

Digitalización y compresión de vídeo

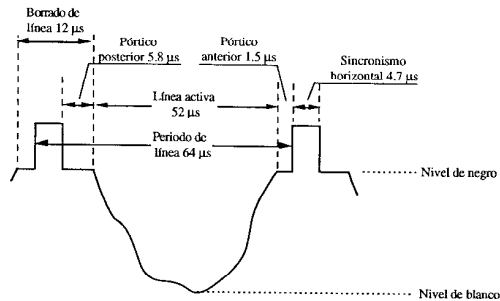
- Principales normas
- Algoritmos de compresión
- Formatos de vídeo

Normas de vídeo digital

- H-261.- Videoconferencia
Formato de poca resolución y pocas imágenes por segundo
- JPEG.- Compresión de imagen fija
Es la base de la compresión intraframe de los demás sistemas
- CCIR-601.- Muestreo de señales de TV
Es la primera norma sobre TV digital. Se aplica solamente en estudios. No aplica ningún tipo de compresión
- MPEG I.- Almacenamiento de vídeo digital
Es la norma de compresión de secuencias de vídeo
- MPEG II.- Transmisión de vídeo digital
Aplica al flujo de transporte de los datos de vídeo digital

Digitalización de la señal de TV

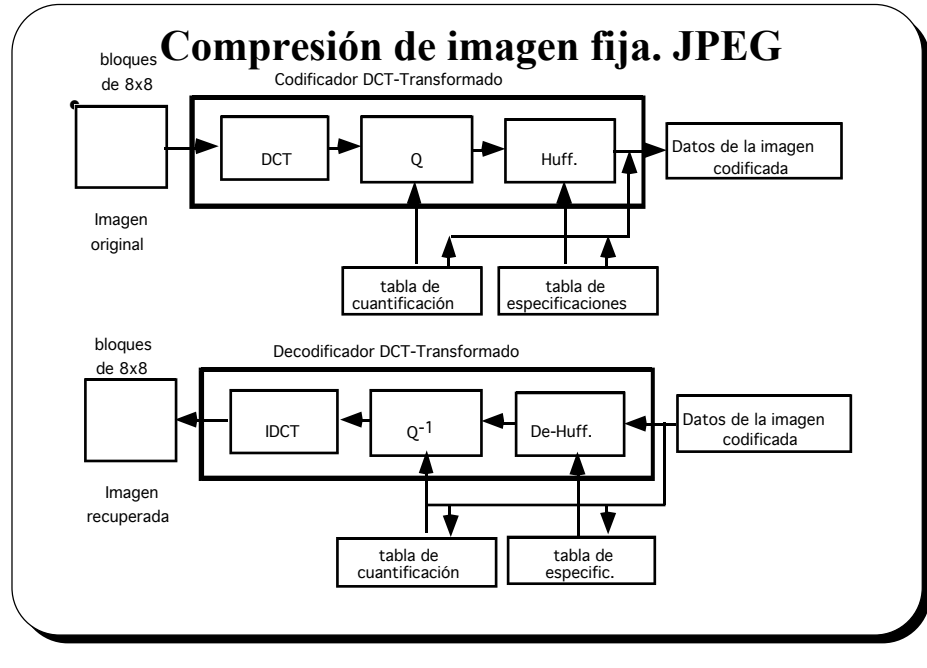
- CCIR-601



- Frec. muestreo 13.5 MHz para Y
- 6,75MHz para cada componente de Croma
- Profundidad 10 bits
- Flujo señal digital $(13,5 + 2 \times 6,75) \times 10 = 270 \text{ Mbps}$

Mitos de la compresión

- 720 pixels por línea y 576 líneas activas
- 8 pixels de profundidad
- Diezmado horizontal y vertical de la cromina
- D1: $(720 \times 576 \times 25) \times (1 + 1/4 + 1/4) \times 8 = 124,4 \text{ Mbps}$
- ¡Y aquí todavía no se ha perdido información!
Y es 'calidad broadcast'
- Si resolución como la de un vídeo doméstico
- CIF: $(352 \times 288 \times 25) \times (1,5) \times 8 = 30,4 \text{ Mbps}$
- Y ahora aplicamos la compresión



Ejemplo de codificación JPEG

<p>139 144 149 153 155 155 155 155 144 151 153 156 159 156 156 156 150 155 160 163 158 156 156 156 159 161 162 160 160 159 159 159 159 160 161 162 162 155 155 155 161 161 161 161 160 157 157 157 162 162 161 163 162 157 157 157 162 162 161 161 163 158 158 158</p> <p>Bloque 8x8 de imagen original</p>	<p>144 146 149 152 154 156 156 156 148 150 152 154 156 156 156 156 155 156 157 158 158 157 156 155 160 161 161 162 161 159 157 155 163 163 164 163 162 160 158 156 163 164 164 164 162 160 158 157 160 161 162 162 162 161 159 158 158 159 161 161 162 161 159 158</p> <p>Bloque de imagen recuperado</p>
<p>236 -1 -12 -5 2,1 -2 -3 1,3 -23 -18 -6 -3 -3 -0 0,4 -1 -11 -9 -2 1,5 0,2 -1 -1 -0 -7 -2 0,2 1,5 0,9 -0 0 0,3 -1 -1 1,5 1,6 -0 -1 0,6 1,3 1,8 -0 1,6 -0 -1 1,5 1 -1 -1 -0 -0 -2 -1 1,7 1,1 -1 -3 1,6 -4 -2 1,9 1,2 -1 -0</p> <p>Bloque de coeficientes</p>	<p>240 0 -10 0 0 0 0 0 -24 -12 0 0 0 0 0 0 -14 -13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</p> <p>Bloque de coeficientes recuperado</p>
<p>15 0 -1 0 0 0 0 0 -2 -1 0 0 0 0 0 0 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</p> <p>Bloque cuantificado</p>	<p>011 11 11011 01 00 0 00 0 00 0 111 00 0 1010 Código de canal (enviado)</p> <p>ZZ=(3,0,-2,-1,-1,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,0,0, 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0, 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0, 0,0,0) Resultado de la ordenación ZigZag</p>

Modos JPEG

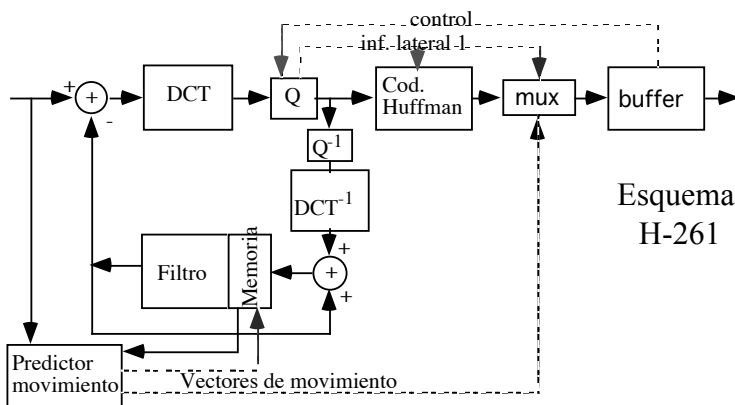
- En cuanto al orden de codificación de los datos
 - Secuencial.- Todos los coef. De cada bloque y los bloques por orden
 - Progresiva por selección espectral.- (Coefs BF, luego MF, luego AF)
 - Progresiva por aprox sucesivas.- (3 bits de cada coef, luego 2 más, ...)
- En cuanto a la ordenación de los planos
 - Interfoliado.- Todos los planos de color de cada bloque
 - No interfoliado.- Un plano de color de todos los bloques, luego el siguiente...
- En cuanto al tratamiento de la resolución espacial
 - Jerárquico.- Codif en diferentes resoluciones (crecientes por 2 en H y V)
 - No jerárquico.- Sólo una resolución
- En cuanto a la codificación de entropía
 - Huffman.- Con tablas Huff de codif de entropía
 - Aritmética.- Sin tablas de codif de entropía (el sistema se adapta a los estadísticos de la imagen). Comprime más pero es mas costosa.

Motion JPEG

- Compresión JPEG de cada imagen de una secuencia
- No utiliza la redundancia temporal
 - Es la versión 'elemental' del MPEG (sólo imágenes tipo I)
- Consigue una compresión importante:
 - CCIR-601->216 Mbps, M-JPEG -> 10 a 25 Mbps)
- Se utiliza en estudios de TV (con baja compresión)
 - cada imagen está contenida en sí misma
 - casi no tiene pérdida de calidad (25 Mbps)
- También en tarjetas de ordenador de bajo costo
 - Sólo necesita hardware JPEG o simplemente por software
 - Hacen compresión MPEG por software y no en tiempo real

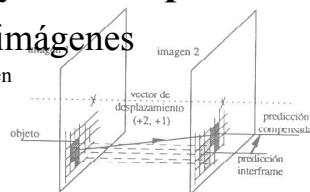
Compresión digital de secuencias

- Compresión intraframe (Redundancia espacial)
- Compresión interframe (Redundancia temporal)

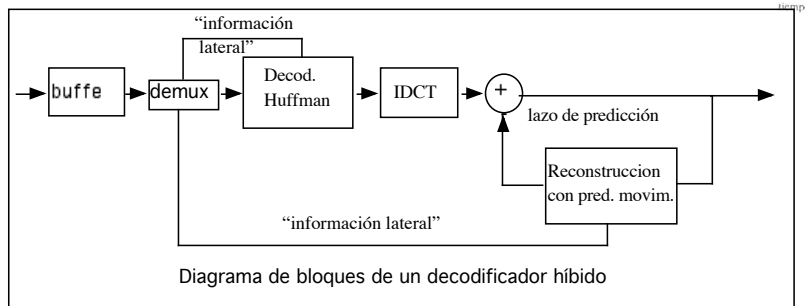


Vectores de movimiento y descompresor

- Al hacer las diferencias entre imágenes
 - Se desplaza el bloque a codificar sobre la imagen anterior de modo que la diferencia sea menor.

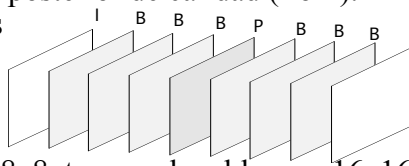


- Esquema descompresor



Secuencia MPEG

- Tres tipos de imágenes en la secuencia MPEG:
 - I.- Intraframe .- Bloques codificadas en si mismas
 - P.- Predecidas.- Sólo se envían las diferencias.
Su reconstrucción es perfecta
 - B.- Back interpolated.- Bloques reconstruidos a partir de una anterior y/o otra posterior de calidad (I o P).
Sólo se envían vectores de movimiento y ctes. de atenuación
- Redundancia
- espacial en bloques 8x8, temporal en bloques 16x16
- GOP.- Group of Pictures (secuencia de imágenes que dependen de una I)



Formato MPEG-1

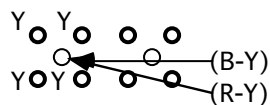
- Primer borrador en Diciembre de 1990
- Formato sólo de almacenamiento digital de secuencias
 - (vídeo y audio asociado).
- Sólo vídeo secuencial (no entrelazado)
- No incluye
 - corrección de errores (lectura directa de CD, sin transmisión)
 - ni múltiples programas (sí varios audios)
 - ni datos adicionales (pensado como alternativa al vídeo)
- Resolución limitada (352x240) ~ VHS
- Bitrate sobre 1.1 a 1.5 Mbps
- Tres partes en la norma: Sistema, Vídeo, Audio
- No especifica el codificador. Sólo la sintaxis del stream.
- Stream decodificable con un modelo de decodificador

Formato MPEG-2

- Pensado para un margen más amplio de aplicaciones (TV por cable, enlaces de cámaras, canales de contribución...)
- Estandar de arquitectura abierta
- Gran margen de calidades y formatos de pantalla
- Compresión de imagen y audio similar al MPEG-1
- Transmisión de datos en paquetes
- Paquetes con cabecera autoidentificativa
- Multiples programas en una única trama de datos

Parámetros MPEG 2

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| • Profiles (Perfiles) | • Levels (Tamaño de imagen) |
| – Simple, 4:2:0 | –High, 1920x1152x25 |
| – Main, 4:2:0 | –High-1440, 1440x1152x25 |
| – SNR Scaleable, 4:2:0 | –Main, 720x576x25 |
| – Spatially scaleable, 4:2:0 | –Low, 352x288x25 |
| – High, 4:2:0, 4:2:2 | |



4:2:0.- Y.-4, (R-Y).- 1, (B-Y).-1

Main level, Main profile
 Muestreo 4:2:0
 Resolución 720x576x25
 Max. tasa binaria 15 Mbits/s

MPEG 2 Profiles and Levels

MPEG 2 Levels, Profiles, Resolutions Combinations and Bitrates

Profile	Features
Simple	4:2:0 sampl. I,P pict. only, no scalable coding
Main	As above, plus B pictures
SNR	As above, plus SNR scalability
Spatial	As above, plus spatial scalability
High	As above, plus 4:2:2 sampling

Level	Maximum Resolution
Low	352x288 luminance samples, 30 Hz
Main	720x576 luminance samples, 30 Hz
High-1440	1440x1152 luminance samples, 60 Hz
High	1920x1152 luminance samples, 60 Hz

Levels	Recommended Profile/Level Combinations and Max. bitrate				
	Simple	Main	SNR Esc.	Spat. Esc.	High
High		80			100
High 1440		60		60	80
Main	15	15 Mbps	15		20
Low		4	4		

MPEG 4, H264

- Codificación escalable
 - Escalabilidad Espacial
 - Escalabilidad Temporal
 - Fine Granular Scalability

TABLE 5.6 Residual coefficient bitplanes (magnitude) 147

Value	+13	-11	0	0	+17	0	0	0	-3	0...
Plane 4 (MSB)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0...
Plane 3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0...
Plane 2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0...
Plane 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0...
Plane 0 (LSB)	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0...

Plane	Encoded values
4	(4, EOP) (+) 2^{13}
3	(0) (+) (0, EOP) (-) 2^{11}
2	(0, EOP)
1	(1) (0, EOP) (-) 2^5
0	(0) (0) (2) (3, EOP)

Plane	Decoded values (truncated after plane 3)
Plane 4 (MSB)	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0...
Plane 3	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0...
Plane 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0...
Plane 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0...
Plane 0 (LSB)	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0...
Decoded value	+8 -8 0 0 +16 0 0 0 0 0...

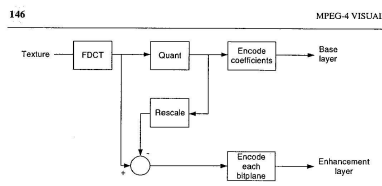


Figure 5.64 FGS encoder block diagram (simplified)

13	-11	0	0	...
0	17	0
0	-3
0

Figure 5.65 Block of residual coefficients (top-left corner)

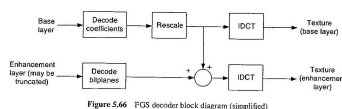


Figure 5.66 FGS decoder block diagram (simplified)

Calidades MPEG 2

- La calidad depende de la compresión
 - Mejor compresión -> Mayor calidad a igual bitrate
- Del tipo de secuencias a comprimir
 - Secuencias con poco movimiento -> Mayor compresión
- De la tasa binaria que se vaya a utilizar
 - Menor tasa binaria -> peor calidad (o menor resolución)
- La calidad se adapta al tipo de programación
 - Dibujos animados -> 2 Mb/s
 - Telediarios -> 3 Mb/s
 - Películas -> 4 Mb/s
 - Deportes -> 6 a 8 Mb/s

*La calidad es algo muy subjetivo.
Es bastante independiente de la resolución*

Codificación de audio MPEG 2

- Musicam Layer 2.- es la codificación utilizada
- Modelo psicoacústicos.- La compresión tiene en cuenta sólo características del oído humano.
- 32 a 384 Kbp/s son los bitrates resultantes
- 5 canales + 0,1 para ayuda en bajas frecuencias
- BW audio = 15,5 KHz (límite en fh = 15.625Hz)