

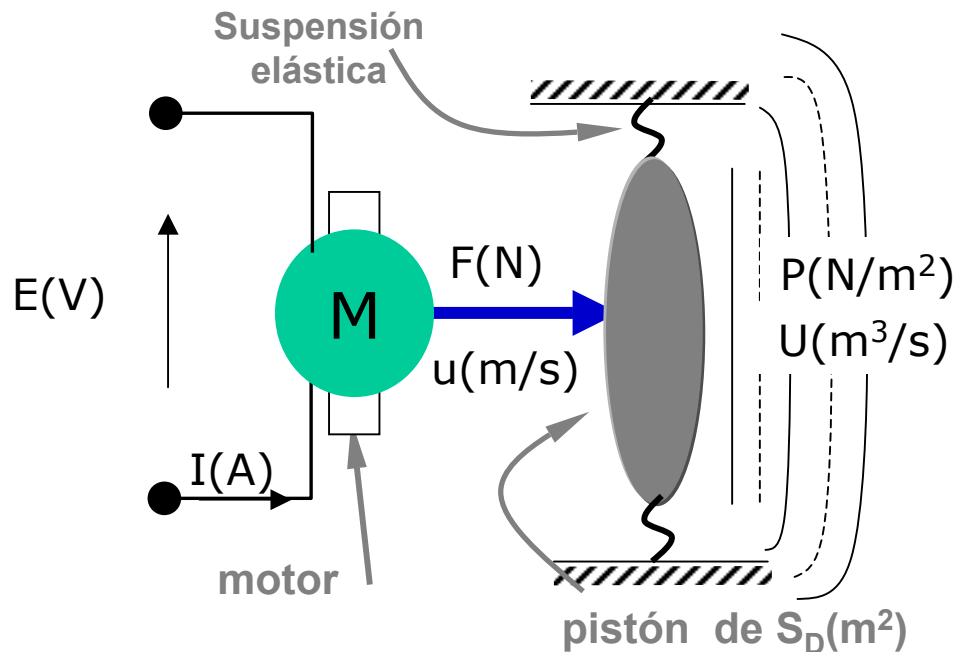
ALTAVOCES

FUNCIÓN

Radiar energía audible en un medio fluido (generalmente aire)

CONSTITUCIÓN

Combinación de dos transductores: Un transductor electro-mecánico (**motor** en el argot) y otro mecano-acústico (**cono** o **membrana**) que idealmente se considera como un **pistón**.



$$W_{radiada} = I(w / m^2) \cdot S_D (m^2)$$

$$W_{radiada} = \frac{P_{rms}^2}{\rho \cdot c} \cdot S_D (m^2)$$

ALTAVOCES

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Acción del altavoz sobre el medio
- Reacción del medio sobre el altavoz
- Reproducción fiel del sonido original

IDEAL

- rendimiento electroacústico elevado
- respuesta acústica independiente de la frecuencia
- ausencia de resonancias mecánicas
- tamaño moderado
- bajo coste
- gran durabilidad

transductor

- magnéticos
- conductor móvil
- electrostático
- piezoeléctrico

clasificación

de los

altavoces

rango de frecuencias

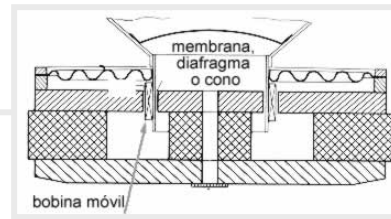
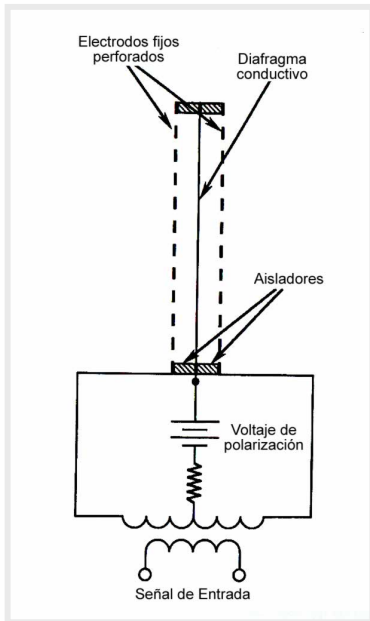
- uso general
- especial para graves
- especial para medios
- especial para agudos
- múltiples o compuestos

radiación

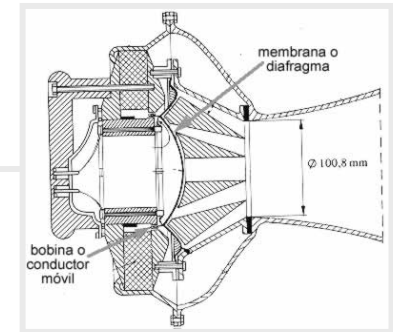
- directa
- indirecta (bocina)

Altavoces con Distintos Transductores

electrodinámico
(conductor móvil)

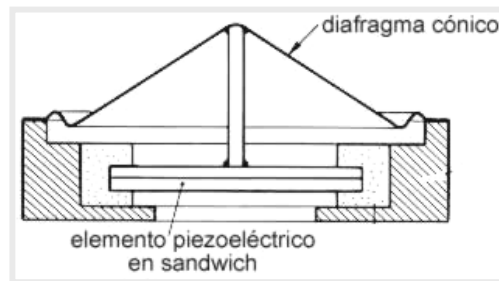
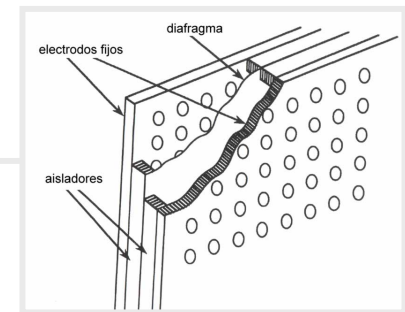


Radiación directa



Radiación indirecta

electrostático

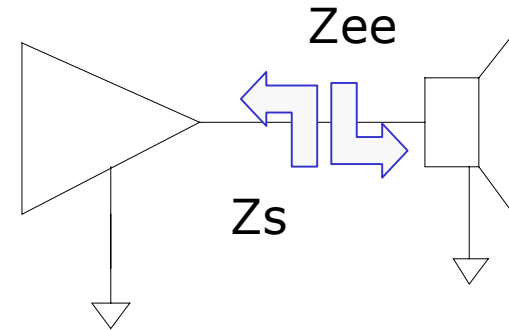


piezoeléctricos

Características Generales de los Altavoces

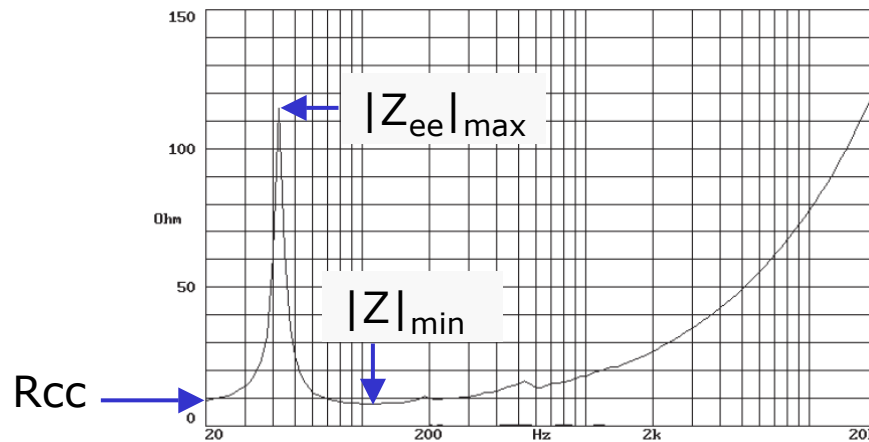
Impedancia Eléctrica

- Impedancia Z_{ee} que vería un amplificador conectado directamente al altavoz
- Permite conocer el grado de acoplamiento entre la impedancia de salida del amplificador y la del altavoz.
- Cuando la distancia entre el amplificador y el altavoz es grande el cable podría modificar Z_{ee}



$$Z_{ee} = Z_E - \frac{T^2}{Z_M + Z_{MR}}$$

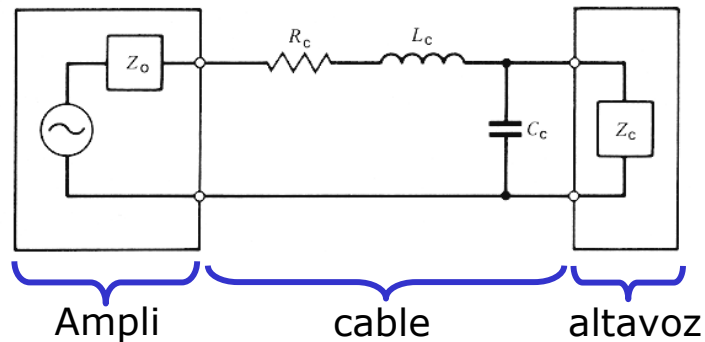
Impedancia Eléctrica de un altavoz de conductor móvil



Nominal o Rated Impedance (+20%)

Características Generales de los Altavoces

Impedancia Eléctrica y efecto del cable



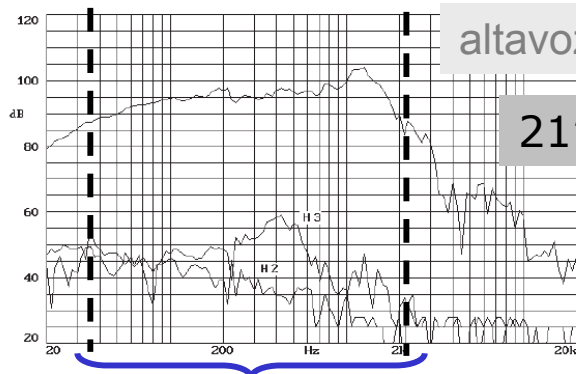
- Efecto más significativo cuando las longitudes están por encima de 10 m y las impedancias por debajo de 4Ω .
- El problema afecta más a las frecuencias altas.
- Los elementos más significativos son la resistencia e inductancia del cable.
- Como regla general:
 - cable paralelo con inductancia $\leq 0,5\mu\text{H/m}$ y resistencia $\leq 20\text{m}\Omega/\text{m}$ hasta 10 m
 - cable paralelo o coaxial con inductancia $\leq 0,1\mu\text{H/m}$, capacidad $\leq 60\text{pF/m}$ y resistencia $\leq 10\text{m}\Omega/\text{m}$ para distancias por encima de 10 m.
 - Adaptación mediante transformador para distancias mayores a 50 m.

p.e., un cable de pares separados 0,9mm con 10 m de longitud presenta una inductancia de $0,1\mu\text{H}$, capacidad de 600 pF y resistencia de $100\text{m}\Omega$

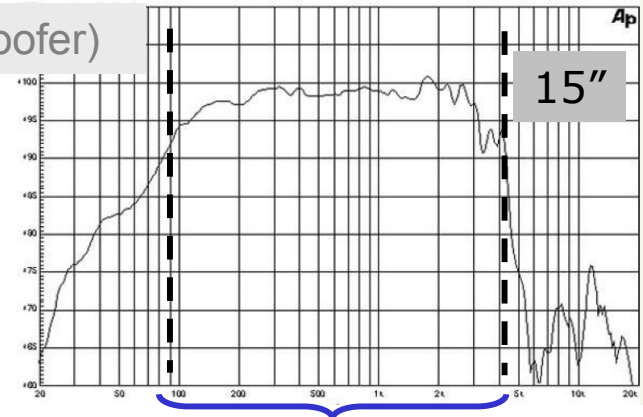
Características Generales de los Altavoces

Respuesta en Frecuencia y Distorsión

- Íntimamente relacionada con una buena reproducción
- La respuesta de un único altavoz no abarca todo el rango audible
- Hay altavoces especializados en diversos tramos del espectro audible
- Mediante la respuesta en frecuencia el fabricante nos da los niveles de presión en función de la frecuencia medidos a 1 metro cuando se le aplica 1 vatio eléctrico.
- Para que la medida sea útil debe realizarse en condiciones de campo libre (cámara anecóica) y en campo lejano.
- El comportamiento típico es paso banda
- Se suele informar también de la potencia en los armónicos segundo y tercero como medida de la distorsión causada por el altavoz



altavoz de graves (woofer)



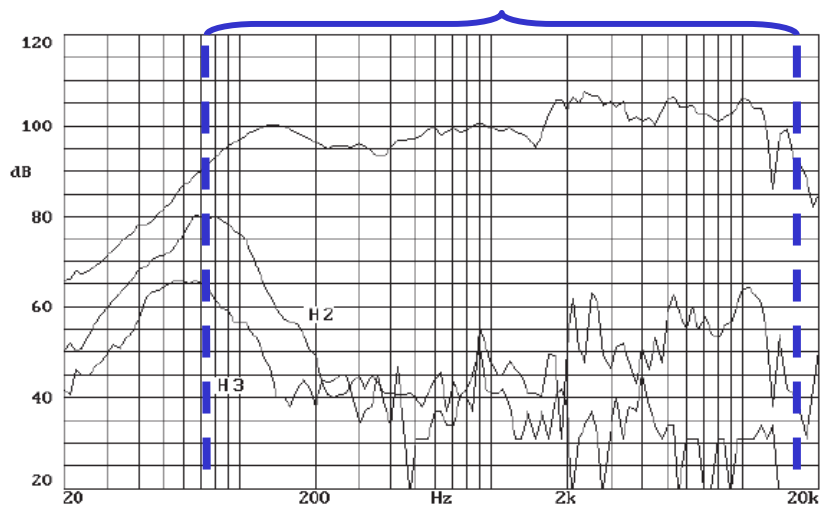
Note: on axis frequency response measured with loudspeaker standing on infinite baffle in anechoic chamber, 1w @ 1m.

Características Generales de los Altavoces

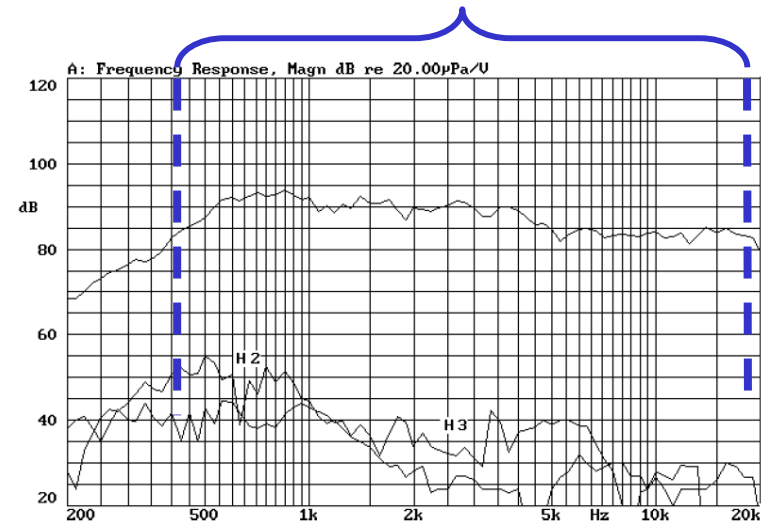
Respuesta en Frecuencia y Distorsión

- Cuando se indica numéricamente se suelen dar las frecuencias extremas donde el nivel de presión sonora cae -6dB ó -10dB .
- Para reflejar la regularidad se suelen indicar la excursión máxima y mínima dentro de ese rango de frecuencias.
- Suele ser más irregular en el extremo superior del rango de frecuencias útil.
- Las irregularidades se deben principalmente al comportamiento de la membrana o diafragma y al sistema mecánico que la soporta.

altavoz rango completo



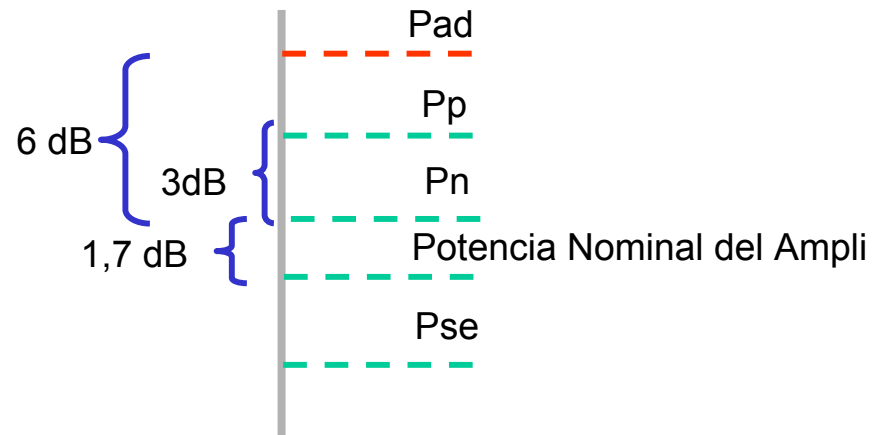
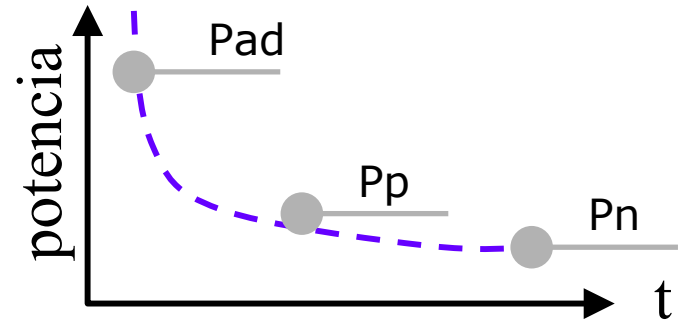
altavoz de medios y agudos 2,5"



Características Generales de los Altavoces

Potencia Consumida y Radiada

- Potencia Admisible (P_{ad}):
Soportable sin deterioro. Aplicable en cortos intervalos de tiempo.
- Potencia de Servicio (P_{se}):
Necesaria para conseguir un nivel de presión determinado a una distancia deseada
- Potencia Nominal (P_n):
Máxima potencia eléctrica que de manera continua puede aplicarse al altavoz y que en servicio no debe sobrepasarse.
- Potencia de Programa (P_p):
Máxima potencia eléctrica cuando la señal es un registro sonoro. Suele estar 3 dB por encima de la Potencia Nominal



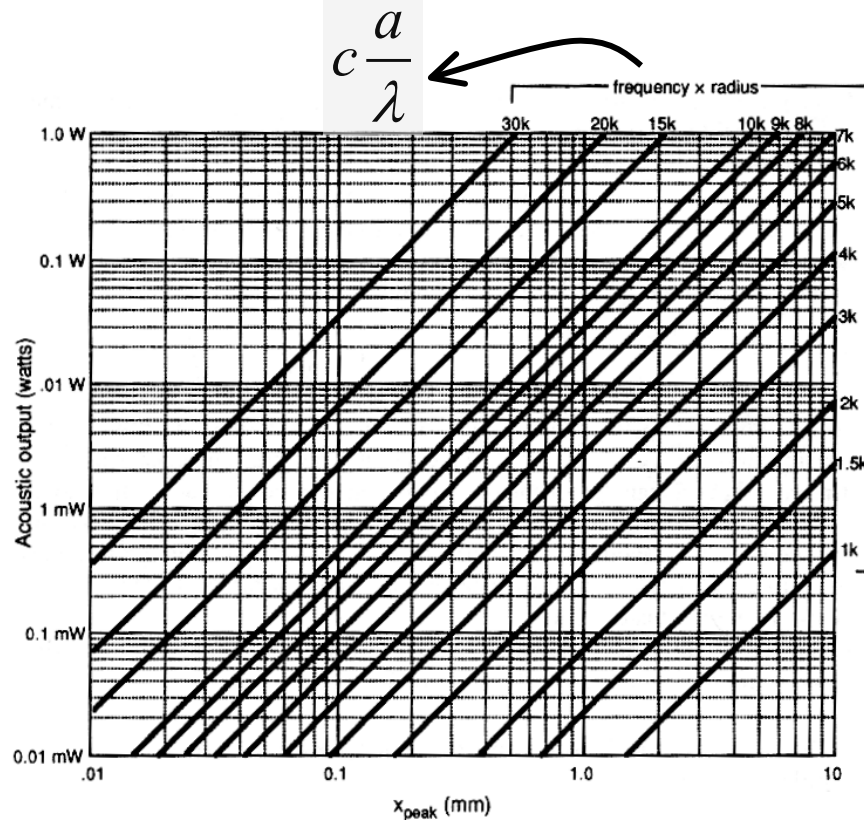
Margen de Seguridad : Usar amplificadores con potencia nominal por debajo de la Potencia Nominal del altavoz:

$$\text{Pot. Nominal} = 1,5 \cdot \text{Pot. Ampli}$$

Características Generales de los Altavoces

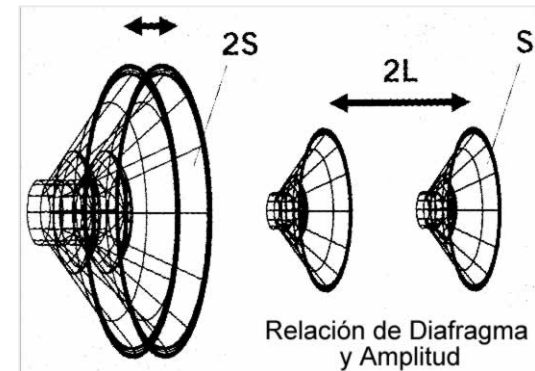
Potencia Consumida y Radiada

Si suponemos un pistón rígido circular de superficie S_D m² como diafragma. La Potencia radiada para frecuencias de longitudes de onda mucho mayor que el tamaño del pistón sometido a excitación armónica, será proporcional al desplazamiento del diafragma



$$W_a \propto U^2 = [u(x, y) \cdot S_D]^2$$

$$W_a \cong \rho \cdot \omega^4 \frac{\xi(x, y)^2}{8 \cdot \pi \cdot c} \cdot S_D^2$$



Características Generales de los Altavoces

Rendimiento y Sensibilidad

- Rendimiento (η):
Relación entre la potencia radiada por el altavoz y la potencia eléctrica entregada al mismo.
- Sensibilidad (SPL_0):
Nivel de presión sonora que se obtiene a 1 metro de distancia del altavoz en el eje de máxima radiación, cuando se excita con 1 vatio eléctrico de potencia.
- En función de la sensibilidad los altavoces se pueden clasificar en:
 - Rendimiento Bajo : inferior a 85 dB
 - Rendimiento Medio : entre 85 y 93 dB
 - Rendimiento Alto : superior a 93 dB

$$SPL_0 = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\eta}{4 \cdot \pi} Q_{\max} \right) + 120$$

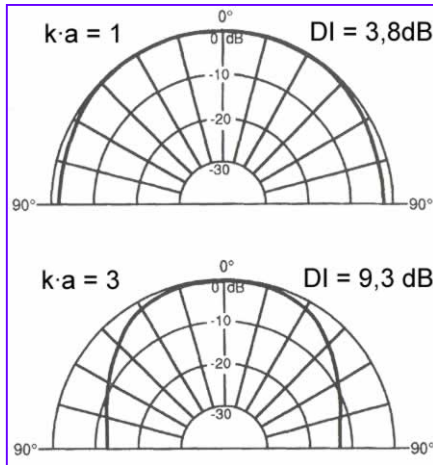
considerando impedancia del medio de 400 rayls \rightarrow SPL = IL y radiación a espacio completo ($4 \cdot \pi$)

$$SPL(r)_{\text{eje maximo}} = SPL_0 + 10 \cdot \log_{10} W_E - 20 \cdot \log_{10} r$$

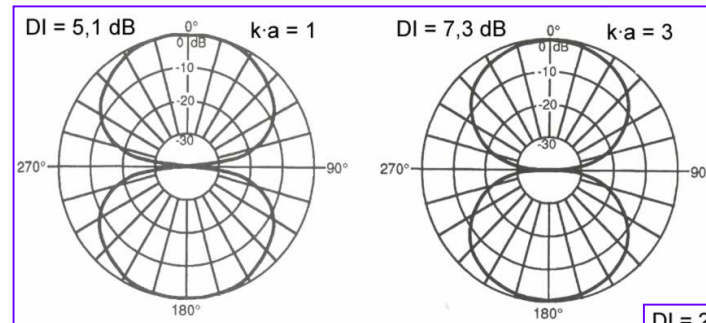
Características Generales de los Altavoces

Directividad

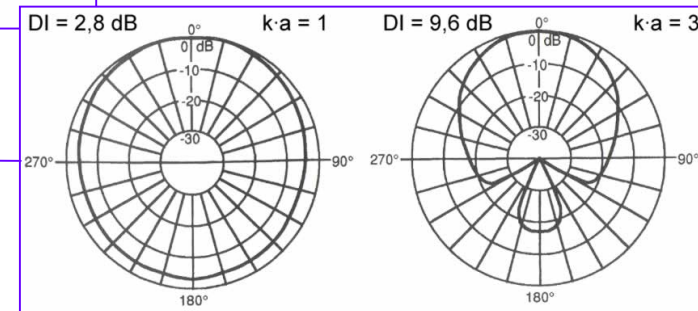
- Depende fundamentalmente de la geometría de la membrana o diafragma del altavoz, así como del lugar donde esta montado.
- **Geometrías básicas:** Circular (cónica o semiesférica) y rectangular.
- **Montajes Básicos :** Radiación libre, en pantalla infinita o en tubo largo (caja cerrada)
- **Parámetros Básicos :** Factor de Directividad (Q) e Índice de Directividad (DI)



Pantalla infinita



libre

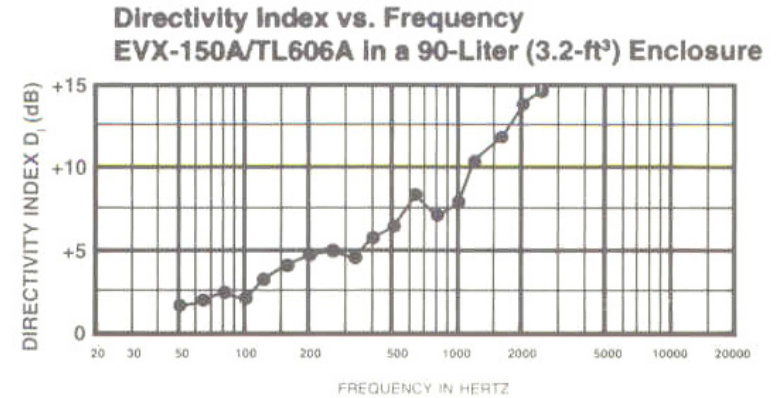
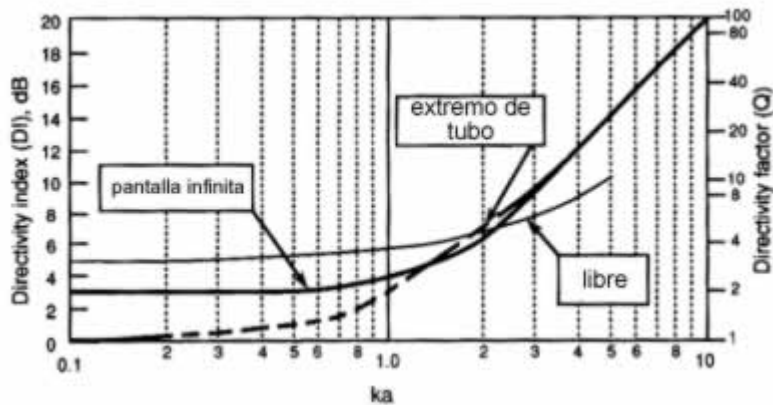


Tubo largo

$$SPL(r, \theta) = SPL_0 + 10 \cdot \log_{10} W_E - 20 \cdot \log_{10} r + 20 \cdot \log_{10} D(\theta)$$

Características Generales de los Altavoces

Directividad



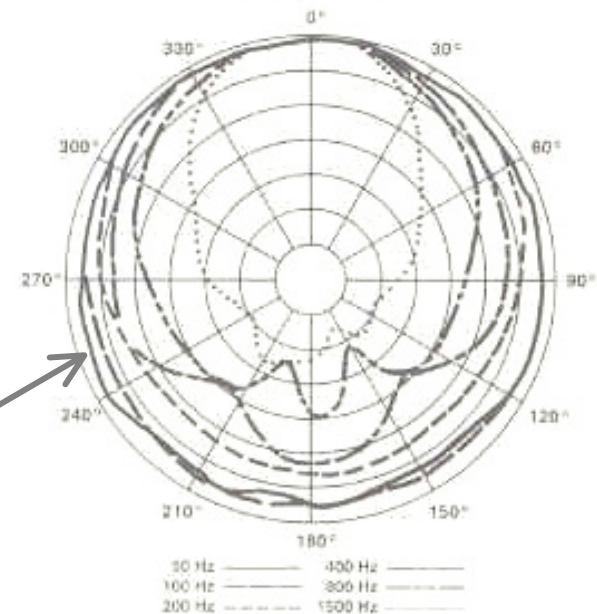
$$D(\theta) = \frac{p(\theta)}{p_{MAX}}$$

$$Q(\theta) = \frac{I(\theta)}{I_{ISO}} ; Q_{MAX} = \frac{I_{MAX}}{I_{ISO}}$$

$$DI_{MAX} = 10 \cdot \log_{10} Q_{MAX}$$

$$Q(\theta) = D^2(\theta) \cdot Q_{MAX}$$

$$DI(\theta) = DI_{MAX} + 20 \cdot \log_{10} D(\theta)$$



Características Generales de los Altavoces

Campo Cercano y Lejano de un Pistón en Pantalla Infinita

- Un pistón puede considerarse formado por muchas fuentes infinitesimales separadas infinitesimalmente.
- En campo lejano, distancias mucho mayores que el radio del pistón: Las diferencias de fase entre la vibración procedente del pistón y la procedente de un borde del mismo es muy pequeña.
- En campo cercano, distancias comparables o inferiores al radio del pistón. No serán tan despreciables las diferencias de fase.

$$p(f, r) = j\rho c |u| \cdot 2 \cdot \text{sen} \left(\frac{\pi}{\lambda} \left[(r^2 + a^2)^{1/2} - r \right] \right)$$

Ocurren nulos cuando el radio es comparable o incluso mayor que la longitud de onda que se está radiando.

Campo lejano para $r \gg a$

Cada altavoz en función de su tamaño y del rango de frecuencias en el que trabaje tendrá campos lejanos y cercanos definidos

