más de un videoprojector para cubrir óptimamente la superficie de proyección.

En estos casos se utilizan las dos técnicas de multiproyección que conocemos: *edge blending* y *stacking*.

5.11.1. Edge blending



5.11.2. *Stacking*

Esta técnica se basa en superponer la imagen de un proyector sobre la imagen de otro videoprojector para así sumar sus potencias lumínicas. El resultado de esta suma, que no es aritmética, no es exactamente la suma de las potencias de cada proyector; al tratarse de una suma logarítmica, el valor resultante puede variar.

La técnica de *stacking* tiene un límite de tres proyectores «stackados», ya que la suma de más proyectores generaría en las zonas más iluminadas de la imagen una suma de luminancias que llegarían a quemar la imagen.



6. Equipos de captación, reproducción y manipulación

6.1. *Media server*

Es un ordenador con *hardware* y *software* dedicado para la reproducción, manipulación, mezcla y emisión de archivos de video digitales.

También tiene un procesador potente y mucha memoria RAM, gran capacidad y velocidad de discos duros, así como con tarjetas dedicadas para la captura, el procesado de video a tiempo real y la salida de señal a través de capturadoras y potentes GPU.

Existen *media server* en los que *hardware* y *software* son un conjunto, de manera que no puedes usar el *software* si no es bajo el *hardware* del fabricante y existen otros *softwares* que podrán ser instalados en cualquier *hardware*.

WATCHMAX 2.0 WX7100 (4 channel output)

- 4 x DisplayPort 1.4
- Up to 4K@ 60Hz per channel

WATCHMAX 2.0 WX9100 (6 channel output)

- 6 x Mini DisplayPort 1.4
- Up to 4K@ 60Hz per channel

WATCHMAX 2 SDI (12 channel output)

- 4 x Display Port 1.4
- 8 x 3G-SDI bi-directional connectors
- Up to 4K@ 60Hz per DisplayPort channel
- Up to 2K @ 60 Hz per SDI channel with 4K options when linking multiple connectors
- Estimated availability Q2, 2019



- WATCHOUT - Dataton
- D3 - Disguise PIXERA - Avstumpfl SMODE - Smode
- RESOLUME ARENA - Resolume MILLUMIN - Millumin TOUCHDESIGNER - Derivative VVVV

6.2. Graphics Processing Unit (GPU)

Una unidad de procesamiento gráfico es lo que normalmente llamamos una tarjeta gráfica.

Es un coprocesador dedicado al procesamiento de gráficos u operaciones de coma flotante, para aligerar la carga de trabajo del procesador central en aplicaciones como los videojuegos o aplicaciones 3D interactivas.

NVIDIA						
NVIDIA QUADRO RTX						
RTX 8000	6.375,00 €	48 GB	DP 1.4 X 4	4 x 3840x2160 @ 120Hz	4 x 5120x2880 @ 60Hz	2 x 7680x4320 @ 60Hz
RTX 6000	4.668,00 €	24 GB	DP 1.4 X 4	4 x 4096x2160 @ 120Hz	4 x 5120x2880 @ 60Hz	2 x 7680x4320 @ 60Hz
RTX 5000	2.557,00 €	16 GB	DP 1.4 X 4	4 x 4096x2160 @ 120Hz	4 x 5120x2880 @ 60Hz	2 x 7680x4320 @ 60Hz
RTX 4000	1.000,00 €	8GB		4 x 3840x2160 @ 120Hz	4 x 5120x2880 @ 60Hz	2 x 7680x4320 @ 60Hz
SYNC II						
	1.000,00 €					
NVIDIA GFORCE 20						
2080TI	1.300,00 €	11 GB	4 MONITORES	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 7680x4320 @ 60Hz	
2080	900,00 €	8 GB	4 MONITORES	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 7680x4320 @ 60Hz	
2070	600,00 €	8 GB	4 MONITORES	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 7680x4320 @ 60Hz	
2060	400,00 €	6 GB	4 MONITORES	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 7680x4320 @ 60Hz	
AMD RAEDON						
AMD RAEDON PRO						
WX 8100	1.900,00 €	16 GB	Mini DP 1.4 X 6	6 x 3840x2160 @ 60Hz	2 x 3840x2160 @ 120Hz	3 x 5120x2880 @ 60Hz 1 x 7280x4320 @ 60Hz
WX 7100	750,00 €	8 GB	DP 1.4 X 4	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 3840x2160 @ 120Hz	2 x 5120x2880 @ 60Hz 1 x 7280x4320 @ 60Hz
WX 5100	500,00 €	8 GB	DP 1.4 X 4	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 3840x2160 @ 120Hz	2 x 5120x2880 @ 60Hz 1 x 7280x4320 @ 60Hz



6.3. Capturadoras de video

Son placas dedicadas a la captura de video analógico o digital. Pueden ser placas internas o externas, con distintos tipos de conectores de entrada y salida, y distintas prestaciones en cuanto a formatos y resoluciones.



- Blackmagic
- Magewell
- Datapath
- Matrox

6.4. Reproductores

Hardware o software dedicado a la reproducción de archivos de video.



- Blackmagic
- Aja
- Atomos
- PlaybackPro
- Qlab
- vMix

6.5. Distribuidores de señal

Hardware dedicado a distribuir señal de video. Normalmente, consta de una entrada y distinto número de salidas.



- Blackmagic
- Kramer
- Extron
- Atomos
- LightWave

6.6. Selectores de señal

Hardware dedicado que permite conectar distintas señales de video y seleccionar una de ellas para enviar a la salida del video.



6.7. Matrices de señal

Hardware dedicado que permite conectar un número determinado de entradas de señal de video y conmutar cada una de las distintas señales de entrada entre las distintas salidas de señal de las que disponga el aparato en cuestión.



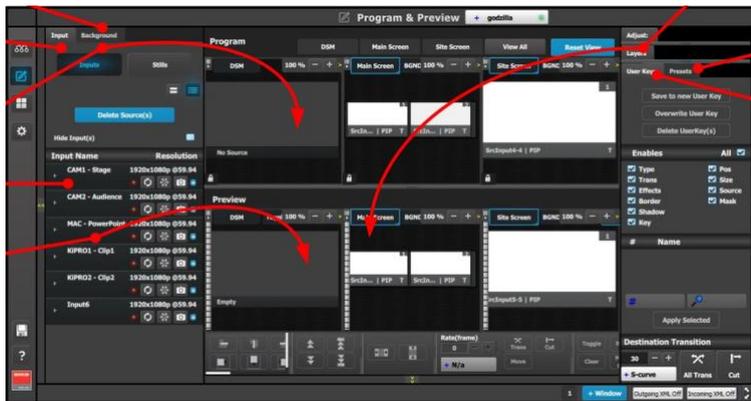
6.8. Mezcladores de señal

Hardware dedicado a la mezcla y retransmisión de la señal de audio y video.



6.9. Procesadores de señal

Hardware dedicado a la mezcla, el procesado, la composición y emisión de múltiples entradas y salidas de video.



- BARCO E2
- BARCO S3
- ANALOG WAY ASCENDER 32
- SPIDER X80

6.10. Conversores de señal

Hardware dedicado a la conversión de la señal de video. Convierte de un tipo de conector a otro.

