

## Sonido

## Sonido y PCs

- Hasta la segunda mitad de los 90 los PCs no tienen capacidad de proceso y almacenamiento para multimedia
- En los finales de los 90 y con la aparición de las tarjetas PCI comienza un gran desarrollo de las tarjetas de sonido
- Utilidades del sonido en el PC:
  - Juegos
  - Aplicaciones multimedia
  - Composición, edición y mezcla de música
  - Grabación, edición y ejecución de música digital
  - Enseñanza de instrumentos
  - Etc...

## Sonido

- El sonido se produce por la colisión de varios cuerpos, generando una onda de presión en todas direcciones a través de la cual se libera energía
- Esta onda de presión se recibe en nuestros tímpanos y es interpretada por el cerebro
- Cuando el sonido llega a un micrófono los cambios de presión modifican el diafragma del micrófono traduciéndose en cambios en voltaje.
- La creación del sonido se produce al revés, la tarjeta genera una señal eléctrica que produce una variación en la membrana del altavoz generando una onda de presión y por tanto sonido

## Sonido

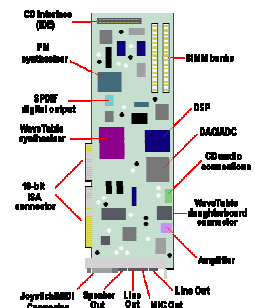
- El cerebro posee además la capacidad de localizar la dirección de la fuente de sonido
- El sonido que recibimos es una combinación de la emisión directa de la fuente (**Primer orden**) y los reflejos (**Segundo orden**) en el entorno (El entorno y sus propiedades de absorción modifican la percepción)
- Las ondas reflejadas además llegan con retraso respecto a la emisión directa debido a que recorren una distancia mayor.
- El cerebro combina todas las reflexiones generando un efecto de eco llamado reverberación

## Medida

- Rango de frecuencia audible : 20Hz - 20 KHz
- Medida en dB :
  - Gama muy grande de valores numéricos ( $2e-5 / 2e+2$  N/m<sup>2</sup>)
  - La magnitud de una sensación es proporcional al log. del estímulo. (Ley de Weber-Fechner)
- Ruido de fondo ( despreciable si  $\Delta L_p > 10$ dB ).
- El oído no reacciona linealmente con la frecuencia

## Componentes de una tarjeta de sonido

- Esta compuesta por dos subsistemas:
  - Captura de audio digital
  - Síntesis de música (2 modos):
    - Sintetizador FM
    - Ejecución de un sonido digitalizado



## Subsistema de audio digital

- Compuesto por un DAC (digital-analogue converter) y un ADC (analogue-digital converter) de  $x(16,24)$  bits y un generador de frecuencia de muestreo programable.
- El generador de frecuencia de muestreo proporciona la frecuencia de trabajo a los DAC y ADC, que leen datos desde el computador o se los envían.
- Las tarjetas usan canales DMA (Direct Memory Access) para leer y escribir el audio digital.
- Las tarjetas que simultáneamente pueden leer y escribir el sonido se denominan *full-duplex*.
- El generador de sonido usa un DSP (Digital Signal Processor) que genera el sonido de las notas en función de un banco de datos de sonidos e instrumentos almacenado en la Wavetable a diferentes velocidades y las multiplexa.
- El máximo número de notas simultáneas disponible depende de la capacidad del DSP y se denomina polifonía.
- Los DSP generan efectos como
  - Reverberación (ej. Ambientes donde se escucha)
  - Coros (varios instrumentos tocándose a la vez cuando en realidad solo se toca 1)
  - Retrasos
  - etc

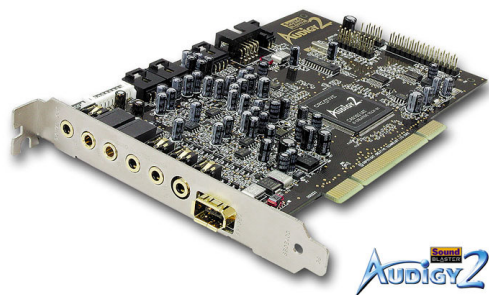
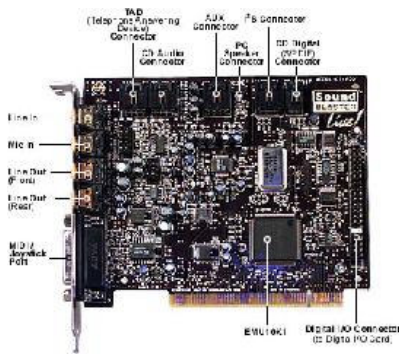
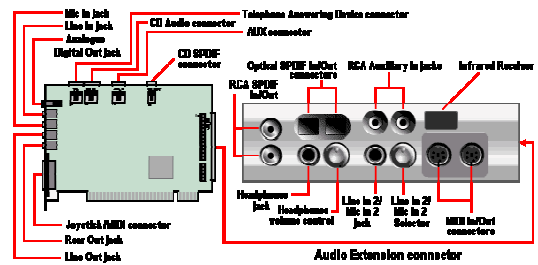
## FM Modulación en frecuencia

- Desarrollado en Stanford en 1970
- Generan una sinusoidal pura (portadora) y la mezclan con una forma de onda (moduladora)
- Yamaha lo adopta y desarrolla (DX7 y OPL3 hardware)
- Creados inicialmente de forma análogica, hoy en día la implementación es digital.

## Síntesis Wavetable

- Utiliza *samples* de instrumentos reales.
- Sample: representación digital de una forma de onda generada por un instrumento
- Mejor calidad, ésta depende de:
  - La calidad de los samples
  - La frecuencia a la que se graban
  - El número de samples usados para cada instrumento
  - Los métodos de compresión para almacenarlos
- Modificando la frecuencia de reproducción del sample se consiguen diferentes octavas.
- Se utilizan varios samples para un mismo instrumento para obtener una reproducción mejor.
- También se graban variaciones y efectos.

## Conexiones típicas





## Audio standards

- Primeros standards de facto (Soundblaster mono, soundblaster pro, etc) para DOS
- DirectX 1 y 2-DirectSound (primer API standard de Microsoft)- Left-Right effect
- DirectX3-DirectSound3D (DS3D) – 3D effects (positional audio) + SW effects
- DirectX5- DS3D accelerated hardware
- DirectX6- DS3D+DirectMusic
- DirectX extensions: soporte de características adicionales por terceros: reverberación, etc: A3D, EAX

## Aureal's A3D

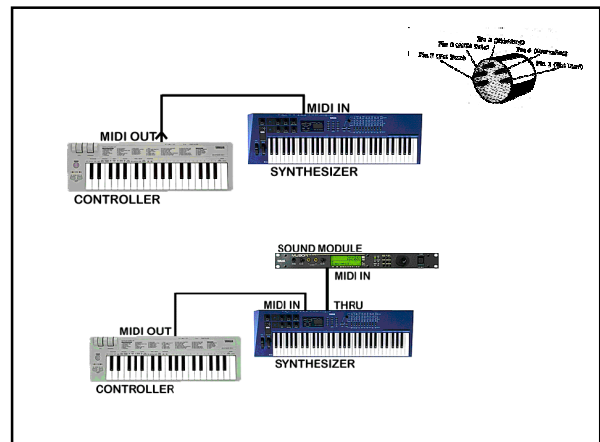
- Desarrollado por la NASA para sus simuladores de vuelo
- A3D1: entornos atmosféricos (niebla, agua, etc)
- A3D2: reflexiones y oclusiones (Wave tracing)
- A3D3:
  - Volumetric sound sources (no sólo puntuales)
  - MP3 playback
  - Reverberación (suma de reflexiones con retardo)
  - Streaming audio
- Fin de A3D :Bancarrota de Aureal en 2000

## Creative EAX (Environmental Audio Extensions)

- Inicio en 1998 para añadir reverberación en Soundblaster Live!
- EAX 1.0:
  - Objetivo: Crear sensación de entorno
  - Trabaja con efectos predefinidos
- EAX 2.0:
  - Efectos más sofisticados: Obstrucción y oclusión
  - Air absorcion model
- Finales 2000: los efectos de EAX se añaden a DirectX8
- Creative añade Dolby Digital y e incorpora su decodificador en las versiones 5.1

## MIDI: Musical Instrument Data Interface

- Se crea como un standard para comunicar controladores de música como teclados con generadores de sonido como sintetizadores o *drum machines*
- Es un lenguaje de descripción musical de eventos en tiempo real que admite 16 instrumentos por dispositivo
- Los mensajes que se envían se forman con:
  - Status byte: tipo de evento y el canal al que se envía(ej. Note On – qué instrumento suena)
  - Note number: tecla que se pulsa – nota musical
  - Velocity value: fuerza con que se pulsa la tecla
- El sintetizador que lo recibe ejecuta la orden hasta una orden de parada (Note off)
- General MIDI: estandarización incluyendo 128 instrumentos y 47 sonidos de percusión



## MP3

- Sistema de compresión de señales de audio basado en psicoacústica (cómo el cerebro percibe el sonido)
- Divide el espectro de frecuencias en 576 bandas y comprime cada una de forma independiente
- Usa el perceptual coding:
  - Si 2 sonidos ocurren a la vez, solo comprime el que oíría el cerebro
  - Si un sonido débil sigue a uno fuerte se suprime, etc.
- Se comprime el stereo (solo se almacena una vez si el sonido es idéntico en los 2 canales)
- Compresión en factor de 12 (DCT-Discrete Cosine transform)