Dada una señal acústica variable en el tiempo con una duración de 5 minutos, indique cual de las siguientes afirmaciones es correcta:
HE PUESTO TODAS LAS QUE SON VERDAD

El L_{10} es siempre mayor que el L_{90}.

El L_{45} es siempre menor que el L_{40}.

El L_{50} y el L_{eq} coinciden.

El L_{AE} es mayor que el L_{Aeq}.

LAeq, T es mayor que Leq, T.

Ruido Blanco

FFT Una línea recta paralela al eje de frecuencias.

CPB Una línea recta con una pendiente de 1dB por 1/3 de octava.

Ruido Rosa

FFT Una línea recta con una pendiente de 1dB por 1/3 de octava

CPB Una línea recta paralela al eje de frecuencias.

¿Qué tipo de frente de onda genera una fuente superficial finita?

E) Esférico.
F) Cilíndrico.
G) Plano.

¿Qué tipo de frente de onda genera una fuente superficial finita en punto alejado de la misma una distancia < dimensión mayor de la fuente/π?

A) Esférico. B) Cilíndrico. C) Esférico y cilíndrico. D) Cilíndrico y plano

¿Qué tipo de frente de onda genera una fuente superficial finita en punto alejado de la misma una distancia > dimensión mayor de la fuente/π?

A) Cilíndrico.

B) Plano.

C) Esférico.

D) Cualquiera de los anteriores.

¿Qué tipo de frente de onda genera una fuente superficial finita en punto alejado de la misma una distancia >> dimensión mayor de la fuente/π?

A) Esférico.

B) Cilíndrico.

C) Esférico y cilíndrico.

D) Cilíndrico y plano

¿Cuál de los siguientes métodos de evaluación de la sonoridad tiene en cuenta el fenómeno del enmascaramiento de frecuencias sonoras?

A) Fletcher - Munson. B) Stevens. C) Zwicker. D) Kryter.

En la propagación sonora en exteriores, existe un mecanismo de atenuación por absorción del aire, A_{aire}. Señala cuál de las siguientes características NO se corresponde con A_{aire}.

A) Depende la frecuencia de emisión de la fuente.

B) Depende de la humedad relativa.

C) Depende de la temperatura.

D) Depende de la potencia de la fuente.

La ecuación de onda unidimensional se fundamenta en: la ecuación de estado, la ecuación de continuidad, y la ecuación de Euler. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

A) La ecuación de onda tiene dependencia de: el tiempo y la posición.

B) La ecuación de onda tiene dependencia de: el tiempo, la posición, y del medio de propagación.

C) La ecuación de onda tiene dependencia de: el tiempo, la posición, la temperatura, y del medio de propagación.

D) La ecuación de onda tiene dependencia de: el tiempo, la posición, la temperatura, la potencia de la fuente y del medio de propagación.

Queremos analizar un sistema lineal acústico mediante la técnica de respuesta al impulso. Para ello generamos un pulso de muy corta duración, τ. ¿Qué acción debemos tomar para aumentar el margen de frecuencias en el que la respuesta en frecuencia del pulso sea lo más plana posible?

A) Disminuir el valor de τ.

B) Aumentar el valor de τ.

C) Introducir un tren de pulsos, con periodo de repetición T grande.

D) Introducir un tren de pulsos, con periodo de repetición T pequeño.

Dado un sonómetro genérico, señale cual es el orden correcto de sus bloques principales de funcionamiento, tomando como origen la señal sonora que se desea analizar:

A) Micrófono Detector RMS Ponderación en Frecuencia Integrador Visualización.

B) Micrófono Integrador Ponderación en Frecuencia Detector RMS Visualización.

C) Micrófono Ponderación en Frecuencia Detector RMS Integrador Visualización.

D) Micrófono Detector RMS Integrador Ponderación en Frecuencia Visualización.

La instrumentación acústica se puede ordenar en Clases, en función de la precisión o tolerancia de los equipos expresada en +/- XdB. Hablando de un sonómetro y un calibrador (verificador de calibración) de Clase 1:

A) El sonómetro debe tener una precisión de +/- 0.4dB, y el calibrador de +/- 0.15.

B) El sonómetro debe tener una precisión de +/- 0.7dB, y el calibrador de +/- 0.3.

C) El sonómetro debe tener una precisión de +/- 1dB, y el calibrador de +/- 0.4.

D) El sonómetro debe tener una precisión de +/- 1.5dB, y el calibrador de +/- 0.5.

Una señal acústica puede describirse a través de sus niveles percentiles. Señale cuál de las siguientes afirmaciones es falsa, cuando nuestra señal es un despegue de un avión:

A) El L90 < L10.

B) El L10 > L50.

C) El L50 > L90.

D) El L10 < L50.

En la propagación de ondas sonoras en campo libre, se observa la refracción como principal agente en los siguientes mecanismos de atenuación:

A) Gradiente de viento, y gradiente de temperatura.

B) Gradiente de viento, gradiente de temperatura, y divergencia esférica.

C) Gradiente de viento, gradiente de temperatura, y absorción del aire.

Refraccion cambio de dirección, sucede al cambiar de medio (medios de distinta densidad) se origina en el cambiod e velocidad de propagación.

D) Gradiente de viento, gradiente de temperatura, y vegetación.

Dado un filtro paso banda para señal acústica caracterizado por su Factor de Calidad (Q) de un valor elevado, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

A) Se trata de un filtro con Δf-3dB muy estrecho, o de un valor pequeño.

B) Se trata de un filtro con una respuesta temporal rápida.

C) Se trata de un filtro con una capacidad selectiva elevada.

D) Se trata de un filtro con que atenúa todas las frecuencias excepto la banda de interés.

La generación de señal de voz es un proceso complejo en el que se realizan diversas funciones con la intervienen de varios órganos. ¿Cómo se denomina la función en la que se la onda laríngea se modifica y aparecen los formantes en ella?

A) Articulación.

B) Fonación.

C) Respiración.

D) Ninguna de las anteriores.

¿En qué margen de frecuencias se encuentra el primer formante de la letra "p"?

A) Entre 200Hz y 400Hz.

B) Entre 500Hz y 700Hz.

C) Entre 700Hz y 900Hz.

D) Ninguno de los anteriores.

La ecuación de onda unidimensional se fundamenta en: la ecuación de estado, la ecuación de continuidad, y la ecuación de Euler. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la ecuación de estado es verdadera?

A) La ecuación de estado relaciona la variación del desplazamiento de las partículas de aire respeto de la posición, con la presión.

B) La ecuación de estado relaciona la variación del desplazamiento de las partículas de aire respeto del tiempo, con la presión.

C) La ecuación de estado relaciona la fuerza aplicada a las partículas de aire, con la masa de las partículas de aire.

D) La ecuación de estado relaciona la velocidad de propagación del sonido en el aire, con las variaciones de presión en el espacio.

Dada una señal de voz, señale la afirmación verdadera respecto a los formantes:

A) Las frecuencias de los formantes de la señal de voz son dependientes del aparato articulador.

B) Las frecuencias de los formantes de la señal de voz son diferentes para cada una de las 5 vocales del castellano/español.

C) Las frecuencias de los formantes de la señal de voz tienen relación directa el fenómeno de la resonancia de un sistema mecánico – acústico.

D) Todas las respuestas anteriores son verdaderas.

La acústica es la ciencia que estudia los fenómenos asociados a ondas sonoras. Señale cuál de las siguientes opciones define mejor esa onda sonora.

A) Una onda sonora es una onda mecánica, longitudinal, que necesita de un medio elástico, en el cual la velocidad de propagación es dependiente del medio y de la frecuencia.

B) Una onda sonora es una onda mecánica, transversal, que necesita de un medio elástico, en el cual la velocidad de propagación es dependiente del medio y de la frecuencia.

C) Una onda sonora es una onda mecánica, longitudinal, que necesita de un medio elástico, en el cual la velocidad de propagación es dependiente del medio y de la temperatura.

D) Una onda sonora es una onda mecánica, transversal, que necesita de un medio elástico, en el cual la velocidad de propagación es dependiente del medio y de la temperatura.

La instrumentación acústica se puede clasificar en Clases, en función de la precisión de los equipos expresada en +/- XdB. Hablando de un sonómetro y un calibrador (verificador de calibración) de la misma Clase:

A) Ambos tienen la misma precisión

B) El calibrador es más preciso que el sonómetro.

C) El calibrador es menos preciso que el sonómetro.

D) El calibrador es más o menos preciso que el sonómetro, dependiendo de la Clase.

La potencia acústica generada por una fuente sonora se ve afectada por el ángulo sólido (Ω) de propagación:

A) Cuando $\Omega = 2\pi$.

B) Cuando $\Omega = \pi$.

C) Cuando $\Omega = \pi/2$.

D) En ningún caso.

De las siguientes afirmaciones sobre el fenómeno de resonancia acústica, ¿Cuál de ellas es falsa?

A) En resonancia el sistema tiene velocidad máxima. Verdadera

B) En resonancia el sistema tiene velocidad mínima. Falsa

C) En resonancia el sistema tiene una impedancia resistiva.

D) En resonancia el sistema tienen una impedancia con parte imaginaria nula.

Un cambio de presión repentino puede provocar una pérdida de audición temporal. ¿Cuál es el elemento anatómico del oído humano que se ve afectado fundamentalmente para esto ocurra?

A) La Trompa de Eustaquio.

B) La cadena de huesecillos.

C) El tímpano.

D) El canal auditivo.

La velocidad de partículas de una onda sonora esférica generada por una fuente simple se ve reducida con la distancia "r" de la siguiente forma:

A) 6dB/oct.

B) 12dB/oct.

C) 6dB/oct. cerca de la fuente, 12dB/octava lejos de la fuente.

D) 6dB/oct. lejos de la fuente, 12dB/octava cerca de la fuente.

La ecuación de onda unidimensional se fundamenta en: la ecuación de estado, la ecuación de continuidad, y la ecuación de Euler. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la ecuación de Euler es falsa?

A) La ecuación de Euler relaciona la aceleración de las partículas de aire, con las variaciones de presión en el espacio.

B) La ecuación de Euler relaciona la variación de la velocidad de las partículas de aire en el tiempo, con las variaciones de presión en el espacio.

C) La ecuación de Euler relaciona la fuerza aplicada a las partículas de aire, con la masa de las partículas de aire.

D) La ecuación de Euler relaciona la velocidad de propagación del sonido en el aire, con las variaciones de presión en el espacio y en el tiempo.

El método de obtención de la sonoridad de Zwicker realiza la evaluación en:

A) CPB 1/1 octava.

B) CPB 1/3 octava.

C) FFT.

D) Valores globales.

En la propagación sonora en exteriores, existe un mecanismo de atenuación por el suelo, A_{suelo}. Señala cuál de las siguientes características NO se corresponde con A_{suelo}.

A) Depende la frecuencia de emisión de la fuente.

B) Depende de la distancia fuente – receptor.

C) Depende de la altura de fuente y receptor.

D) Depende de la potencia de la fuente.

En simulaciones de propagación sonora en exteriores empleamos el programa Cadna A. ¿Contempla esta herramienta la predicción del campo sonoro próximo y lejano de la fuente?:

A) Sí, para cualquier tipo de fuente sonora.

B) Sí, pero sólo para fuentes puntuales, lineales, y superficiales.

C) Sí, siempre que se lo indiquemos en el menú correspondiente.

D) No, en ningún caso. No diferencia entre campo próximo y lejano

Dada una onda esférica, ¿cómo describiría su impedancia acústica específica en campo próximo de la onda?:

A) Predominantemente resistiva/real.
B) Predominantemente reactiva/imaginaria.
C) Reactiva/imaginaria y resistiva/real.
D) Ninguna de las anteriores.

Disponemos de un micrófono de condensador de medida empleado junto con un sonómetro, Clase 1. El fabricante señala que en baja frecuencia el sensor es omnidireccional. ¿Qué ocurre con la directividad del mismo a medida que aumenta la frecuencia?:

A) La directividad del micrófono se mantienen constante con la frecuencia.
B) El micrófono es omnidireccional en todo el rango de frecuencias audibles.
C) Los micrófonos de medida por definición no pueden ser omnidireccionales.
¿D) Ninguna d las anteriores.

Trabajando con un sonómetro podemos medir con 3 tipos diferentes de ponderaciones temporales, caracterizadas por los tiempos de subida y bajada del detector de valor eficaz. ¿Cuál de las siguientes es la respuesta correcta?:

A) Los tiempos de subida son: 125ms para FAST, 1s para SLOW, y 35ms para IMPULSE.
B) Los tiempos de bajada son: 125ms para FAST, 1s para SLOW, y 1,5s para IMPULSE.

C) Las respuestas A) y B) son correctas.

D) Ninguna de las anteriores.

La realización de simulaciones acústicas implica el empleo de modelos de propagación teóricos para la predicción de niveles de presión, ¿Cuáles son los modelos empleados en la configuración europea común básica EU-Interim, y por tanto en territorio español? Indique la respuesta correcta:

A) Industrial/General: ISO 9613; Carreteras: NMPB96; Trenes: SRMII.

B) Industrial/General: ISO 9613; Carreteras: NMPB96; Trenes: ECAC29.

C) Industrial/General: ISO 9613; Carreteras: SRMII; Trenes: ECAC29.

D) Ninguna de las anteriores.

El oído humano se comporta como un analizador en frecuencia en tiempo real. Tiene una resolución espectral dependiente de su funcionamiento interno, denominada "banda crítica". ¿Cuál es el ancho de banda normalizado que por convenio se toma de esa "banda crítica"?:

A) 1 octava.

B) 1/2 octava.

C) 1/3 octava.

D) 1/6 octava.

¿Qué parte del oído realiza el análisis en frecuencia de las señales acústicas que son captadas del entorno?

A) El tímpano.

B) La cadena de huesecillos: martillo, yunque, y estribo.

C) La trompa de Eustaquio.

D) La cóclea.

Las señales generadas por la voz humana son muy variadas. Dependiendo del tipo de letra que pronunciemos obtendremos un tipo de sonido. ¿Cuál de las siguientes letras producen un sonido "sordo" puro al pronunciarse?

A) "a", y "u".

B) "m", y "n"

C) "p" y "f". sonidos sordos

D) "e", y "0"

Para obtener la FFT de una señal acústica, ¿Es necesario realizar una conversión de la señal analógica a digital (ADC)?

A) Sí.

B) No.

Indique cuál de las siguientes afirmaciones es falsa respecto a la divergencia esférica aplicada a la propagación sonora en exteriores.

A) Es una atenuación de la onda sonora dependiente de la frecuencia.

B) Es una atenuación de la onda sonora dependiente de la temperatura.

C) Es una atenuación de la onda sonora dependiente de la distancia emisor-receptor.

D) Es una atenuación de la onda sonora dependiente de la presión atmosférica.

La ecuación de onda unidimensional se fundamenta en: la ecuación de estado, la ecuación de continuidad, y la ecuación de Euler. ¿Cuál es la expresión con la que contribuye la ecuación de estado? A (B continuidad) (C Euler) Dnewton

A) $p = -\rho c^2 \frac{\partial \xi}{\partial x}$

B) $\rho \Delta x S \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = -\Delta p \; S$

C) $\rho \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial p}{\partial x}$

D) $\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 p}{\partial x^2}$

De las siguientes afirmaciones sobre el fenómeno de resonancia acústica, ¿Cuál de ellas es verdadera?

A) En resonancia el sistema tiene velocidad máxima.

B) En resonancia el sistema tiene una impedancia resistiva.

C) En resonancia el sistema tienen una impedancia con parte imaginaria nula.

D) Todas las anteriores.

Dada una onda esférica, ¿cómo describiría su impedancia acústica específica en campo lejano de la onda?:

A) Predominantemente resistiva/real.

B) Predominantemente reactiva/imaginaria.

C) Reactiva/imaginaria y resistiva/real.

D) Ninguna de las anteriores.

Dada una fuente sonora simple con un factor de directividad de valor 1, ¿Cuál es su correspondiente índice de directividad?:

A) 0 dB.
B) 0.
C) 3dB.
D) 3.

De las siguientes afirmaciones sobre el fenómeno de resonancia acústica, ¿Cuál de ellas es falsa?

A) En resonancia el sistema tiene velocidad máxima.
B) En resonancia el sistema tiene velocidad mínima.
C) En resonancia el sistema tiene una impedancia resistiva.
D) En resonancia el sistema tienen una impedancia con parte imaginaria nula.

Una fuente de señal acústica real, de dimensión característica "a", será puntual en un lugar del espacio a una distancia "r" de la fuente cuando se cumplan una/s condición/es. ¿Qué condición/es es/son correcta/s?:

A) $r>>a$.
B) $r<<a$.
C) $ka>>1$.
D) $ka<<1$.

Trabajando en un "Tubo de Kundt" y con una impedancia tipo masa, se cumple que:

A) $\Delta\theta > 0$.
B) $\Delta\theta < 0$.
C) $\Delta\theta = 0$.
D) $\Delta\theta = \infty$.

En la estimación de valores de presión sonora eficaz por parte de un sonómetro existen diferentes tipos de ponderación temporal exponencial. ¿Qué característica/s corresponde/n a la ponderación denominada "*Slow*"?:

A) Tiempo de subida = 1 s.
B) Tiempo de subida = 125ms.
C) Tiempo de bajada: 1.5s.
D) Tiempo de bajada: 1s.

En la propagación sonora en exteriores, existe un mecanismo de atenuación por divergencia esférica, Adiv. Señala de cuál/es de la/s siguiente/s característica/s depende Adiv.

A) Depende de la distancia entre la fuente sonora y el receptor analizado.
B) Depende de la frecuencia en Hz.
C) Depende de la temperatura en oC.
D) Depende de la presión atmosférica milibares.

El nivel de presión sonora en un punto del espacio generado por la potencia acústica de una fuente sonora no se ve afectada por el ángulo sólido (Ω) de propagación:

A) Cuando $\Omega = 2\pi$.
B) Cuando $\Omega = 4\pi$. Ec. Propaggacion lw + di – 10log (r/4r) r es pi
C) Cuando $\Omega = \pi/4$.
D) Cuando $\Omega = \pi/2$.

La impedancia acústica específica de una onda plana cuando kr<<1 toma un valor de:

A) $Z = \rho_0 c + j\rho_0 c$
B) $Z = \rho_0 c/2 + j\rho_0 c/2$
C) $Z = j\rho 0cKr$
D) $Z = \rho 0c$

¿Cuál/es de la/s siguiente/s característica/s se asocia/n con un una Onda Estacionaria Pura, en términos acústicos?:

A) $\alpha r = 1$.
B) R.O.E. = ∞.
C) $I = 0\ Pa_2/m_2$.
D) $Z = j\rho c\cot g\,(kx)$.

El investigador Zwicker generó una alternativa a la evaluación de la sonoridad mediante las curvas isófonas, ¿Qué característica/s diferencial/es contiene su método?:

A) Evaluación en 1/3 de octava.
B) Toma en cuenta el efecto de enmascaramiento de bandas de frecuencia adyacentes.
C) Aplicable para campo libre.
D) Mantiene la relación entre las unidades Sonos y Fonos.

Trabajando en un “Tubo de Kundt” y con una impedancia tipo compliancia, se cumple que:

A) X1er mínimo > λ/4.
B) X1er mínimo = λ/4.
C) X1er mínimo < λ/4.
D) X1er mínimo > λ/2.

El “Factor de Calidad (Q)” de un sistema mecánico-acústico describe las características del mismo. Comparando dos sistemas distintos se comprueba que Q1 >> Q2. ¿Qué especificaciones tiene el sistema caracterizado por Q1?

A) Q1 es más selectivo Q2.
B) Q1 es menos selectivo Q2.
C) Q1 es más lento Q2.
D) Q1 es más rápido Q2.

¿En qué margen de frecuencias se encuentra el segundo formante de la letra “u”?

A) Entre 200Hz y 400Hz.
B) Entre 500Hz y 1000Hz.
C) Entre 700Hz y 900Hz.
D) Ninguno de los anteriores.

Dados dos sensores de presión sonora con distintas Sensibilidades, 5mV/Pa y 50mV/Pa, y el mismo valor de ruido inherente, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?:

A) El micrófono con mayor Sensibilidad es más robusto frente al ruido inherente.
B) El micrófono con menor Sensibilidad es más robusto frente al ruido inherente.
C) Ambos micrófonos son igual de robustos frente al ruido inherente.
D) Ninguna de las anteriores.

En el estudio de una onda plana armónica generada y trasmitiéndose en condiciones ideales, se cumple que:

A) p0 > v0.
B) p0 = v0.
C) p0 < v0.
D) Todas las anteriores.

La curva de ponderación en frecuencia A, se corresponde aproximadamente y está basada en la curva isófona de:

A) 40 Fonos.
B) 50 Fonos.
C) 70 Fonos. Ponderación B
D) 100 Fonos. Ponderacion C

Trabajando en un "Tubo de Kundt" y con una impedancia tipo masa, se cumple que:

A) X1er mínimo > λ/4.
B) X1er mínimo = λ/4.
C) X1er mínimo < λ/4.
D) Todas las anteriores.

Dado un dipolo acústico formado por dos fuentes simples separadas una distancia "b" de la misma fortaleza, misma frecuencia, y en fase: ¿Bajo cuál/es condición/es su patrón de directividad es direccional en un punto a una distancia "r" del mismo, en campo lejano del dipolo, tal que r>>b?

A) b>>λ.
B) b<<λ.
C) b = λ.
D) b = λ/2. .

En la propagación sonora en exteriores, existe un mecanismo de atenuación por absorción del aire, Aaire. Señala cuál de la/s siguiente/s característica/s se corresponde con Aaire.

A) Depende la frecuencia de emisión de la fuente.
B) Depende de la humedad relativa.
C) Depende de la temperatura.
D) Depende de la potencia de la fuente.

¿Cuál/es es/son las funciones principales del conducto auditivo en el oído externo?

A) Funciona como un adaptador de impedancias entre dos medios con impedancias muy diferentes, aire por un lado y líquido por otro.
B) Se trata de una especie de analizador en 1/3 de octava que manda información al cerebro.
C) Es un elemento protector del tímpano.
D) Trabaja como un resonador a las frecuencias de entorno a 3kHz-4kHz.

Problema 2 Una onda plana progresiva con una frecuencia de 1 kHz incide normalmente sobre una superficie con un material, cuya impedancia acústica es $Z = 450 - j400$ Rayls. 400 Rayls aire

a) La ROE de la onda estacionaria formada y el desfase generado por el material en la onda reflejada. (1)

$$K_r = \left|\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 - Z_1}\right|^2 \longrightarrow \left|\frac{450 - j400 - 400}{450 - j400 + 400}\right|^2 = \left|\frac{50 - j400}{850 - j400}\right|^2 = \left|\frac{1 - j8}{17 - j8}\right|^2 = \xrightarrow{(17+j8)} \left|\frac{(1-j8)\cdot(17+j8)}{289+64}\right|^2 =$$

$$= \left|\frac{17 + j8 - 136j + 64}{353}\right|^2 = \left|\frac{81 - 128j}{353}\right|^2 = \left(\frac{81}{353}\right)^2 + \left(\frac{128}{353}\right)^2 = \frac{65}{353} = 0'18 \qquad ROE = \frac{1+\sqrt{K_r}}{1-\sqrt{K_r}} = \frac{1+\sqrt{0'18}}{1-\sqrt{0,18}} = \boxed{2'5}$$

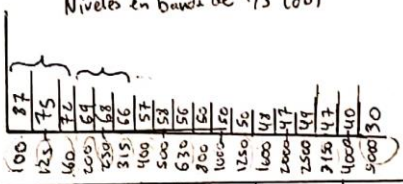
b) La posición de TODOS los máximos de presión. (0,5)

$\rightarrow$ Máximos $2kx + \Delta\phi = 2n\pi \qquad x = \frac{2n\pi - \frac{2\pi}{5}}{2k}; \ \forall n \in \mathbb{N}$

$$\Delta\phi = \arg\left[\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}\right] = \frac{2\pi}{5}; \quad k = \frac{2\pi f}{c} = 18'48 \qquad \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{-50}{853}(47 + 1441i)$$

Problema 3

Niveles en banda de 1/3 (dB)



Frecuencia octavas	125	250	500	1000	2000	4000
Ponderación A (dB)	−16,1	−8'6	−3,2	0	1'2	1

a) Calcule el nivel en banda en las octavas con frecuencia central de: 125 Hz 250 ... 4 kHz (0,5)

125 Hz

$f_1 = 2^{-1/6} \cdot f_c \qquad f_1 = 2^{-1/6} \cdot 125 = 111$ Hz

$f_2 = 2^{1/6} \cdot f_c \qquad f_2 = 2^{1/6} \cdot 125 = 140$ Hz

$$BL(f_1, f_2) = 10\log\left(10^{8'7} + 10^{7'5} + 10^{7'2}\right) = 87,3 \text{ dB}$$

250 Hz

$f_1 = 2^{-1/6} \cdot 250 = 222$ Hz

$f_2 = 2^{1/6} \cdot 250 = 280$ Hz

$$BL(f_1, f_2) = 10\log\left(10^{6'9} + 10^{6'8} + 10^{6'6}\right) = 72,6 \text{ dB}$$

500 Hz

$f_1 = 2^{-1/6} \cdot 500 = 445$ Hz

$f_2 = 2^{1/6} \cdot 500 = 561$ Hz

$$BL(f_1, f_2) = 10\log\left(10^{5'7} + 10^{5'8} + 10^{5'6}\right) = 61,8 \text{ dB}$$

1000 Hz

$f_1 = 2^{-1/6} \cdot 1000 = 890$ Hz

$f_2 = 2^{1/6} \cdot 1000 = 1122$ Hz

$$BL(f_1, f_2) = 10\log\left(10^{5'6} \cdot 10^{5'8} \cdot 10^{5'6}\right) = 54,7 \text{ dB}$$

2000 Hz

$f_1 = 2^{-1/6} \cdot 2000 = 1781$ Hz

$f_2 = 2^{1/6} \cdot 2000 = 2244,9$ Hz

$$BL(f_1, f_2) = \left(10^{4'9} + 10^{4'7} + 10^{4'8}\right) = 52,8 \text{ dB}$$

4000 Hz

$f_1 = 2^{-1/6} \cdot 4000 = 3563,$ Hz

$f_2 = 2^{1/6} \cdot 4000 = 4489,8$ Hz

$$BL(f_1, f_2) = \left(10^{4'7} + 10^{4'0} + 10^{3'0}\right) = 47'8 \text{ dB}$$

Examen Acústica 7 Mayo 2014

Problema 1 3 monopolos ("array") Fuentes coherentes emitiendo un tono puro 1 kHz en fase y con la misma amplitud de presión cada una ($P_{01}, P_{02}, P_{03} = 1$ [Pa]) La distancia b entre los monopolos es la misma.

Se pide calcular:

a) El valor de "b", para obtener un $L_p = -\infty$ en un punto situado a una distancia "r" / $r \gg b$, con un angulo de observación "θ" = 45°. (1 punto)

$L_p = 20 \log\left(\frac{P_{ef}}{P_{ref}}\right) = -\infty \quad P_{ef} = 0$

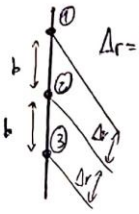
Si $L_p = -\infty \quad P_{ef} = 0 \quad P_{ef} = \frac{P_{ot}}{\sqrt{2}}$ $\quad r \gg b$ campo lejano omnidireccional

$P_{ot} = \cancel{P_{ref}}^{0} \sqrt{2} \quad P_{ot} = 0$

$P_{ot} = P_{01} \cdot e^{j(k\Delta r)} + P_{02} \cdot \cancel{e}^{1} + P_{03} e^{-j(k\Delta r)}$

$P_{ot} = 1\left[e^{j(k\Delta r)} + e^{-j(k\Delta r)} + 1\right]$

$\cos = \frac{e^{j(x)} + e^{-j(x)}}{2}$



$\Delta r = b \cdot \text{sen}\,\theta$

$P_{ot} = 1\left[1 + 2\cos(k\Delta r)\right]$

$P_{ot} = 0 = 1 + 2\cos(k\Delta r)$

$-\frac{1}{2} = \cos(k\Delta r)$

$k = \frac{2\pi f}{c} = \frac{2\pi \cdot 1000}{340} =$

$= k = 18'47$

$-\frac{1}{2} = \cos\left(18'47 \cdot \text{sen}\left(\overset{45°}{\pi/4}\right) \cdot b\right)$

$\frac{2}{3}\pi = 18'47 \cdot \text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot b$

$\frac{\frac{2}{3}\pi}{18'47 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = b = 0'16\ m \rightarrow \boxed{16\ cm}$

b) El valor de "b", para obtener un $L_p = -\infty$ en un punto situado a una distancia "r" grande / $r \gg b$ con un ángulo de observación "θ" = 45° si la señal emitida por los monopolos cambia, y se convierte en un Ruido Blanco de banda ancha. (0'25)

El ruido blanco no afecta a la distancia entre los monopolos.

c) El L_p en un punto situado a una distancia "r" grande / $r \gg b$ con un ángulo de observación de 45° = "θ", manteniendo el valor de "b" del apartado A) si la señal emitida por los monopolos cambia y se convierte en un tono puro de 100 Hz. (0'25) $f = 100$ Hz ¿L_p?

$P_{ot} = 1 + 2\cos\left[\frac{2\pi \cdot 100}{340} \cdot 0'16 \cdot \text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right)\right] = 1 + 2\cos(0'2090) = 1 + 2 \cdot 0'97 \overset{1f}{=} 1'95\ Pa = 2'95\ Pa = P_{ot}$

$P_{ref} = \frac{P_{ot}}{\sqrt{2}} = P_{ref} = 2'08\ Pa. \quad L_p = 20 \log\left(\frac{2'08}{20 \cdot 10^{-6}}\right) = \boxed{100{,}30\ dB}$

d) El factor de directividad en el punto de observación, para los apartados A y C. (0'25)

Examen Acústica 7 Mayo 2019

Problema 3

b) Calcule el nivel en banda ponderado A desde el 1/3 de octava de 100 Hz hasta 5 KHz. Puede consultar la Ponderación A en la tabla 1. (0,5)

125 Hz $BL(f_1, f_2) = 87,3 - 16,1 = 71,2$ dB

250 Hz $BL(f_1, f_2) = 72,6 - 5'6 = 64$ dB

500 Hz $BL(f_1, f_2) = 61,8 - 3'2 = 58'6$ dB

1000 Hz $BL(f_1, f_2) = 54,7 - 0 = 54'7$ dB

2000 Hz $BL(f_1, f_2) = 52,8 + 1'2 = 54$ dB

4000 Hz $BL(f_1, f_2) = 47'8 + 1 = 48'8$ dB

Problema 4

Una señal sonora está formada por 5 tonos puros y radia en condiciones de campo libre, en un punto de observación en campo lejano de la misma se miden con un micrófono los valores de nivel y frecuencia descritos en la tabla 2. Dispone de más información para resolver el problema en la sección Datos.

Se pide Calcular:

Frecuencia Hz	500	600	800	900	2000
L_p (dB)	70	70	60	60	80

a) El nivel de Presión Sonora Global de la señal sonora en dB (0'25)

$L_t = 10\log(10^7 + 10^7 + 10^6 + 10^6 + 10^8) = 80'8$ dB

b) El nivel de Sonoridad de la señal sonora en fonos (1,25)

$N = 2^{(L_n - 40)/10}$ para $L_n > 40$

$L_{p1} = 70$ dB $\xrightarrow{\text{Tabla Zwicker}}$ $L_{n1} = 70$ fonos $\rightarrow N_1 = 8$ sonos

$L_{p2} = 70$ dB $\rightarrow L_{n2} = 70$ fonos $\rightarrow N_2 = 8$ sonos

$L_{p3} = 60$ dB $\rightarrow L_{n3} = 60$ fonos $\rightarrow N_3 = 4$ sonos

$L_{p4} = 60$ dB $\rightarrow L_{n4} = 60$ fonos $\rightarrow N_4 = 4$ sonos

$L_{p5} = 80$ dB $\rightarrow L_{n5} = 80$ fonos $\rightarrow N_5 = 16$ sonos

$N_t = 8 + 8 + 4 + 4 + 16 = 40$ sonos

$N_t = 2^{(L_n - 40)/10}$

$\log_2 40 = \frac{L_n - 40}{10}$

$10\log_2 40 + 40 = \boxed{L_n = 93,2 \text{ fonos}}$

c) El nivel de presión Sonora Global de la señal ponderado A es de 82,3 dBA. Discuta si bien los Fonos o bien los dBA son las unidades que mejor definen el suceso sonoro estudiado (0'5)

La ponderación A está basada en 40 fonos y en este caso nos movemos en un rango más alto (70 aprox), quizás la ponderación B (70 fonos) sería más adecuada. Por lo tanto, en este caso describen mejor el suceso los fonos.

Examen Acústica 14 Mayo 2018

Problema 1 Igual que Problema 1 Junio 2017

Problema 2 Trabajamos con un conjunto de 3 monopolos ("array"). Se trata de fuentes coherentes emitiendo un tono puro @2kHz, en fase y con la misma amplitud de presión cada una ($p_{01}, p_{02}, p_{03} = 2$ [Pa]). La distancia b entre los monopolos es la misma. Se pide calcular:

a) El valor de "b", para obtener un $L_p = -\infty$ en un punto situado a una distancia "r" grande ($r \gg b$, con campo lejano omnidireccional) un ángulo de observación "θ" = 90° Pot = 0

$L_p = 20\log\left(\frac{P_{ef}}{P_{ref}}\right) = -\infty \quad P_{ef} = 0 \quad P_{ef} = \frac{P_{ot}}{\sqrt{2}} \quad \Delta r = b \cdot \operatorname{sen}\theta \quad K = \frac{2\pi f}{c} = \frac{2\pi 2000}{340}$

$P_{ot} = P_{01} \cdot e^{j(K\Delta r)} + P_{02} \cdot \overset{1}{e^{0}} + P_{03} e^{-j(K\Delta r)} \rightarrow P_{ot} = 2\left[e^{j(K\Delta r)} + e^{-j(K\Delta r)} + 1\right] \rightarrow$

$\rightarrow P_{ot} = 2\left[2\cos(K\Delta r) + 1\right] \xrightarrow{P_{ot}=} 4\cos(K\Delta r) + 2 \rightarrow -\frac{2}{4} = \cos(K\Delta r) \rightarrow -\frac{2}{4} = \cos\left(37 \cdot b \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2}\right)\right) \rightarrow$

$\rightarrow \frac{2}{3}\pi = 37 \cdot b \rightarrow b = 0'056\ m$ $\boxed{5'6\ cm}$

b) El L_p en un punto situado a una distancia "r" grande / $r \gg b$, con los ángulos de observación "θ" = 90°, 45°, 30°, 15° manteniendo el valor de "b" del apartado a), si la señal emitida por los monopolos cambia, y se convierte en un tono puro de 200 Hz.

90° | $P_{ot} = 4\cos\left(3'7 \cdot 0'056 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2}\right)\right) + 2 = 5{,}9 \quad P_{ef} = \frac{5'9}{\sqrt{2}} = 4{,}18 \quad L_p = 20\log\left(\frac{4'18}{20 \cdot 10^{-6}}\right) = \boxed{106\ dB}$

45° | $P_{ot} = 4\cos\left(3'7 \cdot 0'056 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right)\right) + 2 = 5{,}95 \quad P_{ef} = \frac{5'95}{\sqrt{2}} = 4'20 \quad L_p = 20 = \boxed{106\ dB}$

30° | $P_{ot} = 4\cos\left(3{,}7 \cdot 0'056 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{6}\right)\right) + 2 = 5{,}97 \quad P_{ef} = \frac{5'97}{\sqrt{2}} = 4'22 \quad L_p = 20 = \boxed{106\ dB}$

15° | $P_{ot} = 4\cos\left(3{,}7 \cdot 0'056 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{12}\right)\right) + 2 = 6 \quad P_{ef} = \frac{6}{\sqrt{2}} = 4{,}23 \quad L_p = 20 = \boxed{106\ dB}$

Problema 3 Apartados a) y b) igual que Problema 3 Mayo 2019.

c) Si el micrófono del sonómetro tiene una sensibilidad de 10mV/Pa, y a la salida del mismo obtengo 15 mV, ¿Es posible que estemos realizando la verificación del sonómetro con un calibrador que ofrece 94dB@1kHz? Justifique su respuesta analíticamente. Ambos sistemas funcionan sin defecto alguno.

$S = 10\ mV/Pa \quad V = 15\ mV \quad P_{ef} = \frac{V}{S} \quad P_{ef} = \frac{15}{10} = 1'5\ Pa$

$\beta = \frac{V}{\text{Sensibilidad}} \quad L_p = 20\log\left(\frac{P_{ef}}{P_{ref}}\right) \quad 94 = 20\log\left(\frac{P_{ef}}{20 \cdot 10^{-6}}\right) \quad P_{ef} = 1\ Pa \quad P_0 = P_{ef} \cdot \sqrt{2} = 1'41$

$1'41 \neq 1'5$ No es posible verificarlo.

Problema 4 Un micrófono con una sensibilidad de 10mV/Pa detecta el voltaje en bandas de frecuencia de 1/3 octava, de la señal de un altavoz emitiendo ruido en banda ancha; la contribución del resto del espectro no se tiene en cuenta en el análisis. Nos encontramos en unas condiciones de campo difuso, y conocemos el ruido de fondo existente. Se pide calcular:

Frecuencia (Hz)	125	1K	4K
Voltaje (mVrms)	100.2	12.5	5

Frecuencia (Hz)	125	1K	4K
BL@1/3 (dB)	100	92	73

a) La Sonoridad de la señal del altavoz. No interpole curvas de sonoridad, y ajuste a la curva inmediatamente superior.

~~Restaremos ruido de fondo, pero como las diferencias son < 15dB no hace falta.~~

$P(125Hz) = \frac{100,2}{10} = 10,02\ Pa \rightarrow L_p = 20\log\left(\frac{10,02}{20\cdot10^{-6}}\right) = 113,9\ dB$ $\rightarrow 10\log\left(10^{11,39} - 10^{10}\right) = 113,7\ dB$

$P(1kHz) = \frac{12,5}{10} = 1,25\ Pa \rightarrow L_p = 20\log\left(\frac{1'25}{20\cdot10^{-6}}\right) = 95,9\ dB$ $\rightarrow 10\log\left(10^{9'51} - 10^{9'12}\right) = 93,6\ dB$

$P(4kHz) = \frac{5}{10} = 0'5\ Pa \rightarrow L_p = 20\log\left(\frac{0'5}{20\cdot10^{-6}}\right) = 87,9\ dB$ $\rightarrow 10\log\left(10^{8'79} - 10^{7'3}\right) = 87,7\ dB$

Calculamos los sonos con la tabla de Stevens.

$P(125Hz) = 113,7dB \rightarrow 80$ sonos

$P(1kHz) = 93,6dB \rightarrow 40$ sonos

$P(4kHz) = 87,7\ dB \rightarrow 40$ sonos

Calculamos Sonoridad total

$S_t = S_m + f\left[\Sigma(S_i - S_m)\right]$ $\quad f = \begin{cases} 0'15 & 1/3 \text{ octava} \\ 0'3 & \text{octava} \end{cases}$

$S_t = 80 + 0'15\left[(40-80) + (40-80)\right]$

$\boxed{S_t = 68 \text{ sonos}}$

b) El nivel de sonoridad de la señal del altavoz

$N = 2^{\frac{L_n - 40}{10}}$ $\quad \log_2(N) = \frac{L_n - 40}{10} \rightarrow 10\cdot\log_2(68) = L_n - 40 \rightarrow \boxed{L_n = 100,87}$

Examen acústica 15 Mayo 2017

Problema 1 Un sistema acústico dispone de varias señales de presión definidas a continuación:

- Ruido Blanco, (BL @ 1/3 octava $f_c = 500\,Hz$) = 50,6 dB
- Ruido Rosa $p_{ef}^2(f) = 10/f$ [W/Hz], en todo el espectro audible

Se pide calcular:

a) El nivel en banda BL para un tercio de octava con frecuencia central de 500 Hz del ruido rosa. $10\int\frac{1}{f} = \ln f \to \ln 561 - \ln 445$

$f_1 = 2^{-1/6}\cdot 500 = 445\,Hz$

$f_2 = 2^{1/6}\cdot 500 = 561\,Hz$

$$10\log\left(\frac{\int_{445}^{561}\frac{10}{f}\,df}{(20\cdot 10^{-6})^2}\right) = 10\log\left(\frac{2{,}31}{(20\cdot 10^{-6})^2}\right) = \boxed{97'6\ dB}$$

b) La densidad espectral de potencia del ruido blanco Dep. $= p_{ef}^2$

$B_L = S_L + 10\log(\Delta f)$ $\quad 50{,}6 = S_L + 10\log(561-445) \to S_L = 50'6 - 20{,}6 = \boxed{30\ dB}$ $\quad 30 = 20\log\left(\frac{p_{ef}}{20\cdot 10^{-6}}\right)$

$10^{1'5} = \frac{p_{ef}}{20\cdot 10^{-6}} = p_{ef} = 1{,}32\cdot 10^{-4}$

DEP. $= \boxed{p_{ef}^2 = 4\cdot 10^{-8}}$

c) El nivel de Presion Sonora total para un tercio de octava con frecuencia central de 500 Hz.

Coinciden los dos bandas sumamos los niveles de las bandas

$$L_T = 10\log\left(10^{\frac{97'6}{10}} + 10^{\frac{50'6}{10}}\right) = 97'6 \to \text{igual porque } +15\ dB \text{ diferencia}$$

Problema 2 Una onda plana progresiva con una frecuencia de 200 Hz se caracteriza por un nivel de presión sonora de 40 dB. La densidad del aire es de 1,2 [kg/m³], y la velocidad de propagación del sonido es de 343 [m/s]

Se pide calcular:

a) La intensidad acústica de la onda descrita. En ondas planas $E = I\cdot c = I = E\cdot c$

$E = \frac{p_0^2}{2\rho_0 c}$ $\quad E = \frac{p_0^2}{2\rho_0 c^2}$ $\quad 40 = 20\log\left(\frac{p_{ef}}{20\cdot 10^{-6}}\right) \to 2 = \log\left(\frac{p_{ef}}{20\cdot 10^{-6}}\right)$

$\to 10^2 = \frac{p_{ef}}{20\cdot 10^{-6}} = p_{ef} = 2\cdot 10^{-3} \to p_0 = p_{ef}\cdot\sqrt{2} = 2'82\cdot 10^{-3}$

$I = \frac{p_0^2}{2\rho_0 c} = I = \frac{(2'82\cdot 10^{-3})^2}{2\cdot 343\cdot 1'2} = \boxed{9'71\cdot 10^{-9}}$

b) La amplitud de la aceleración de partículas $a_0 = A\cdot\omega^2$

$p_0 = A\cdot\omega\cdot\rho_0 c$ $\quad v_0 = A\cdot\omega$ $\quad I = \frac{p_0\cdot v_0}{2} \Rightarrow 9'71\cdot 10^{-9} = \frac{A^2\cdot(2\pi\cdot 200)^2\cdot 1'2\cdot 343}{2} \Rightarrow A^2 = \frac{9'71\cdot 10^{-9}\cdot 2}{(2\pi\cdot 200)^2\cdot 1'2\cdot 343} = A = 5'86\cdot 10^{-9}$

$a_0 = A\cdot\omega \to a_0 = 5{,}49\cdot 10^{-9}\cdot(2\pi\cdot 200)^2 = \boxed{8{,}635\cdot 10^{-3}\ m/s^2}$

c) El nivel de intensidad acústica cuando se añade otra onda plana progresiva de 200 Hz y un $L_p = 37\,dB$ en fase en la misma dirección y sentido contrario.

$I = \frac{p_{ef}^2}{\rho_0 c}$ $\quad p_{ef_T}^2 = p_{ef_1}^2 + p_{ef_2}^2 + 2p_{ef_1}\cdot p_{ef_2}\cos(\theta)$ $\quad p_{ef_1}^2 = (2\cdot 10^{-3})^2 = \boxed{4\cdot 10^{-6}\ W/Hz}$

$p_{ef_2}^2 = L_p = 10\log\left(\frac{p_{ef}}{p_{ref}}\right)^2$ $\quad p_{ef}^2 = 10^{3'7}\cdot(20\cdot 10^{-6})^2$ $\quad p_{ef}^2 = \boxed{2\cdot 10^{-6}\ W/Hz}$

$p_{ef_T}^2 = (4\cdot 10^{-6}) + 2\cdot 10^{-6} + 2(\sqrt{4\cdot 10^{-6}\cdot 2\cdot 10^{-6}})\cdot$ $\quad p_{ef_T}^2 = 0'06\ W/Hz$ $\quad I_T = \frac{0'06}{1{,}2\cdot 343} = 1\cdot 10^{5}\ W/m^2$

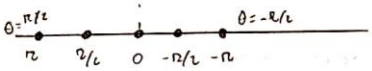
d) Los valores máximos y mínimos del nivel de presión en la nueva situación del apartado c).

Problema 3 5 fuentes monopolares dispuestas sobre una línea recta. La distancia entre cada fuente es la misma "b" y es igual a 20cm. Todas ellas son de la misma fortaleza, y emiten el mismo tono puro con las fases que se indican en la figura 1. La amplitud de presión de uno de los monopolos, en un punto M del campo lejano del conjunto de fuentes es de 1Pa. Se pide calcular:

a) La presión acústica creada por el conjunto de fuentes a una distancia igual a la del punto M en campo lejano para un ángulo de observación $\theta = 0°$

$\theta = 0°$ $\quad K\Delta r = b \cdot \operatorname{sen}(0)$

$K = \frac{2\pi f}{c}$



$$Pot = P_1 \cdot e^{j(K\Delta r + \pi/2)} + P_2 \cdot e^{j(K\Delta r + \pi)} + P_3 + P_4 \cdot e^{-j(K\Delta r + \pi/2)} + P_5 e^{-j(K\Delta r + \pi)}$$

$$Pot = 2\cos(K\Delta r + \pi/2) + 1 + 2\cos(K\Delta r + \pi)$$

$$Pot = 2\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) + 1 + \overset{-1}{2\cos(\pi)}$$

$$Pot = -1$$

b) Las condiciones en función de la frecuencia, para que este conjunto de fuentes de señal sea omnidireccional en el campo lejano.

Problema 4 Dos fuentes simples de señal acústica que radian en campo libre generan una señal de presión sonora en un punto de observación "M", en las siguientes condiciones:

- Fuente 1: $L_W = 90dB$ tono puro @ 100Hz distancia a M = 4m
- Fuente 2: $L_W = 80dB$ tono puro @ 300Hz distancia a M = 6m
  - $T = 20°C$
  - Presión atm/barométrica = 1100mb
  - Humedad relativa = 30%

Se pide calcular:

a) El nivel de Sonoridad.

Examen Acústica 13 Mayo 2016

Problema 1 Un sistema modelado mediante una analogía mecánico-acústica de un grado de libertad se describe mediante las siguientes características:

- $M = 10^3$ Kg
- $K = 9 \cdot 10^5$ N/m
- $R = 2 \cdot 10^4$ Kg/s

Se pide calcular:

a) La frecuencia propia del sistema.

$$\delta = \frac{2 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^3} = 10 \qquad \delta = \frac{R}{2M} \qquad \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^5}{10^3}} = 30 \qquad \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} = \sqrt{30^2 - 10^2} = \boxed{28'28 \text{ rad/s}}$$

b) El tiempo de relajación

$$\delta = \frac{1}{\tau} \qquad \tau = \frac{1}{10} \text{ s} \qquad \boxed{\tau = 0'1 \text{ s}}$$

c) La diferencia de nivel existente entre el instante inicial y tras pasar 1s.

$$x(0) = x_0 \cos(28'28 \cdot 0 - 0'34) \rightarrow x(0) = x_0 \cdot 0'9427$$
$$x(1) = x_0 \cos(28'28 \cdot 1 - 0'34) \rightarrow x(1) = -x_0 \, 0'944$$
$$x(1) - x(0) = -0'944 x_0 - 0'9427 x_0 =$$
$$\boxed{\Delta x = -1'887 X_0}$$

d) La ecuación que describe el fenómeno físico asociado.

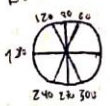
$$\phi_0 = \operatorname{arctg}\left(\frac{-\delta}{\omega}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{-10}{28'28}\right) = -0'34 \text{ rad}$$
$$x(t) = x_0 \cos(\omega_0 t + \phi_0)$$
$$x(t) = x_0 \cos e^{-\delta t} \cdot (\omega t + \phi_0)$$

Problema 2 3 monopolos ("array"). Las fuentes que lo conforman son coherentes emitiendo un tono puro de la misma frecuencia, en fase y con la misma portadora. La distancia "b" entre los monopolos es la misma, y su valor es igual a 2 veces la longitud de onda del tono generado. Se pide calcular:

a) El patrón de directividad del array descrito

$$\text{Patrón} = |\cos(k \cdot b \cdot \operatorname{sen}\phi)| \geq 0$$
$$\left|\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot 2\lambda \cdot \operatorname{sen}\phi\right)\right| \geq 0$$
$$|\cos(4\pi \operatorname{sen}\phi)| \geq 0$$

b) El número de mínimos de presión que aparecen en el diagrama de directividad completo entre 0° y 360°.



Cuando ϕ es 0 $\cos(4\pi \cdot 0) = \cos(0) = 1$

Cuando ϕ es 30° $\cos\left(4\pi \cdot \frac{1}{2}\right) = \cos\left(4\pi \cdot \frac{1}{2}\right) =$

40° $\cos(4\pi \cdot \operatorname{sen}(40)) =$ " " " ϕ =

" " es 120 $\cos(4\pi \cdot \operatorname{sen}(120)) =$ " " " $+\frac{1}{2}$ =

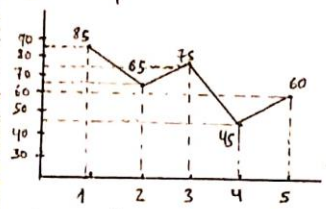
180 $\operatorname{sen}(180) =$ " =

240 $\operatorname{sen}(240) =$ " =

270 $\operatorname{sen}(270) =$ " -1 =

300 $\operatorname{sen}(300) =$ " " =

Problema 3 A la hora de realizar una medición acústica se pueden emplear distintas ponderaciones temporales y de frecuencia, para estimar el valor del nivel de presión sonora. Se pide calcular:



Frecuencia (Hz)	125	1K	4K
Ponderación A (dB)	−16,1	0	+1

a) El nivel continuo equivalente y el nivel de exposición de la evolución temporal del Lp que se presenta a continuación. Los muestreos se almacenaron cada segundo con ponderación "Fast", durante un tiempo total de 5 segundos.

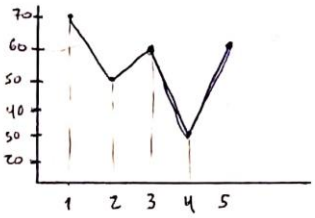
$L_{eq} = 10\log\left(\frac{1}{5}\left(10^{8'5}+10^{6'5}+10^{7'5}+10^{4'5}+10^{6'0}\right)\right) = 78'47\,dB$ $\quad L_{eq} = L_E + 10\log(n) - 10\log\left(\frac{T}{t_0}\right) =$

$78 = L_E + 10\log(5) - 10\log\left(\frac{5}{1}\right) = \boxed{78 = L_E}$

b) La evolución temporal del Lp del apartado anterior, aplicando una ponderación A. Sabemos que la señal medida es: un ruido rosa filtrado en la banda de 1/3 de octava de 1KHz + ruido rosa filtrado en la banda de 1/3 de octava de 125Hz.

125Hz

En 1KHz sería igual que el enunciado.



Problema 4 Sobre una pared incide una onda acústica plana armónica y progresiva. La impedancia de la pared es $Z_{pared} = 800 - j400$ Rayls, y la del aire $Z_0 = 400$ Rayls. La amplitud de la onda incidente es de 1 Pa.

Se pide calcular:

a) La diferencia de fases entre la presión existente en dos puntos que distan de la pared $\lambda/2$ y $\lambda/4$.

Examen Acústica 13 Mayo 2016

Problema 5 Un micrófono con una sensibilidad de 10mV/Pa detecta el voltaje en bandas de frecuencia de 1/3 de octava, de la señal de un altavoz emitiendo ruido en banda ancha; la contribución del resto del espectro no se tiene en cuenta en el análisis. Nos encontramos en unas condiciones de campo difuso, y conocemos el ruido de fondo existente.

Frecuencia (Hz)	125	1k	4k
Voltaje (mVrms)	100,2	12,5	5

Voltaje detectado por el micrófono

Frecuencia (Hz)	125	1k	4k
BL @1/3 (dB)	100	92	73

Nivel de presión sonora del ruido de fondo

Frecuencia (Hz)	125	1k	4k
Ponderación A (dB)	-16,1	0	+1

Valores de corrección de la curva de ponderación A

Apartados a) y b) iguales que Mayo 2018 Problema 4

c) El nivel en Banda audible de la señal del altavoz en dBA

Tenemos (125 Hz) = 113,7dB − 16,1 = 97,6 dBA

(1 kHz) = 93,6 dB + 0 = 93,6 dBA

(4 kHz) = 87'7dB + 1 = 88'7 dBA

$$10\log\left(10^{9'76} + 10^{9'36} + 10^{8'87}\right) = 99,43$$

d) La diferencia entre el método de evaluación utilizado (Fonos), y la evaluación con la ponderación A. Comente y justifique a qué se debe la diferencia razonadamente, a partir de los resultados de los apartados anteriores. Determine qué opción le parece mejor para representar la sonoridad en este caso.

Examen Acústica 13 Junio 2017

Problema 1

En un sistema mecánico - acústico dispongamos de una masa de 1 kg, suspendida de un muelle de rigidez (k) de 400 N/m, y con una resistencia mecánica de 20 Ω

a) El valor de la frecuencia del sistema. (0,5)

Coeficiente de amortiguación (δ)

$\delta = \frac{R_m}{2M} = \frac{20}{2 \cdot 1} = 10$ $\qquad w_0 = \sqrt{\frac{K}{M}} = \sqrt{\frac{400}{1}} = 20$

$w = \sqrt{w_0^2 - \delta^2} = \sqrt{20^2 - 10^2} = 17,32$ rad/s $\rightarrow \frac{17,32}{2\pi} = 2'75$

b) La energía disipada durante los primeros 100 ms, cuando la masa se desplaza de su posición de equilibrio 4 cm. $x(t) = x_0 \cdot \cos(w_0 t + \phi_0)$ $\qquad \phi_0 = \operatorname{arctg}\left(\frac{-\delta}{w}\right) \overset{\text{arctg}}{=} \left(\frac{-10}{17,32}\right) = -0'52$

$0'04 = x_0 \cdot \cos(20 \cdot 0'1 - 0'52) \rightarrow x_0 = 0'44$ $\qquad \boxed{E = \frac{1}{2} \cdot K \cdot x_0^2}$ $\quad E = \frac{1}{2} \cdot 400 \cdot 0'44^2 = 38'72$ J

c) El tiempo de relajación para que el filtro sea la mitad de selectivo que en el planteamiento inicial.

Q1 más selectivo y más lento $\qquad Q = \frac{M \cdot w_0}{R_m} = \frac{1 \cdot 20}{20} = 1 \quad Q = 1$

mitad de selectivo $\frac{Q}{2} = \frac{1}{2}$ $\qquad$ Ahora queremos $Q = \frac{1}{2}$ entonces $\frac{1}{2} = \frac{1 \cdot 20}{2 \cdot \delta} = \delta = \frac{1 \cdot 20 \cdot 2}{2} = 20$

$\delta = \frac{1}{\tau}$ $\qquad 20 = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{20} = \boxed{\tau = 0'05}$

Problema 2 Se requiere un trabajo de ingeniería acústica en el que tenemos que realizar mediciones de señal con un nivel de 25 dB en campo libre, y obtener niveles continuos equivalentes en periodos de una jornada completa.

- Ruido inherente / residual: 20 dB
- Q micrófono = 1
- Tiempo de integración máximo 1 hora.

a) La conveniencia o no del uso del equipamiento en lo que respecta al ruido inherente.

La diferencia entre nivel utilizado y ruido de equipo es de < 15 dB → va a afectar, sería mejor que el equipo tuviera menos ruido inherentes

b) La conveniencia o no del uso del equipamiento en lo que respecta a la directividad del micrófono

$Q = 1 \quad D_z = 10\log(1) = 0$ dB Omnidireccional

Problema 3 En un ensayo de impedancia acústica de un material concreto realizado en un Tubo de Kundt, se obtienen los siguientes resultados:

- Frecuencia: 500Hz
- L_p máximo = 86 dB
- L_p mínimo = 55 dB
- Distancia 1er mínimo = 16 cm
- $\rho_0 = 1'176$ [kg/m³]
- $c = 340$ [m/s]

A) La ROE de la onda estacionaria que se genera en el tubo, e indique el tipo de la onda generada en el tubo a partir de la interpretación del ROE. $P_{ref} = 20 \cdot 10^{-6}$ $\quad P_{ef} = \frac{P_0}{\sqrt{2}}$

$$L_{pmax} = 20 \log\left(\frac{P_{efmax}}{P_{ref}}\right) \rightarrow 86 = 20 \log\left(\frac{P_{max}}{P_{ref}}\right) \rightarrow 10^{\frac{86}{20}} = \frac{P_{max}}{20 \cdot 10^{-6}} \rightarrow P_{max} = 0'4 \text{ Pa} \rightarrow P_0 = 0'56 \text{ Pa}$$

$$55 = 20 \log\left(\frac{P_{min}}{P_{ref}}\right) \rightarrow 10^{\frac{55}{20}} = \frac{P_{min}}{20 \cdot 10^{-6}} \rightarrow P_{min} = 0'0112 \rightarrow P_0 = 0'016 \text{ Pa}$$

$$ROE = \frac{P_{0max}}{P_{0min}} = \frac{0'56}{0'016} = 35 \quad \text{Sacamos } \alpha_r \quad ROE = \frac{1+\sqrt{\alpha_r}}{1-\sqrt{\alpha_r}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \cancel{0'56}\ 35 = \frac{1+\sqrt{\alpha_r}}{1-\sqrt{\alpha_r}} = \frac{ROE-1}{ROE+1} = \sqrt{\alpha_r} \rightarrow \left(\frac{35-1}{35+1}\right)^2 = \left(\sqrt{\alpha_r}\right)^2 \rightarrow \boxed{\alpha_r = 0'89} \text{ Onda estacionaria ideal.}$$

B) El desfase que genera el material en la onda reflejada.

$$X[1^{er}\text{min}] = \left(\frac{\lambda}{4}\right) \cdot \left(1 + \frac{\phi}{\pi}\right) = \rightarrow 0'16 = \frac{0'68}{4} \cdot \left(1 + \frac{\phi}{\pi}\right) \rightarrow \frac{0'16}{0'17} = 1 + \frac{\phi}{\pi} = (0'94 - 1) \cdot \pi = \boxed{\phi = -0'18}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{500} = 0'68$$

C) La impedancia acústica del material $\quad \phi = \arctan\left(\frac{a}{b}\right)$

$$\alpha_r = \left|\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}\right|^2 \rightarrow \sqrt{0'89} = \left|\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}\right| \rightarrow \sqrt{0'89} \cdot (Z_2 + 400) = Z_2 - 400 \rightarrow \sqrt{0'89}\, Z_2 + 377,36 = Z_2 - 400$$

$$777 = Z_2 - \sqrt{0'89} \cdot Z_2 \rightarrow \frac{777'36}{1-\sqrt{0'89}} = Z_2 = 13733,8$$

$$-0'18 = \arctan\left(\frac{13733}{b}\right) = \tan(-0'18) = \frac{13733}{b}$$

$$b = -76284'28 \qquad \boxed{Z_2 = 13733,8 - j\,76284}$$

Problema 4 Igual que Mayo 2019 Problema 4

Examen Acústica 25 de Junio 2016

Problema 1 Un micrófono de medida en un punto del campo sonoro recoge una serie de señales con las siguientes características. Se pide calcular:

Ruido Blanco $SL = 40dB$ En todo el rango audible $SL = BL$ Es la mal

Ruido Rosa $SL(7kHz) = 30dB$

a) El nivel en banda para una octava con frecuencia central de 1kHz.

$f_1 = 2^{-1/2} \cdot 1000 = 707'1\ Hz$ $\qquad BL(f_1, f_2) = SL(f) + 10\log(\Delta f)$

$f_2 = 2^{-1/2} \cdot 1000 = 1414'2\ Hz$

$BL(f_1, f_2) = BL(707'1; 1414,2) = 40 + 10\log(1414,2 - 707'1) = 68'5\ dB$

b) El nivel en banda en todo el espectro audible, cuando se introducen 2 fuentes sonoras que generan sendos tonos puros de 10kHz ~~en~~ fase, y con una amplitud de $p_0 = 1[Pa]$ en la posición del micrófono.

Todo el espectro audible $20Hz \rightarrow 20\ kHz$ $\qquad P_{01} = P_{02} = 1\ Pa \quad P_T = 2\ Pa$

$BL_{RB} = 40 + 10\log(20000 - 20) = 83\ dB$ $\qquad P_{efT} = \frac{2}{\sqrt{2}} \qquad L_p = 20\log_{10}\left(\frac{2/\sqrt{2}}{20 \cdot 10^{-6}}\right) = 97\ dB$

$BL_{RR} = 30 + 10\log(20000 - 20) = 73\ dB$

$$\left.\begin{array}{l} SL(10kHz) = 97\ dB \rightarrow \text{Tonos} \\ SL(7kHz) = 30\ dB \rightarrow RR \\ SL(f) = 40dB \rightarrow RB \end{array}\right\} SL_T = 10\log(10^{9'7} + 10^3 + 10^4) = 97\ dB = BL$$

~~$BL(20, 20000) = 97 + 10\log(19980) = 140dB$~~ ?

Problema 2 Una onda plana progresiva con una frecuencia de 1kHz incide normalmente sobre una superficie con un material, cuya impedancia es $Z = 450 - j400$ Rayls. Se pide calcular:

a) La ROE. de la onda estacionaria que se genera en el aire. (Igual mayo 2019)

$$X_r = \left|\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}\right|^2 = \left|\frac{450 - j400 - 400}{450 - j400 + 400}\right|^2 = 183,136 \cdot 10^{-3} \qquad ROE = \frac{1+\sqrt{X_r}}{1-\sqrt{X_r}} = \frac{1+\sqrt{183 \cdot 10^{-3}}}{1-\sqrt{183 \cdot 10^{-3}}} = 2'5$$

b) La posición de todos los mínimos de presión

$$2Kx + \Delta\phi = (2n+1)\pi \quad x \rightarrow \frac{(2n+1)\pi - \frac{2\pi}{5}}{2K}; \ \forall n \in \mathbb{N}$$

$$\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{-50}{353}(47 + 144i) \qquad \Delta\phi = \arg\left[\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}\right] = \frac{2\pi}{5} \qquad K = \frac{2\pi f}{c} = 18'48$$

c) La posición de todos los máximos de presión.

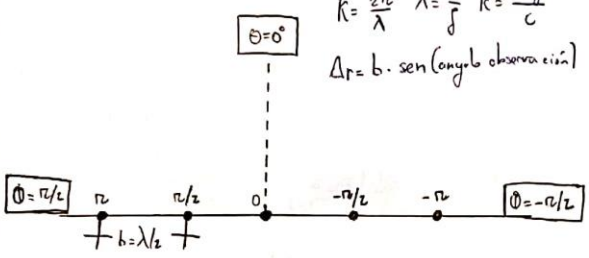
$$2Kx + \Delta\phi = 2n\pi \quad x = \frac{2n\pi - \frac{2\pi}{5}}{2K}; \ \forall n \in \mathbb{N}$$

Problema 3 Disponemos de un conjunto de 5 fuentes monopolares dispuestas sobre una línea recta. La distancia entre cada fuente es la misma y es igual a $\lambda/2$. Todas ellas son de la misma potencia, y emiten el mismo tono puro con las fases que se indican en la figura 1. La amplitud de presión de uno de los monopolos, en un punto M del campo lejano del conjunto de fuentes es de 1 Pa. Se pide calcular:

a) La presión acústica creada por el conjunto de fuentes a una distancia igual a la del punto M en campo lejano, para un ángulo de observación $\theta = \pi/2$.

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ $\lambda = \frac{c}{f}$ $k = \frac{2\pi f}{c}$

$\Delta r = b \cdot \text{sen}(\text{ángulo observación})$



$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = 1\,PA$

$P_t = P_1 \cdot e^{j(k\Delta r + \pi)} + P_2 \cdot e^{j(k\Delta r + \pi/2)} + P_3 \cdot e^{j0} + P_4 \cdot e^{-j(k\Delta r + \pi/2)} + P_5 \cdot e^{-j(k\Delta r + \pi)} =$

$P_t = e^{j(k\Delta r + \pi/2)} + e^{-j(k\Delta r + \pi/2)} + 1 + e^{j(k\Delta r + \pi)} + e^{-j(k\Delta r + \pi)} =$

$P_t = 2\cos(k\Delta r + \pi/2) + 1 + 2\cos(k\Delta r + \pi)$

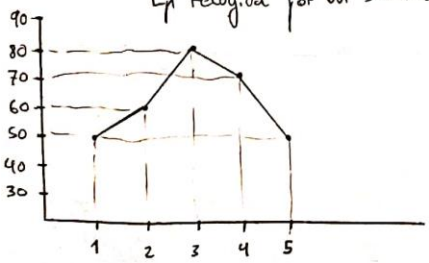
$$P_t = 2\cos\left(\overset{k}{\frac{2\pi}{\lambda}} \cdot \overset{b}{\frac{\lambda}{2}} \cdot \overset{\text{sen}}{\text{sen}}\left(\frac{\pi}{2}\right) + \frac{\pi}{2}\right) + 1 + 2\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} \cdot \text{sen}\left(\frac{\pi}{2}\right) + \pi\right) =$$

$$P_t = 2\cos\left(\pi + \frac{\pi}{2}\right) + 1 + 2\cos(\pi + \pi) = P_t = 0 + 1 + 2 = 3\,Pa.$$

b) El valor de la directividad (D[dB]), para un ángulo de observación $\theta = \pi/2$.

Al ser omnidireccional el factor de directividad $(Q) = 1$. El índice de directividad es $D_i = 10\log(Q) = \underline{0\,dB}$

Problema 4 La descripción de un evento sonoro viene dada por una gráfica de la evolución temporal del L_p recogida por un sonómetro en un punto de medida. Se pide calcular:



a) El nivel continuo equivalente (L_{eq}) de cada evento sonoro.

$L_{eq} = 10\log\left(\frac{1}{5}\left(10^5 + 10^6 + 10^8 + 10^7 + 10^5\right)\right) = 73,5\,dB$

b) El número de eventos sonoros del mismo tipo, nivel y duración que se producen si el L_{eq} del conjunto de todos ellos es de 82,5 [dB].

c) El nivel continuo equivalente (L_{eq}) de cada evento sonoro, cuando el ruido de fondo se eleva hasta 70dB.

$L_t = L_{eq} + L_{RF} = 10\text{Log}\left(10^{7,35} + 10^7\right) = 75,1\,dB$