



2026

# MULTIMEDIA

## Tarea 1

INVESTIGACION

HISTORIA DEL MP3, Y OTROS  
FORMATOS DE COMPRESIÓN

OSCAR D. DE JESÚS LUCIO

PROF: SIERRA ROMERO NOE | telemática - multimedia



## Contenido

Introducción .....	1
Historia .....	1
Proceso y características del formato MP3.....	2
Otros formatos de compresión relacionados .....	3
¿Porque aún se usa mp3? .....	4
¿Qué fue lo más optimizado? .....	5
Conclusiones .....	6
Bibliografía .....	7

## Introducción

MP3 es un formato de **compresión con pérdida (lossy)**. Es la abreviatura de **MPEG-1 Audio Layer III**. Su objetivo es Reducir el tamaño de un archivo de audio PCM (como WAV o CD) por un factor de 10 a 12 (ej. de 40 MB a 4 MB) manteniendo una calidad "indistinguible" para el oído promedio.

[1]

## Historia

Desarrollado principalmente por el instituto **Fraunhofer IIS** en Alemania a finales de los 80s. **El**

**"Padre" del MP3:** Karlheinz Brandenburg.

Su tesis doctoral fue la base del algoritmo,

**La canción de prueba:** "Tom's Diner" de Suzanne Vega. Se usó esta canción *a cappella* porque la voz humana suave y clara era lo más difícil de comprimir sin que sonara robótico.

**Estandarización:** Se aprobó como estándar ISO en 1991 como parte del MPEG-1.

A finales de los 90, con la llegada de Winamp y Napster, se convirtió en el estándar *de facto* para la transmisión de audio por internet debido al ancho de banda limitado de la época.

El MP3 no solo transformó la industria musical, sino que también sentó las bases para el auge del streaming. Plataformas como Spotify y Apple Music deben su existencia al cambio de mentalidad que el MP3 introdujo: la música como un archivo digital que puede ser compartido y consumido instantáneamente. Aunque formatos como FLAC, OGG y AAC han ganado popularidad por su calidad superior, el MP3 sigue siendo relevante, como un recordatorio de una era en la que la música se volvió portátil.

[2]

# Proceso y características del formato MP3

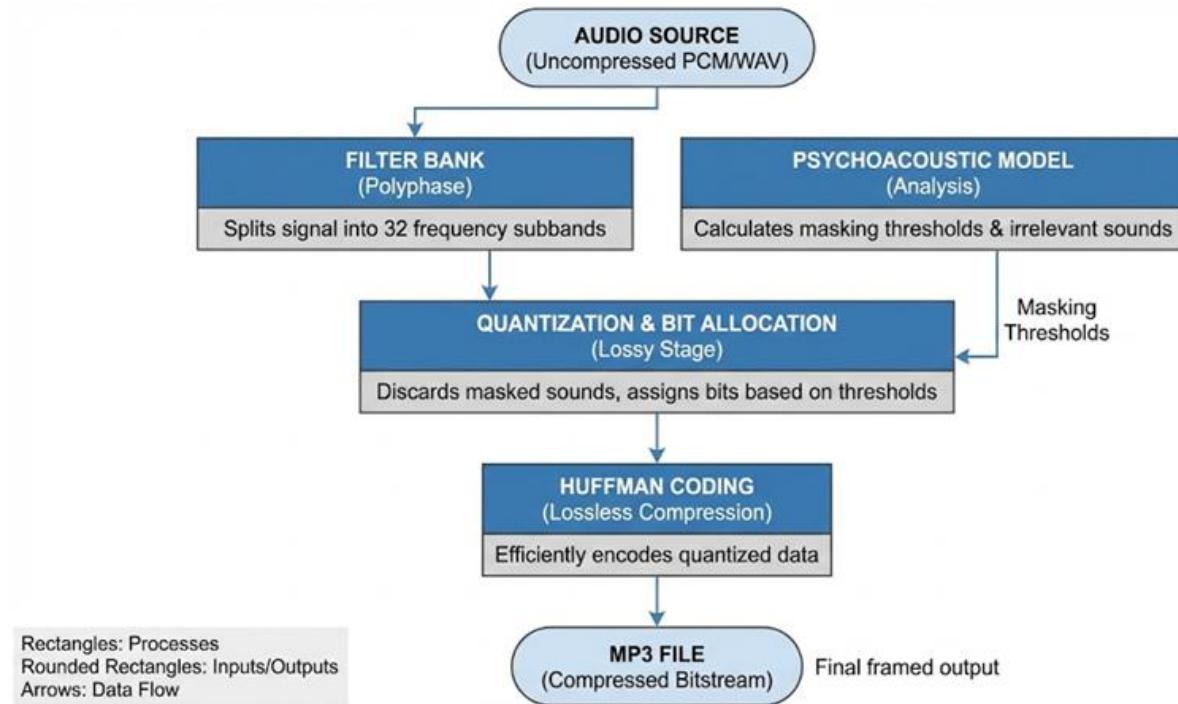
El MP3 no solo "corta" datos, usa **Psicoacústica**.

**Transformada de Fourier (FFT/MDCT):** El MP3 no guarda una onda de sonido (tiempo); convierte la señal en **frecuencias**. Divide el audio en 32 sub-bandas de frecuencia.

**Modelo Psicoacústico (El secreto):** El codificador analiza qué sonidos escucha el oído humano y cuáles no, basándose en:

- i) **Umbral de audición:** Elimina frecuencias extremas (muy bajas o muy altas) que no oímos.
- ii) **Enmascaramiento temporal:** Si hay un golpe fuerte de batería, el oído queda "sordo" unos milisegundos antes y después. El MP3 borra la información de audio en esos milisegundos "ciegos".
- iii) **Enmascaramiento de frecuencia:** Si hay un tono grave muy fuerte, tapa a los tonos agudos cercanos más suaves. El MP3 elimina esos tonos suaves porque "de todas formas no los ibas a oír".

**Codificación de Huffman:** Al final, a los datos que quedan (que ya son pocos), se les aplica una compresión sin pérdida (similar a un .zip) llamada codificación de Huffman para ahorrar aún más espacio.



## Otros formatos de compresión relacionados

**Otros formatos de compresión relacionados (La familia MPEG, "Motion Picture Experts Group (MPEG)")**

[3]

Es crucial aclarar que MP1, MP2 y MP3 son "capas" (layers) del mismo estándar MPEG-1, no versiones secuenciales como MP3 vs MP4.

- **MPEG-1 Layer I (MP1):** Compresión muy básica y rápida. Usaba mucho ancho de banda (384 kbps). Se usó en las cintas digitales DCC de Philips (ya obsoletas).
- **MPEG-1 Layer II (MP2):** Más complejo que el MP1. Todavía se usa mucho en **radiodifusión digital (DAB)** y en los DVDs. Es muy robusto contra errores de transmisión.
- **MPEG-1 Layer III (MP3):** La más compleja. Requiere más potencia de procesador para codificar/decodificar, pero logra la mayor compresión. Diseñado para transmisión por líneas telefónicas (ISDN) originales.
- **MP4 (MPEG-4 AAC):** "MP4" suele referirse al contenedor de video .mp4. El sucesor real del audio MP3 es el **AAC (Advanced Audio Coding)**.
- El AAC es más eficiente: un archivo AAC a 128 kbps suena mejor que un MP3 a 128 kbps. Es el estándar de YouTube, Apple Music y Spotify (web).

Estándar	Año	Objetivo Original (Target)	Tasa de Bits Típica	Principio Clave / Innovación	Uso Actual
MPEG-1	1993	Almacenamiento en CD (VHS digital).	1.5 Mbps	<b>Compresión Espacial y Temporal básica.</b> Introdujo el MP3 (Audio Layer III).	Casi obsoleto en video (VCD). El MP3 sigue vivo.
MPEG-2	1995	Televisión Digital (DTV) y DVD.	4 - 15 Mbps	<b>Soporte de Entrelazado (Interlacing)</b> y mayor resolución. Manejo de errores para transmisión (Broadcast).	DVDs, Televisión por cable/satélite (estándar DVB-T).
MPEG-3	N/A	HDTV (TV de Alta Definición).	N/A	<b>Abandonado.</b> Se descubrió que MPEG-2 podía cubrir HDTV con pequeños ajustes.	No existe. Se fusionó con MPEG-2.
MPEG-4	1998	Web, Móviles y Streaming.	Variable (muy baja a muy alta)	<b>Codificación basada en OBJETOS.</b> Separa fondo, personas y audio como entidades distintas. Alta eficiencia (AVC/H.264).	Streaming (YouTube, Netflix), MKV, MP4, Blu-ray modernos.
MPEG-7	2002	<b>Descripción de Contenido</b> (Metadatos).	N/A	No comprime video/audio. <b>Estandariza cómo DESCRIBIR el contenido</b> (ej: "canción triste", "color rojo dominante").	Motores de búsqueda, bibliotecas digitales, reconocimiento visual.
MPEG-21	2001	Marco Multimedia (Framework).	N/A	Gestión de <b>Derechos Digitales (DRM)</b> y adaptación universal (que el contenido se adapte a cualquier red/dispositivo).	Comercio electrónico de medios, gestión de copyright.

# ¿Porque aún se usa mp3?

"la tecnología más compatible es la que sobrevive".

**Compatibilidad Universal:** Es el "lenguaje franco" del audio. Desde un estéreo de coche de 2005 hasta el último iPhone, todo reproduce MP3 sin necesidad de instalar nada.

**Patentes Vencidas:** En 2017, las patentes del Fraunhofer expiraron. Ahora el MP3 es libre de usar para cualquier desarrollador sin pagar regalías (a diferencia de AAC que aún tiene licencias).

**Suficiencia:** Para el usuario promedio, un MP3 a 320 kbps es indistinguible del audio original.

**MÁS ALLÁ DE SU ESTANDARIZACIÓN TÉCNICA,** la permanencia del MP3 obedece a un fenómeno socio-tecnológico global: la **asincronía en el avance tecnológico**.

**El MP3 como el 'Mínimo Común Denominador':** A nivel mundial, la adopción de tecnología no es homogénea. Mientras que en mercados desarrollados predominan dispositivos de última generación capaces de decodificar formatos eficientes como AAC o Opus, en regiones en vías de desarrollo (y en sectores económicos desfavorecidos) subsiste un parque inmenso de hardware 'legacy' (antiguo): estéreos de automóviles, reproductores de DVD económicos, teléfonos básicos (feature phones) y radios portátiles. El MP3 es el único formato que garantiza operabilidad en el 100% de estos dispositivos.

**Economía de la Implementación (Costos Ocultos):** El costo no es solo el almacenamiento, sino la licencia y el hardware.

- **Patentes:** Desde 2017, las patentes del MP3 expiraron, convirtiéndolo en un formato de dominio público. Para un fabricante de electrónica de bajo costo (ej. reproductores MP3 genéricos de 2 dólares), implementar MP3 es gratis, mientras que otros códecs podrían requerir pago de regalías o procesadores más potentes.
- **Costo de Transición:** Para bibliotecas digitales, estaciones de radio y archivos personales, el costo de tiempo y procesamiento (energía) para transcodificar petabytes de audio de MP3 a AAC no justifica la ganancia marginal en calidad.

"las sociedades no avanzan parejamente" es la razón técnica principal de la **Interoperabilidad**.

# ¿Qué fue lo más optimizado?

El MP3 fue optimizado para la **escasez de ancho de banda**, apostando a que el **poder de procesamiento (CPU)** aumentaría.

[4]

## La Jerarquía de la Complejidad:

- **Layer I (MP1):** Fue diseñado para ser **simple**. En 1990, los chips eran caros y lentos. El MP1 comprimía poco (ratio 1:4) para que los procesadores baratos pudieran reproducirlo. Era como "doblar la ropa rápido y meterla al cajón".
- **Layer II (MP2):** Fue el estándar para la radiodifusión (DAB) y DVDs. Ofrecía mejor calidad y compresión (1:6 a 1:8), pero seguía priorizando que la decodificación fuera rápida.
- **Layer III (MP3):** Aquí ocurrió la ruptura. Los ingenieros del Fraunhofer decidieron **sacrificar la simplicidad computacional** para ganar **espacio**. El MP3 es matemáticamente mucho más complejo (ratio 1:10 a 1:12).

**La Innovación Técnica:** Lo que diferenció al MP3 de sus predecesores fue la aplicación agresiva de dos procesos matemáticos costosos para el hardware de la época:

- MDCT Dinámica: A diferencia de la rigidez del Layer I/II, el MP3 cambia el tamaño de su ventana de análisis en tiempo real.
- Codificación de Huffman: Se añadió una capa extra de compresión sin pérdida al final de la cadena. El verdadero mérito de ingeniería fue apostar por estos algoritmos que saturaban los procesadores de 1993, prediciendo correctamente que el ancho de banda (internet) seguiría siendo caro, pero el procesamiento (Ley de Moore) se abarataría rápidamente.

**El Contexto Histórico: La apuesta por la Ley de Moore** La optimización del MP3 fue una **apuesta a futuro**. En 1993-1995, comprimir un MP3 en una computadora normal tardaba horas (más tiempo que la duración de la canción) y reproducirlo en tiempo real consumía el 100% del CPU.

- **El problema social:** El mundo estaba entrando a internet con módems telefónicos (Dial-up) extremadamente lentos. El ancho de banda era el recurso más escaso y caro.
- **La solución:** El MP3 ofreció archivos lo suficientemente pequeños para viajar por esas líneas telefónicas lentas.
- **La optimización real:** Se optimizó el formato para **ahorrar transmisión (bytes)** a costa de **gastar procesamiento (ciclos de CPU)**. Fue una lectura correcta de la historia: las computadoras se volvieron rápidas muy pronto (Ley de Moore), pero el internet siguió siendo lento por muchos años más.

# Conclusiones

El MP3 marcó el inicio de la era de la distribución digital masiva. Debido a su flexibilidad y tamaño reducido, rompió las barreras físicas de la distribución de música, convirtiéndose en una tecnología que se acomodó socialmente y definió los hábitos de consumo de toda una generación.

Desde la perspectiva de la Ingeniería Telemática, el MP3 validó el cambio de paradigma de la **Integridad de Datos a la Calidad de Experiencia (QoE)**. Al utilizar algoritmos como la FFT y modelos psicoacústicos, demostró que la eliminación de información irrelevante (basada en biología) es tan válida como la eliminación de redundancia estadística. Esto rompió el dogma de que la transmisión debe ser exacta bit a bit, estableciendo que el ahorro de ancho de banda justifica la pérdida de fidelidad matemática siempre que la **fidelidad perceptual** se mantenga.

Aunque técnicamente ha sido superado por AAC y Opus, su inercia histórica y compatibilidad lo mantendrán vivo por décadas. Debido a las condiciones tecnológicas que las personas en el mundo tienen, sigue siendo usado por quienes lo necesitan

Este formato plantea un debate fundamental en la teoría de la información: el balance entre fidelidad y eficiencia. Aunque técnicamente es un formato 'con pérdida' (lossy) y no cumple con el ideal de transmisión exacta bit a bit, demostró que en telecomunicaciones multimedia, el ahorro de ancho de banda justifica la pérdida de fidelidad matemática, siempre que la **fidelidad perceptual** se mantenga dentro de márgenes aceptables.

Desde la perspectiva técnica, el MP3 validó la eficacia de la **Codificación Perceptual** sobre la simple compresión de datos. Al utilizar herramientas matemáticas como la **Transformada de Coseno Discreta Modificada (MDCT)** y la **Transformada Rápida de Fourier (FFT)**, se logró cambiar el enfoque del procesamiento de señales: ya no se trata de preservar la forma de onda eléctrica (dominio del tiempo), sino de preservar la experiencia espectral (dominio de la frecuencia). Esto demostró que la eliminación de **información irrelevante** (basada en las limitaciones biológicas del oído humano) es tan válida en ingeniería como la eliminación de la **redundancia estadística** (basada en patrones de repetición de bits).

## Bibliografía

- [1] [La Verdad Sobre La Compresión Con Pérdida: Reduce Archivos Sin Sacrificar Calidad \(Casi\)](#)
- [2] [El origen del MP3: Cómo cambió el mundo digital](#)
- [3] [MPEG de ORIGEN a MP3 - FreeConvert.com](#)
- [4] **Sterne, J.** (2012). *MP3: The Meaning of a Format*. Duke University Press.

### Otros...

**Brandenburg, K.** (1999). *MP3 and AAC explained*. AES 17th International Conference on High-Quality Audio Coding.

**Chapman, N. & Chapman, J.** (2009). *Digital Multimedia* (3rd Edition). Wiley.

**Havaldar, P. & Medioni, G.** (2009). *Multimedia Systems: Algorithms, Standards, and Industry Practices*. Course Technology.

**ISO/IEC.** (1993). *ISO/IEC 11172-3:1993 Information technology — Coding of moving pictures and associated audio*.

**Sterne, J.** (2012). *MP3: The Meaning of a Format*. Duke University Press.