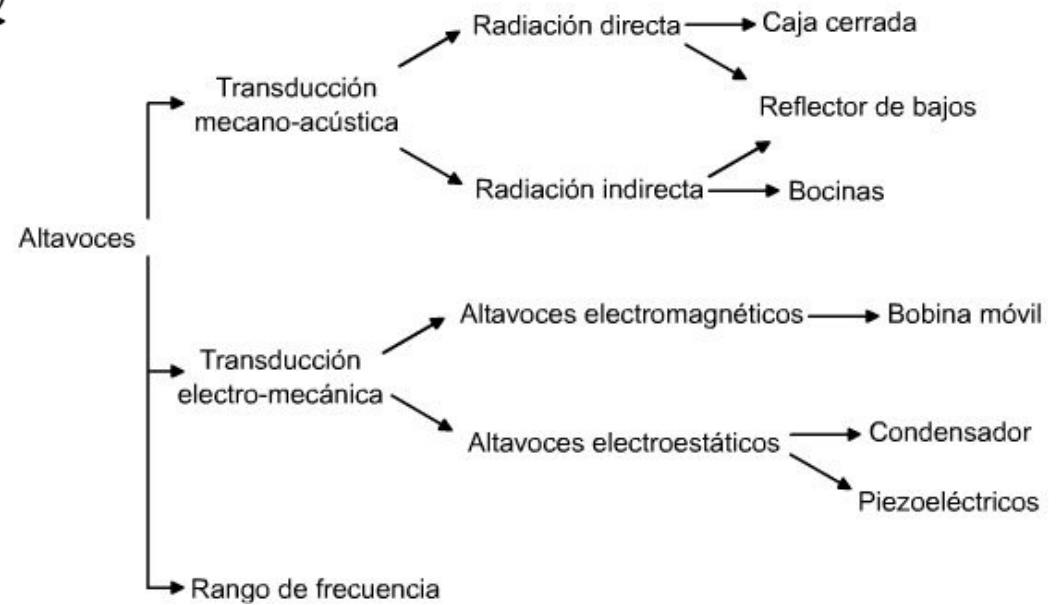
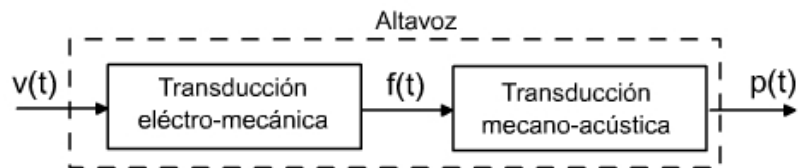


Unidad I: Uso e Instalación de Micrófonos y Altavoces Parte 2

Diseño e Instalación de Sistemas de Sonido
AUM-711

Prof. Ing. Andrés Barrera A.

1.- Altavoces



2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.1.- Sensibilidad

- Nivel de presión sonora que un altavoz es capaz de generar a 1 metro de distancia en su eje, cuando es alimentado con 1 W eléctrico, en la zona plana de la respuesta de frecuencia.
- Ojo: El voltaje necesario para 1W depende de la impedancia de carga (8Ω , 6Ω , 4Ω , etc).
- ¿98dB(1W,1m) en 8Ω vs 98 dB(2,83V,1m) en 4Ω ?

$$sens = SPL \text{ dB}(1W, 1m)$$

$$P_E = \frac{V^2}{Z_{CARGA}}$$

2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.2.- Eficiencia de referencia (η_0)

- Razón entre la potencia acústica generada versus la potencia eléctrica de entrada al altavoz, en la zona plana de la respuesta de frecuencia.

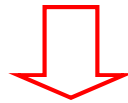
$$\eta_0 = \frac{P_A}{P_E} [\text{adimensional}]$$
$$\eta_0 \% = \frac{P_A}{P_E} \times 100 [\%]$$

2.- Especificaciones técnicas de altavoces

Supuesto:

Campo Libre,
Q = 2 (zona
media del
espectro) y a 0°

$$I = \frac{P_A}{2\pi r^2} = \frac{p^2}{\rho_0 c} \quad \wedge \quad P_A = \eta_0 P_E$$



Nivel de Presión Sonora generado por un altavoz **en la zona media del espectro** (Q=2), trabajando con P_E watts a r metros, en campo libre.

$$SPL(P_E, r) = sens \text{ dB}(1W, 1m) + 10 \log P_E - 20 \log r$$

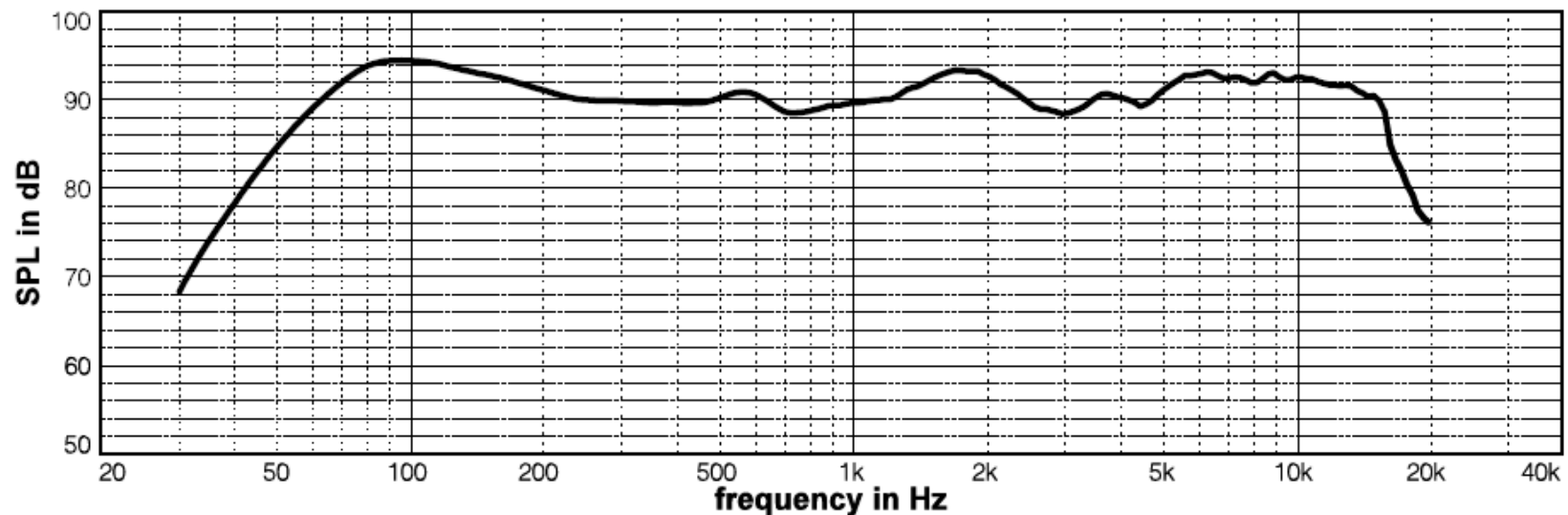
Sensibilidad del altavoz, con eficiencia de referencia η_0 [adim].

$$sens = 10 \log \eta_0 + 112,1 \text{ dB}(1W, 1m)$$

2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.3.- Respuesta de Frecuencia

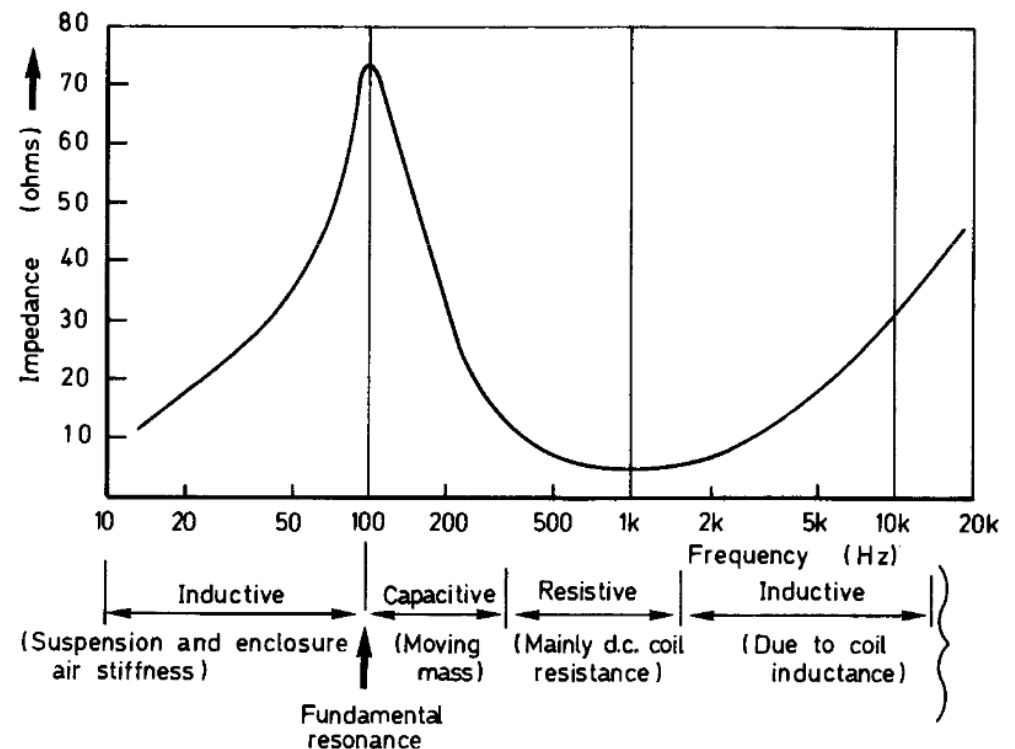
- Variación de la sensibilidad versus frecuencia.
- De preferencia, medido con sweep tones o con técnica de función de transferencia, para observar irregularidades en la respuesta.



2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.4.- Impedancia

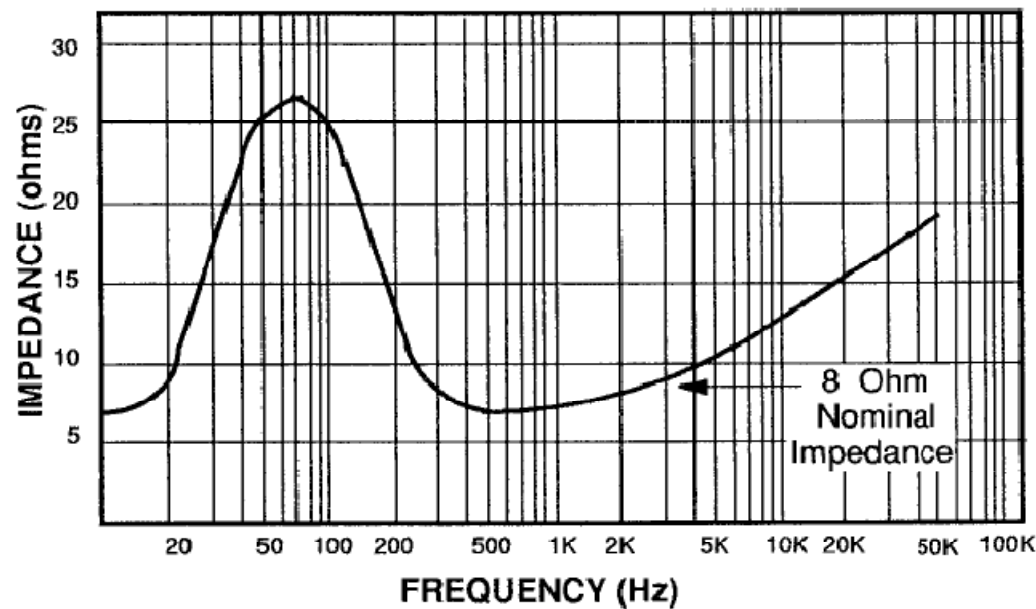
- Sistema reactivo $\rightarrow |Z(j\omega)|$.
- R_E : Resistencia en corriente continua del altavoz (medida con tester); $R_E = |Z(j\omega)|$ para $\omega = 0$.
- f_s : frecuencia de resonancia mecánica del altavoz (resonancia de la masa del cono contra la elasticidad de la suspensión).
- En alta frecuencia, aumento de $|Z(j\omega)|$ con la frecuencia, ya que $|Z(j\omega)| = \omega L_E$



2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.4.- Impedancia

- Impedancia nominal: mínima impedancia que presenta el altavoz (después de resonancia)



2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.5.- Potencia eléctrica (térmica)

- Térmica: máxima potencia eléctrica que soporta la bobina sin daño por temperatura.
- Depende de:
 - El **tipo de señal** de prueba ($\uparrow P_e$ para tonos puros vs pink noise)
 - La **duración** de la señal ($\uparrow P_e$ para tiempos de corta duración)
 - El **rango de frecuencias** ($\uparrow P_e$ para rangos de frecuencia estrechos).

2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.5.- Potencia eléctrica (continuación)

- Según señal de prueba
 - POTENCIA CONTINUOUS (LONG TERM Ó R.M.S. POWER).
 - Señal de prueba de larga duración: > 1 hora.
 - Continuous pink noise (ruido rosa).
 - Long term sine wave (tono puro).
 - Long term sine sweep (barrido de tonos puros).
 - POTENCIA PROGRAM (Ó MUSIC POWER)
 - Señal de prueba con características musicales. Aproximadamente 1 segundo.
 - Continuous program (medido con pink noise).
 - Aproximación: $P_{\text{program}} = 2 P_{\text{rms}} (+ 3\text{dB SPL})$
 - POTENCIA PEAK (Ó SHORT TERM POWER)
 - Señal de prueba de corta duración: < 0,1 segundo.
 - Aproximación: $P_{\text{peak}} = 4 P_{\text{rms}} (+6 \text{ dB SPL})$

2.- Especificaciones técnicas de altavoces

DS-115_____

2.5.- Potencia eléctrica (continuación)

SPECIFICATIONS

RMS (Average) Power Handling^R: 350 W
Program Power Handling^P: 700 W
Peak Power Handling^K: 1400 W



FEATURES

- » 2-way vented loudspeaker system
- » 15" cone speaker
- » 1" compression driver with Neodymium magnet
- » 350 W power handling
- » Polypropylene enclosure

^R Based on a 2 hour test using a 6 dB crest factor pink noise signal bandlimited according to IEC 268-1 (1985). All power ratings are referred to the nominal impedance.

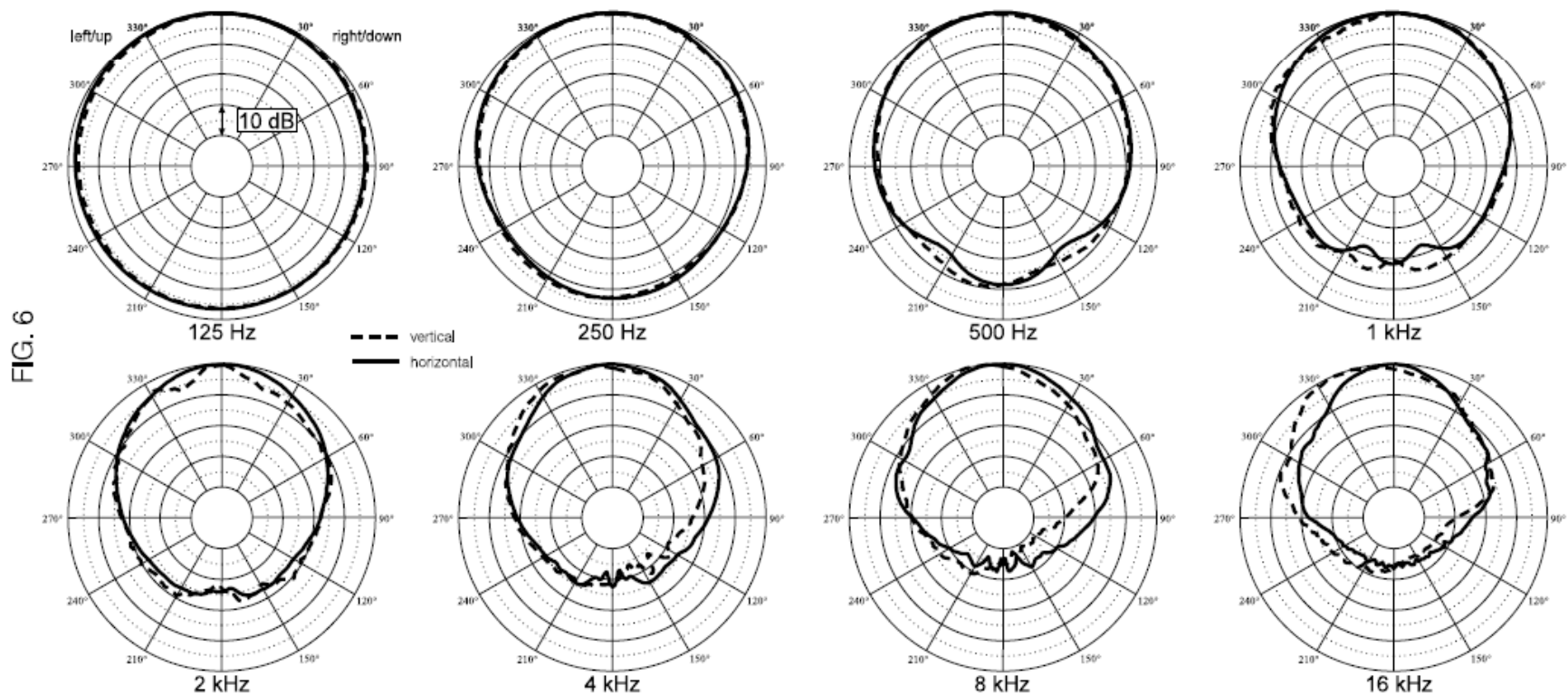
^P Conventionally 3 dB higher than the RMS measure, although this already utilizes a program signal.

^K Corresponds to the signal crests for the test described in^R.

2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.6.- Patrón Polar

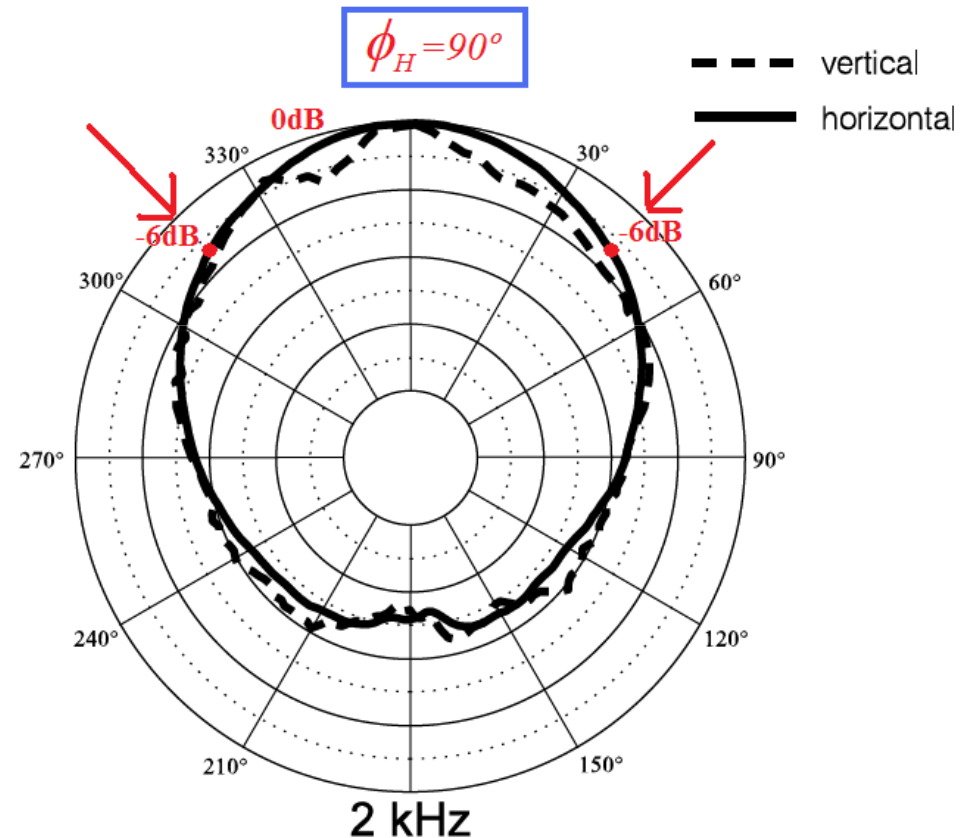
- Variación de la sensibilidad versus el ángulo de radiación.
- Cada 5°, pink noise en bandas 1/3 oct.



2.- Especificaciones técnicas de altavoces

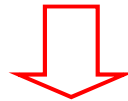
2.7.- Ángulo de Dispersión (ó Ángulo de Cobertura)

- Ángulo en el que el nivel de presión sonora, se reduce en 6 dB con relación al nivel que proporciona el altavoz en su eje principal a 0°. Se mide tanto horizontal (ϕ_H) como vertical (ϕ_V).



2.- Especificaciones técnicas de altavoces

Supuesto: Campo Libre, a una frecuencia f y a un ángulo ϕ



Nivel de Presión Sonora generado por un altavoz a una frecuencia f a un ángulo ϕ , trabajando con P_E watts a r metros, en campo libre.

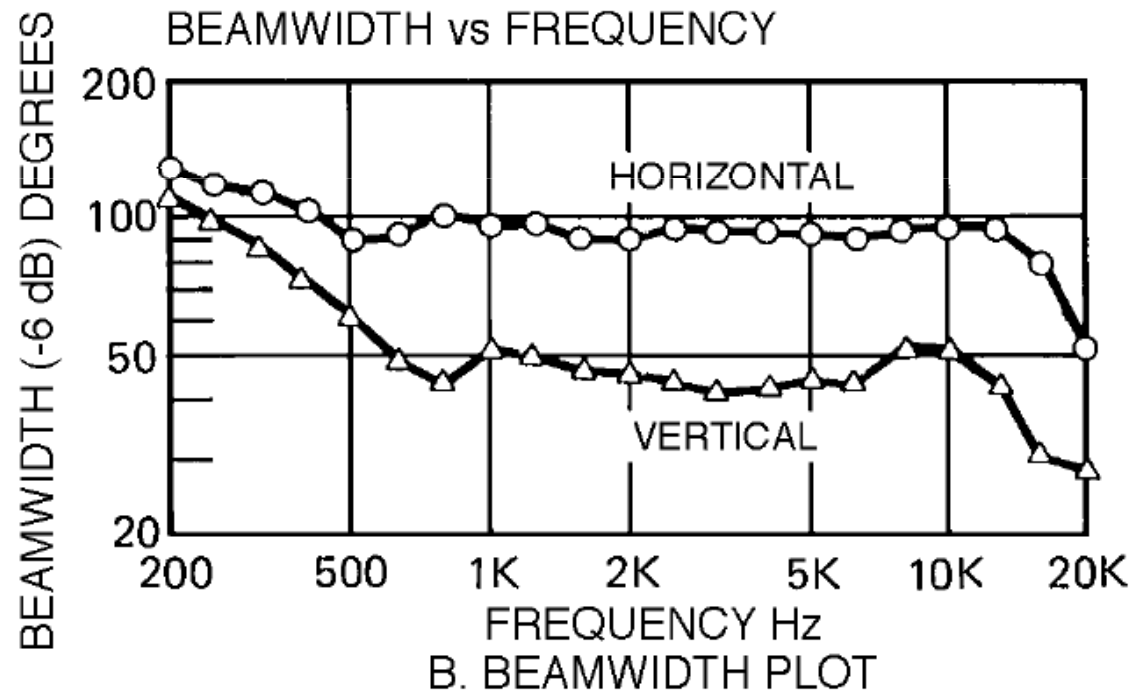
$$SPL(P_E, r) = sens\ dB(1W, 1m) + 10 \log P_E - 20 \log r + D(f) + D(\phi, f)$$

$D(f)$ Corrección por la respuesta de frecuencia [dB].

$D(\phi, f)$ Corrección por la respuesta polar a la frecuencia f [dB].

2.- Especificaciones técnicas de altavoces

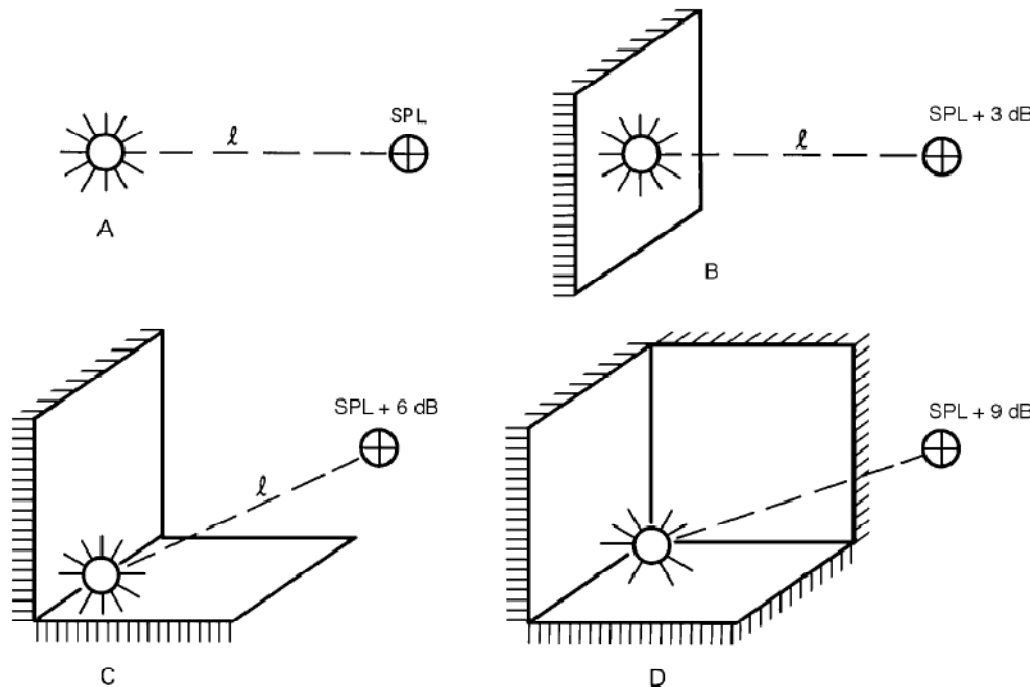
2.8.- Ángulo de Cobertura vs Frecuencia (Beamwidth vs frequency)



2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.9.- Factor de Directividad (Q)

- Razón entre la intensidad sonora que genera un altavoz a una determinada dirección (por lo general su eje) versus la intensidad sonora que genera en todas sus direcciones (omnidireccional).



$$Q = \frac{I_{r,W,DIRECCIONAL}}{I_{r,W,OMNI}} [\text{adim}]$$

Figure 3-1. Directivity and angular coverage

2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.10.- Índice de Directividad (DI) $DI = 10 \log Q [dB]$

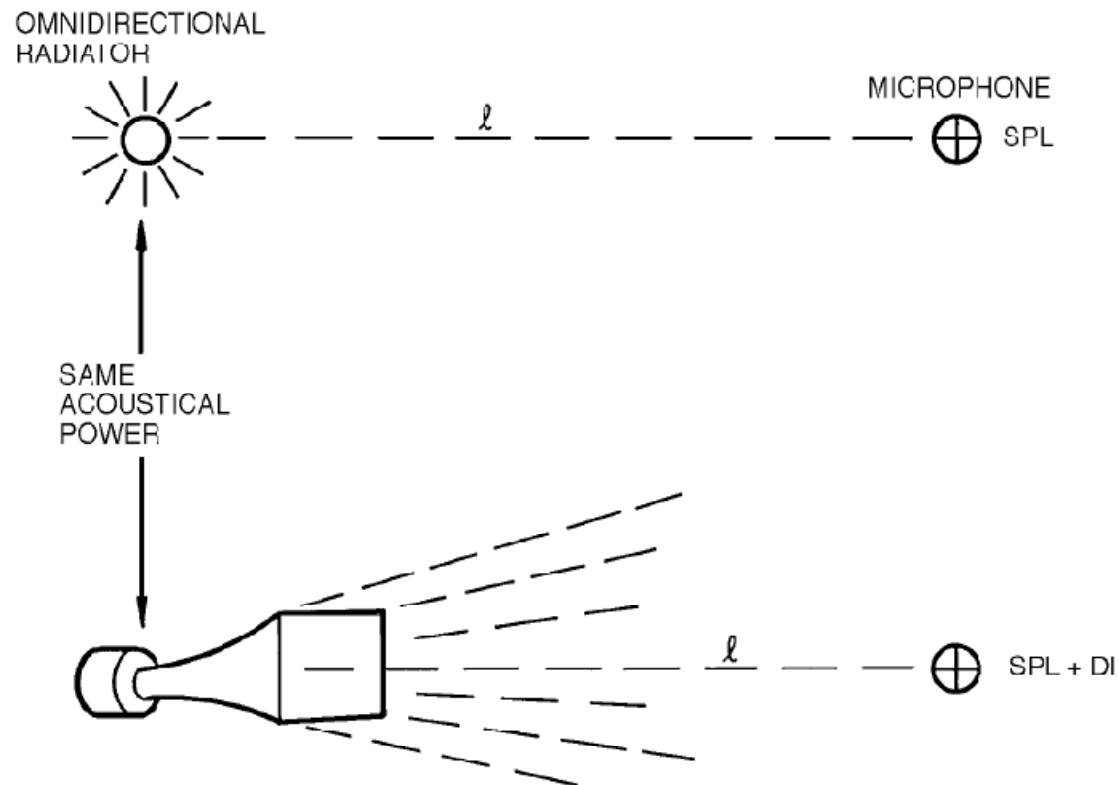
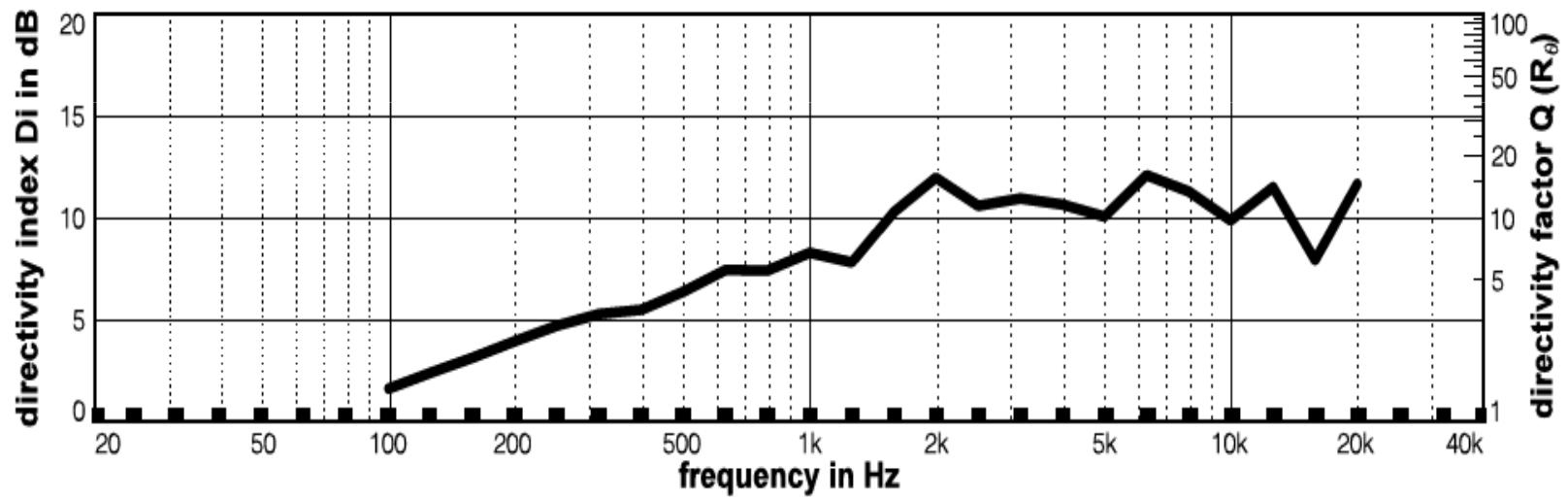


Figure 3-2. Directivity index and directivity factor

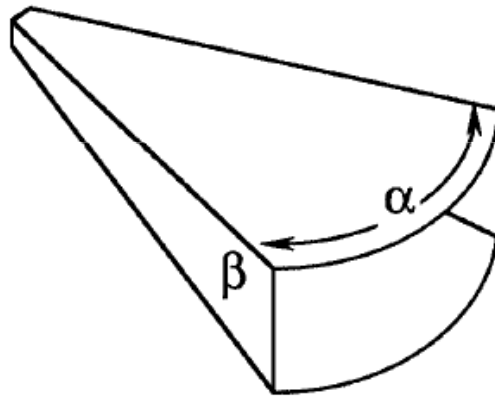
2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.10.- Índice de Directividad (DI)



2.- Especificaciones técnicas de altavoces

2.12.- Factor de Directividad (Q) – Ecuación de Molloy



α = NOMINAL HORIZONTAL
COVERAGE ANGLE

β = NOMINAL VERTICAL
COVERAGE ANGLE

$$DI = 10 \log \left[\frac{180^\circ}{\arcsin (\sin \alpha/2 \cdot \sin \beta/2)} \right]$$

$$Q = \frac{180^\circ}{\arcsin (\sin \alpha/2 \cdot \sin \beta/2)}$$

3.- Posicionamiento de Altavoces



Control® 227C&CT

6.5" Coaxial Ceiling
Loudspeaker with HF
Compression Driver

Preliminary Specifications:

System:	Frequency Range (-10 dB) ¹ : 43 Hz - 19 kHz
	Frequency Response (± 3 dB) ¹ : 75 Hz - 17 kHz
	Coverage Pattern ² : 120° conical, broadband
	Directivity Factor (Q): 7 (1 k - 16 kHz)
	Directivity Index (DI): 8.5 dB (1 k - 16 kHz)
	Long-Term System 150 W (600 W peak), 2 hrs
	Power Rating, IEC ³ : 100 W (400 W peak), 100 hrs
	Sensitivity (2.83V @ 1 m): 90 dB ⁴ measured half-space
	95 dB ⁵ computed for competitive comparison
	Maximum SPL ⁶ : 112 dB continuous average (118 dB peak)
	Crossover Network: 2.2 kHz, 3rd order (18 dB/oct) high-pass plus
	conjugate to HF, 3rd order low-pass to LF.
	Nominal Impedance (bypass mode): 8 ohms



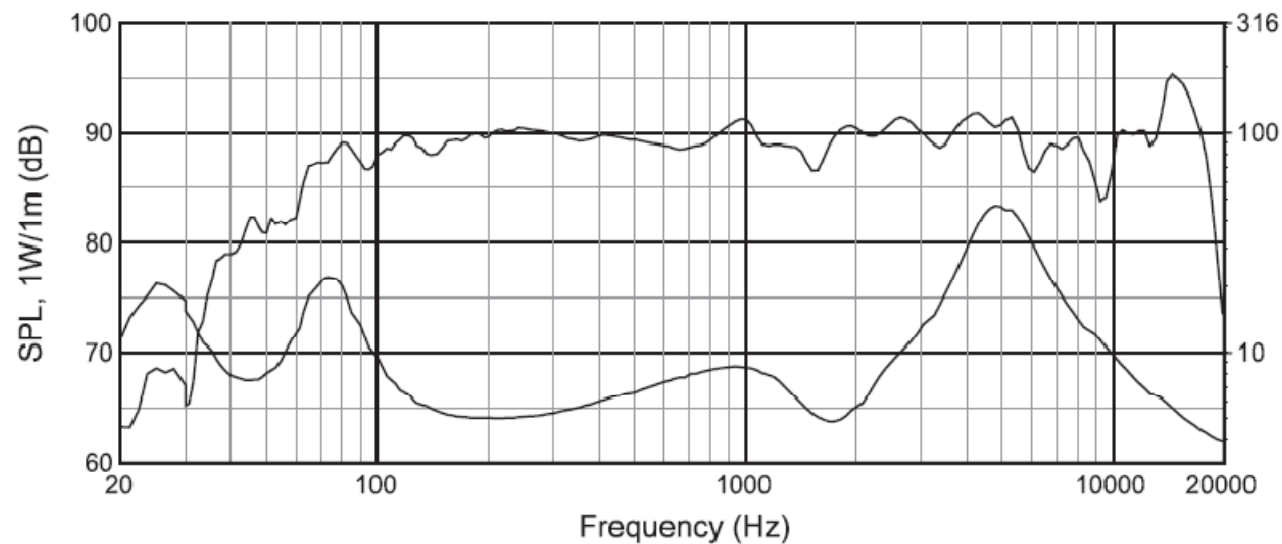


Control[®] 227C&CT

6.5" Coaxial Ceiling
Loudspeaker with HF
Compression Driver

Frequency Response:

Half-space (2π , mounted in ceiling) in 0.5 cu ft Backbox

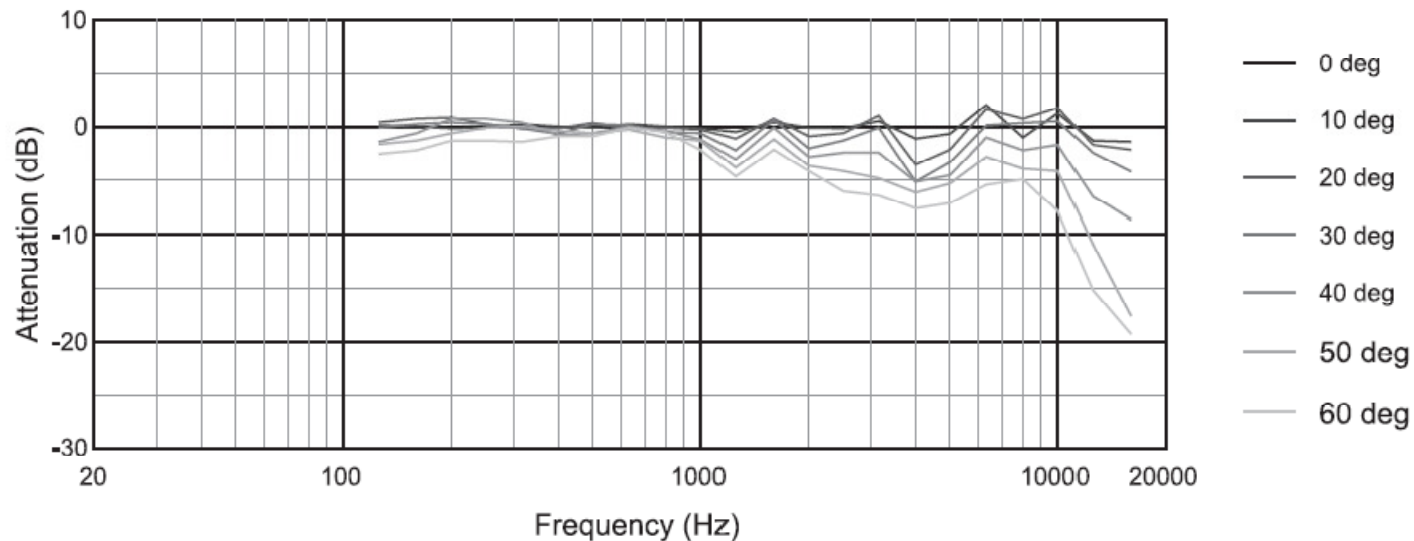




Control[®] 227C&CT

6.5" Coaxial Ceiling
Loudspeaker with HF
Compression Driver

Horizontal Off-Axis Frequency Response:



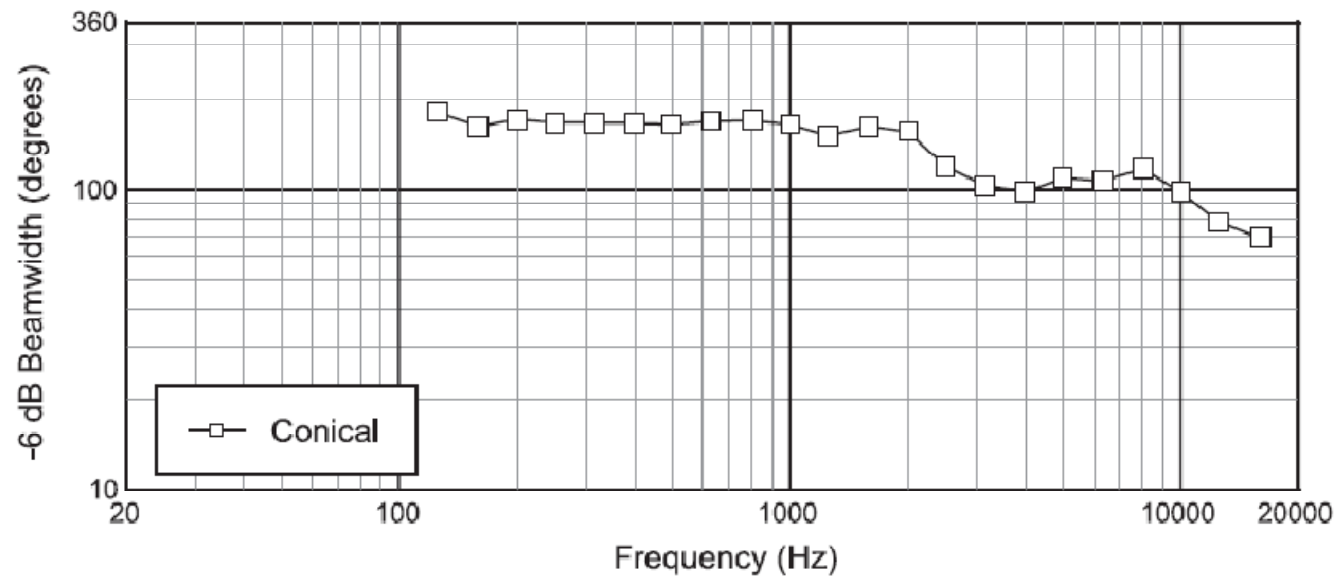
All measurements obtained without signal processing.
Graphs are from unaltered measurement data.



Control[®] 227C&CT

6.5" Coaxial Ceiling
Loudspeaker with HF
Compression Driver

Beamwidth:

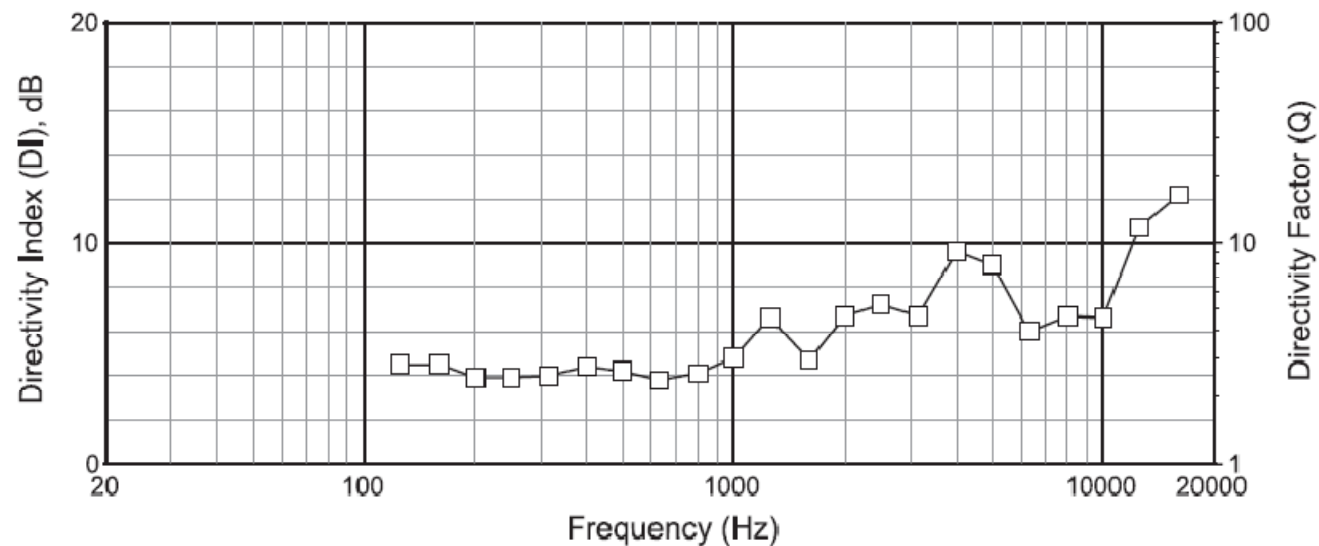




Control[®] 227C&CT

6.5" Coaxial Ceiling
Loudspeaker with HF
Compression Driver

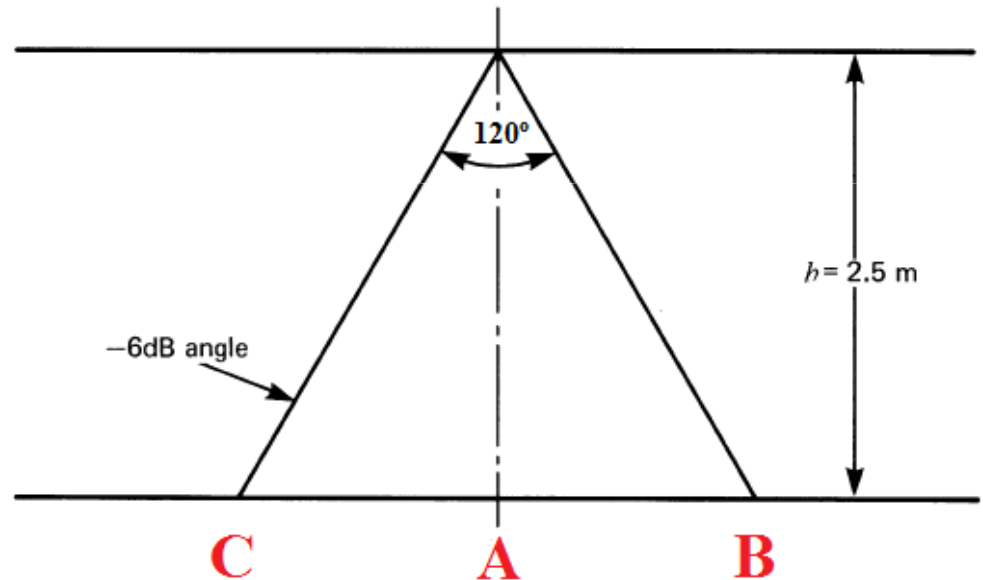
Directivity Index:



3.- Posicionamiento de Altavoces

3.1.- EJEMPLO: Altavoz de techo JBL CONTROL 227C

- Determinar el SPL en el auditor A, bajo supuesto de campo libre, con el altavoz trabajando con 1W eléctrico.



Auditor A

Distancia altavoz – auditor $r = 2,5[m]$

Potencia eléctrica $P_E = 1[W]$

Sensibilidad $sens = 90dB(1W,1m)$

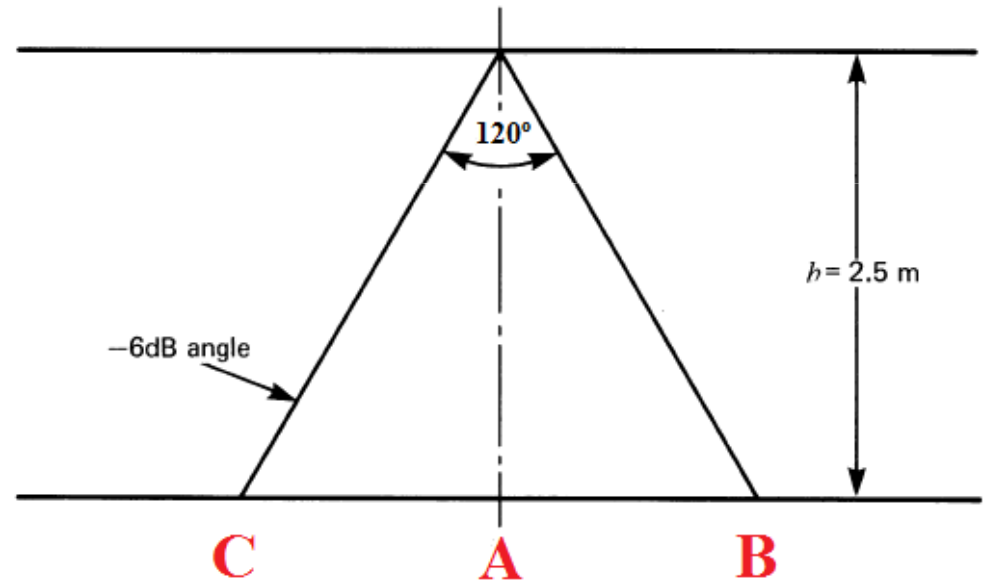
Corrección por direccionalidad $Corrección = 0dB @ 0^\circ$

$$\begin{aligned} SPL(P_E, r) &= sens \, dB(1W, 1m) + 10 \log P_E - 20 \log r \\ &= 90 + 10 \log(1) - 20 \log(2,5) = 82dB(1W, 2,5m) \end{aligned}$$

3.- Posicionamiento de Altavoces

3.2.- EJEMPLO: Altavoz de techo JBL CONTROL 227C

- Determinar el SPL en el auditor B, bajo supuesto de campo libre, con el altavoz trabajando con 1W eléctrico, para $f = 500\text{Hz}$.



Auditor B

Distancia altavoz – auditor $\cos(60^\circ) = \frac{2,5}{r} \Rightarrow r = \frac{2,5}{\cos(60^\circ)} = 5[m]$

Potencia eléctrica $P_E = 1[W]$

Sensibilidad $sens = 90dB(1W, 1m)$

Corrección por direccionalidad $D(60^\circ, 500Hz) = -6dB$

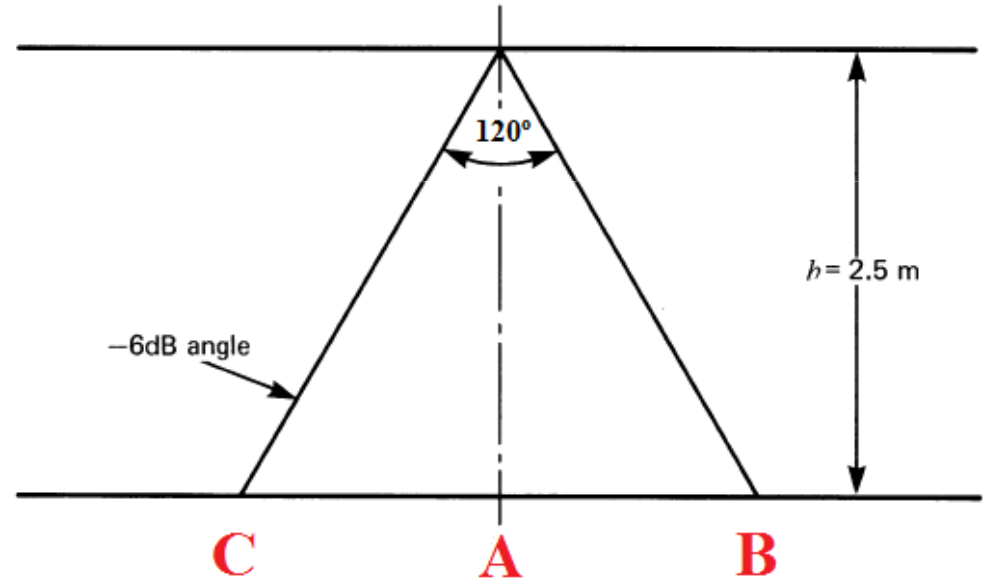
Corrección por respuesta de frecuencia $D(500Hz) \approx 0dB$

$$\begin{aligned} SPL(P_E, r) &= sens\ dB(1W, 1m) + 10\log P_E - 20\log r + D(f) + D(\phi, f) \\ &= 90 + 10\log(1) - 20\log(5) + 0 - 6 = 70dB(1W, 5m) \end{aligned}$$

3.- Posicionamiento de Altavoces

3.3.- EJEMPLO: Altavoz de techo JBL CONTROL 227C

- Determinar el SPL en el auditor B, bajo supuesto de campo libre, con el altavoz trabajando con 1W eléctrico, a una frecuencia de 4kHz.



Auditor B

Distancia altavoz – auditor $\cos(60^\circ) = \frac{2,5}{r} \Rightarrow r = \frac{2,5}{\cos(60^\circ)} = 5[m]$

Potencia eléctrica $P_E = 1[W]$

Sensibilidad $sens = 90dB(1W, 1m)$

Corrección por direccionalidad $D(60^\circ, 4kHz) > -6dB$

Corrección por respuesta de frecuencia $D(4kHz) = -1dB$

$$SPL(P_E, r) = 90 + 10\log(1) - 20\log(5) - 1 - 6 < 69dB(1W, 5m)$$

3.- Posicionamiento de Altavoces



EON305

Portable 15", Two-Way,
Bass-Reflex Design

Specifications:

System Type:	15", two-way, bass-reflex design
Frequency Range (-10 dB):	38 Hz - 20 kHz
Frequency Response (± 3 dB):	50 Hz - 18 kHz
Coverage Pattern:	100° H x 60° V nominal
Directivity Index (DI):	9 dB
Directivity Factor (Q):	8
Crossover Frequency:	1.9 kHz
System Power Rating:	250 W continuous, 500 W program, 1000 W peak
Sensitivity (1w/1m):	98 dB
Maximum SPL:	128 dB
Nominal Impedance:	8 Ohms

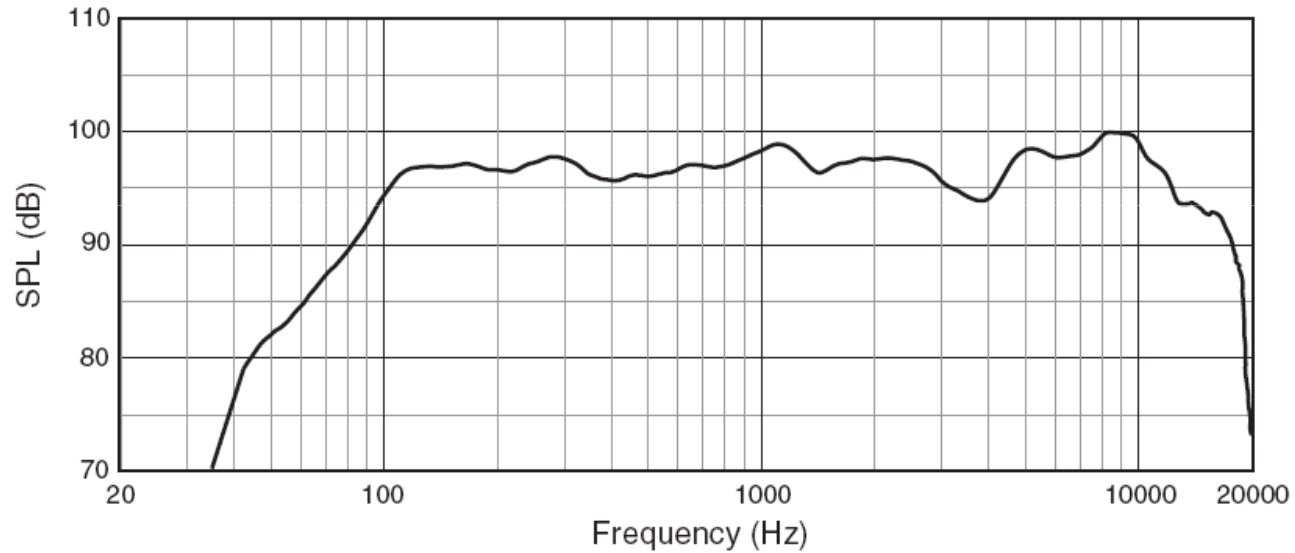




EON305

Portable 15", Two-Way,
Bass-Reflex Design

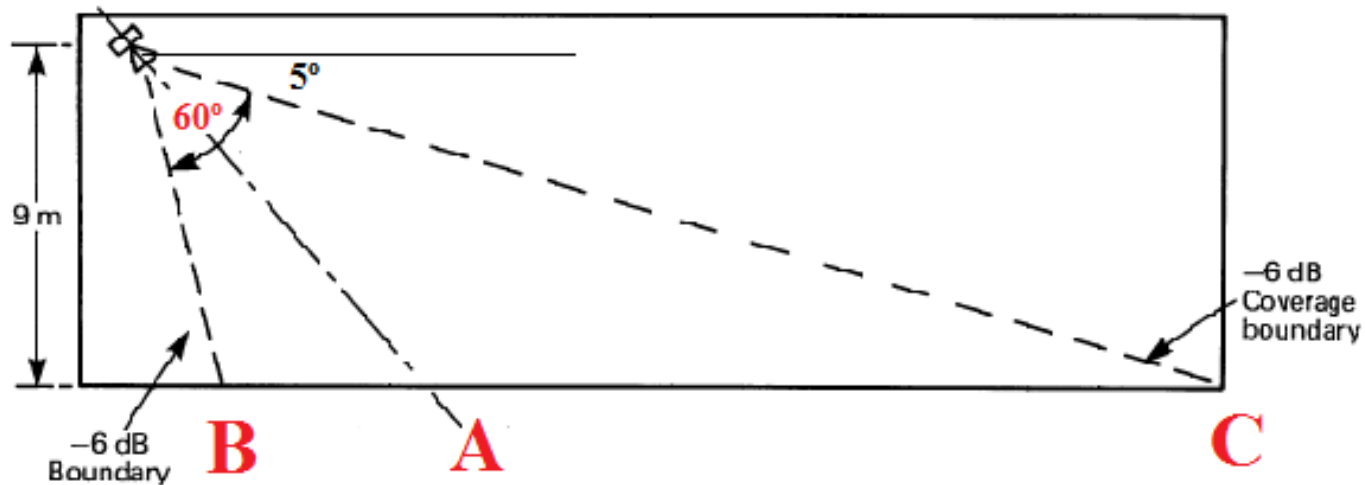
On Axis Frequency Response



3.- Posicionamiento de Altavoces

3.4.- EJEMPLO: Altavoz JBL EON 305

- Determinar el SPL en el auditor A, bajo supuesto de campo libre, con el altavoz trabajando a máxima potencia eléctrica.



Auditor A

Distancia altavoz – auditor $\cos(55^\circ) = \frac{9}{r} \Rightarrow r = \frac{9}{\cos(55^\circ)} = 15,7[m]$

Potencia eléctrica $P_E = 250[W]_{continuous}$

Sensibilidad $sens = 98dB(1W,1m)$

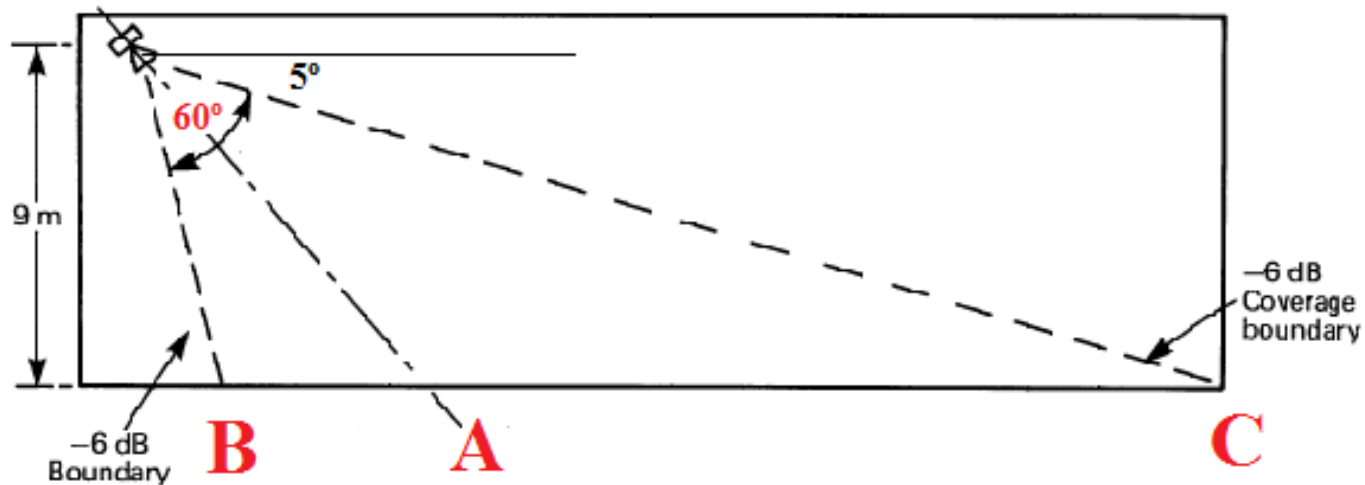
Corrección por direccionalidad $Corrección = 0dB @ 0^\circ$

$$\begin{aligned} SPL(P_E, r) &= sens \, dB(1W, 1m) + 10 \log P_E - 20 \log r \\ &= 98 + 10 \log(250) - 20 \log(15,7) = 98,1dB(250W, 15.7m) \end{aligned}$$

3.- Posicionamiento de Altavoces

3.5.- EJEMPLO: Altavoz JBL EON 305

- Determinar el SPL en el auditor B, bajo supuesto de campo libre, con el altavoz trabajando a máxima potencia eléctrica.



Auditor B

Distancia altavoz – auditor $\cos(25^\circ) = \frac{9}{r} \Rightarrow r = \frac{9}{\cos(25^\circ)} = 9,9[m]$

Potencia eléctrica $P_E = 250[W]_{continuous}$

Sensibilidad $sens = 98dB(1W,1m)$

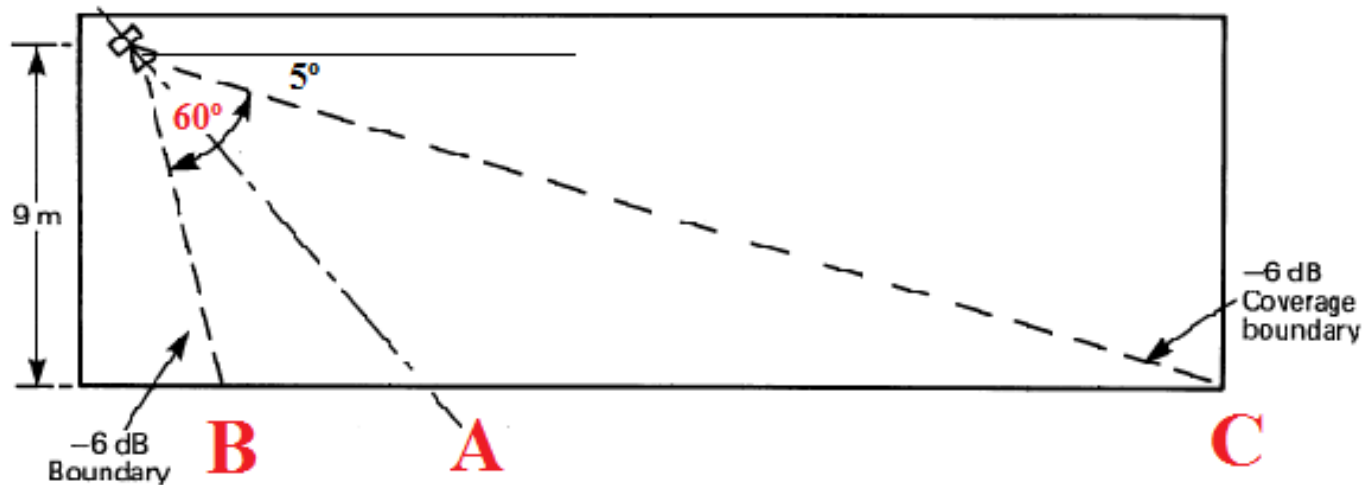
Corrección por direccionalidad $D(30^\circ, zonaplana) = -6dB$

$$\begin{aligned} SPL(P_E, r) &= sens\ dB(1W,1m) + 10\log P_E - 20\log r - 6 \\ &= 98 + 10\log(250) - 20\log(9,9) - 6 = 96,1dB(250W,9.9m) \end{aligned}$$

3.- Posicionamiento de Altavoces

3.6.- EJEMPLO: Altavoz JBL EON 305

- Determinar el SPL en el auditor C, bajo supuesto de campo libre, con el altavoz trabajando a máxima potencia eléctrica.



Auditor B

Distancia altavoz – auditor $\cos(85^\circ) = \frac{9}{r} \Rightarrow r = \frac{9}{\cos(85^\circ)} = 103,3[m]$

Potencia eléctrica $P_E = 250[W]_{continuous}$

Sensibilidad $sens = 98dB(1W,1m)$

Corrección por direccionalidad $D(30^\circ, zonaplana) = -6dB$

$$\begin{aligned} SPL(P_E, r) &= sens\ dB(1W,1m) + 10\log P_E - 20\log r - 6dB \\ &= 98 + 10\log(250) - 20\log(103,3) - 6 = 75,7dB(250W,103.3m) \end{aligned}$$

Unidad I: Uso e Instalación de Micrófonos y Altavoces Parte 2

Diseño e Instalación de Sistemas de Sonido
AUM-711

Prof. Ing. Andrés Barrera A.