

# VÍDEO DIGITAL

Ver. 20231127 - jEsuSdA

El vídeo digital se refiere a la tecnología de **captura, procesamiento, almacenamiento y transmisión de imágenes en movimiento utilizando señales digitales** en lugar de las tradicionales señales analógicas. A diferencia del vídeo analógico, que representa imágenes como señales continuas, **el vídeo digital codifica estas imágenes en datos binarios**, lo que permite una mayor flexibilidad en términos de edición, almacenamiento y distribución.

La digitalización del vídeo implica convertir imágenes en movimiento (compuestas por una serie de fotogramas individuales) en una secuencia de datos digitales. Este proceso comienza con la captura de las imágenes mediante una cámara digital, donde **cada fotograma se convierte en una serie de píxeles**. Cada píxel se digitaliza a través de un proceso llamado muestreo, que implica medir los valores de color y luminosidad y convertirlos en valores numéricos. Similar al audio, este proceso incluye el muestreo (decidir cuántos píxeles representarán la imagen) y la cuantificación (determinar la profundidad de color de cada píxel). Una vez digitalizados, **los fotogramas pueden ser comprimidos** para reducir su tamaño utilizando diversos códecs, lo cual es fundamental para el almacenamiento y la transmisión eficiente. Los vídeos digitales pueden ser codificados para diferentes formatos y estándares, dependiendo del uso previsto, como la transmisión por internet, la reproducción en dispositivos móviles, o la emisión televisiva o en cine.

## CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL VÍDEO DIGITAL

El vídeo digital tiene varias propiedades y características que definen su calidad y uso. Estas incluyen:

**Tamaño de Imagen (Resolución):** Refiere a la **cantidad de píxeles que conforman cada imagen o fotograma** de un vídeo, generalmente expresada en **anchura x altura** (por ejemplo, 1920x1080). Una mayor resolución implica más detalles y una imagen más clara, pero también requiere de más espacio para almacenar esa información.

Aquí tienes una tabla que resume las resoluciones de imagen más habituales, sus tamaños en píxeles y sus usos comunes:

Nombre Común	Tamaño en Píxeles	Usos Más Comunes
VGA	640x480	Videoconferencias, monitores antiguos, gráficos básicos
SD NTFS	720x480	Televisión Japón, América del Norte y parcialmente en el sur
SD PAL	720x576	Televisión en Europa, Oceanía, China, India y parcialmente en África
HD	1280x720	Televisión de alta definición, videojuegos, streaming de vídeo
Full HD	1920x1080	Televisión de alta definición, videojuegos, Blu-ray, streaming de vídeo
2K	2048x1080	Cine digital, post-producción de vídeo
4K	3840x2160	Televisión Ultra HD, videojuegos de alta gama, producción de películas
8K	7680x4320	Televisión de última generación, investigación, visualización de alta resolución

Cada una de estas resoluciones tiene aplicaciones específicas que varían según las necesidades de calidad de imagen y el contexto de uso, desde aplicaciones domésticas hasta usos profesionales y de alta gama.

**Relación de Aspecto:** Es la **proporción entre el ancho y el alto de la imagen**. Las relaciones de aspecto comunes incluyen 4:3 (tradicional) y 16:9 (panorámica). La elección de la relación de aspecto afecta cómo se visualiza el contenido en diferentes dispositivos.

Aquí tienes una tabla que resume las relaciones de aspecto más habituales, ejemplos de tamaños en píxeles y sus usos comunes:

Nombre Común	Ejemplo de Tamaño en Píxeles	Usos Más Comunes
4:3	1024x768	Televisión estándar, monitores antiguos, videojuegos clásicos
16:9	1920x1080	Televisión de alta definición, videojuegos modernos, streaming de vídeo
16:10	1920x1200	Monitores de computadora, diseño gráfico, videojuegos
21:9	2560x1080	Cine en casa, monitores ultra anchos, edición de vídeo
1.85:1	1998x1080	Cine, producción de películas
2.39:1	2398x1000	Cine de gran formato, películas cinematográficas

Estas relaciones de aspecto son utilizadas en distintos contextos y medios, desde la producción televisiva y cinematográfica hasta el diseño de monitores y dispositivos de visualización, reflejando las necesidades estéticas y técnicas de cada aplicación.

**Fotogramas por Segundo (FPS):** Indica la **cantidad de imágenes individuales (fotogramas) que se muestran cada segundo**. Un número más alto de FPS resulta en un movimiento más suave y es esencial para ciertos tipos de contenido, como deportes o videojuegos. Las tasas comunes incluyen 24, 30 o 60 FPS.

Aquí tienes una tabla que resume los fotogramas por segundo (fps) más habituales en el vídeo y sus usos comunes:

Número de Fotogramas por Segundo	Usos Más Comunes
24	Cine estándar
25	Televisión en Europa, estándar PAL
30	Televisión y vídeo en EE.UU., estándar NTSC, streaming de vídeo
48	Cine de alta velocidad, proyecciones especiales
50	Televisión en alta definición en Europa
60	Televisión en alta definición en EE.UU., videojuegos, streaming de vídeo
120	Videojuegos de alta velocidad, realidad virtual, cámaras de alta velocidad

Cada uno de estos fps tiene aplicaciones específicas, variando desde la producción cinematográfica tradicional hasta aplicaciones de videojuegos y realidad virtual de última generación, reflejando las diferentes necesidades de fluidez y realismo del movimiento.

Además la percepción de los fps está condicionada por la subjetividad de los usos comunes de esa configuración de fps concreta. Así, por ejemplo, percibimos los vídeos a 24 fps como más cinematográficos que esos mismos vídeos a 60 fps, dado que es en los cines donde estamos acostumbrados a ver vídeos con esa tasa de fotogramas por segundo.

**Entrelazado vs. No Entrelazado (Progresivo):** El vídeo entrelazado muestra cada fotograma en dos campos (mitades), uno para las líneas

impares y otro para las pares. El vídeo progresivo muestra cada fotograma como una imagen completa. El vídeo progresivo es generalmente preferido por su mayor claridad, especialmente en pantallas modernas.

Habitualmente, se identifica el uso de modo entrelazado o progresivo en un vídeo añadiendo una i (de interlazed) o una p (de progressive) junto a la resolución del vídeo. Pej. 1920x1080p sería un vídeo no entrelazado y 1920x1080i sería un vídeo entrelazado.

**Bitrate:** Es la cantidad de datos procesados por unidad de tiempo en un vídeo, medida en bits por segundo (bps). Un mayor bitrate generalmente indica una mejor calidad de vídeo, pero también un tamaño de archivo más grande.

**Profundidad de Color:** Determina cuántos bits se utilizan para representar el color de cada píxel. Una mayor profundidad de color permite una gama más amplia de colores y transiciones más suaves entre ellos.

**Formato de Compresión (Código):** El códec determina cómo se comprime y descomprime el vídeo digital. Los códecs pueden ser con pérdida (reducen la calidad para disminuir el tamaño del archivo) o sin pérdida.

**HDR (High Dynamic Range):** Tecnología que permite representar un rango más amplio de luminosidad, intentando emular la percepción visual humana, mejorando los detalles en las áreas más claras y oscuras de la imagen.

**Espacio de Color:** Define el rango de colores que se pueden representar en el vídeo.

Estas características son fundamentales para entender la calidad, el rendimiento y la aplicabilidad del vídeo digital en distintos contextos, como la transmisión en streaming, la edición profesional y la visualización en diferentes dispositivos.

## ALMACENAMIENTO DE VÍDEO (CONTENEDORES O FORMATOS)

El **formato o contenedor** en un archivo de vídeo es esencialmente una **estructura de archivo que almacena datos de video, audio, subtítulos y otros metadatos**, como información de capítulos o menús. Ejemplos comunes de contenedores son AVI, MKV, MP4, entre otros. Cada contenedor puede soportar diferentes tipos y cantidades de flujos de datos (streams), y esto influye directamente en **qué tipo de información puede incluirse y cómo se organiza dentro del archivo**.

La elección del contenedor afecta la **compatibilidad del archivo** con diferentes dispositivos y reproductores, así como la eficiencia en la gestión de los datos. Algunos contenedores están optimizados para una distribución más eficiente a través de internet (como MP4), mientras que otros se centran en la calidad y la capacidad de almacenar múltiples pistas de audio y subtítulos (como MKV).

En resumen, el formato o contenedor de un archivo de vídeo determina qué tipos de códecs de audio y vídeo son compatibles, cómo se sincronizan los flujos de datos y qué otros tipos de información (como subtítulos o capítulos) se pueden incluir, afectando así la flexibilidad, la calidad y la accesibilidad del contenido de vídeo.

Aquí tienes una tabla que resume las propiedades de varios formatos contenedores de vídeo populares:

Formato	Año	Máx. Flujos de Audio	Máx. Flujos de Vídeo	Subtítulos	Uso en Licencia	Streaming de Códecs	Restricciones de Uso	Habitual
MPG	1988	1	1	No	Privativa	Sí	Sí, limitado	vídeo MPEG, DVD, TV digital

Formato	Año	Máx. Flujos de Audio	Máx. Flujos de Vídeo	Subtítulos	Licencia	Uso en Streaming	Restricciones de Códecs	Uso Habitual
AVI	1992	Múltiples	1	No	Privativa	No	No	vídeo estándar, compatible con sistemas antiguos
OGG	1993	Múltiples	1	Sí	Libre	Sí	No	Streaming, audio Vorbis
ASF	1995	Múltiples	1	Sí	Privativa	Sí	No	Streaming Windows Media, Microsoft
MOV	1998	Múltiples	1	Sí	Privativa	Sí	No	Edición de video, Apple QuickTime
MP4	2001	Múltiples	1	Sí	Privativa	Sí	No	Streaming, multimedia, vídeo H.264
MKV	2002	Múltiples	Múltiples	Sí	Libre	Sí	No	Almacenamiento de vídeo HD, subtítulos, audio
WEBM	2010	Múltiples	1	Sí	Libre	Sí	VP8 + Vorbis	Streaming de vídeo HTML5, YouTube

Esta tabla proporciona una visión general de las capacidades y usos comunes de cada contenedor, destacando su compatibilidad con diferentes flujos de audio y vídeo, soporte de subtítulos, restricciones de códecs y aplicaciones típicas.

## ALMACENAMIENTO DE VÍDEO (CODECS)

Un códec, que es una abreviatura de “codificador-decodificador”, es un **software o dispositivo utilizado para comprimir (codificar) y descomprimir (decodificar) un flujo de datos de vídeo digital**. En el contexto del almacenamiento y reproducción de vídeo digital, los códecs son esenciales para manejar eficientemente los grandes volúmenes de datos involucrados en los archivos de vídeo.

Durante el proceso de almacenamiento, el códec toma los datos de vídeo crudos, que son típicamente muy grandes, y los comprime para reducir su tamaño. Esto se hace eliminando información redundante y, dependiendo del tipo de códec, información menos perceptible para el ojo humano. La compresión puede ser sin pérdida (donde la calidad original se conserva completamente) o con pérdida (donde se sacrifica cierta calidad para lograr tamaños de archivo más pequeños). Al reproducir el vídeo, el proceso se invierte. El códec decodifica los datos comprimidos, reconstruyendo el vídeo en una forma que se puede mostrar en la pantalla. Esta capacidad de comprimir y descomprimir eficientemente los archivos de vídeo es lo que hace posible almacenar, transmitir y visualizar vídeo digital en una variedad de plataformas y dispositivos, desde smartphones hasta televisores de alta definición o pantallas de cine.

El almacenamiento de vídeo digital puede clasificarse según el tipo de compresión utilizada:

1. **Sin Compresión:** En esta modalidad, el vídeo se almacena en su forma más pura, sin aplicar ninguna compresión. Esto significa que **cada fotograma se guarda tal como es**, manteniendo la máxima calidad posible. Sin embargo, esto resulta en **archivos de tamaño extremadamente grande**, lo que los hace poco prácticos para uso general, aunque son ideales para edición profesional y post-producción, donde la calidad es primordial.
2. **Con Compresión Sin Pérdida:** Aquí, el vídeo se comprime para reducir su tamaño, pero de tal manera que toda la información original se puede recuperar al descomprimirlo. No hay pérdida de calidad, pero la reducción en el tamaño del archivo no es tan significativa como en la compresión con pérdida. Formatos como Apple ProRes o Avid DNxHD para vídeo utilizan compresión sin pérdida. Son adecuados para edición y almacenamiento de vídeo donde la calidad es importante pero se requiere algún nivel de compresión.
3. **Con Compresión Con Pérdida:** Este método comprime el vídeo reduciendo su tamaño de archivo a expensas de la calidad. Elimina partes de la información de vídeo que se consideran menos importantes para la percepción humana. La compresión con pérdida puede ser muy eficiente en términos de reducción de tamaño, lo que la hace ideal para la transmisión y el almacenamiento masivo de vídeo. Formatos como H.264 y H.265 son ejemplos de compresión con pérdida. La clave aquí es encontrar un equilibrio entre el tamaño del archivo y la calidad perceptible.

Cabe destacar que los formatos de compresión más eficientes suelen requerir de una mayor potencia de cómputo para codificar y decodificarse, mientras que los formatos de compresión más simples, aunque generan archivos de mayor tamaño, pueden codificarse y decodificarse requiriendo de muchos menos recursos.

En resumen, la elección entre estos tipos de almacenamiento de vídeo depende de las necesidades específicas en términos de calidad, tamaño del archivo y aplicación práctica. Mientras que los formatos sin compresión y con compresión sin pérdida son preferidos para aplicaciones de alta fidelidad y edición profesional, los formatos con compresión con pérdida son más adecuados para el uso cotidiano, streaming y distribución digital debido a su eficiencia en el tamaño del archivo.

El **bitrate, o tasa de bits**, en el contexto del vídeo, se refiere a la cantidad de datos que se procesan en un determinado periodo de tiempo. En la codificación de vídeo, se puede configurar como un bitrate variable (VBR) o constante (CBR), dependiendo de las necesidades del contenido y del medio de distribución.

El **Bitrate Constante (CBR)** mantiene una tasa de bits fija a lo largo de todo el vídeo. Esto significa que se utiliza la misma cantidad de datos para codificar cada segundo de vídeo, independientemente de la complejidad visual o del movimiento en las escenas. El CBR es útil cuando se requiere un tamaño de archivo predecible o un ancho de banda constante, como en la transmisión en vivo. Sin embargo, puede no ser la opción más eficiente en términos de calidad de vídeo, ya que las escenas más simples y las más complejas se codifican con la misma cantidad de datos.

Por otro lado, el **Bitrate Variable (VBR)** ajusta la tasa de bits de acuerdo con la complejidad de cada parte del vídeo. Utiliza más datos (y por lo tanto una tasa de bits más alta) para codificar escenas más complejas con mucho movimiento, y menos datos para escenas más simples. Esto generalmente resulta en una **mejor calidad general del vídeo** y una eficiencia de compresión más alta, ya que se asignan los recursos de manera más efectiva según las necesidades de cada escena. Sin embargo, el VBR puede propiciar, en algunos casos, problemas de compatibilidad con ciertos reproductores o sistemas de transmisión que esperan un flujo de datos constante.

En resumen, la elección entre CBR y VBR depende de un equilibrio entre la calidad del vídeo, el tamaño del archivo, y los requisitos específicos de transmisión o almacenamiento.

## CODECS PRINCIPALES DE VÍDEO

Aquí tienes una tabla que resume las propiedades de varios códecs de vídeo populares:

Códec	Año de Creación	Tipo de Compresión	Familia	Resolución Máxima	Licencia	Peso Aprox. por Minuto (MB)	Uso Habitual
MJPEG	1986	Con pérdida	JPEG	Sin límite	Libre	200	Cámaras de vigilancia, Edición de vídeo
MPEG-1	1988	Con pérdida	MPEG	SD	Privativa	50	Vídeos antiguos, CD-ROM
DV	1995	Con pérdida	DV	HD	Privativa	215	Grabación en cámaras digitales
WMV	1999	Con pérdida	WMV	4K	Privativa	50	Contenido de Windows Media
MPEG-2	1995	Con pérdida	MPEG	HD	Privativa	150	DVD, TV digital
DivX	2001	Con pérdida	MPEG-4	HD	Privativa	50	Distribución de vídeo en línea
Xvid	2001	Con pérdida	MPEG-4	HD	Libre	50	Distribución de vídeo en línea
H.264	2003	Con pérdida	AVC	4K	Privativa	30	Streaming, Blu-ray
x264	2003	Con pérdida	AVC	4K	Libre	30	Streaming, Blu-ray
Theora	2004	Con pérdida	Theora	HD	Libre	40	Streaming, vídeo libre
Apple ProRes	2007	Sin pérdida	ProRes	8K	Privativa	1000	Edición profesional, post-producción
Avid DNxHD	2008	Sin pérdida	DNxHD	8K	Privativa	1000	Edición profesional, post-producción
DNxHR			DNxHR				
VP8	2008	Con pérdida	VP8	HD	Libre	30	Streaming, vídeo en línea
VP9	2012	Con pérdida	VP9	4K	Libre	20	Streaming 4K, YouTube
H.265	2013	Con pérdida	HEVC	8K	Privativa	15	Streaming 4K/8K, Blu-ray
x265	2013	Con pérdida	HEVC	8K	Libre	15	Streaming 4K/8K, Blu-ray
AV1	2018	Con pérdida	AV1	8K	Libre	10	Streaming 4K/8K, YouTube

Esta tabla proporciona una visión general de las capacidades y usos comunes de cada códec de vídeo. Los códecs varían en términos de eficiencia de compresión, calidad, compatibilidad y licencias, lo que afecta su idoneidad para diferentes aplicaciones.