



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE MORENO

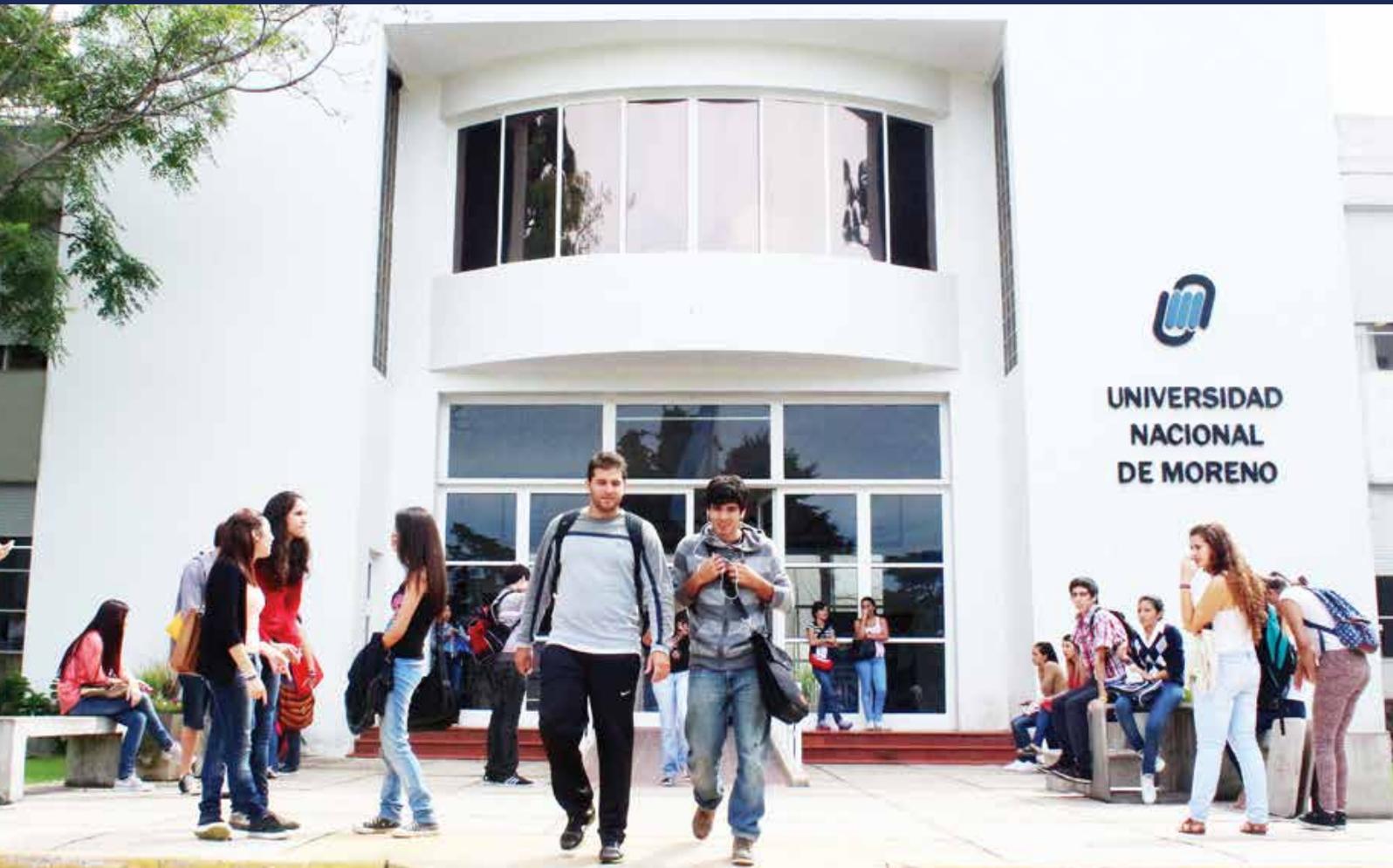
# TRANSDUCTORES DE SONIDO

## TRANSMISIÓN DE AUDIO CON LÁSER

### SONIDOS SIMPLES Y COMPUESTOS

Leonardo Dell Arciprete

2017





## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO**

### **Rector**

Hugo O. ANDRADE

### **Vicerrector**

Manuel L. GÓMEZ

### **Secretaría Académica**

Adriana M. del H. SÁNCHEZ

### **Secretario de Investigación, Vinculación Tecnológica y Relaciones Internacionales**

Jorge L. ETCHARRÁN (ad honórem)

### **Secretaria de Extensión Universitaria**

M. Patricia JORGE

### **Secretario general**

V. Silvio SANTANTONIO

### **Consejo Superior**

#### Autoridades

Hugo O. ANDRADE

Manuel L. GÓMEZ

Jorge L. ETCHARRÁN

Pablo A. TAVILLA

M. Patricia JORGE

#### Consejeros

##### Claustro docente:

Marcelo A. MONZÓN

Javier A. BRÁNCOLI

Guillermo E. CONY (s)

Adriana M. del H. SÁNCHEZ (s)

##### Claustro estudiantil:

Rocío S. ARIAS

Iris L. BARBOZA

##### Claustro no docente:

Carlos F. D'ADDARIO

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA  
Y ADMINISTRACIÓN**

Director - Decano  
Pablo A. TAVILLA

Licenciatura en Relaciones del Trabajo  
Coordinadora - Vicedecana  
Sandra M. PÉREZ

Licenciatura en Administración  
Coordinador - Vicedecano  
Pablo A. TAVILLA (a cargo)

Licenciatura en Economía  
Coordinador - Vicedecano  
Alejandro L. ROBBA

Contador Público Nacional  
Coordinador - Vicedecano  
Alejandro A. OTERO

**DEPARTAMENTO DE HUMANIDADES  
Y CIENCIAS SOCIALES**

Directora - Decana  
M. Patricia JORGE

Licenciatura en Trabajo Social  
Coordinadora - Vicedecana  
M. Claudia BELZITI

Licenciatura en Comunicación Social  
Coordinador - Vicedecano  
Roberto C. MARAFIOTI

Licenciatura en Educación Secundaria  
Coordinadora - Vicedecana  
Lucía ROMERO

Licenciatura en Educación Inicial  
Coordinadora - Vicedecana  
Nancy B. MATEOS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS  
APLICADAS Y TECNOLOGÍA**

Director - Decano  
Jorge L. ETCHARRÁN

Ingeniería en Electrónica  
Coordinador - Vicedecano  
Daniel A. ACERBI (int.)

Licenciatura en Gestión Ambiental  
Coordinador - Vicedecano  
Jorge L. ETCHARRÁN

Licenciatura en Biotecnología  
Coordinadora - Vicedecana  
Fernando C. RAIBENBERG (int.)

**DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA,  
DISEÑO Y URBANISMO**

Directora - Decana  
N. Elena TABER (a cargo)

Arquitectura  
Coordinadora - Vicedecana  
N. Elena TABER (int)

Dell Arciprete, Leonardo

Transductores de sonido transmisión de audio con láser sonidos simples y compuestos: guía para docentes / Leonardo Dell Arciprete. - 1a ed. - Moreno: UNM Editora, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-987-3700-63-7

1. Guía del Docente. 2. Aparato de Reproducción del Sonido. 3. Comunicación. I. Título.  
CDD 371.1

Colección: Cuadernos de Cátedra

Serie: Articulación con otros niveles educativos

Directora: Adriana M. del H. Sánchez

Autor: Leonardo DELL ARCIPRETE

1.º edición: mayo de 2017

© UNM Editora, 2017

Av. Bartolomé Mitre N.º 1891, Moreno (B1744OHC),  
prov. de Buenos Aires, Argentina

Teléfonos:

(0237) 466-7186 / 1529 / 4530

(0237) 488-3151 / 3147 / 3473

(0237) 425-1786 / 1619

(0237) 462-8629

(0237) 460-1309

Interno: 154

unmeditora@unm.edu.ar

<http://www.unm.edu.ar/editora>

La edición en formato digital de esta obra se  
encuentra disponible en:

<http://www.unm.edu.ar/repositorio/repositorio.aspx>

ISBN (version digital): 978-987-3700-63-7

La reproducción total o parcial de los contenidos publicados  
en esta obra está autorizada a condición de mencionarla  
expresamente como fuente, incluyendo el título completo  
del trabajo correspondiente y el nombre de su autor.

Libro de edición argentina. Queda hecho el depósito que  
marca la Ley 11.723. Prohibida su reproducción total o  
parcial

**UNM Editora**

**COMITÉ EDITORIAL**

**UNM Editora**

**Miembros ejecutivos:**

Adriana M. del H. Sánchez (presidenta)

Jorge L. ETCHARRÁN

Pablo A. TAVILLA

M. Patricia JORGE

V. Silvio SANTANTONIO

Marcelo A. MONZÓN

**Miembros honorarios:**

Hugo O. ANDRADE

Manuel L. GÓMEZ

**Departamento de Asuntos Editoriales**

**Staff:**

R. Alejo CORDARA (arte)

Sebastián D. HERMOSA ACUÑA

Cristina V. LIVITSANOS

Pablo N. PENELA

Florencia H. PERANIC

Daniela A. RAMOS ESPINOSA

**MATERIAL DE DISTRIBUCIÓN GRATUITA**



Libro  
Universitario  
Argentino

# TRANSDUCTORES DE SONIDO

TRANSMISIÓN DE AUDIO CON LÁSER  
SONIDOS SIMPLES Y COMPUESTOS



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE MORENO**

## Resumen

La presente guía tiene como objetivo abordar las Telecomunicaciones en particular la comunicación óptica. Enviaremos información, en forma de audio, con la luz de un láser rojo a un receptor luminoso (LDR) construido para tal efecto. Para continuar abordaremos al sonido desde la física y la psicoacústica desde un acercamiento experimental con la ayuda de PC y editores de sonido. También se construirá un micrófono dinámico para entender los transductores de sonido y por último analizaremos cualitativamente la relación señal/ruido de la señal recibida por el receptor.

## Objetivos de la Práctica

La experiencia consiste en entablar comunicación entre un reproductor de audio y una PC para estudiar la comunicación inalámbrica por medio de luz visible. Observar la conversión analógica entre intensidad de corriente e intensidad lumínica, construido a partir de componentes económicos y accesibles. También estudiaremos cómo capturar una voz humana con la construcción y empleo de transducción del sonido en particular micrófonos dinámicos,

Los propósitos de la práctica son:

**Abordar la comunicación óptica por ser una de las tecnologías que revolucionan a las sociedades modernas.** La comunicación por medio de la fibra óptica, un hilo transparente que puede canalizar las señales de luz, impulsó la era de las telecomunicaciones como Internet. La fibra óptica es usada para transmitir señales telefónicas, comunicación vía Internet y señales de televisión por cable. Debido a que la señal enviada con luz se debilita en menor medida que la enviada en un cable de cobre y es capaz de enviar más información entre otras ventajas.

**Poder comprender cómo captura la voz humana por medio de micrófonos dinámicos.** Poder registrar sonidos se logró muchos después de entender como hacerlo con imágenes y tuvo un impacto muy fuerte en el desarrollo de la Radio, la televisión y la telefonía.

**Despertar vocaciones científico-tecnológicas en los estudiantes de nivel secundario.** La propuesta intenta generar vocaciones tempranas por las Ciencias Naturales y las ingenierías en jóvenes de escuela media por su impacto positivo en el desarrollo tanto regional como nacional y la innovación productiva

**Articular acciones entre la Escuela Secundaria y la Universidad Nacional del Partido de Moreno.** El presente material es una primera propuesta a ser reelaborada y modificada fruto del trabajo articulado entre docentes universitarios y de escuela secundaria.

## Cuestiones técnicas antes de empezar

Antes de comenzar con la actividad en sí, es necesario contar con que materiales se disponen para tal fin, como configurarlos y usarlos en clase.

Materiales propios de la Práctica Comunicador Óptico:

- Módulo Transmisor, llamado emisor Láser.
- Módulo Receptor
- Cable de cobre esmaltado
- Vasos de Plástico
- Imán de neodimio
- Cable cocodrilo-mini plug

Otros materiales necesarios:

- Netbook
- Reproductor de Audio(o teléfono celular con salida miniplug)
- Cinta adhesiva

Los programas y archivos necesarios son:

- Editor de Sonido Goldwave
- Archivos de Sonido(se pueden descargar de la pagina <http://articulacioncienciaunm.blogspot.com.ar>)

## Descripción de los instrumentos

El módulo transmisor y receptor son los que se muestra en la imagen siguiente:



Figura 1: A la derecha el Emisor láser. A la izquierda el módulo Receptor

### Módulo transmisor

La conexión se da a través de un plug como si fuera un auricular que se conecta a la netbook/celular/reproductor. El emisor-láser solo funciona una vez conectado a ellos. Además posee un botón de ON-OFF para que el láser no esté funcionando constantemente, y así ahorrar la energía de la pila:



Figura 2: Botón de encendido

## Módulo receptor

En el caso del receptor el plug de conexión sirve para conectar el receptor a la entrada de micrófono de la pc y así poder grabar con el editor de audio todo lo que se recibe.

Hay que tener en cuenta que el receptor propiamente dicho; es decir, el componente eléctrico que recibe la luz, es el que se resalta en la siguiente imagen:



Figura 3: Receptor

Por lo tanto, a la hora de transmitir audio a través de la luz, hay que asegurarse de que el haz del láser incida directamente en la superficie resaltada.

## Cómo conectar el receptor

1. Conectarlo directamente a una PC, asegúrese que tener al máximo el volumen.

Opción Escuchar en Vivo: configurar que se reproduzca

- Lo primero de todo, haz clic derecho en el icono de volumen en el Área de notificación, y selecciona Dispositivos de grabación.

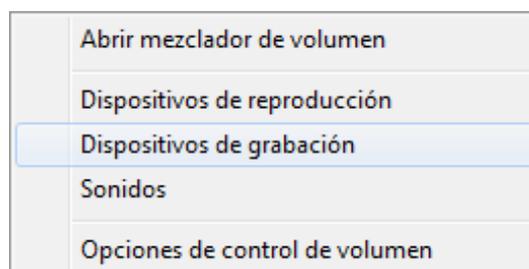


Figura 4: Menú de propiedad de Sonido Windows 7

## 2. Selecciona el dispositivo

- De entre la lista de dispositivos, selecciona aquel que quieres escuchar y haz doble clic sobre él (o clic derecho y después Propiedades)



Figura 5: Menú de de Sonido Windows 7

## 3. Escuchar el Receptor.

- El último paso es el más fácil. Ve a la pestaña Escuchar y marca la casilla Escuchar este dispositivo.

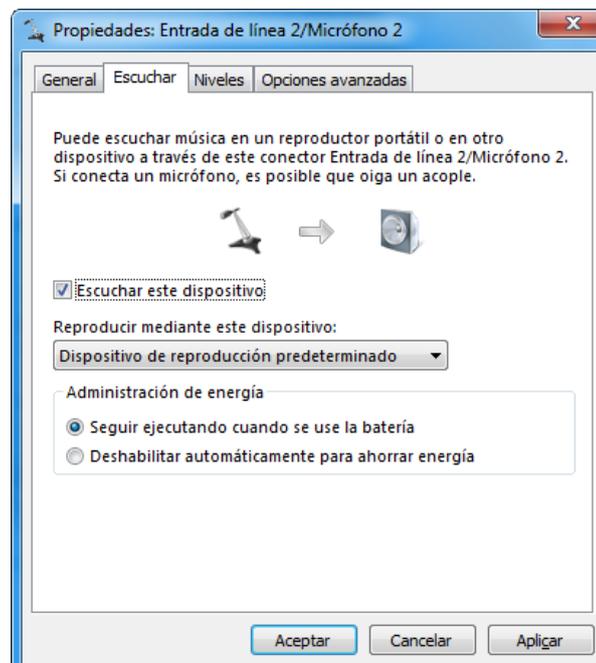


Figura 6: Menú de propiedad de Entrada de Línea en Windows 7

- Tras presionar Aceptar, el tema está listo.

## Cómo conectar el módulo transmisor.

- Conecte la ficha del plug a celular, PC o Reproductor en la salida de audio, icono de auricular , de ser de color es Verde, tal cual como lo haría con un par de auriculares.
- En caso de Usar Windows 7 en adelante: De haberlo conectado a una netbook, el administrador de sonido le notificará que se ha conectado un auricular:

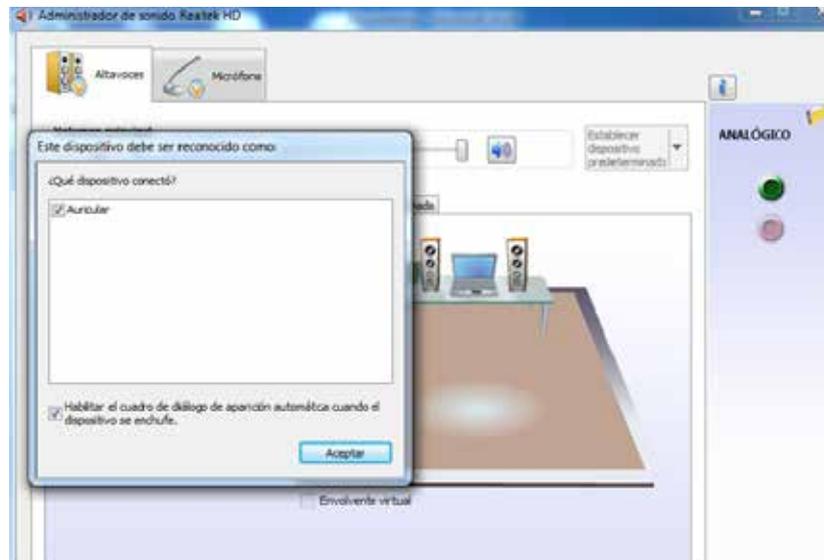


Figura 7: Menú al conectar auricular en Windows 7

- Desde el administrador usted podrá ajustar el “volumen” o la intensidad de la señal a transmitir. Para esto deberá ubicarse en la pestaña con la leyenda “Micrófono”. Luego de elegir el volumen adecuado, pulse aceptar.

## Comunicación sin cables

La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que la comunicación (emisor/receptor) no se encuentra unida por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la luz o cualquiera de las ondas electromagnéticas a través del espacio.

### Actividad: Hágase la luz

Encienda el transmisor con la perilla de encendido. Una vez hecho esto, se debe reproducir algún archivo de audio; como por ejemplo una canción o alguna onda senoidal generada desde el editor de audio. Luego de realizar los pasos mencionados, el haz del láser se debe apuntar hacia el receptor para llevar a cabo la transmisión.

La experiencia consiste entablar comunicación entre un emisor de sonido, por ejemplo un teléfono, con un receptor, como una PC con el objetivo de observar la conversión analógica entre intensidad de corriente e intensidad lumínica, construido a partir de componentes económicos y accesibles. Los estudiantes podrán enviar audio entre un celular y una computadora pudiendo grabar o escuchar en directo la música. Los principios abordados son los de comunicación óptica como los aplicados en fibra óptica.

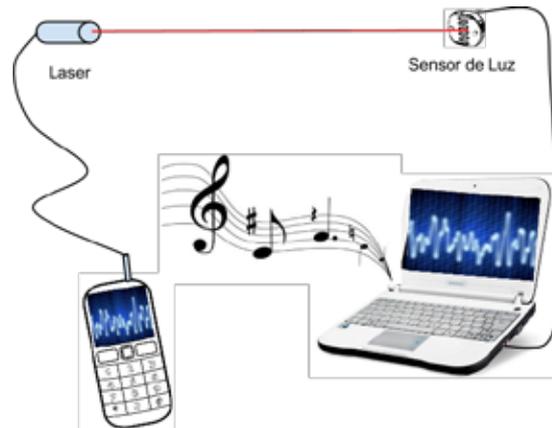


Figura 8: Imagen ilustrativa de telecomunicación óptica

El principio que tratamos ocurre en todos los equipos, dispositivos y sistemas que trabajan con señales, es decir con magnitudes variables que transmiten información. En nuestro caso, la información es, precisamente, la forma de onda del sonido. La señal original es audio, el celular la transforma en señal eléctrica y así llega al elemento transductor, es decir al láser. El láser convierte la señal eléctrica en una señal luminosa. La relación que hay entre las tres señales, idealmente, es que la señal eléctrica y lumínica deberían tener exactamente la misma forma de onda que la señal acústica. Este es el concepto de analogía, llamado técnicamente conversión analógica.

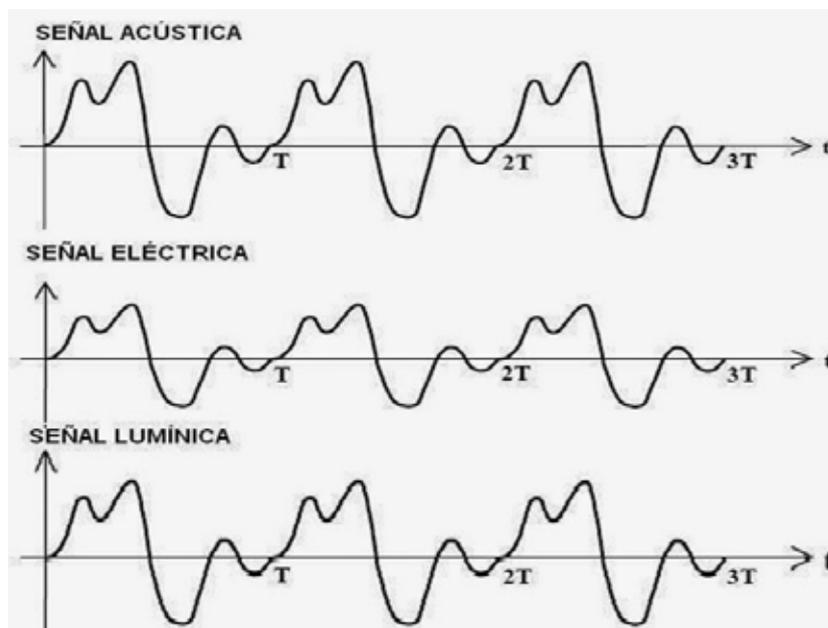


Figura 9: C: Conversión Analógica: Las variaciones de Luz y corriente es la similar.  
Por tener la misma forma las dos señales son análogas

La luz emitida por el láser estimula un sensor de luz, transforman la onda de luz en onda eléctrica. La PC, vía el auricular, convierte a sonido la señal eléctrica.

## La Física y la percepción

¿Alguna vez te paraste a pensar en la relación que tiene el sonido con la física?

Aparentemente ninguna, pero si profundizas y te paras a pensar tienen una gran conexión. Existen hechos muy conocidos como la vibración de una campana, el sonido de los instrumentos o incluso la voz, que son producidos por fenómenos físicos.

Entonces ¿Qué onda es el sonido?

Cuando una oscilación se desarrolla en un medio elástico produce una perturbación que se propaga generando lo que se conoce como "onda". Las ondas sonoras son perturbaciones que se propagan en el aire. Hay zonas de compresión, donde hay más cantidad de partículas, y zonas de enrarecimiento donde hay pocas partículas. Las partículas no viajan, oscilan, se traslada la compresión.

Las oscilaciones pueden diferir unas de otras en:

- la amplitud de oscilación (que indica cuánto se apartan aquello que oscila del punto de equilibrio), está relacionado con el volumen del sonido(aunque no siempre es así)
- en la frecuencia de oscilación, qué tan frecuentemente se suceden los ciclos de oscilación, cuantas veces se repite por segundo. se relaciona con el cuan grave o agudo es un sonido. A mayor frecuencia lo sentimos más agudo. A la cantidad de oscilaciones por cada segundo se le dice Hertz o Hz.
- en la forma de onda (de qué modo particular se desarrolla cada ciclo de oscilación) tiene que con el timbre de sonido, por ejemplo nuestro oído distingue muy bien un "LA" de un piano del de una guitarra, a pesar de tener igual frecuencia y amplitud.

En la siguiente imagen (Cubero, 2017) se puede observar una onda de demora en repetirse 4mseg, llamado periodo. Como la frecuencia es inversamente proporcional al periodo, la onda se repite 250 veces por segundo.

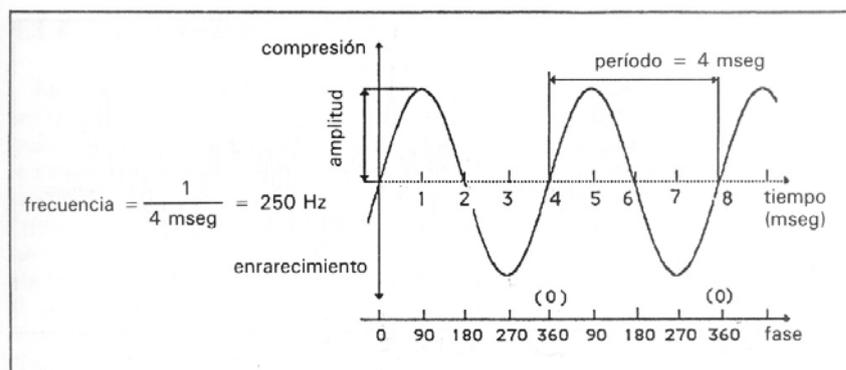


Figura 10: Gráfico temporal de la onda de 250 vibraciones por cada segundo(ó 250 Hz)

## Resumiendo

- La amplitud se relaciona con la intensidad percibida
- La frecuencia con el tono (grave o agudo),
- La forma de onda con el timbre.

Esta actividad pretende explorar dichas relaciones utilizando como medio una computadora con un editor de audio. Si bien podría utilizarse cualquier editor de audio el programa Goldwave porque puede disponer de una función que permite escribir la ecuación matemática de las ondas que se utilizarán.

La oscilación más sencilla desde el punto de vista físico, es la que se conoce como sinusoidal o senoidal pura. Es la que corresponde, por ejemplo, al movimiento de una masa unida al extremo de un resorte, o al de un péndulo que se aparta ligeramente de su punto de equilibrio.

Se denomina elongación al valor que indica qué tan apartado está aquello que oscila de su punto de equilibrio en cada instante. La amplitud indica el máximo apartamiento. La ecuación que describe la elongación en función del tiempo de una oscilación simple puede expresarse de la siguiente manera:

$$y(t) = A.\text{sen}(2.\pi.f.t)$$

donde  $t$  es la variable independiente (tiempo),

$y(t)$  es la variable dependiente (elongación),

$A$  es la constante que determina la amplitud máxima de la oscilación, y

$f$  es la frecuencia.

Lo que acabas de hacer es darle una función de movimiento a la membrana del parlante/auricular según la ecuación introducida con los parámetros de frecuencia y amplitud. Las moléculas que se encuentran junto a la membrana serán empujadas, mientras que las que se encuentran alejadas no. En la zona del parlante el aire se encontrará más comprimido que lejos de él, es decir que la misma cantidad de aire ocupa menos espacio. El aire comprimido tiende a descomprimirse desplazándose hacia la derecha y comprimiendo el aire próximo. Esta nueva comprensión implica nuevamente una tendencia a descomprimirse, por lo que la perturbación original se propaga a lo largo del tubo alejándose de la fuente.

La onda que se produce tiene la misma frecuencia y amplitud que la dada por el parlante. Ahora con una nueva variable, la posición  $x$ . para el sonido ronda los 340 metros por cada segundo que pasa.

## Actividad N°1:

Generar sonidos simple y compuestos con el Editor Goldwave

Previo a desarrollar la siguiente actividad es necesario familiarizarse con el editor de audio, por lo que indicaremos puntualmente los pasos necesarios para escribir una primera ecuación de oscilación.

(De no tener el Editor de Audio Goldwave (se puede bajar una versión de prueba en [www.gold-wave.com](http://www.gold-wave.com))

- A. Ejecutar el programa y clicar en el ícono que dice "New" (para iniciar un nuevo sonido). Aparecerá una ventana indicando datos técnicos:
  - Cantidad de Canales (mono: un canal, Estéreo: dos canales): mono
  - cantidad de muestras por segundo (sampling rate): 44100 vibraciones por cada segundo
  - Duración(horas: minutos: segundos): 2.0 segundos

Clicar OK para continuar.

- B. Aparecerá una ventana con título "Untitled1" con una serie de subdivisiones tanto horizontales como verticales. El eje horizontal corresponde al tiempo y el vertical a la elongación o amplitud entre -1 y 1.
- C. Clicar en el ícono "f(x)" (o ir a Tools/Expression Evaluator) que aparece en la parte superior de la ventana, con el fin de escribir una ecuación de elongación.

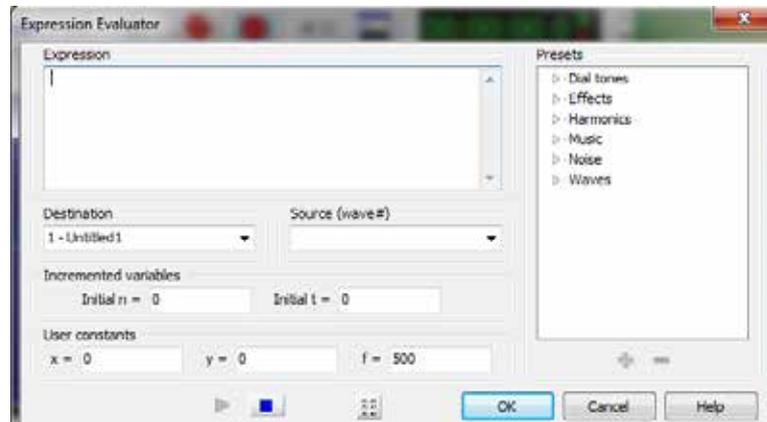


Figura 11: Evaluador de funciones del Goldwave

Se abrirá una ventana de título "**Expression Evaluator**" (Goldwave, 2017) . En el espacio en blanco con título "Expression", debemos escribir el lado derecho de la ecuación que deseamos utilizar. Como el programa está en inglés en lugar de "sen" (seno), se utiliza "sin" (sine). El factor  $\pi$  que necesitamos introducir se escribe directamente como "pi".

La escala vertical que el programa utiliza tiene un valor máximo de "1", con lo cual la amplitud que debemos utilizar tiene que ser menor que este valor.

El valor de frecuencia puede escribirse como "f" (en cuyo caso el programa utilizará el valor de f que aparece en la parte inferior de la ventana del evaluador de expresiones), o bien puede escribirse directamente el valor numérico deseado.

El punto se corresponde con el punto o la coma decimal. Para indicar una multiplicación se utiliza el asterisco "\*". De esta forma, si deseamos una oscilación senoidal con amplitud  $A=0.5$  y frecuencia  $f=500$ , podemos escribir(o copiar y pegar) alguna de las dos expresiones siguientes

$$0.5*\sin (2*pi*f*t) \quad [se\ puede\ copiar\ y\ pegar\ en\ el\ evaluador]$$

ya que normalmente el programa comienza con  $f=500$  se puede expresar directamente como,

$$0.5*\sin (2*pi*500*t)$$

Apretá OK.

Aparecerá una zona coloreada en la pantalla. Se trata de la oscilación senoidal pedida, pero debido a que la escala de tiempos inicial es de dos segundos y hemos elegido trabajar con 500 vibraciones por cada segundo (ciclos por segundo), el gráfico de 1000 oscilaciones queda como una zona completamente cubierta de puntos. Para ver la oscilación con mayor detalle debemos modificar la escala temporal, clicando en la lupa que tiene debajo la leyenda "1:1" (escala uno en uno) y que aparece entre los íconos de la parte superior de la pantalla.

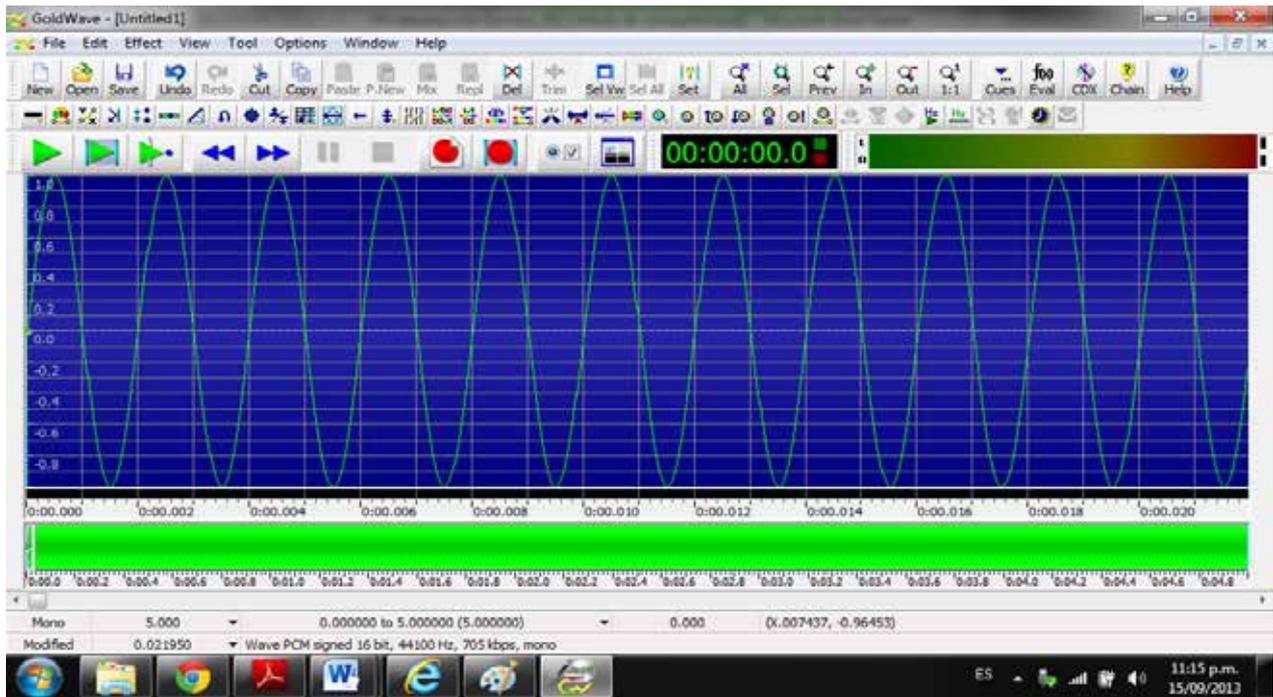


Figura 12: Gráfico de la función seno

Para escuchar esta senoidal de la imagen (Goldwave 2017), basta con presionar el botón de “play” que se encuentra bien a la derecha en la última fila de íconos de la parte superior de la pantalla. Se trata de un pequeño triángulo verde. Para detener la oscilación, hay que presionar el botón de “stop” (cuadrado)

## Actividad N° 2:

Generando Armónicos

- Los tonos puros o armónicos son los sonidos que poseen una única frecuencia

### Ejercicio a)

Cumplidos los pasos mínimos de utilización del software, solicitamos que exploren las diferencias que pueden detectarse al generar los siguientes sonidos.

- $A = 0.1$  y  $f = 500$  vibraciones por cada segundo
- $A = 0.25$  y  $f = 200$  vibraciones por cada segundo
- $A = 0.2$  y  $f = 4000$  Hertz (vibraciones por cada segundo)

*(si no escucha algún armónico duplique la amplitud en los tres casos)*

### Ejercicio b)

Utilizando una frecuencia de  $f = 4000$  Hertz, explorar valores de amplitud para determinar con la computadora y el sistema de audio que estén utilizando cuál es el valor más pequeño de  $A$  que puede aun ser escuchado. (Tengan en cuenta que en la actual versión del programa existe un pequeño botón verde en la ventana de evaluación que permite escuchar antes de generar todo el dibujo de la onda, simplificando el proceso de modificar una y otra vez la amplitud o la frecuencia)

### Ejercicio c)

Repetir el punto anterior para una frecuencia de 300 Hertz.

¿Notan alguna variación respecto de la experiencia anterior?

### Ejercicio d)

Volver a realizar el experimento con una frecuencia de 12000 Hertz.

Estamos experimentando como ud percibe los armónicos de diferentes frecuencias y amplitudes. La **Psicoacústica** llama a lo que estudiamos **Sonoridad**. Para sonidos de igual frecuencia es siempre cierto que a mayor amplitud, mayor sonoridad pero no lo es siempre si son de distintas frecuencias ya que el oído es muy sensible para las más cercanas a 4000Hz. En la siguiente imagen (Miyara, 2003) se observa dos sonidos de diferentes frecuencias, distintas amplitudes, el de menor amplitud es el de mayor sonoridad.

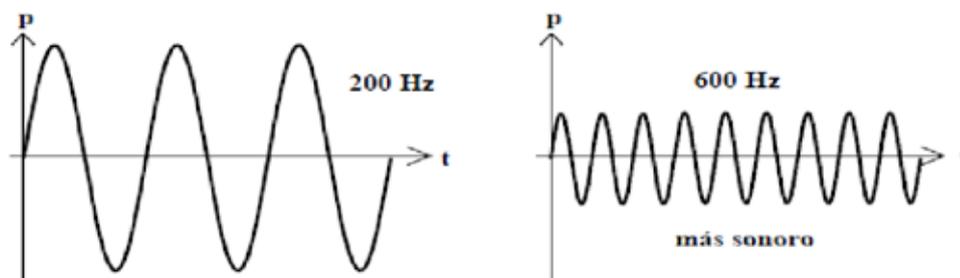


Figura 2.3. Dos senoides de frecuencia 200 Hz y 600 Hz respectivamente. La de mayor amplitud se percibe como *menos* sonora.

Figura 13: Sonidos de diferentes frecuencias, distintas amplitudes pero igual sonoridad

Entre todos los armónicos de igual amplitud, el oído es más sensible a los armónicos de frecuencias desde 600 a 4000 vibraciones por cada segundo. Por lo que para que dos armónicos de diferentes frecuencias tengan la misma sonoridad, en general deben tener distintas amplitudes.

También estuvimos experimentando con el Rango Audible. Un oído sano y joven es sensible a las frecuencias comprendidas entre los 20 vibraciones por cada segundo y los 20 mil vibraciones por cada segundo. También depende de la amplitud, hay sonidos de 100 vibraciones por cada segundo que no son audibles con una amplitud en la que una de 1000 vibraciones por cada segundo sí.

Fuera del espectro audible:

- Por encima estarían los ultrasonidos (Ondas acústicas de frecuencias superiores a los 20 mil vibraciones por cada segundo).
- Por debajo, los infrasonidos (Ondas acústicas inferiores a los 20 vibraciones por cada segundo).

El espectro audible podemos subdividirlo en función de los tonos:

1. Tonos graves (frecuencias bajas desde los 16 vibraciones por cada segundo a los 256 vibraciones por cada segundo).

2. Tonos medios (frecuencias medias de 256 vibraciones por cada segundo a 2 mil vibraciones por cada segundo).
3. Tonos agudos (frecuencias altas de 2 mil vibraciones por cada segundo hasta poco más de 16 mil vibraciones por cada segundo).

### Actividad N°3: Sonidos Compuestos

Es posible generar un sonido formado por la suma de más de una senoidal. Estos sonidos se denominan compuestos y al construir uno de ellos podremos comprender mejor lo que significa la expresión forma de onda y su relación con la **noción de timbre**.

#### Ejercicio e)

Cierre todos los archivos. Genere uno nuevo. Colocar en el evaluador de expresiones lo siguiente (puede copiar y pegar) en Expression Evaluator

$$0.5 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 400 \cdot t) + (0.5/3) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 400 \cdot 3 \cdot t) + (0.5/5) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 400 \cdot 5 \cdot t)$$

#### Ejercicio f)

- Ver la onda generada (los primeros 20 milisegundos en escala 1:1) y escuchar el sonido provocado.
- Compararlo con un armónico de 400 vibraciones por cada segundo de 0.5 de amplitud con la misma escala.

Guardar este sonido en la computadora con el nombre “Señal Cuadrada”

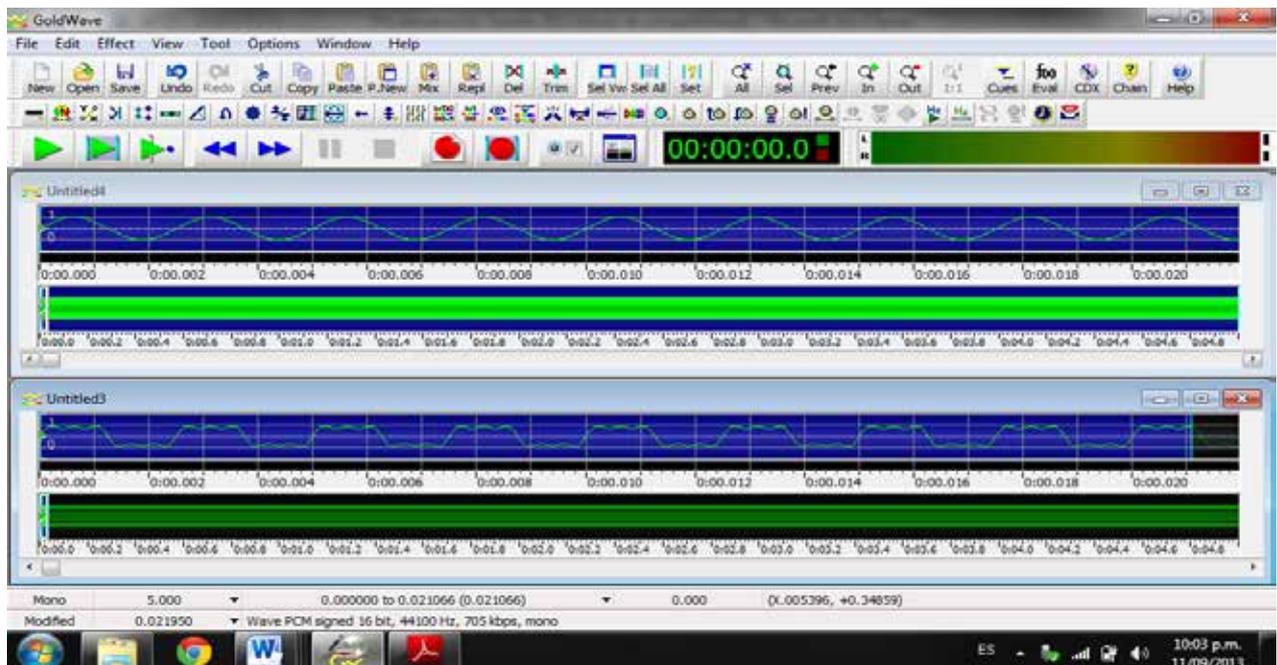


Figura 14: Onda compuesta formada por la suma de senos

Ambos sonidos, de forma senoidal y cuadrada, se observan en la figura 14 (Goldwave, 2017), poseen igual cantidad de ciclos por segundo (como puede observarse al compararlos en escala 1:1), aunque se perciben de modo distinto. **En Psicoacústica, se dice que poseen distinto timbre.**

Observe que la frecuencia de la onda dependerá del primer armónico, el de menor frecuencia.

### Ejercicio g)

Generar un sonido compuesto formado por cinco senoidales siguiendo la siguiente ley.

La primera senoidal con amplitud de 0.5 y frecuencia de 300 vibraciones por cada segundo.

Súmele la segunda senoidal, con amplitud  $0.5/2$  y frecuencia  $300 \cdot 2$ .

Sume las siguientes senoidales  $n$  ( $n=3$  hasta  $5$ ), con amplitud  $0.5/n$  y frecuencia  $300 \cdot n$ . Observar la forma 1:1 de onda y escuchar el resultado. Guardar el sonido con el nombre de "diente de sierra".

### Ejercicio h)

Generar un sonido compuesto formado por cinco senoidales siguiendo la siguiente ley.

La primera senoidal con amplitud 0.5 y frecuencia 300 vibraciones por cada segundo.

La segunda senoidal con amplitud  $0.5/3$  y frecuencia  $300 \cdot 3$ .

La tercera con  $A = 0.5/5$  y  $f = 300 \cdot 5$ .

La cuarta con  $A = 0.5/7$  y  $f = 300 \cdot 7$ .

La quinta con  $A = 0.5/9$  y  $f = 300 \cdot 9$ .

Observar la forma de onda y escuchar el resultado. Guardar el sonido obtenido con el nombre de "cuadrada".

### Ejercicio i)

Generar una señal con amplitud decreciente con el tiempo según la siguiente ecuación

$$2^{-(t/0.3)} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 400 \cdot t)$$

### Ejercicio j)

Experimentar cambiando el valor de 0.3 por un valor diferente y prestar atención a los cambios producidos.

### Ejercicio k)

Generar el siguiente sonido y escuchar su resultado (un sonido de campana).

$$2^{-(t/0.4)} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot t) + 2^{-(t/0.2)} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 1300 \cdot t) + 2^{-(t/0.1)} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 2300 \cdot t) + 2^{-(t/0.1)} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 3400 \cdot t)$$

Alterar un poco las frecuencias utilizadas y comparar auditivamente los resultados.

Alterar los tiempos de decaimiento y comparar resultados.

## TRANSDUCTORES DE SONIDO

Poder grabar la voz humana fue un hito de la Ciencias Aplicadas, ya que se necesitó de conocimientos de Física como las leyes de Electromagnetismo y mucha creatividad de ingenieros e inventores de principio de siglo XX. Veremos cómo grabar sonido con ayuda de imanes, cables y membranas de plástico.

El magnetismo y la electricidad están íntimamente ligados. Si por un cable pasa una corriente eléctrica y cerca hay una brújula ésta lo sentirá y cambiar su dirección. Se puede pensar que cable con corriente es un imán que podemos prender y apagar. De manera inversa, también es cierto que un imán en movimiento genera sobre un cable una corriente eléctrica. Este principio lo usaremos la presión que hace nuestra voz sobre un vaso del cual está sujeto un imán.

Nuestra voz es una onda de presión que viaja en el aire agitando sus partículas, estas vibraciones pueden mover una membrana flexible que usaremos como intermediario para la transducción. Un transductor de sonido es aquel dispositivo que transforma el sonido en corriente eléctrica o viceversa. Ejemplos de este tipo de artefactos son los micrófonos: estos son transductores electroacústicos que convierten la energía acústica, las vibraciones sonoras que son las oscilaciones en la presión del aire en energía eléctrica (variaciones de voltaje), como ya vimos para el comunicador óptico. Las ondas de presión sonora provocan vibraciones en una membrana elástica que acoplada a una bobina e imán convierten movimiento ondulatorios en variaciones seno ideales de corriente eléctrica. De esta manera logramos una conversión analógica entre un movimiento mecánico a pulsos eléctricos.

Un parlante también es un transductor de sonido, pero sigue el camino contrario: un altavoz transforma la corriente eléctrica en vibraciones sonoras.

### ACTIVIDAD: HAGAMOS UN MICRÓFONO

Ahora fabricaremos micrófonos dinámicos, realizados con imanes y cable de cobre esmaltado que permiten de igual manera grabar sonidos en la PC. El principio de funcionamiento consiste en transformar la onda sonora en onda eléctrica. El imán pegado al vaso vibra por acción del vaso, con el cobre enrollado (bobina) se genera pequeñas variaciones de corriente eléctrica con la misma forma de onda del sonido.

Materiales: Vaso plástico, alambre de cobre, imán, cinta adhesiva y conectores Plug- cocodrilo.

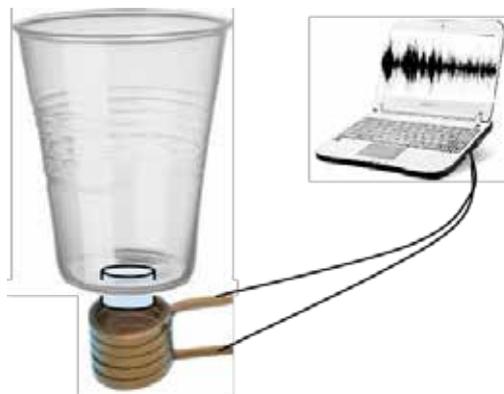


Figura 15: Imagen ilustrativa del micrófono dinámico.  
Se observa un vaso, imán y cobre enrollado conectado a la PC.

Pasos:

- a. Con cinta adhesiva una el imán con la base del vaso tratando que quede bien firme.
- b. Utilice la bobina, que es cable enrollado de tamaño levemente más grande que el imán (el imán debe caber dentro de la bobina). A las puntas de la bobina debe retirar el esmalte, puede hacerlo raspando con tijera o con lija.
- c. Unir las puntas de las bobinas con el cable Plug.
- d. Conecte el cable plug a la PC en la entrada de micrófono.
- e. Abra el Goldwave y grabe su voz hablando en la boca del vaso.
- f. Reproduzca la grabación.

## Actividad N° 4 :

Análisis de la respuesta del receptor

Una buena comunicación entre emisor y receptor es la que tiene buena fidelidad. La fidelidad es una norma de calidad que significa que la reproducción del sonido es muy fiel a la original. La alta fidelidad pretende que los ruidos y la distorsión sean mínimos.

Materiales: Dos PC's, receptor-emisor láser.

### Ejercicio l)

Analicemos una señal conocida generada con el editor de sonido. Abra el Goldwave y abra el archivo señalTriangular.mp3. Haga ZOOM 1:1. Observará una señal que formada por triángulos.

Capturemos la señal con el receptor y grabala con la PC. La idea será comparar la señal grabada con la original.

¿tiene forma diferente la señal triangular original con la capturada? ¿a qué conclusiones llega?

### Ejercicio m)

Inténtelo con una voz humana, por ejemplo grabe su voz diciendo un mensaje ¿la fidelidad es suficiente como para entender el mensaje grabado?

## REFERENCIAS

GoldWave. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from <http://WWW.GOLDWAVE.COM/>

Miyara, F. (2003). *Acústica y sistemas de sonido*. Rosario: Universidad Nacional de Rosario.

Rafael Cubero. Diseño y desarrollo web. Producción musical. (n.d.). Retrieved March 29, 2017, from <http://www.rcubero.es/>

# ÍNDICE

## **Objetivos de la Práctica 7**

### **Cuestiones técnicas antes de empezar 7**

Descripción de los instrumentos	8
Módulo transmisor	8
Módulo receptor	9
Cómo conectar el receptor	9
Cómo conectar el módulo transmisor	11

### **Comunicación sin cables 11**

Actividad: Hágase la luz 11

La Física y la percepción 13

Actividad N°1: Generar sonidos simple y compuestos con el Editor Goldwave 14

Actividad N°2: Generando Armónicos 16

Actividad N°3: Sonidos Compuestos 18

### **TRANSDUCTORES DE SONIDO 20**

ACTIVIDAD: HAGAMOS UN MICRÓFONO 20

Actividad N°4 : Análisis de la respuesta del receptor 21

### **REFERENCIAS 21**



MATERIAL DE DISTRIBUCIÓN GRATUITA



**Universidad Nacional de Moreno**  
Av. Bartolomé Mitre N° 1891, Moreno (B1744OHC), prov. de Buenos Aires, Argentina  
(+54 237) 466-7186/1529/4530  
(+54 237) 462-8629  
(+54 237) 460-1309  
[www.unm.edu.ar](http://www.unm.edu.ar)  
[www.facebook.com/unimoreno](https://www.facebook.com/unimoreno)



**UNM 2010  
UNIVERSIDAD DEL  
BICENTENARIO  
ARGENTINO**