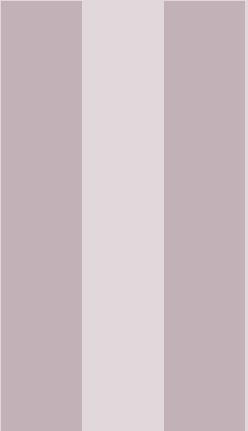




# Legislación y regulación



# Proyecto final 1

# Dispositivos de fibra óptica

## 0.1 Transductor Acústico

Un **transductor acústico** es un dispositivo utilizado para convertir la energía acústica, es decir, las ondas sonoras, en otro tipo de energía. También puede realizar la conversión **inversa**, convirtiendo energía en forma de señales eléctricas en energía acústica.

El transductor acústico actúa como un intermediario entre el medio en el que se propaga el sonido y el sistema de registro o reproducción. Es capaz de captar las ondas sonoras y convertirlas en señales eléctricas, que luego pueden ser amplificadas, procesadas y utilizadas para diversos fines.

Existen diferentes tipos de transductores acústicos, cada uno diseñado para cumplir una función específica. Algunos ejemplos comunes incluyen:

- **Micrófonos:** Son transductores que convierten las ondas sonoras en señales eléctricas. Se utilizan en grabaciones de audio, sistemas de sonido y comunicaciones.
- **Altavoces:** Son transductores que convierten las señales eléctricas en ondas sonoras audibles. Se utilizan en sistemas de sonido, radios, televisores y otros dispositivos de reproducción de audio.
- **Transductores piezoelectrinos:** Utilizan el efecto piezoelectrónico para convertir las ondas sonoras en señales eléctricas. Se utilizan en aplicaciones como la medición de nivel de sonido, dispositivos de ultrasonido y sensores acústicos.
- **Hidrófonos:** Son transductores utilizados para captar y convertir las ondas sonoras en agua, como las utilizadas en estudios acústicos submarinos y en la industria marina.

### 0.1.1 Micrófono

Un **micrófono** es un transductor acústico que convierte las ondas sonoras en señales eléctricas. Es un dispositivo utilizado para captar y convertir el sonido en una señal eléctrica, que luego puede ser amplificada, procesada y registrada. El micrófono es ampliamente utilizado en diversas aplicaciones, como grabaciones de audio, sistemas de sonido, comunicaciones, transmisiones en vivo y aplicaciones de sonido en general.

#### Partes de un Micrófono

Un micrófono consta de varias partes importantes que desempeñan un papel fundamental en su funcionamiento. A continuación se describen las partes clave de un micrófono:

- **Membrana o Diafragma:** La membrana o diafragma es una parte del micrófono que responde a las ondas sonoras al vibrar o moverse. Por lo general, está hecho de un material delgado y flexible, como una lámina de metal o plástico. La vibración del diafragma es causada por las fluctuaciones de presión del sonido y es crucial para convertir la energía acústica en señales eléctricas.
- **Bobina:** La bobina es una parte del micrófono que se encuentra cerca del diafragma. Es un alambre enrollado en forma de espiral alrededor de un núcleo. Cuando el diafragma vibra, la bobina también se mueve en respuesta a esas vibraciones. La bobina está diseñada para ser conductora y, al moverse en el campo magnético, genera una corriente eléctrica proporcional a las vibraciones del diafragma.
- **Imán:** El imán es otro componente esencial en algunos tipos de micrófonos, como los micrófonos dinámicos. El imán crea un campo magnético estable y constante en la proximidad de la bobina. Cuando el diafragma y la bobina se mueven en respuesta al sonido, generan una corriente eléctrica al interactuar con el campo magnético del

imán. Esto permite la conversión de las vibraciones sonoras en señales eléctricas.

- **Señal Eléctrica:** La señal eléctrica es el resultado final del proceso de transducción en el micrófono. Es la representación eléctrica de las vibraciones del sonido captadas por el diafragma y la bobina. La señal eléctrica generada por el micrófono puede ser débil y de bajo voltaje, por lo que a menudo se requiere un amplificador para aumentar su nivel y hacerla utilizable en sistemas de audio o grabaciones.

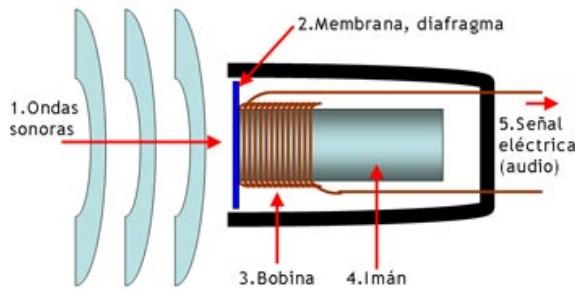


Figure 1: Partes de un micrófono.

## Tipos

Existen varios tipos de micrófonos, cada uno con sus características y usos específicos. Algunos ejemplos comunes incluyen:

- **Micrófonos de condensador:** Utilizan un diafragma delgado y una placa de carga electrostática para captar las variaciones de presión del sonido. Son sensibles y precisos, adecuados para estudios de grabación y aplicaciones profesionales.
- **Micrófonos dinámicos:** Utilizan un diafragma y una bobina móvil para generar la señal eléctrica. Son más robustos y versátiles, adecuados para presentaciones en vivo, aplicaciones de sonido en vivo y uso general.
- **Micrófonos de cinta:** Utilizan una cinta magnética como elemento sensor. Son conocidos por su sonido suave y cálido, y son populares en aplicaciones de grabación y estudio.
- **Micrófonos de contacto:** Captan el sonido mediante el contacto directo con la fuente sonora. Se utilizan en aplicaciones como la grabación de instrumentos musicales acústicos y la captura de sonidos de superficies sólidas.

## Diagramas Polares de un Micrófono

Los diagramas polares de un micrófono describen la forma en que el micrófono captura el sonido en relación con la dirección de origen. Estos diagramas proporcionan información sobre la sensibilidad del micrófono en diferentes direcciones y son útiles para determinar el patrón de captación del micrófono. A continuación, se presentan algunos de los diagramas polares más comunes:

- **Unidireccional:** El diagrama polar unidireccional muestra que el micrófono tiene una respuesta direccional principalmente en una dirección específica. Es más sensible en la parte frontal y menos sensible en las otras direcciones. Este patrón es ideal para situaciones en las que se desea captar el sonido proveniente de una única fuente frontal, mientras se reduce la captación de sonidos laterales y traseros no deseados. Lo son: **cardiode, supercardiode e hipercardiode**.

- **Omnidireccional:** El diagrama polar omnidireccional muestra que el micrófono tiene una respuesta direccional uniforme en todas las direcciones. Es igualmente sensible en todas las direcciones y capta el sonido de manera equitativa desde todas las fuentes. Este patrón es adecuado cuando se necesita capturar el sonido ambiental o en situaciones donde no se requiere una selección direccional precisa.
- **Bidireccional:** El diagrama polar bidireccional muestra que el micrófono tiene una respuesta direccional en dos direcciones opuestas. Es más sensible en la parte frontal y trasera, pero menos sensible en las direcciones laterales. Este patrón es útil para situaciones en las que se desea captar el sonido proveniente de fuentes frontales y traseras, mientras se reduce la captación de sonidos laterales.
- **Cardioide:** El diagrama polar cardioide muestra que el micrófono tiene una respuesta direccional en forma de corazón. Es más sensible en la parte frontal, menos sensible en las direcciones laterales y aún menos sensible en la parte posterior. Este patrón es común en muchos micrófonos y proporciona una buena selectividad hacia la fuente frontal mientras rechaza los sonidos laterales y traseros no deseados.

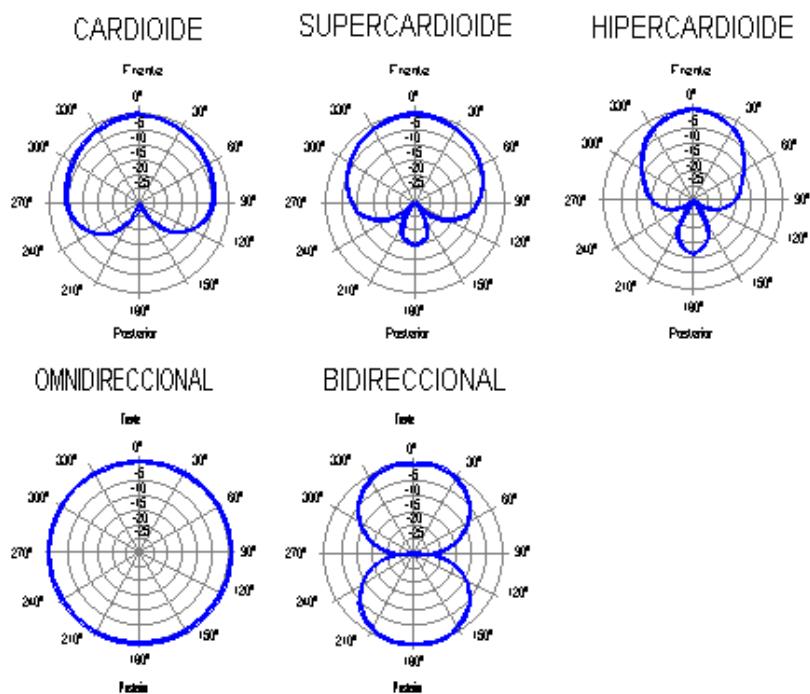


Figure 2: Diagramas polares de micrófonos.

El diagrama polar de un micrófono es una representación gráfica que muestra cómo el micrófono responde a diferentes direcciones de sonido. Muestra la sensibilidad relativa del micrófono en cada ángulo o dirección de entrada. El diagrama polar es una herramienta útil para comprender el patrón de captación del micrófono y cómo se comporta en relación con la dirección de origen del sonido.

La cámara anecoica se utiliza principalmente para realizar mediciones y pruebas acústicas precisas, ya que proporciona un entorno controlado con una respuesta acústica muy baja y sin la interferencia de reflexiones o reverberaciones. Esto permite obtener mediciones precisas de la respuesta de un micrófono, altavoz u otro dispositivo acústico sin que las reflexiones indeseadas afecten los resultados. La cámara anecoica es una herramienta

invaluable en el campo de la acústica y es ampliamente utilizada en la investigación, desarrollo y calibración de equipos de audio, estudios de grabación, pruebas de productos y otros fines relacionados con el sonido y el ruido.

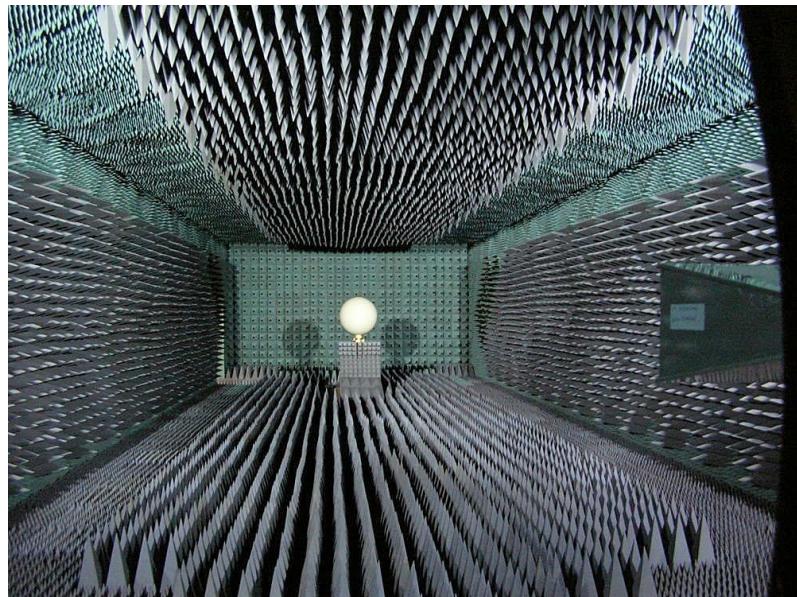


Figure 3: Cámara anecoica

## Usos

- **Micrófono cardioide:** Este tipo de micrófono tiene un patrón polar en forma de corazón, captando principalmente el sonido desde el frente y reduciendo la captación de sonidos laterales y traseros. Son ideales para situaciones donde se necesita enfocar la atención en una fuente de sonido principal y minimizar la captación de ruido ambiente o retroalimentación. Son ampliamente utilizados en presentaciones en vivo, estudios de grabación y aplicaciones vocales.
- **Micrófono omnidireccional:** Estos micrófonos tienen un patrón polar circular, captando el sonido de manera uniforme desde todas las direcciones. Son ideales cuando se requiere una captación equilibrada del sonido ambiente, como en la grabación de coros, grupos de instrumentos o para captar el ambiente en grabaciones de campo.
- **Micrófono bidireccional (figura de ocho):** Estos micrófonos captan el sonido de manera igual desde el frente y la parte trasera, pero atenúan los sonidos laterales. Son adecuados para situaciones en las que se desea capturar dos fuentes de sonido opuestas, como entrevistas cara a cara, duetos vocales o grabaciones de instrumentos en los que se desea captar el sonido de ambos lados.
- **Micrófono supercardioide o hipercardioide:** Estos micrófonos tienen un patrón polar más estrecho y rechazan aún más los sonidos laterales y traseros en comparación con los cardioideos. Son adecuados para situaciones en las que se necesita una captación más enfocada y un mayor rechazo del ruido ambiental, como en aplicaciones de captación de sonido en el escenario, presentaciones en vivo o en entornos con alta presencia de ruido.
- **Micrófono de cañón (shotgun):** Estos micrófonos tienen un patrón polar muy estrecho y largo, lo que les permite captar el sonido de manera altamente direccional

desde una distancia considerable. Son ideales para situaciones en las que se necesita captar el sonido de una fuente distante, como en la grabación de diálogos en producciones cinematográficas, documentales o captación de sonido en exteriores.

### Obtención del Diagrama Polar de un Micrófono

El diagrama polar de un micrófono se obtiene mediante técnicas de medición y registro de la respuesta del micrófono en diferentes ángulos de incidencia del sonido. A continuación, se describe el proceso para obtener el diagrama polar de un micrófono:

1. Preparación del micrófono: Se coloca el micrófono en una posición estable y se asegura de que esté correctamente conectado a los equipos de medición.
2. Configuración del equipo de medición: Se configuran los equipos de medición, como analizadores de espectro, registradores de sonido u otros dispositivos adecuados, según el método de medición seleccionado.
3. Generación de la señal de prueba: Se genera una señal de prueba de amplitud y frecuencia conocidas, que se utilizará como estímulo para medir la respuesta del micrófono.
4. Posicionamiento del micrófono: Se posiciona el micrófono en el centro del área de medición, con el eje de referencia apuntando hacia adelante.
5. Rotación del micrófono: Se rota el micrófono en incrementos de ángulos predefinidos alrededor de su eje de referencia. Por cada ángulo de rotación, se mide y registra la respuesta del micrófono. Teniendo el micrófono en el eje de 0 grados sobre la fuente sonora, se mide la tensión de salida del mismo. A esta tensión se le llama "tensión de referencia a 0 dBs" y se toma como tensión de referencia.
6. Registro de la respuesta del micrófono: Durante la rotación del micrófono, se registran los niveles de respuesta en cada ángulo utilizando el equipo de medición seleccionado. Estos datos se utilizan posteriormente para generar el diagrama polar.
7. Procesamiento de datos: Utilizando los datos registrados, se realiza el procesamiento de datos para generar el diagrama polar del micrófono. Esto implica trazar los puntos de respuesta en un gráfico polar, donde cada punto representa la sensibilidad del micrófono en un ángulo de incidencia determinado.
8. Interpretación del diagrama polar: El diagrama polar resultante muestra la directividad y la sensibilidad relativa del micrófono en diferentes ángulos. Se pueden identificar patrones y características específicas, como la presencia de lóbulos principales, lóbulos secundarios, nulos o patrones omnidireccionales.

#### 0.1.1.1 Impedancia

Los micrófonos se clasifican en dos categorías principales según su impedancia: baja impedancia y alta impedancia. Estas categorías se refieren a la resistencia eléctrica total que presenta el micrófono al flujo de corriente alterna.

- **Micrófonos de Baja Impedancia:** Estos micrófonos tienen una impedancia de salida baja, generalmente entre 50 y 600 ohmios. Son los más comunes en aplicaciones profesionales y se consideran estándar en la industria. Los micrófonos de baja impedancia ofrecen una mejor calidad de señal y una mayor inmunidad al ruido y las interferencias. Son compatibles con la mayoría de los dispositivos de audio, como preamplificadores, mezcladoras y interfaces de audio, que suelen tener entradas de baja impedancia. Se utilizan en estudios de grabación, escenarios en vivo, difusión y otras aplicaciones profesionales.
- **Micrófonos de Alta Impedancia:** Estos micrófonos tienen una impedancia de

salida alta, generalmente entre 10,000 y 50,000 ohmios. También se les conoce como micrófonos de "alta Z" o "Hi-Z". Estos micrófonos se utilizan comúnmente en aplicaciones de consumo, como karaoke, sistemas de sonido domésticos y equipos de grabación caseros. Suelen ser más económicos y menos sofisticados que los micrófonos de baja impedancia. Los micrófonos de alta impedancia están diseñados para ser utilizados con entradas de alta impedancia, como las de amplificadores de guitarra y equipos de audio domésticos. No son adecuados para su uso directo con la mayoría de los dispositivos profesionales, ya que pueden presentar problemas de atenuación de señal y pérdida de frecuencia.

### 0.1.1.2 Clasificación de los Micrófonos según su Transductor

Los micrófonos se pueden clasificar en diferentes tipos según el transductor utilizado para convertir las ondas sonoras en señales eléctricas. El transductor es el elemento que captura las variaciones de presión sonora y las convierte en una señal eléctrica correspondiente. A continuación, se presentan los tipos más comunes de micrófonos según su transductor:

- **Micrófonos de Cinta (Ribbon):** Estos micrófonos utilizan una fina cinta de metal suspendida entre dos imanes. Cuando la cinta se mueve en respuesta a las ondas sonoras, genera una corriente eléctrica proporcional. Son conocidos por su suave respuesta de frecuencia y su característico sonido cálido. Sin embargo, son más sensibles a golpes y vibraciones y requieren un manejo delicado.

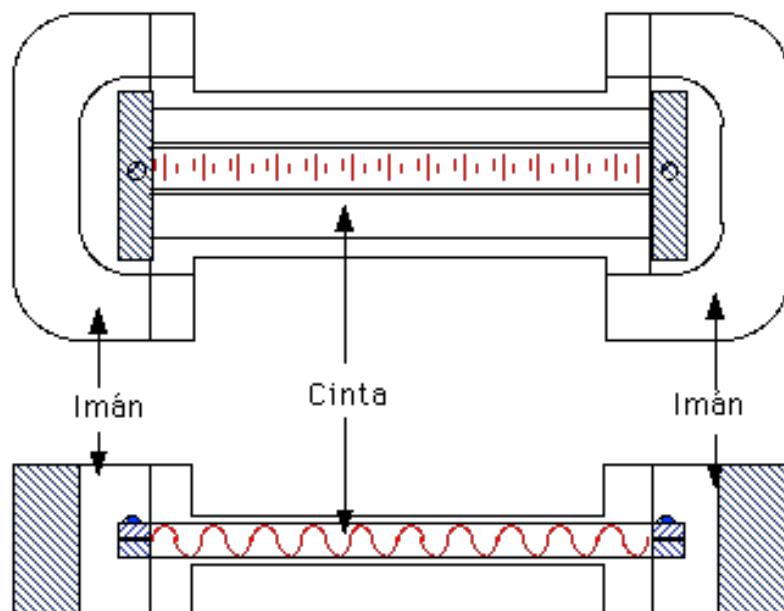


Figure 4: Micrófono de cinta.

- **Micrófonos de Condensador:** Estos micrófonos utilizan un diafragma metálico delgado y una placa trasera cargada eléctricamente para formar un condensador. Cuando el diafragma se mueve debido a las ondas sonoras, cambia la capacitancia del condensador, lo que resulta en una variación de voltaje. Los micrófonos de condensador ofrecen una respuesta de frecuencia amplia y una alta sensibilidad, lo que los hace ideales para grabaciones de estudio y aplicaciones vocales. Requieren alimentación phantom o baterías.

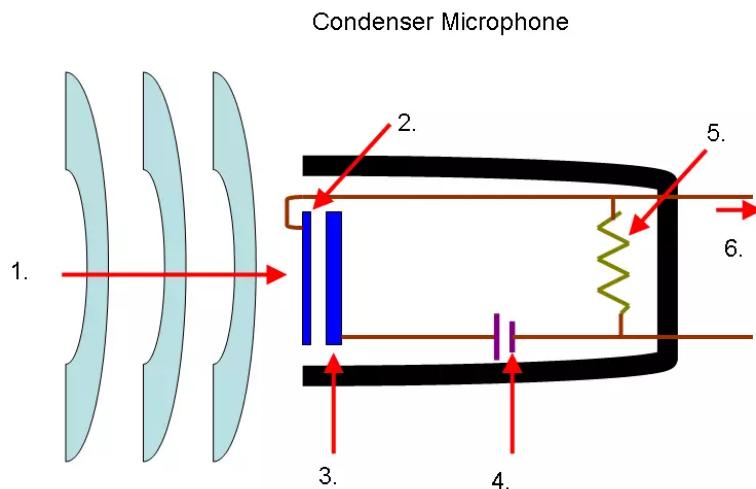


Figure 5: Micrófono de cinta.

- **Micrófonos Dinámicos:** Estos micrófonos utilizan un diafragma y una bobina móviles dentro de un campo magnético. Cuando las ondas sonoras hacen vibrar el diafragma, la bobina genera una corriente eléctrica inducida proporcional. Los micrófonos dinámicos son duraderos y versátiles, y son ampliamente utilizados en aplicaciones en vivo y grabaciones de campo. Son menos sensibles que los micrófonos de condensador, pero pueden manejar altos niveles de presión sonora sin distorsión.

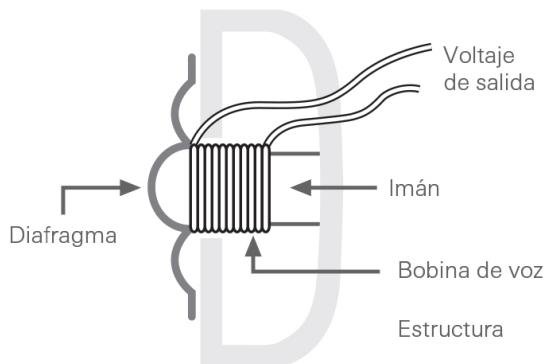


Figure 6: Micrófono dinámicos.

- **Micrófonos de Carbono:** Estos micrófonos utilizan una cápsula de carbono que modifica la resistencia eléctrica cuando se comprime debido a las ondas sonoras. La variación de resistencia produce una señal eléctrica correspondiente. Los micrófonos de carbono fueron ampliamente utilizados en los primeros sistemas telefónicos, pero en la actualidad su uso es limitado debido a su baja calidad de audio.

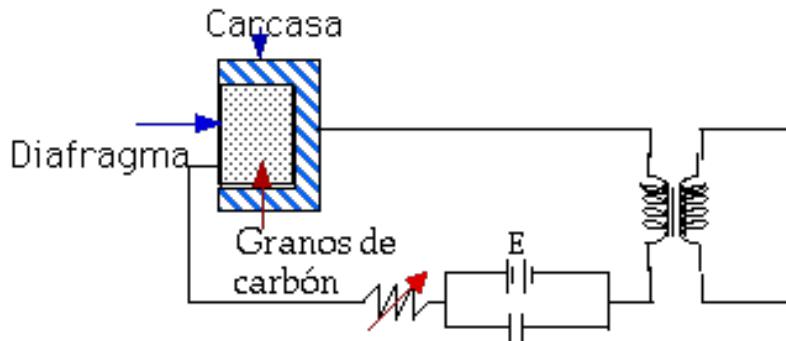


Figure 7: Micrófono de carbono.

- **Micrófonos de Contacto (Contacto-Direccional):** Estos micrófonos capturan el sonido a través de la vibración directa de una superficie sólida. Se colocan en contacto directo con el objeto que produce el sonido, como una guitarra o un tambor. Son ideales para capturar instrumentos acústicos y obtener un sonido natural y resonante.



Figure 8: Micrófono de contacto.

## 0.1.2 Parlante

Un parlante, también conocido como altavoz, es un dispositivo **electroacústico** diseñado para convertir una señal eléctrica en sonido audible. Es uno de los componentes fundamentales en sistemas de audio, como sistemas de sonido en casa, equipos de música, sistemas de cine en casa, entre otros.

El parlante consta de varias partes principales que trabajan en conjunto para producir sonido:

- **Cono o diafragma:** Es una superficie flexible y vibrante que se mueve hacia adelante y hacia atrás para generar ondas de presión en el aire. El cono suele estar fabricado con materiales como papel, plástico o fibra de carbono.
- **Bobina móvil:** Es una bobina de alambre que está conectada al cono y se encuentra ubicada en el espacio del campo magnético de un imán permanente. Cuando la corriente eléctrica pasa por la bobina, esta interactúa con el campo magnético, generando fuerzas que hacen que el cono se mueva.

- **Imán permanente:** Proporciona el campo magnético necesario para interactuar con la bobina móvil. Usualmente, se utiliza un imán de ferrita o un imán de neodimio, que son materiales con propiedades magnéticas adecuadas.
- **Suspensión:** Es el sistema que mantiene el cono y la bobina en su posición central y les permite moverse libremente. Puede estar compuesto por una suspensión de goma, tela u otro material flexible.
- **Caja o recinto:** Es la estructura que alberga los componentes del parlante. Puede tener diferentes diseños y tamaños, y su función es controlar el flujo de aire y mejorar la calidad del sonido emitido por el parlante.

Cuando se aplica una señal eléctrica a la bobina móvil del parlante, esta genera un campo magnético que interactúa con el campo magnético del imán permanente. Como resultado, la bobina se mueve hacia adelante y hacia atrás, haciendo que el cono vibre y genere ondas de presión en el aire. Estas ondas de presión son percibidas por el oído humano como sonido.

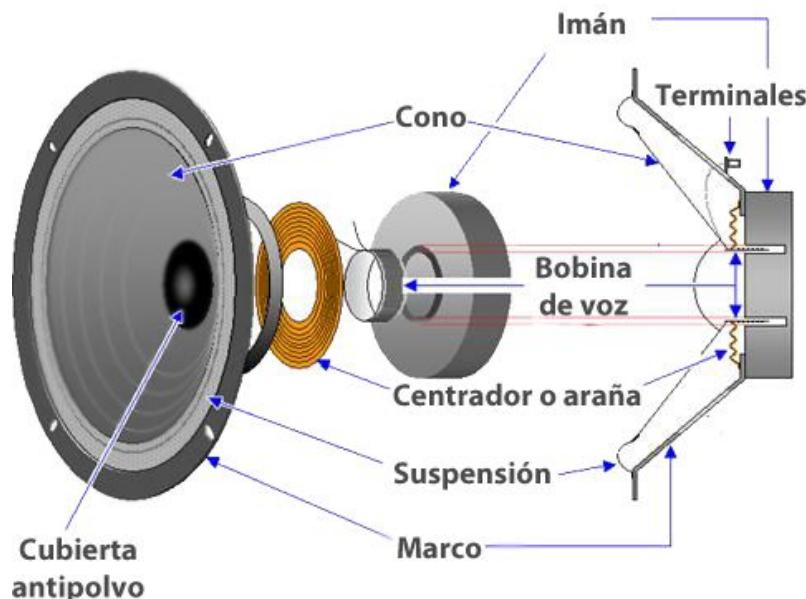


Figure 9: Parlante: partes.

### 0.1.2.1 Caja acústica o bafles

Una caja acústica, también conocida como recinto acústico o bafle, es una estructura diseñada para mejorar y controlar la reproducción del sonido emitido por un parlante. Su principal función es brindar un entorno adecuado para el funcionamiento del parlante, optimizando la respuesta en frecuencia y la eficiencia (control de graves).

La caja acústica está compuesta por materiales rígidos y resistentes que evitan vibraciones indeseadas y pérdidas de energía. Además, suele contar con diferentes compartimentos internos, como cámaras de aire y refuerzos, que ayudan a controlar el flujo de sonido y reducir resonancias no deseadas.

Existen diferentes tipos de cajas acústicas, cada una con características particulares:

- **Caja sellada:** Es un recinto completamente cerrado sin aberturas. Proporciona una respuesta en frecuencia precisa y controlada, con una buena extensión en graves. Sin embargo, requiere más potencia para alcanzar altos niveles de volumen.

- **Caja ventilada o bass-reflex:** Incorpora un puerto o tubo sintonizado en el recinto para mejorar la respuesta en graves. Permite una mayor eficiencia y una mejor respuesta en bajas frecuencias, a costa de una respuesta menos controlada en comparación con una caja sellada.
- **Caja de radiación bipolar:** Emplea dos parlantes en configuración opuesta para lograr una dispersión más amplia del sonido. Es comúnmente utilizada en sistemas de altavoces para crear una experiencia auditiva más inmersiva.
- **Caja de carga de trompeta o corneta:** Utiliza una estructura en forma de trompeta para mejorar la eficiencia y extender la respuesta en frecuencia del parlante. Es comúnmente utilizada en aplicaciones de refuerzo de sonido y sistemas de megafonía.

La elección de la caja acústica adecuada depende de diversos factores, como el tipo de parlante, el entorno de reproducción y las preferencias del oyente. Una correcta combinación entre el parlante y la caja acústica puede mejorar significativamente la calidad y el rendimiento del sonido.

### 0.1.2.2 Impedancia

La impedancia en una caja acústica se refiere a la resistencia que presenta el parlante al paso de la corriente eléctrica proveniente del amplificador. Se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y varía según la frecuencia.

La impedancia de una caja acústica puede afectar la forma en que el amplificador interactúa con el parlante. Es importante que el amplificador y la caja acústica estén adecuadamente emparejados en términos de impedancia para garantizar una correcta transferencia de potencia y evitar daños tanto al amplificador como al parlante. En algunos casos, las cajas acústicas pueden tener múltiples vías o parlantes, lo que implica que cada vía tenga su propia impedancia. En estos casos, es necesario considerar la impedancia total resultante de la combinación de todas las vías para asegurar la compatibilidad con el amplificador. Es común encontrar cajas acústicas con impedancias de 4 ohmios, 8 ohmios o 16 ohmios, aunque pueden existir otras variaciones dependiendo del diseño y la configuración de la caja.

Es importante consultar las especificaciones del amplificador y la caja acústica para asegurarse de que sean compatibles (coincidan) en términos de impedancia y evitar problemas de rendimiento o daños en el sistema de audio. Si conectamos un amplificador que trabaje a **8 ohmios** con unas cajas de **4 ohmios**, **aumentaremos** la potencia de salida pero también la distorsión. En cambio si conectamos un amplificador que trabaje a **4 ohmios** con unas cajas de **8 ohmios** la caja sonará con menos volumen y estaremos desaprovechando la potencia que nos da el amplificador



Figure 10: Caja acústica.

■ **Notación 0.1** Si una caja acústica tiene una **respuesta de frecuencia** de 30Hz-22.000Hz, nos indica que reproducirá los graves con más contundencia que una caja cuya respuesta sea, por ejemplo, de 45Hz-22.000Hz.

**Definición 0.1 — Sensibilidad.** La sensibilidad en una caja acústica se refiere a la **eficiencia** con la que el parlante convierte la energía eléctrica en sonido audible. Se mide en decibelios (dB) y representa la **presión sonora** generada por el parlante cuando se le aplica una potencia determinada. Es importante tener en cuenta que la sensibilidad se especifica generalmente para una potencia de entrada determinada, como 1 vatio a 1 metro de distancia. También es importante considerar que la sensibilidad **no** indica la calidad del sonido, sino la **eficiencia** con la que se convierte la energía eléctrica en sonido.

■ **Notación 0.2** La sensibilidad se mide en decibelios, y los baffles para aplicaciones de alta fidelidad suelen estar comprendidos entre los 86 y 93 dB.

#### 0.1.2.3 Potencia

La potencia dada de un altavoz viene dada en vatios. Los únicos vatios a tener en cuenta son los **RMS** (*Root Mean Square*) o continuos, puesto que son los que un altavoz puede soportar de manera continuada sin llegar a deteriorarse. Es recomendable que la potencia de un altavoz sea un 30% o 40% superior a la del amplificador.

#### 0.1.2.4 Partes de una caja acústica

1. **Altavoz de agudos o tweeter:** El tweeter es uno de los componentes principales de una caja acústica y se encarga de reproducir las frecuencias altas del espectro de sonido. Es un tipo de transductor diseñado específicamente para manejar y emitir sonidos de alta frecuencia, generalmente por encima de los 2 kHz.

El tweeter está compuesto por un diafragma ligero y pequeño que responde rápidamente a las señales de audio de alta frecuencia. Este diafragma puede estar hecho de diversos materiales, como seda, polímeros, aluminio o cerámica, cada uno con sus propias características y sonoridades. La principal función del tweeter es reproducir con precisión las frecuencias **agudas**, como los sonidos de instrumentos de cuerda, los platillos de una batería o las voces de soprano. Al ser capaz de reproducir estas frecuencias con claridad y detalle, el tweeter contribuye a la calidad general del

sonido producido por la caja acústica.



Figure 11: Tweeter.

2. **Altavoz de medios:** El altavoz de medios, también conocido como midrange o midwoofer, es un componente fundamental en una caja acústica. Se encarga de reproducir las frecuencias medias del espectro de sonido, generalmente en un rango que va desde aproximadamente 200 Hz hasta 2000 Hz.

El altavoz de medios se diferencia de otros componentes como el tweeter (encargado de las frecuencias altas) y el woofer (encargado de las frecuencias bajas) en su capacidad para reproducir con precisión las frecuencias medias, que son cruciales para la definición y la claridad del sonido. El altavoz de medios está diseñado con un diafragma y una bobina móvil que responde eficientemente a las señales de audio en el rango de frecuencias medias. El tamaño del diafragma puede variar dependiendo del diseño y la aplicación, pero generalmente es más pequeño que el woofer y más grande que el tweeter. La principal función del altavoz de medios es proporcionar una reproducción precisa y detallada de las frecuencias vocales, instrumentales y de efectos especiales que se encuentran en el rango medio. Al enfocarse en estas frecuencias, contribuye a la naturalidad y la coherencia del sonido producido por la caja acústica. En una configuración de altavoces de múltiples vías, el altavoz de medios suele estar ubicado entre el tweeter y el woofer, creando un sistema tridireccional. Esta disposición permite una distribución eficiente de las frecuencias y una reproducción más fiel de todo el espectro de sonido.



Figure 12: Altavoz de medios.

3. **Altavoz de graves:** También conocido como woofer, es uno de los componentes clave en una caja acústica. Se encarga de reproducir las frecuencias bajas del espectro de sonido, generalmente por debajo de los 200 Hz. El altavoz de graves está diseñado para manejar y emitir sonidos de baja frecuencia con una alta eficiencia. Está compuesto por un diafragma grande y rígido, así como una bobina móvil que se mueve en respuesta a las señales de audio. Estas características permiten al woofer generar presiones sonoras más altas y reproducir con precisión las frecuencias bajas. La principal función del altavoz de graves es proporcionar una respuesta profunda y potente en las frecuencias graves, como los sonidos de los bajos de una canción o los efectos de sonido de películas. Su capacidad para mover una gran cantidad de aire y generar presiones sonoras más altas en el rango de frecuencias bajas le permite crear una experiencia auditiva inmersiva.



Figure 13: Altavoz de graves.

### 0.1.2.5 Tipos de cajas acústicas

- **Caja sellada:** También conocida como caja acústica de carga cerrada, es un diseño en el que el altavoz se encuentra montado en una caja herméticamente sellada. Esta configuración proporciona una respuesta de frecuencia precisa y controlada, con una atenuación gradual en los graves. La caja sellada es apreciada por su reproducción de sonido precisa, aunque suele tener una menor eficiencia en la reproducción de bajos profundos.

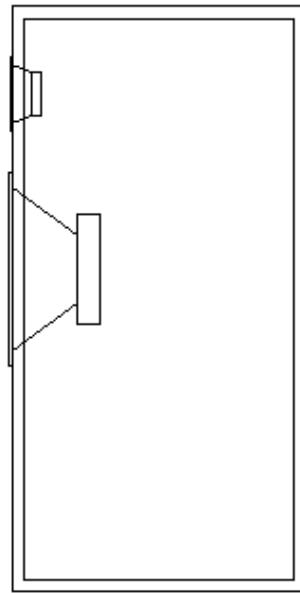


Figure 14: Caja acústica sellada.

- **Caja bass-reflex:** Esta caja acústica incluye un puerto sintonizado o un tubo ventilado que permite el flujo de aire dentro y fuera de la caja. El puerto está sintonizado para resonar a una frecuencia específica, lo que mejora la respuesta de bajos y permite una mayor eficiencia en la reproducción de graves. La caja bass-reflex ofrece una respuesta de frecuencia extendida y una mayor salida de graves en comparación con una caja sellada.

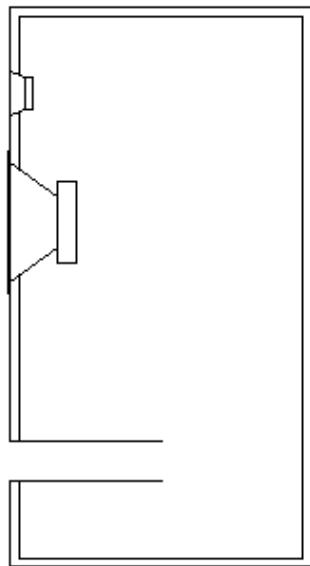


Figure 15: Caja acústica bass-reflex.

- **Caja con radiador pasivo:** Esta configuración incluye un altavoz pasivo, también conocido como radiador pasivo, que se encuentra montado junto al altavoz activo principal. El radiador pasivo responde al movimiento del altavoz principal y contribuye a la reproducción de bajos. Esta configuración proporciona una mayor respuesta de graves sin la necesidad de un puerto o conducto adicional.

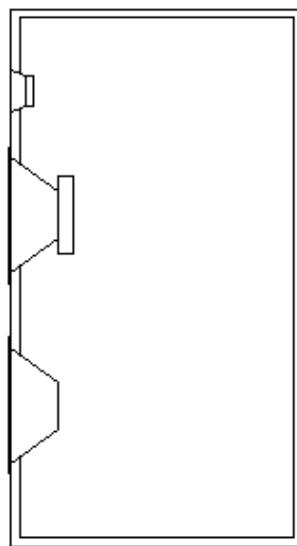


Figure 16: Caja acústica con radiador pasivo.

- **Caja ELF (Extended Low Frequency):** Este tipo de caja está diseñada específicamente para una reproducción de bajos muy profundos y potentes. Utiliza tecnologías especiales como radiadores pasivos, controladores de alta excursión y ajustes de ecualización para alcanzar una respuesta de graves excepcionalmente baja.

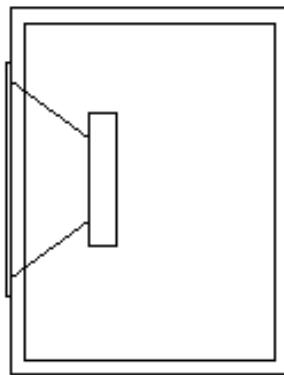


Figure 17: Caja acústica elf.

- **Caja paso banda:** Es un tipo de caja que se caracteriza por tener una respuesta de frecuencia limitada a un rango específico. Se utiliza para enfatizar o atenuar ciertas frecuencias y se compone de un sistema de filtros que permiten el paso selectivo de determinadas bandas de frecuencia.

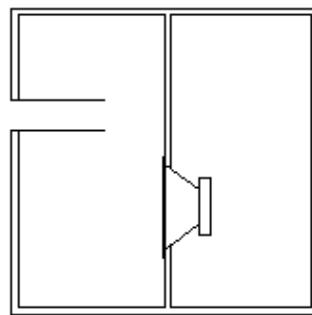


Figure 18: Caja acústica paso banda.

- **Caja paso banda de 4to orden:** Este diseño de caja acústica es similar a una caja paso banda convencional, pero con un filtro de orden superior que proporciona una respuesta más pronunciada en la frecuencia central deseada. Esto resulta en una mayor selectividad y control sobre la respuesta de frecuencia.

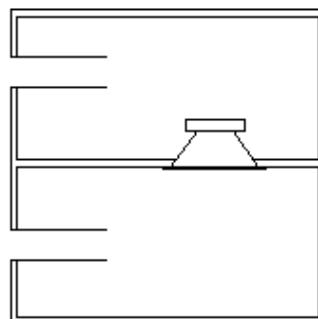


Figure 19: Caja acústica paso banda de 4to orden.

- **Baffle abierto:** Es una configuración en la que el altavoz se monta directamente en una superficie plana, sin ninguna caja o estructura posterior. Esta configuración

permite un sonido más directo y sin coloración, pero limita la reproducción de bajos debido a la falta de carga acústica adicional.

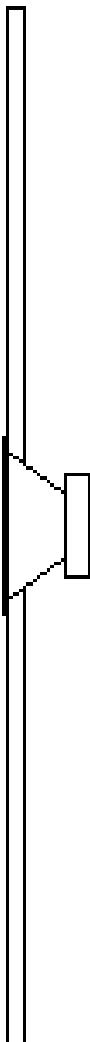


Figure 20: Caja acústica baffle abierto.

- **Laberinto acústico:** Se trata de una caja con un diseño laberíntico interno que utiliza conductos o pasajes para controlar y modular la propagación del sonido. Los conductos internos están diseñados para enfatizar o atenuar ciertas frecuencias, mejorando la respuesta de graves y minimizando las resonancias no deseadas.

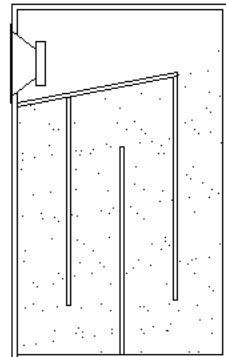


Figure 21: Caja acústica laberinto acústico.

- **Línea de transmisión:** Es un tipo de caja acústica en la que el altavoz está ubicado en un conducto largo y estrecho. El conducto actúa como una guía de ondas, controlando la propagación del sonido y permitiendo una respuesta de graves profundos y controlados. Las cajas de línea de transmisión son conocidas por su capacidad de reproducción de bajos de alta calidad y baja distorsión.

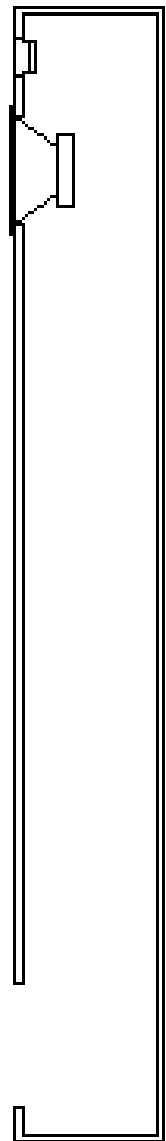


Figure 22: Caja acústica línea de transmisión.