

# TARJETAS DE SONIDO Y ALTAVOCES

La «voz» en la computadora que nos deja saber cuándo hemos recibido un nuevo E-mail, es posible gracias a la tarjeta de sonido. Antes de la llegada de las tarjetas de sonido, los ordenadores personales (PC) tenían limitados las señales sonoras ya que solo podían reproducir sonidos muy básicos (pitidos) por altavoz minúsculo en la placa base.

En 1989, Creative Labs introdujo la tarjeta SoundBlaster®. Desde entonces, muchas otras compañías han introducido tarjetas de sonidos, y Creative ha continuado mejorando la línea de SoundBlaster.

- Una tarjeta de sonido típica tiene:
- Un procesador de señales digitales (DSP) que maneja la mayoría de los cálculos.
  - Un convertidor digital a análogo (DAC) para el audio que sale de la computadora
  - Un convertidor analógico a digital (ADC) para el audio que entra en la computadora
  - Una memoria de solo lectura (ROM) o memoria Flash para almacenar datos
  - Interfaz digital de instrumento musical (MIDI) para conectar un equipo externo de música (para muchas tarjetas, el puerto de juego también se utiliza para conectar un adaptador externo de MIDI)
  - Jacks para conectar los altavoces y micrófonos, tan bien como línea de entrada y línea de salida
  - Un puerto de juegos para conectar una palanca de mando o gamepad

Las tarjetas de sonido actuales se insertan generalmente en una ranura de interconexión de componentes periféricos (PCI), mientras que algunas tarjetas más viejas o baratas pueden utilizar el bus ISA. Muchos de los ordenadores de hoy incorporan la tarjeta de sonidos en el chip-set de la placa base. Esto deja otra ranura abierta para otros periféricos. La SoundBlaster Pro se considera el estándar de hecho para las tarjetas de sonido. Virtualmente cada tarjeta de sonidos en el mercado de hoy incluye compatibilidad con la SoundBlaster Pro como mínimo

A menudo, diversas marcas de tarjetas de sonido de diversos fabricantes utilizan el mismo chipset. El fabricante de la tarjeta de sonido entonces agrega otras funciones y el software asociado para ayudar a distinguir su producto.

Las tarjetas de los sonidos se pueden conectar con:

- Auriculares
- Altavoces amplificados
- Una fuente de entrada análoga
- Micrófono
- Radio
- Reproductor de cintas
- Un reproductor de CD's
- Una fuente digital de entrada
- Cinta magnética para audio digital (DAT)
- Drive CD ROM
- Un dispositivo de salida análoga - reproductor de cintas
- Un dispositivo de salida digital
- DAT
- Grabador de CD's

Algunas de las tarjetas de sonidos high-end actuales ofrecen salida para cuatro altavoces y una interfaz digital a través de jack. Para los audiophiles, hay una nueva generación de tarjetas de sonidos digitales. Una tarjeta de sonido digital es práctica para aplicaciones que necesitan sonido digital, por ejemplo los CD-R y DAT. El ser digital sin ninguna conversión hacia o desde entradas análogas previene los que se llama «pérdida generacional». Las tarjetas de sonido digitales tienen entradas y salida para sonido digital, así que podemos transferir datos de DAT, DVD o CD directamente al disco duro en el PC.

## CAPTURANDO ONDAS

Típicamente, una tarjeta de sonidos puede hacer cuatro cosas con el sonido:

- Reproducir música pregrabada (desde CD's o archivos de sonido, tales como wav o MP3) juegos o DVD's
- Grabar audio desde varios medios de fuentes externas (por ejemplo micrófono o cinta)
- Sintetizar los sonidos
- Procesar sonidos existentes



El DAC y el ADC proporcionan los medios para conseguir el audio de entrada y salida de la tarjeta de sonido, mientras que el DSP supervisa el proceso. El DSP también toma precauciones de cualquier alteración del sonido, tales como el eco o las reverberaciones. Debido a que el DSP se centra en el proceso de audio, el procesador principal del ordenador puede tomar el cuidado de otras tareas.

Las primeras tarjetas de sonido usaron sintetizadores de FM para crear sonidos. Los sintetizadores de FM toman tonos en las frecuencias que varían y los combinan para crear una aproximación de un sonido particular, tal como el fragor de una trompeta. Mientras que los sintetizadores de FM han madurado al punto donde puede sonar muy realista, no se compara al sintetizador Wavetable. El sintetizador Wavetable trabaja registrando una muestra minúscula del instrumento real. Esta muestra entonces se reproduce en lazo para reconstruir el instrumento original con exactitud increíble. El sintetizador Wavetable se ha convertido en el estándar para la mayoría de las tarjetas de los sonidos, pero algunas de las marcas de fábrica baratas todavía utilizan sintetizadores de FM. Algunas tarjetas proporcionan ambos tipos.

Las tarjetas de sonidos muy sofisticadas tienen más soporte para Instrumentos MIDI. Usando un programa de música, un instrumento musical equipado con MIDI se puede unir a la tarjeta de sonido de modo que podamos ver en la pantalla de la computadora la el registro de la música de lo que estamos tocando.

## ARQUITECTURA DE LAS TARJETAS DE SONIDO

Una tarjeta de sonido tiene básicamente 3 elementos o módulos principales

- 1) Sintetización: Chip y conector Midi, con sintetizador (FM y/o Wavetable).
- 2) Digitalización: chip ADC y conectores a dispositivos analógicos (micrófono, audio CD, etc.). Chip DAC para reproducción analógica de sonidos digitales.
- 3) Mezclador: control de las diferentes señales

## SINTESIS DE SONIDO

Hay dos parámetros básicos para caracterizar una señal sonora: Su frecuen-

cia de repetición y su amplitud.

Cuando la amplitud y la frecuencia no son constantes se define un valor de envolvente, esto es, la curva que engloba la amplitud a lo largo del tiempo. A su vez, una señal sonora se caracteriza por varios parámetros de la envolvente: ataque (inicio), caída (final) y mantenimiento (duración)

Cada instrumento musical, o más bien cada familia de ellos, presenta unas características típicas.

Así, los instrumentos de cuerda, como la guitarra, presentan un ataque fuerte, un mantenimiento escaso y una caída prolongada. Un instrumento de viento por el contrario tendrá un mantenimiento prolongado, y un ataque y caída bruscos. Controlando tanto los valores de frecuencia con un adecuado ajuste de la envolvente, se pueden simular los sonidos producidos por los instrumentos musicales y otras fuentes sonoras.

Teniendo en cuenta los factores anteriores, hay dos formas básicas de producir o sintetizar una señal analógica a partir de datos o procesos digitales: Síntesis FM y Síntesis Wavetable.

## SINTESIS FM

La síntesis FM (Modulación de Frecuencia) utiliza la combinación de varios generadores de onda de frecuencia variable para emular (sintetizar) de la forma más aproximada posible la voz o instrumento que produce.

Para simular el timbre de un instrumento se utilizan generadores de ondas senoidales de amplitud y frecuencias programables (operadores) que se suman (mezclan) con un generador de onda senoidal principal también programable.

Los chips OPL2 incluyen dos operadores mas la señal principal que son los mínimos para generar una señal con tres partes diferentes (ataque, caída y mantenimiento).

El más moderno OPL3 contiene 4 operadores, lo que proporciona mejor calidad acústica, ya que el uso de más operadores representa una señal más parecida a la original a emular.

Para reproducir una polifonía (canción con varios instrumentos diferentes) se suman las notas de cada instrumento individual.

El número de instrumentos que se pueden tocar a la vez, también denominado número de voces, es igual al número de chips OPL que incluye la tarjeta de sonido en un sintetizador.

## SINTESIS WAVETABLE

La tecnología Wavetable permite sin-



tetizar sonidos con calidad profesional. En lugar de simular por FM los sonidos se utiliza una librería de muestras digitalizadas (con alta calidad) grabadas a partir de los instrumentos reales. Se realiza una corta grabación de cada nota básica de cada instrumento (se utiliza un conjunto de unos 128 instrumentos estándar) y se almacena en ROM sobre la propia tarjeta, o en un fichero.

Debido a la técnica utilizada además de los 128 instrumentos estándar, estas tarjetas disponen de memoria RAM, usualmente soldada ya en placa o en modulo SIMM, para almacenar los sonidos digitalizados por el propio usuario, pudiendo incluso registrar la propia voz como un instrumento adicional.

Para que estos sonidos no sean borrados al apagar el ordenador, ya que están en RAM es necesario almacenar el contenido de la RAM Wavetable en ficheros, que usualmente tiene la extensión VOC.

## EL FORMATO MIDI

Midi nace a principios de los 80 y no tiene nada que ver con la historia de los PC's. Su desarrollo se dio a la necesidad de conjuntar y reproducir con precisión numerosos procesos y sucesos para la tecnología de estudio y de escenario.

El acrónimo Midi corresponde a *musical instrument digital interface* (interface digital para instrumentos musicales). Describe una norma de comunicación física entre sistemas (conectores, cables, protocolos de comunicación) y las características del lenguaje que hacen posible el intercambio de información entre los sistemas y su almacenamiento. Es importante tener presente que Midi no transmite sonidos, sino información sobre como se ha de reproducir una determinada pieza musical seria el equivalente informático a la partitura.

El formato Midi contiene ordenes para generar los sonidos mas que los sonidos en si mismo. Describe un formato de ordenes de generación de sonido, y adicionalmente las normas de conexión, pero Midi, por si solo no genera música. La norma Midi también describe los instrumentos digitales asociándoles un número de identificación a cada uno.

Los componentes básicos de un sistema Midi son:

### · Interface Midi

Es el dispositivo que sirve para enviar y recibir datos MIDI desde el ordenador. Muchas tarjetas de sonido permiten utilizar unos conectores especiales para el puerto del Jostick, que permite comunicar el ordenador con los instrumentos musicales electrónicos

### · Cables y conectores

Los conectores por donde circula la información Midi tiene todos el mismo aspecto: son del tipo DIN con 5 pines. Los cables Midi tienen un conector macho en cada extremo. Los conectores Midi pueden tener tres tipos de funciones:

- MIDI IN: El conector Midi in es la puerta por donde llegan datos procedentes de otro aparato. Los datos que llegan por un conector IN a un sintetizador son transformados en música.
- MIDI OUT: Por el Midi OUT salen los datos que se han generado en el propio aparato. Cuando se toca en un teclado Midi se esta enviando información que sale por el puerto OUT.
- MIDI THRU: Por el conector Midi THRU también salen datos pero, a diferencia del OUT, no son producidas en el mismo aparato, si no que son solo una copia de aquello que llega por el Midi in. Se utiliza para encadenar tres o más dispositivos Midi en un mismo sistema.

### · Codificación de la música mediante el sistema Midi

#### \* Instrumentos y ficheros .MID

Midi se basa en un sistema de mensajes para codificar la información musical, que puede ser de dos tipos mensajes de canal y mensajes de sistemas.

No es necesario que el usuario conozca a fondo el significado de todos los mensajes ya que los aparatos y los programas los genera y los interpretan automáticamente.

En un primer momento no existían normas para instrumentos lo que ocasionaba dificultades practicas, ya que una de las informaciones que lanza un instrumento Midi es que instrumento ha de interpretarse mediante un código numérico. Esto se soluciono al desarrollar el estándar GM (General Midi) que establece 128 instrumentos determinados y concretos a los que se asigna un número. De este modo se consigue que con cualquier instrumento Midi (que genere secuencias Midi y disponga de conector) se pueda generar el sonido correspondiente a cualquiera de los otros 128, siempre que se disponga de un procesador Midi, un sin-

teizador (FM o Wavetable), y un conector para instrumentos Midi, elementos de los que disponen hoy en día todas las tarjetas de sonido. Los mensajes de canal hacen referencia a una acción musical en un determinado instrumento. Hay 16 canales posibles, esto significa que un sintetizador puede actuar como una orquesta de 16 músicos, cada uno de los cuales recibe una información individualizada de aquello que ha de interpretar los más usuales son:

- **NOTE ON:** Empieza a tocar una nota con una intensidad determinada. Este mensaje no explica cual es la intensidad de la nota, sino que se supone que hay que mantenerla hasta que nos llegue un mensaje NOTE OFF
- **NOTE OFF:** este mensaje indica que hay que dejar de tocar una nota previamente activada con un NOTE ON
- **PROGRAM CHANGE:** Es un mensaje que se envía normalmente antes de empezar la interpretación. Indica cual es el timbre o instrumento que hay que utilizar en cada canal.

\* **Control change:** Sirve para modificar otras características del instrumento asignado a cada canal: volumen, posición panorámica, afinación, pedal etc. la conexión Midi del dispositivo permite enviar y recibir mensajes de otro dispositivo Midi. Por ejemplo un dispositivo las puede generar y hacerlas disponibles en su conector de salida y un sintetizador recibirlas, en su conexión de entrada, para ejecutarlas.

La tarjeta de sonido (los sintetizadores en general) pueden recibir ordenes Midi provenientes de un instrumento pero también pueden procesar ordenes Midi almacenadas, por ejemplo, en disco duro en forma de ficheros.

Los ficheros Midi resultan muy compactos ya que no contiene en si los sonidos, sino la codificación de las notas e instrumentos que los producen.

### · **Midi en la tarjeta de sonido**

Además de los circuitos anteriormente expuestos hay otro adicional para poder interpretar las notas generadas por un instrumento o contenidas en un fichero: el procesador Midi. Este procesador recoge las notas y genera las señales que gobiernan los generadores FM o Wavetable.

## **DIGITALIZACION DEL SONIDO**

El sonido real que nos rodea esta compuesto principalmente por elementos analógicos, esto quiere decir, de variación continuamente en el tiempo.

Para convertir los datos analógicos digitales se utiliza un dispositivo electrónico que se encarga de comparar la magnitud de la señal de entrada con unos niveles de referencia, para ello se disponen de integrados convertidores analógico digital o ADC.

Aunque hay diverso métodos para realizar este tipo de conversión, básicamente se trata de elementos comparadores en dos entradas. En una se aplica la señal analógica de entra, y en la otra una tensión fija de referencia.

Mientras la señal de entrada es menor que el nivel de referencia la salida presenta un 0 lógico, cuando es mayor la entrada que la referencia el estado cambia a 1. Las tensiones de referencia del comparador tienen una escala decreciente según las potencias de 2.

La señal a medir se lleva en común a una entrada de todos los comparadores, de los cuales hay tantos como Bits de salidas se requieren. Cuanto mayor sea el número de niveles mas precisión se logra, pero también más complejo y caro es el convertidor.

El proceso de reproducción es justo el inverso. Un convertidor DAC se encarga de pasar información digital a una tensión de salida a base de sumar tensiones analógicas de cada comparador.

## **MEZCLADOR**

El mezclador analógico es el corazón de la tarjeta de sonido ya que en este se centralizan los diferentes circuitos. Su función es bastante simple, dispone de una serie de señales a la entrada que son sumadas para formar una señal a la salida.

Las señales de entrada son regulables en volumen.

El fabricante de la tarjeta (o el sistema operativo) suministra un programa que hace esto posible de forma sencilla.

A continuación les describimos las entradas al mezclador así como los conectores utilizados:

- **LINE:** se introduce una señal exterior mediante un conector jack denominado line in.
- **MIC:** Similar al anterior se dispone de un conector externo denominado micrófono, pero se lleva un pequeño amplificador antes de ser introducida en el mezclador. Esto se hace ya que los micrófonos suministran una tensión muy pequeña.
- **CD:** Aquí se introduce la señal de audio de un CD interno el conector se encuentra en la tarjeta y se conecta a la señal de audio del CD, que se trata como cualquier señal analógica, y que

se diferencia sobre las anteriores en que el dispositivo CD esta dentro del PC, de ahí que se encuentre el conector en el interior de la tarjeta y no en la parte exterior.

- **Midi:** Otra señal analógica de entrada es la señal generada por el sintetizador Midi.
- **WAV:** La ultima entrada esta conectada a la salida del DAC
- **Salidas:** La salida del mezclador se lleva a 3 lugares distintos
- **Directamente a un conector LINE OUT,** donde se obtiene la señal general
- **A un conector externo denominado Speaker** previa amplificación de la señal para poder excitar los altavoces
- **Al ADC**

## **PRODUCCIÓN DEL SONIDO**

Si hablamos en el micrófono de la computadora, la tarjeta de sonido crea un archivo de sonidos en formato wav desde la entrada de datos a través del micrófono. El proceso de convertir esos datos en un archivo que se registrará al disco duro es:

- 1) La tarjeta de sonidos recibe una señal de entrada analógica continua desde el jack del micrófono. En las señales analógicas recibidas varía la amplitud y la frecuencia.
- 2) El software en la computadora selecciona qué entrada será utilizada, dependiendo de si el sonido del micrófono se está mezclando con un CD en el drive CD ROM.
- 3) La señal analoga mezclada, es procesada en tiempo real por un circuito conversor de analógico a digital (ADC), creando una salida binaria (digital) de 0s y 1s.
- 4) La salida digital del ADC fluye en el DSP. El DSP es programado por un conjunto de instrucciones almacenadas en otro chip en la tarjeta de sonido. Una de las funciones del DSP es comprimir los datos ahora digitales para ahorrar espacio. El DSP también permite que el procesador de la computadora realice otras tareas mientras que está ocurriendo ésta.
- 5) La salida del DSP se lleva al bus de datos de la computadora por las conexiones que la tarjeta de sonido tiene.
- 6) Los datos digitales son procesados por el procesador de la computadora y encaminados al controlador de disco duro. Es entonces cuando se envían al disco duro como archivo de tipo wav.



Para escuchar un archivo previamente grabado en formato wav, simplemente el proceso se invierte:

1) Los datos digitales se leen desde el disco duro y se pasan a la unidad central de proceso.

2) La unidad central de proceso pasa los datos al DSP en la tarjeta de sonidos.

3) El DSP descomprime los datos digitales.

4) El flujo de datos sin comprimir, que salen del DSP es procesado en tiempo real por un circuito de conversión digital a analógico (DAC), creando una señal analógica que oiremos en los auriculares o a través de los altavoces, dependiendo de cual este conectado a la tarjeta.

## MEJORAS DE LA TARJETA DE LOS SONIDOS

Las mejoras de las tarjetas de sonido son una opción si la placa base no tiene un chipset propio de sonido o si el usuario desea un rendimiento más alto. Una mejora común de las tarjetas de sonido, es pasar de una del bus ISA al bus PCI. Generalmente, dependiendo del uso que vayamos a darle, sabremos si necesitamos una nueva tarjeta o no. Para algunas aplicaciones de audio, por ejemplo la telefonía o ciertos juegos, el sonido full-duplex es un deber. El sonido full-duplex tiene la capacidad de aceptar una entrada de sonido mientras que simultáneamente proporciona salida de otro.

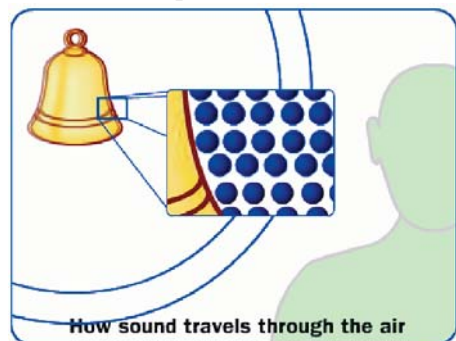
En Windows, nosotros podemos probar por la capacidad full-duplex haciendo lo siguiente:

- 1 - Menú de inicio
- 2 - Programas
- 3- Accesorios
- 4- Entretenimiento
- 5- Grabador de Sonidos

Repita el proceso pero abra dos copias del programa. Podemos probar el full duplex reproduciendo un archivo en uno, mientras en el otro grabamos uno

## LOS ALTAVOCES

En cualquier sistema de sonido, la última calidad depende de los altavoces. La



mejor grabación, codificada en el dispositivo de almacenamiento más avanzado y reproducida y amplificada por la última tecnología, sonará extremadamente mal si tiene un sistema de altavoces pobres. El altavoz de un sistema es el componente que toma la señal electrónica almacenada en cosas tales como CDs, cintas y DVDs y las transforma en el sonido real que podemos oír.

En esta edición de todo electrónica además descubriremos exactamente cómo los altavoces hacen esto. También miraremos cómo los diseños del altavoz los diferencian, y veremos cómo estas diferencias afectan la calidad de sonido. Los altavoces son unas piezas asombrosas de tecnología que han tenido un impacto profundo en nuestra cultura. Pero en su corazón, son dispositivos notable simples.

## FUNDAMENTOS BÁSICOS

Para entender cómo los altavoces trabajan, primero necesitamos entender cómo el sonido trabaja.

Dentro del oído existe una pieza muy fina de piel, llamada tímpano. Cuando el tímpano vibra, el cerebro interpreta las vibraciones como sonido. Los cambios rápidos en la presión de aire es la cosa más común que hace vibrar el tímpano.

Un objeto produce sonido cuando este vibra en el aire (el sonido puede también viajar a través de líquidos y de sólidos, pero el aire es el medio de la transmisión cuando escuchamos los altavoces). Cuando algo vibra, mueve las partículas de aire alrededor de él. Esas partículas de aire alternadamente mueven las partículas de aire alrededor de ellos, llevando el pulso de la vibración a través del aire como un disturbio que viaja.

Para ver cómo sucede esto, observemos un objeto simple cuando vibra (una campana por ejemplo). Cuando usted toca una campana, el metal vibra rápidamente. Cuando esta se mueve para un lado, desplaza las partículas de aire circundantes en ese lado. Estas partículas de aire

entonces chocan con las partículas delante de ellas, que chocan con las partículas delante de ellas etcétera. Cuando la campana se mueve de nuevo, esta mueve a un lado las partículas presentes en el aire circundante, creando una caída de presión que mueve mas partículas de aire circundantes, que crea otra caída de presión en la que caen más partículas lejanas etcétera, etcétera. Esta disminución de la presión se llama rarefacción.

De esta manera, un objeto que vibra envía una onda de presión fluctuando a través de la atmósfera. Cuando la fluctuación de la onda alcanza el oído, vibra el tímpano hacia adelante y hacia atrás. Nuestro cerebro interpreta este movimiento como sonido. Oímos diversos sonidos de diversos objetos que vibran debido a variaciones en:

### Frecuencia de la Onda de Sonido:

Una frecuencia más alta de la onda significa simplemente que la presión de aire fluctúa más rápidamente. Oímos esto como un sonido agudo. Cuando hay pocas fluctuaciones en un período de tiempo, el sonido que escuchamos es grave.

**Nivel de la presión de aire:** Esta es la amplitud de la onda, la cual determina cuán estridente es el sonido. Las ondas acústicas con mayores amplitudes mueven nuestros tímpanos más, y percibimos esta sensación como un volumen más alto.

Un micrófono trabaja como nuestros oídos. Este tiene un diafragma que vibra por las ondas acústicas en el área. La señal obtenida de un micrófono es codificada en una cinta o CD como una señal eléctrica. Cuando reproducimos esta señal en estéreo, el amplificador la envía al altavoz, que la reinterpreta en vibraciones físicas. Los buenos altavoces se optimizan para producir fluctuaciones extremadamente exactas en la presión de aire, justo como las tomadas originalmente por el micrófono. En la sección siguiente, veremos cómo el altavoz logra esto.

## CREACION DEL SONIDO

Anteriormente vimos que el sonido viaja en ondas de presión de aire fluctuantes, y que oímos sonidos diferentemente dependiendo de la frecuencia y de la amplitud de éstas ondas. También aprendimos que los micrófonos traducen ondas acústicas en señales eléctricas, que se pueden codificar sobre CDs, cintas, Lps, etc. Los reproductores convierten esta información almacenada nuevamente en corriente eléctrica para el uso en el sistema estéreo.

Un altavoz es esencialmente la máquina final de traducción (lo contrario del micrófono). Toma la señal eléctrica y la traduce nuevamente en vibraciones físicas para crear ondas acústicas. Cuando todo está trabajando como debería, el altavoz producirá casi las mismas vibraciones que el micrófono registró y codificó originalmente en una cinta, CD, un LP, etc. Los parlantes tradicionales hacen esto con uno o más altavoces. Un altavoz produce ondas acústicas rápidamente haciendo vibrar un cono flexible o diafragma.

El cono hecho generalmente de papel, plástico o metal, se une en el extremo ancho a la suspensión.

La suspensión es un aro de material flexible que permite que el cono se mueva, y se une al marco de metal del altavoz, llamado canasta.

El extremo estrecho del cono está conectado con bobina de voz.

La bobina está unida a la cesta por la araña, un anillo del material flexible. La araña sostiene la bobina en la posición, pero permite que se mueva libremente hacia adelante y hacia atrás.

Algunos altavoces tienen domo en vez de un cono. Un domo es como un dia-

fragma que se extiende hacia fuera en vez de encogerse.

La bobina de voz es básicamente un electroimán. Como todos sabemos un electroimán es una bobina de alambre, envuelta generalmente alrededor de un pedazo de metal magnético, por ejemplo hierro. La corriente eléctrica a través del alambre crea un campo magnético alrededor de la bobina, magnetizando el metal en el que se encuentra envuelto. El campo actúa justo como el campo magnético alrededor de un imán permanente: Tiene una orientación polar (un extremo «norte» y un extremo «sur») y atrae los objetos de hierro. Pero a diferencia de un imán permanente, en un electroimán puede alterar la orientación de los polos.

Si invertimos el flujo de la corriente, los extremos norte y sur del electroimán cambian.

Esto es exactamente lo que lo hace una señal estéreo (ésta constantemente invierte el flujo de la electricidad). Si alguna vez hemos instalado un sistema estéreo, entonces seguramente habremos notado dos cables de salida para cada altavoz (típicamente negro y rojo).

Esencialmente, el amplificador está cambiando constantemente la señal eléctrica, fluctuando entre una carga positiva y una carga negativa en el alambre rojo. Esta corriente alterna causa que la orientación polar del electroimán se invierta ella misma muchas veces por segundo.

¿Cómo es que esta fluctuación hace que la bobina del altavoz tenga movimiento hacia adelante y hacia atrás? El electroimán se coloca en un campo magnético constante creado por un imán permanente. Estos dos imanes (el electroimán y el imán permanente) interactúan uno con el otro como cualquier par de imanes. El extremo positivo del electroimán es atraído al polo negativo del campo magnético del imán permanente, y el polo negativo del electroimán es rechazado por el polo negativo del imán permanente.

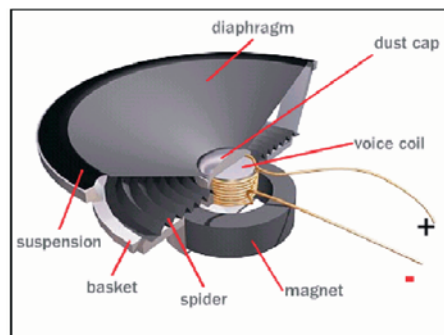
Cuando la orientación polar del electroimán cambia, lo hace también la dirección de repulsión y atracción. De esta forma, la corriente alterna constantemente invierte las fuerzas magnéticas entre

la bobina de voz y el imán permanente. Esto desplaza la bobina hacia adelante y hacia atrás rápidamente de su posición de reposo.

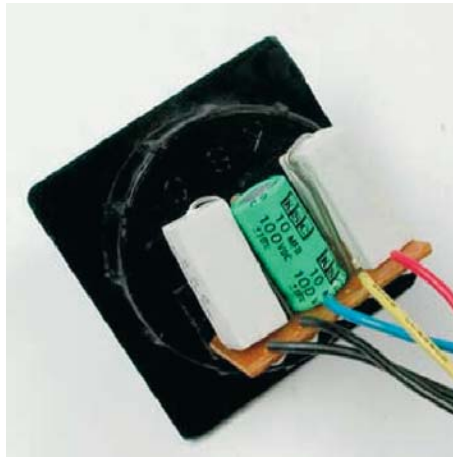
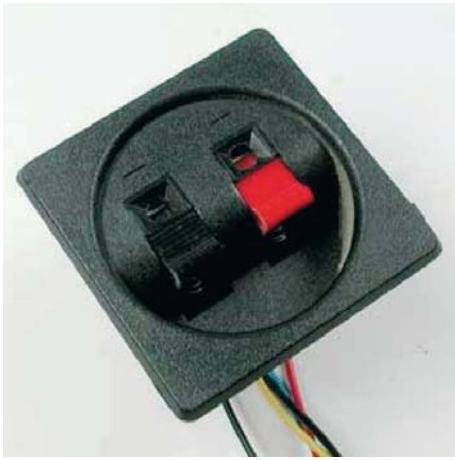
Cuando la bobina se mueve, ésta desplaza el cono del altavoz. Este hace vibrar el aire enfrente de él, creando ondas sonoras. La señal eléctrica de audio, también puede ser interpretada como una onda. La frecuencia y amplitud de esta onda, la cual representa la onda original de sonido, dicta la relación y distancia del desplazamiento de la bobina. Esto, en movimiento, determina la frecuencia y amplitud de las ondas sonoras producidas por el diafragma.

## GAMAS DE FRECUENCIA

Anteriormente vimos que los altavoces tradicionales producen el sonido em-







pujando y tirando de un electroimán unido a un cono flexible. Aunque los altavoces todos se basan en el mismo concepto, hay una amplia gama de tamaños y potencias. Los tipos básicos de altavoces son:

- Woofers - Altavoces para bajas audio-frecuencias
- Altavoces de agudos - Tweeters
- Alcance medio - Midrange

Los altavoces para bajas audio frecuencias son los más grandes, y se diseñan para producir sonidos de baja frecuencia. Los Tweeters son unidades mucho más pequeñas, diseñadas para reproducir las frecuencias más altas. Los altavoces de alcance medio producen una gama de frecuencias en el centro del espectro de sonido.

Y si pensamos en esto, tiene mucho sentido. Para crear las ondas de una frecuencia más alta (ondas en las cuales los puntos de presión de alta presión y baja están más cercanos) el diafragma del altavoz debe vibrar más rápidamente. Esto es más difícil de hacer con un cono grande debido a la masa del cono. Inversamente, es más difícil conseguir un altavoz pequeño que vibre lentamente; lo suficiente para producir frecuencias muy bajas.

Para producir sonido de calidad sobre una amplia gama de frecuencias más eficazmente, podemos dividir la gama entera en pedazos más pequeños que sean manejados por los altavoces especializados. Los altavoces de calidad tendrán típicamente un altavoz para bajas audio frecuencias, un altavoz de agudos y a veces un altavoz del alcance medio, todo incluido en uno recinto.

Por supuesto, para dedicar a cada altavoz una gama de frecuencias en particular, primero debemos dividir las frecuencias de la señal de audio en las tres frecuencias básicas (frecuencias bajas, alta frecuencia y alcance medio). Éste es el trabajo del crossover o divisor de frecuencias del altavoz.

El tipo más común de crossover es el pasivo, lo que significa que no necesita una fuente de energía externa, porque es activado por la señal audio que pasa por él. Esta clase de crossovers utiliza inductores, condensadores y a veces otros componentes. Los condensadores y los inductores se convierten en solamente buenos conductores bajo ciertas condiciones. Un condensador de un crossover conducirá la corriente muy bien cuando la frecuencia excede cierto nivel, pero la conducirá mal cuando la frecuencia está debajo de ese nivel. Un inductor de crossover actúa de la manera inversa (es solamente un buen conductor cuando la frecuencia está debajo de cierto nivel).

Cuando una señal eléctrica de audio viaja a través del alambre del altavoz al altavoz, pasa a través de las unidades de crossover para cada altavoz. Para fluir al altavoz de agudos, la corriente tendrá que pasar a través de un condensador. Así para la mayor parte de las altas frecuencias de la señal fluirán hacia la bobina del tweeter. Para que fluya hacia el altavoz de bajas audiofrecuencias, la corriente debe pasar a través de un inductor, así que el altavoz responderá principalmente a las frecuencias bajas. Un crossover para el altavoz del alcance medio conducirá la corriente por un condensador y un inductor, para fijar un punto de corte superior e inferior.

Hay también divisores de frecuencia activos. Los crossovers activos son dispositivos electrónicos que seleccionan las diversas gamas de frecuencia en una señal de audio antes de pasar al amplificador. Estos tienen varias ventajas sobre los crossovers pasivos, la principal es que uno mismo pueden ajustar fácilmente las gamas de frecuencia (Las gamas en los pasivos son determinadas por los componentes individuales del circuito crossover para, cambiarlos necesitaríamos instalar condensadores e inductores nuevos). Los crossover activos no se utilizan tan extensamente como los pasivos.

Los crossovers y los altavoces se pueden instalar como componentes separados en un sistema de sonidos, pero la mayoría de la gente termina poniendo en la misma caja los altavoces para las distintas frecuencias junto con el crossover

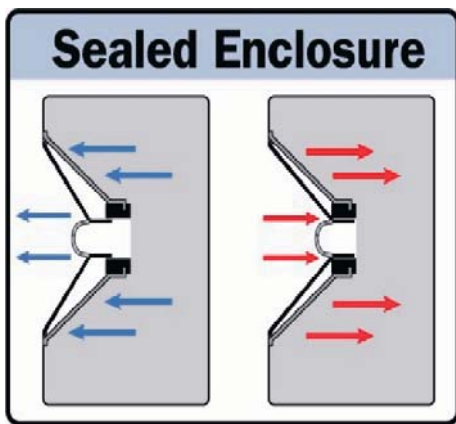
## CAJAS ACÚSTICAS

En la mayoría de los sistemas del altavoz, los altavoces y el crossover se contienen en una cierta clase de recinto. Estos recintos tienen un número de funciones. En su nivel más básico, hacen mucho más fácil la tarea de instalar los altavoces. Los recintos se construyen generalmente de madera pesada u otro material sólido que absorba con eficacia las vibración del altavoz. Si usted colocara simplemente un altavoz en una tabla, la tabla la vibraría tanto que se ahogarían el sonido del altavoz.

Además, el recinto del altavoz afecta cómo se produce el sonido. Cuando hablamos acerca de los altavoces, nos centramos en cómo el diafragma que vibra emitía ondas acústicas delante del cono. Pero, puesto que el diafragma se está moviendo hacia adelante y hacia atrás, está produciendo realmente ondas acústicas detrás del cono también. Diversos tipos de recintos tienen diversas maneras de manejar estas ondas «posteriores».

El tipo más común de recinto es el recinto sellado, también llamado recinto acústico de suspensión. Estos recintos se sellan totalmente, así que ningún aire puede escaparse. Esto significa las ondas delanteras viajan hacia afuera, mientras que la onda posterior viaja solamente en la caja. Por supuesto, puesto que ningún

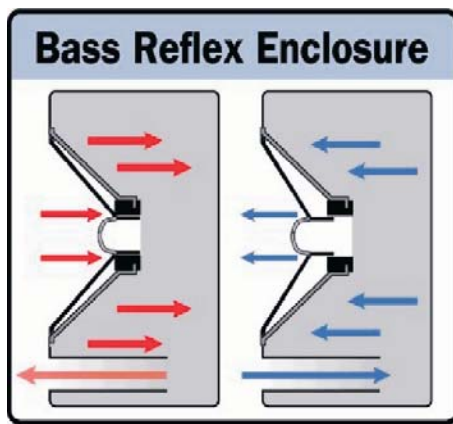




aire puede escaparse, la presión de aire interna está cambiando constantemente (cuando el altavoz se mueve adentro, se aumenta la presión y cuando el altavoz se mueve hacia fuera, se disminuye). Ambos movimientos crean diferencias de la presión entre el aire dentro de la caja y el aire fuera de la caja. El aire se moverá siempre para igualar los niveles de la presión, así que el altavoz se está empujando constantemente hacia su estado de «reclinación» (la posición en la cual la presión de aire interna y externa se iguala).

Estos recintos son menos eficientes que otros diseños porque el amplificador tiene que realzar la señal eléctrica para superar la fuerza de la presión de aire. La fuerza es una función valiosa, no obstante (actúa como un resorte para mantener el altavoz la posición derecha). Así la producción del sonido es mas precisa.

Otros diseños de recintos dirigen la presión interna hacia el exterior, usándola como suplemento de la onda acústica delantera. La manera más común de hacer esto es construir un pequeño puerto en el baffle. En éstos altavoces (bass reflex), el movimiento posterior del diafragma empujan ondas acústicas por el puerto, alzando el nivel de sonido total. La ventaja principal de los recintos bass re-

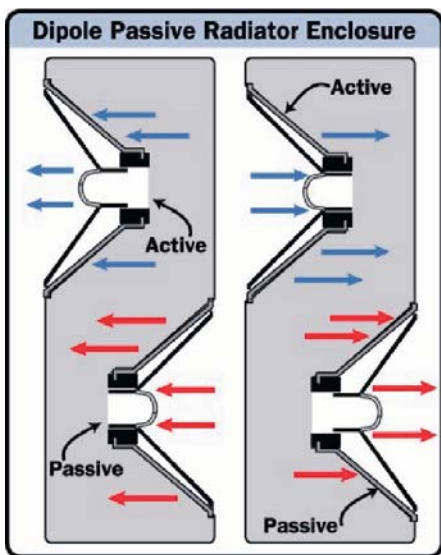


flex es su eficacia. La energía que mueve el altavoz se utiliza para emitir dos ondas acústicas en lugar una. La desventaja es que no existe una presión diferencial de aire para regresar el altavoz a su posición, así la producción de sonido es menos precisa.

Recinto Radiador pasivo, muy similares a las unidades Bass Reflex, pero en los recintos pasivos, los movimientos de las ondas posteriores mueven, un altavoz adicional pasivo, en vez de escaparse por el puerto. El altavoz pasivo es justo como el principal, actúa como el altavoz activo con la excepción que este no tiene bobina electromagnética, y no está conectado con el amplificador. Es movido solamente por las ondas acústicas que vienen de los altavoces activos. Este tipo de recinto es más eficiente que los recintos sellados y más preciso que los diseños bass reflex.

Algunos diseños de recintos tienen un altavoz activo en una de sus caras y uno pasivo en la otra. Este tipo de diseño, difunde el sonido en toda las direcciones, haciéndolos ideales para los canales traseros en los sistemas de audio Cine en casa.

Estos son solo algunos de los muchos recintos disponibles.



## DISEÑOS ALTERNATIVOS DEL ALTAVOZ

La mayoría de los baffles producen el sonido con los parlantes tradicionales. Pero hay algunas otras tecnologías en el mercado. Estos diseños tienen algunas ventajas sobre los altavoces dinámicos tradicionales, pero ellos caen en otras áreas. Por esta razón, se utilizan a menudo conjuntamente con unidades de altavoces.

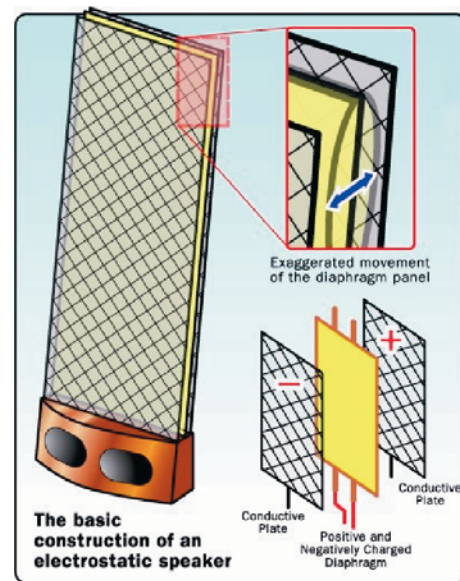
La alternativa más popular es altavoz electrostático. Estos altavoces hacen vibrar el aire con un grande y delgado, diafragma conductivo. Este panel de diafragma se suspende entre dos paneles conductores inmóviles que son cargados con

corriente eléctrica de un enchufe de pared. Estos paneles crean un campo eléctrico con un extremo positivo y un extremo negativo. La señal audio lleva una corriente a través del panel suspendido, rápidamente cambiando entre una carga positiva y una carga negativa. Cuando la carga es positiva, el panel se mueve hacia el extremo negativo del campo, y cuando la carga es negativa, se mueve hacia el extremo positivo en el campo.

De esta manera, el diafragma hará vibrar rápidamente el aire delante de él. Debido a que el panel tiene una masa tan baja, responde muy rápidamente y fielmente a los cambios en la señal audio. Este hace una reproducción clara, y extremadamente exacta de los sonidos. El panel no se mueve una gran distancia, así que no son muy eficaces para producir sonidos de una frecuencia baja. Por esta razón, los altavoces electrostáticos se conjugan a menudo con un subwoofer que alce la gama de frecuencias bajas. El otro problema con los altavoces electrostáticos es que deben ser conectados en un toma eléctrico de la pared y así que es más difícil de colocarlos en un cuarto.

Otro alternativa es el altavoz magnético plano. Estas unidades utilizan una larga, cinta metálica suspendida entre dos paneles magnéticos. Trabajan básicamente la misma manera que altavoces electrostáticos, excepto que la corriente positiva y negativa mueve el diafragma en un campo magnético en lugar de un campo eléctrico. Al igual que los altavoces electrostáticos, producen los sonidos de alta frecuencia con precisión extraordinaria, pero los sonidos de frecuencia baja son menos definidos. Por esta razón, el altavoz magnético plano se utiliza generalmente solamente como altavoz de agudos.

Ambos diseños están llegando a ser





más populares entre los entusiastas del audio, pero los altavoces dinámicos tradicionales siguen siendo la tecnología más frecuente. Los encontraremos por todas partes por donde vayamos, no solamente en disposiciones estéreo, ya que hoy en día estos hacen parte de aparatos tan comunes como despertadores, televisores, ordenadores, auriculares y toneladas de otros dispositivos.

Es asombroso cómo un concepto tan simple ha revolucionado el mundo moderno

## LA APLICACIÓN

En esta oportunidad, les vamos a mostrar como construir un subwoofer para nuestro ordenador. Con él podremos disfrutar al máximo de nuestros juegos de ordenador, además, de darle un toque especial a la música que escuchamos muy a menudo en nuestra maquina cuando trabajamos en ella.

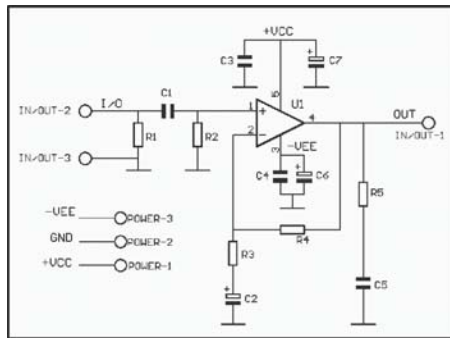
Puesto que este circuito lo que nos proporciona es un realce de las frecuencias más bajas del espectro de audio, tendremos una impresión más realista de cualquier sonido que reproduzcamos en nuestro ordenador.

Así pues amigos, estamos seguros que con este artículo, además de habernos instruido un poco acerca de las tarjetas

de sonido y los altavoces, también nos divertiremos construyendo este sencillo circuito y mucho más aun, nos divertiremos cuando este entre en pleno funcionamiento.

Comencemos pues, observando el diagrama de la figura 1, el cual nos muestra el diagrama esquemático del circuito que realiza el filtrado de las frecuencias, a través de este, nos podemos guiar para un mejor entendimiento de cómo trabaja; mientras que el de la figura 2 nos muestra el correspondiente al amplificador de potencia

En las figuras 3 y 4, observamos ya la ubicación de los componentes sobre las placas de circuito impreso correspondientes tanto al filtro como al amplificador de potencia, y en la otras (5 y 6), las pistas que conectan todos los elementos que involucra nuestro subwoofer.



## LISTA DE COMPONENTES

### Filtro:

R1, R2, R3, R10, R11: 33K  
 R4, R7: 2K7  
 R5, R8: 10K  
 R6, R9: 100K  
 R12, R13: 100  
 R14, R15: 680, 1W  
 VR1 (AB): Potenciometro doble 20K  
 VR2: Potenciometro 10K  
 C1: 4.7uF  
 C2, C4, C7: 100nF  
 C3: 4.7uF  
 C5, C6: 220uF  
 D1, D2: 15V, 1W  
 U1, U2: TL072

### Amplificador de Potencia

R1: 1M  
 R2: 22K  
 R3: 1K  
 R4: 20K  
 R5: 1  
 C1: 2.2uF  
 C2: 22uF  
 C3, C4: 0.1uF  
 C5: 0.22uF  
 C6, C7: 100uF  
 U1: LM1875C3, C4: 0.1uF  
 C5: 0.22uF  
 C6, C7: 100uF  
 U1: LM1875

Para los lectores que puedan estar interesados en este montaje Coelma suministra la placa de circuito impreso en terminado profesional al precio de 6,50 Euros, IVA incluido. Ref.: PCI-Subw 31

