

F coeficiente de absorción medio.

TR ← riglos

Tiempo de Reverbación

Def:

es la persistencia que tiene un sonido en una sala, después de que se acaba la emisión de la fuente sonora.

Método de Sabine

Características:

1) Campo sonoro difuso.

2) $\alpha \leq 0,2$

3) Los anteriores se distribuyen de forma independiente.

Su fórmula:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{ATT}$$

Volumen (m³)
Atenuación (dB)

Característica:

4) Uniformidad de los materiales.

1) Campo sonoro difuso.

2) $\alpha = \text{cualquier cosa, excepto si tiende a ser muy grande.}$

3) Los anteriores se distribuyen de forma independiente.

Su fórmula:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{-\sum S \ln(1-\alpha)}$$

Volumen (m³)
Superficie de cada parte (m²)

4) Uniformidad de los materiales.

Su fórmula:

$$TR_{60} = \left(\frac{0,161 \cdot V}{-\sum S \ln(1-\alpha_x)} \right)^{\frac{S_x}{S}} \cdot \left(\frac{0,161 \cdot V}{-\sum S \ln(1-\alpha_y)} \right)^{\frac{S_y}{S}} \cdot \left(\frac{0,161 \cdot V}{-\sum S \ln(1-\alpha_z)} \right)^{\frac{S_z}{S}}$$

Se puede calcular por otro métodos:

(Sólo todo para TR con carreta a 60 dB → TR₆₀)

Método de Millington - Sette

Características:

1) Campo sonoro difuso.

2) $\alpha = \text{cualquier cosa, excepto si tiende a ser muy pequeño.}$

3) Los anteriores se distribuyen de forma independiente.

4) No uniformidad de los materiales.

Su fórmula:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{-\sum_{i=1}^N S_i \ln(1-\alpha_i)}$$

Volumen (m³)
Superficie parte a parte (m²)

Método de Aran

Características:

1) Campo sonoro no difuso.

2) $\alpha = \text{cualquier cosa, excepto si tiende a ser muy pequeño.}$

3) Los anteriores se distribuyen de forma independiente.

4) No uniformidad de los materiales.

Su fórmula:

Como las partes del medio o del campo se dividen en tres:

x => techo y suelo.

y => paredes largas.

z => paredes anchas.

* Sección superficial de cada parte

$$S_x / S_y / S_z$$

* Luego la $S = \text{superficie total (m}^2\text{)}$.

* V = volumen (m³).

* $\alpha \rightarrow$ para cada parte

Definición: Campo difuso → Características:

1) Es un campo, medio o lugar, donde sus reflexiones, en cada pto, son igual de posibles, pero con distinta dirección. La energía total se obtiene, sumando de forma antiférica los vibraciones de energía de las reflexiones en cada pto. Todas las síntesis en cada pto son incoherentes. Y misma densidad de energía en todos los ptos en el tiempo (t).

1) La uniformidad en la distribución de los material, excepto si el α (coeficiente de absorción medio) tiende a ser muy grande, en cuyo caso, pasa mas a la No Uniformidad.

2) Mismo material en todos los superficies límite (incluido dentro de los límites).

3) Cualquier variación fuente.

4) Cada una de las superficies de dicho campo (incluidos los límites) poseen coeficientes de absorción medio (α):

iguales diferentes

Absorción del recinto

b) hay cuando:

- 1) El campo sobre él es difuso.
- 2) Hay un equilibrio anóptico.

se calcula su área a través de la Att (absorción):

$$Att = \sum_{k=1}^N \alpha_k (S_k)$$

→ A → techo y suelo → 2
→ B → tres paredes → 3 → patrón latigazos → 2

→ C → paredes anchas → 2
3 patrones de 2 componentes cada uno

6 en total //

potencia incidente = P_i ,
intensidad incidente = I_i ,
 S = superficie

$$S = \frac{P_i}{I_i}$$

$$J = \frac{P_{abs}}{P_{inci}}$$

$$Att (d(B)) //$$

$$J = \frac{E_{abs}}{E_i}$$

$$J_c = 2 \cdot \sqrt{\frac{TRG_0}{V}}$$

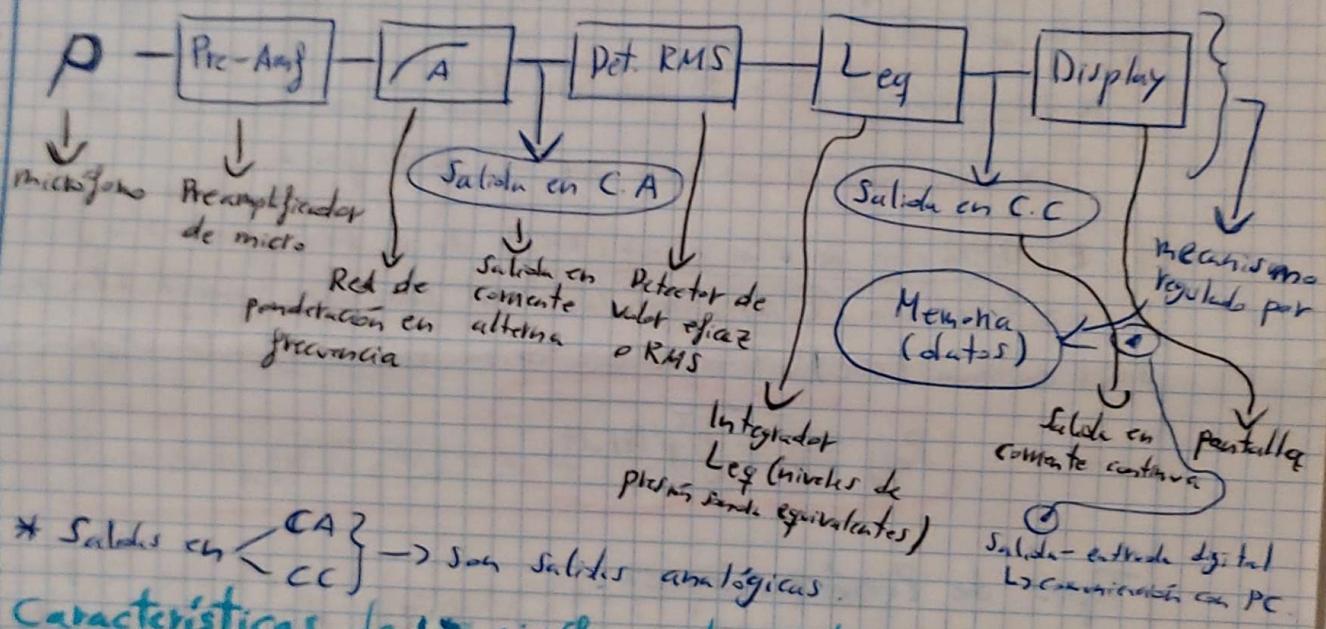
Bloque II : Introducción a la Instrumentación Acústica.

Tema 3 : Instrumentación de medida.

Definiciones importantes :

- ① Sonómetro → es un instrumento que es capaz de medir niveles de presión acústica. También, tiene la capacidad de medir sonido.
- ② Sonómetro integrador → es un instrumento que es capaz de medir niveles equivalentes.

Esquema de un sonómetro:



Características de los micrófonos de condensador.

- ① Su respuesta en frecuencia es plana, es decir, se mide para un ángulo de incidencia de 0° , entre 20 Hz y 12500 Hz .
- ② Es omnidireccional (dirección única) y, por eso, en alta frecuencia pierde propiedades debido a cavidad.
- ③ Cuenta con un Rango dinámico suficiente → 20 a 140 dB.
- ④ Es estable en el tiempo, es decir, es durable. Por tanto, la humedad y la temperatura le afectan poco.
- ⑤ Tiene sensibilidad, que indica la tensión de salida (mV) que entrega el micrófono, por unidad de presión sonora (1 Pa). Esto está relacionado con el tamaño del micrófono.

$$S = \frac{V}{P}$$

↓
Sensibilidad
 Pa^{-1}/Pa

↑
tensión de salida
o voltaje (mV)

↓
Presión sonora (Pa)

Rango de la Sensibilidad (S)

$$[-1 - 50 \frac{\mu\text{V}}{\text{Pa}}]$$

⑥ Toma en cuenta el resto del sistema, que es el nivel de potencia generada equivalente a unos $15 - 23 \text{ dBW}$, dependiendo de la sensibilidad del micrófono.

El nivel de potencia potencia

maior nivels de:

$$20 = 10 + 10 \log_{10} P$$

Potencia Potencia

⑦ Incorpora una puerta anticorriente, que protege al microfono de impulsos y reduce el nivel debido al sobre de aire que cae detrás del micrófono.

⑧ Gracias a una de sus componentes, en concreto, el preamplificador de microfonos, puede escandalar la señal que le llega, y deshacerse de datos.

⑨ La Red de ponderación de un teléfono \Rightarrow Nivel de sonido se responde al oído.

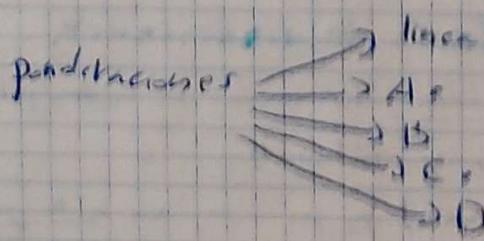
* ponderación A \Rightarrow Se mide en dB

* Dicho regreso \Rightarrow Nivel de dB \Rightarrow $\approx 40 \text{ dB}$

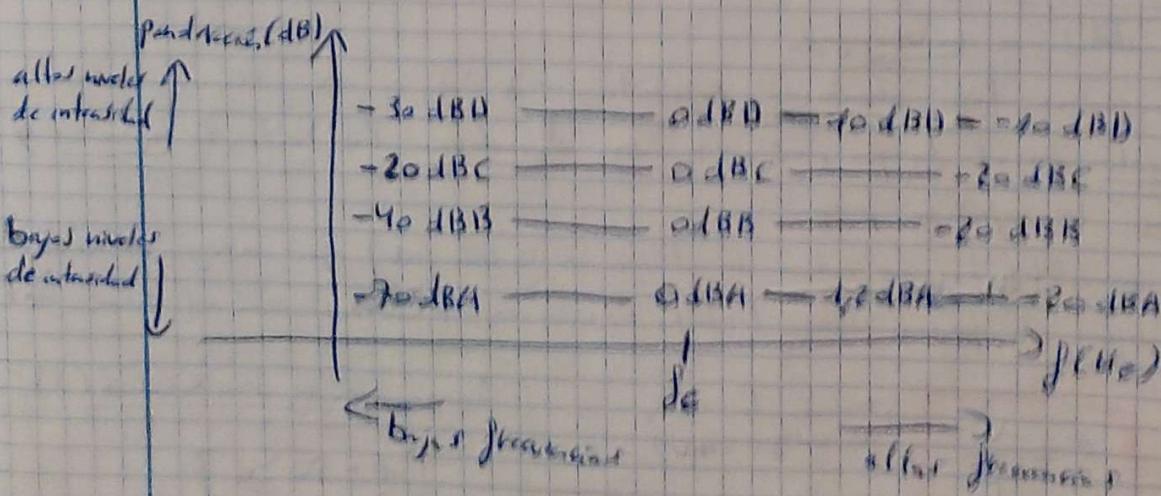
⑩ El Detector de Voz o silencio (PVT) de un teléfono \Rightarrow Se realiza sobre la señal alterna (C-A) procedente del micrófono, con amplitudas de una señal continua (C-C). Esto se caracteriza en la siguiente expresión:

$$P_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt}$$

Tipos de Ponderaciones.



Las 4 se llaman línea de línea,
la A y B C.



Detector de RMS.

X_{ef}

Dada una señal }
periódica } Ej: una sinusoidal.

$$+ (s)$$

al principio el
RMS crece bastante → en función para el tiempo → el RMS se va manteniendo cte.

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{eff}^2}{P_{ref}^2} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt}{P_{ref}^2} \right)$$

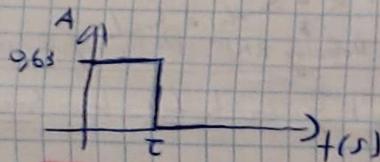
$$L_p(\tau) = 10 \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{\tau} \int_0^\tau p^2(u) e^{-\frac{(t-u)}{\tau}} du}{P_{ref}^2} \right)$$

$\tau = \text{cte}$ en el tiempo (s)

$$\tau = \frac{1}{2\pi f_c}$$

$$FPB: r(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$$

$$\frac{\text{error (e)}}{\text{desviación (d)}} = \sqrt{1 - e^{-t/\tau}}$$

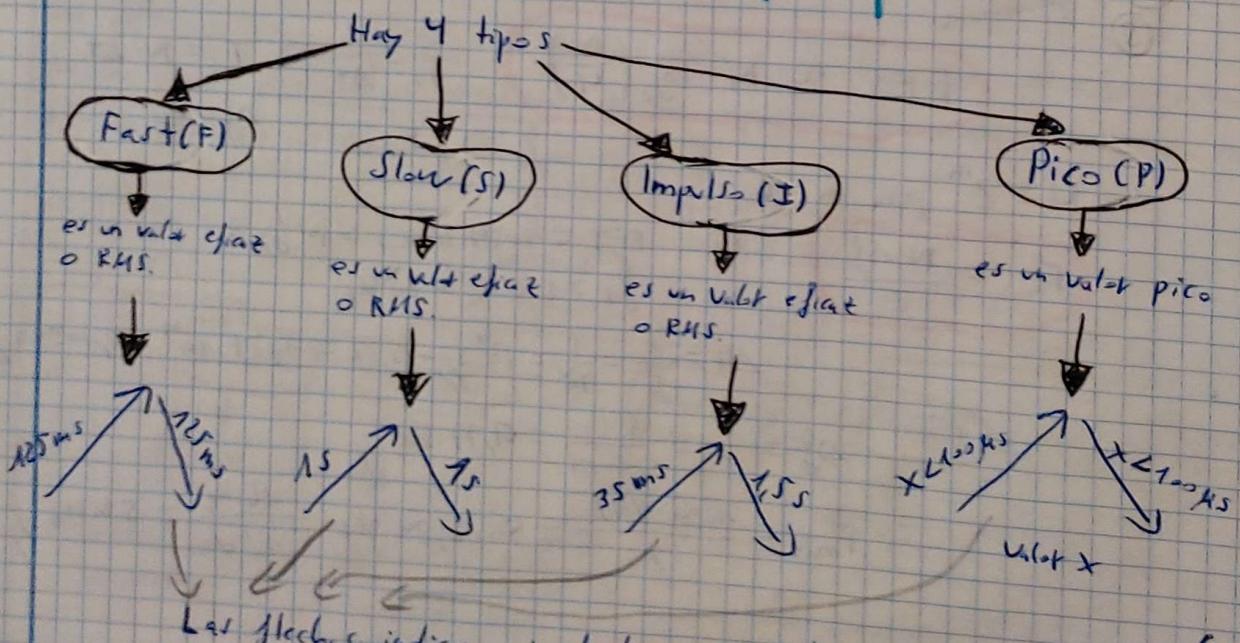


$$H(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}}$$

$$\frac{E}{\sigma} = 20 \log_{10} (\sqrt{1 - e^{-t/\tau}}) = 10 \log_{10} (1 - e^{-t/\tau})$$

Ej: $\tau = 1 \text{ s}$ { $\frac{E}{\sigma} = 10 \log_{10} (1 - e^{-1}) = -4 \text{ dB}$

Tipos de ponderación exponencial y temporal.



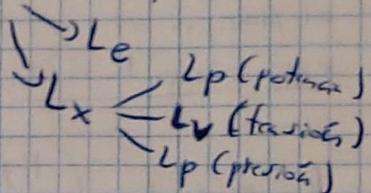
MUJAH (ms)
(ms).

Cuestiones importantes.

* Dentro de los tipos de sintonizadores que hay \rightarrow dentro el sintonizador analizador en FFT.

FFT = Fast Fourier Transform = Transformada Rápida de Fourier = TRF //

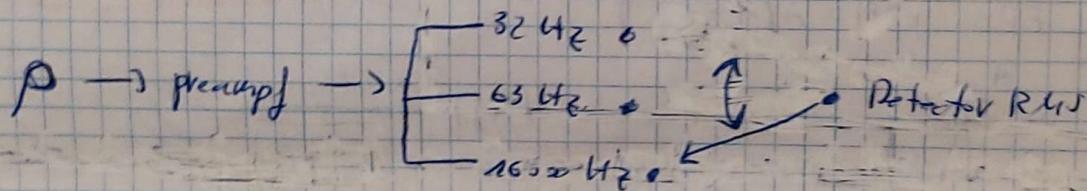
* Un sintonizador integrador \rightarrow puede medir \rightarrow Ley



Tipos de Sintonizadores.

Los sintonizadores se diferencian por su resolución de paseo, que puede ser:

[1] Secuencial \rightarrow realizan búsquedas en frecuencia, analizando la señal banda a banda.



[2] En tiempo real \rightarrow analiza la señal espectral a tiempo real y en todas las bandas de frecuencia.

[3] Mediente FFT \rightarrow la resolución en frecuencia es cte. \rightarrow Calcula el espectro mediante FFT. \rightarrow Nunca paseo constante. FFT

$$\text{FFT} \approx N \cdot \log_2 \left(\frac{N}{4} \right) \quad f_s = \frac{1}{\Delta t} \Rightarrow T = N \cdot \Delta t$$

$$N = 2^m \text{ para } m \in \mathbb{N}$$

$$f_s > 2 F_{\text{max}}$$

$$\Delta f = \frac{1}{T}$$

$$F_{\text{max}} = \frac{N \cdot \Delta f}{2}$$

$$\text{Ej: FFT} = 1024 \text{ kHz} = N$$
$$\Delta f = 1024 \text{ Hz} = 10^4 \text{ Hz}$$

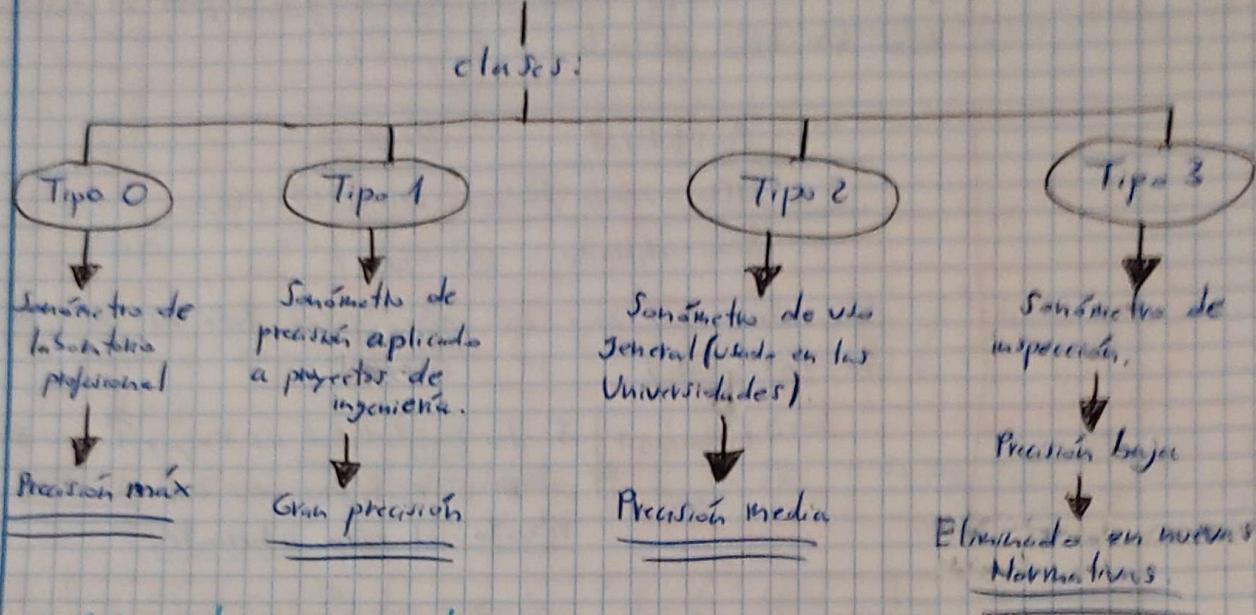
$$\Delta t = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{10^4} = 10^{-4} \text{ s} \Rightarrow T = 1024 \cdot 10^{-4} = 0,1024 \text{ s}$$

$$\Delta f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,1024} = 9,77 \text{ Hz}$$

$$F_{\text{max}} = \frac{1024 \cdot 9,77}{2} = 5002,24 \text{ Hz} \cdot \frac{10^4 \text{ Hz}}{10^3 \text{ Hz}} = 50,0224 \text{ kHz}$$

Clases de sonómetros.

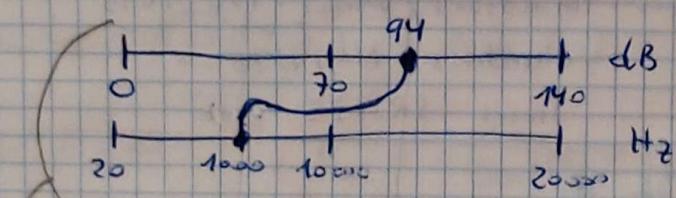
Los sonómetros se clasifican en cuatro clases según su precisión:



Calibradores acústicos.

Un calibrador acústico genera una señal píton, que es conocida, de forma general, como Tono píton.

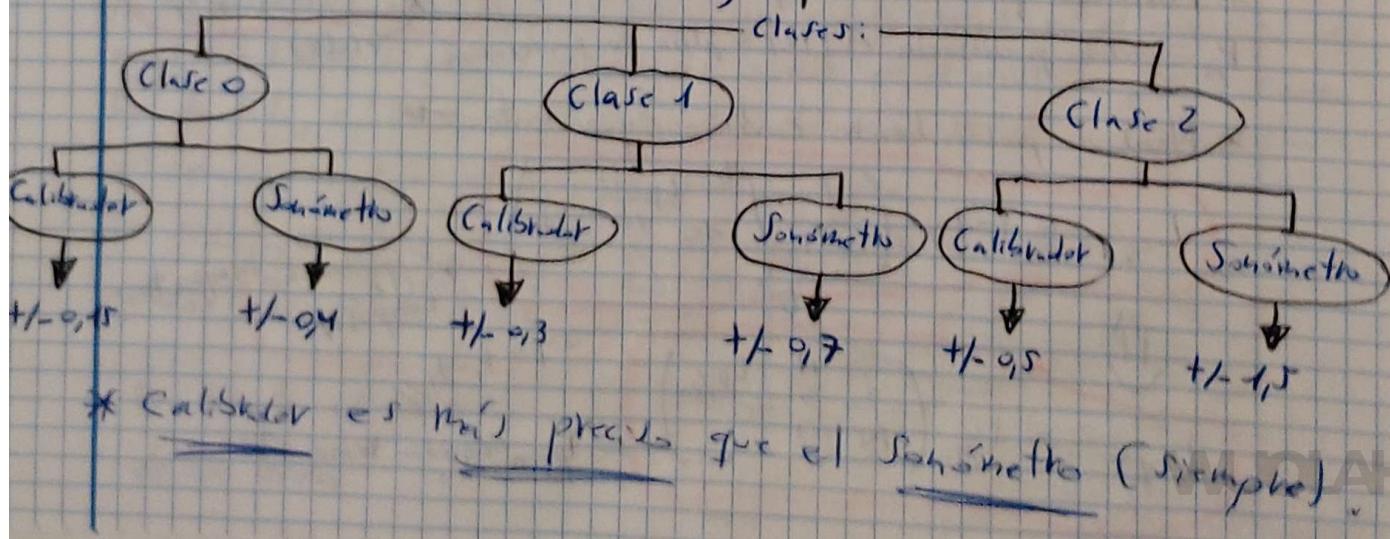
* Conociendo los dos rangos dinámicos más importantes



→ Por lo general, el Tono píton es de 94 dB → $f = 1000 \text{ Hz}$

Calibradores vs Sonómetros.

La instrumentación acústica se puede ordenar en tres tipos de claves, en función de la precisión o tolerancia de los equipos, que están expresadas en \pm un valor de tolerancia (cerca de 0):



Nota: Respecto a la sensibilidad, si tenemos dos sensores de presión sonora con distintas sensibilidades, pero el ruido inherente:

Sensibilidad	$D_f(Q)$
$MD_Q = \text{Márgen Dinámico del } Q$	$\text{①} = \text{②}$
Ruido inherente	$\text{①} = \text{②}$

En este caso, como en números iguales todo es igual, excepto la sensibilidad.

↳ Entonces: Si la sensibilidad es mayor $T \rightarrow$ el microfono es más resistente o robusto al ruido inherente.

Nota:

La realización de simulaciones acústicas implica, el empleo de modelos de propagación teóricos, para la predicción de niveles de presión. Para ello, los modelos empleados en la configuración europea común básica (CEUCB), también conocida como EU-Interim, en la que, se incluye a todo el territorio espacio).

↳ Son: Industrial / General : ISO 9613.

Carreteras : NMPB96.

Trenes : SRMII.

Formulario Importante.

* Niveles de presión sonora $\rightarrow L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{eff}^2}{P_0^2} \right) \rightarrow$ estándar

L_p = nivel de presión sonora (dB). P_0 = presión de referencia $= 2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

P_{eff} = presión eficaz (Pa)

* Nivel de presión sonora ponderado A $\rightarrow L_{PA} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_A^2}{P_0^2} \right) \rightarrow$ ponderado A

P_A = presión ponderada A (Pa) = filtro de ponderación.

* Nivel de presión sonora continua equivalente $\rightarrow L_{eqT} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} 10 \frac{L_p(t)}{10} dt \right)$



$\rightarrow L_p$ promedio respecto al tiempo(s).

$L_{eqTT} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L_{p(i)} \right)$

$\rightarrow T = t_2 - t_1$

$\rightarrow L_p$ prácticamente constante.

* Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A \rightarrow

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right) \rightarrow L_{PA} \text{ promedio respecto al tiempo (s).}$$

↓
T = t₂ - t₁ //

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_P(t_i)}{10}} \right) \rightarrow L_{PA} \text{ promedio como cte.}$$

* Nivel de exposición $\rightarrow L_E = SEL = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right)$

T₀ = 1 s //

* Nivel de exposición ponderado A $\rightarrow L_{AE} = SEL_A = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right)$

T₀ = 1 s //

$$\begin{aligned} * L_{eq} \text{ vs } L_E &\rightarrow L_E = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right) = \\ &= 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \cdot \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \cdot \frac{T}{T_0} \right) = \\ &= 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right) \Rightarrow L_E = L_{eq} + 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right) \end{aligned}$$

L_{eq}

\rightarrow y si en esta ecuación le sumamos el nº de sucesos (n) el nivel de exposición L_E → (n) $\rightarrow L_E + 10 \log_{10} (n) = L_{eq} + 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right)$

* L_{Aeq} vs L_{AE} $\rightarrow L_{AE} + 10 \log_{10} (n) = L_{Aeq} + 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right)$

Nota:

L_{AE} es siempre mayor a L_{Aeq}.

L_E es siempre mayor a L_{eq}.

\downarrow
n = eventos sonidos iguales.

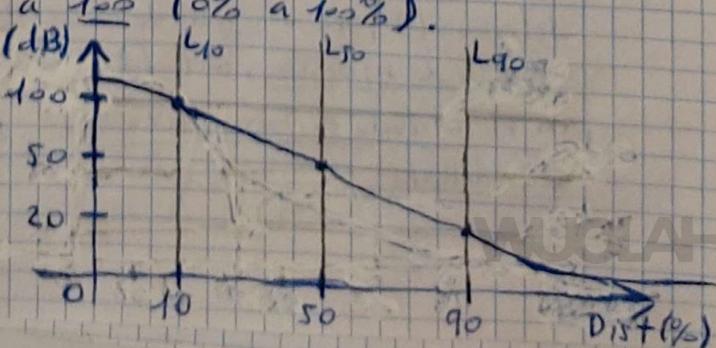
Cuestiones importantes.

* De los niveles estadísticos o percentiles, cuánto menor es el porcentaje del nivel estadístico o percentil → entornos, menor es el nivel de presión sonora. Por otro lado, cuánto menor es el porcentaje de nivel estadístico o percentil → entornos, mayor es el nivel de presión sonora.

Los niveles percentiles van de 0 a 100 (0% a 100%).

Siendo: L₁₀ > L₅₀ > L₉₀

Ej: durante el despegue de un avión.

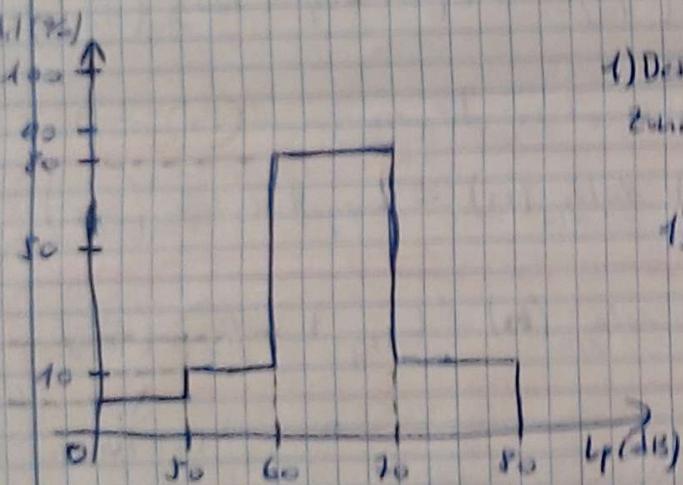


- * $L_{10} \text{ y } L_{20} \rightarrow$ no importa considerar puede haber dos operaciones (una o la otra) misma ley (L_{10})
- * Dado $L_{10} \text{ y } L_{20} \rightarrow$ oper. 1 $\rightarrow L_{10} \rightarrow L_{20}$ { la oper. primera L_{10} opera, y $\rightarrow L_{10} \rightarrow L_{20}$ que opera el L_{10} y opera en L_{20} de L_{20} }

* Pero con esto, podemos ajustar el sonido en cada situación, para que consiga llegar a los dB, en donde, en ciertas situaciones, no superen los 60 dB. Para ello, podemos destinar tres tipos de intervales:

Intervalo de medida

Intervalo sobre el cual se integra y promedia la presión sonora elevada al cuadrado.



Intervalo de referencia

Intervalo en el que es posible ajustar un valor de nivel sonoro equivalente L_0 Ley //

1) Descripción del nivel de ruido ambiental de una zona determinada y de sucesos globales.

Comparto por:

1) Multiples intervalos de referencia.

Establecer en base a:

1) Naturaleza y actividad del receptor.

2) La operación de las fuentes.

3) Variaciones en las condiciones de propagación.

* Después, destaca los intervalos de nivel límite:

Nivel sonoro medio de largo plazo

Es el nivel promedio de los niveles continuos equivalentes, determinados para una serie de intervalos de referencia, incluidos en el intervalo de largo plazo considerado.

Nivel nominal o de evaluación

Es el nivel continua equivalente (ley) obtenido para un determinado intervalo de referencia, con las operaciones correspondientes al receptor basal, de tipo permanente, impulsiva u otras del mundo ambiente.

Criterios generales del intervalo de medida.

Buenas expresiones para que pueda determinarse un valor medible en un período definido.

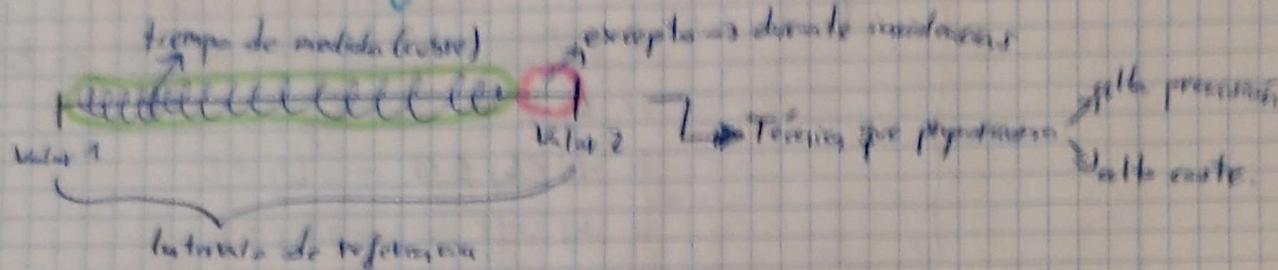
Si es medida de una variable continua o discreta.

→ intervalo de referencia.

→ intervalo de referencia → intervalo de referencia → intervalo de referencia.

La variancia de los medidos.

Criterios en la integración continua.



Criterios en las técnicas de muestreo.

$$L_{\text{Aog}, T} = \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T_i}{T} \right)$$

Intervalo de tiempo de larga duración

Rueda de muestra

$L_{\text{Aog}, T} = \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T_i}{T} \right)$

$f_i = \text{porcentaje de tiempo correspondiente a la clase } i$

$t_i = \text{muestra correspondiente al porcentaje de la clase } i$

- Nota:**
- Nivel de elaboración o nominal → dirigido por $L_{\text{Aog}, T}$ → teórica posibilidad de reportar a un intervalo de referencia, dando de preferencia sólo muestras → se distinguían dos tipos:
 - 1) Sólo samples → identificables y medibles como eventos individuales dentro del intervalo de referencia.
 - 2) Sólo samples → no medibles como eventos individuales dentro del intervalo de referencia.

Nota:

- Indicadores o indicaciones:
- $\textcircled{1} L_{\text{Aog}, T} = \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T_i}{T} \right) \Rightarrow$ índice de rueda de período temporal T .
- $\textcircled{2} L_{\text{avg}, T} = \log_{10} \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N T_i \frac{f_i}{t_i} \right) \Rightarrow$ índice de rueda integrante del período temporal T .

Nota:

$$\text{Siendo } \rightarrow L_{\text{eq},T} = L_{\text{Aeq},T} + L_f + L_g + L_i$$

Nota:

* Para calcular los niveles de evaluación o momentos:

$L_{\text{de medición}} \rightarrow$ las ponderaciones $\begin{cases} A \rightarrow dBA \\ C \rightarrow dBc \end{cases}$

$$\rightarrow \text{Se calcula} \rightarrow L_p = L_{\text{Ceq},T} - L_{\text{Aeq},T}$$

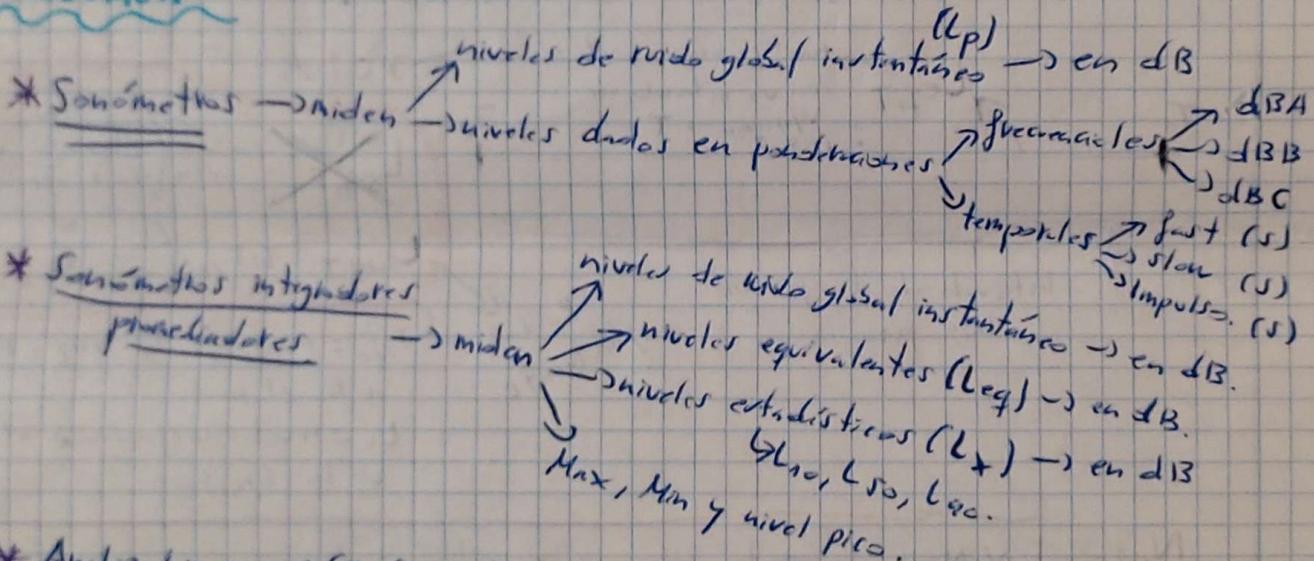
\rightarrow se obtiene la presencia o ausencia de componentes en la frecuencia

$$\text{Si } L_f \leq 10 \rightarrow L_f = 0$$

$$\text{Si } 10 < L_f \leq 15 \rightarrow L_f = 3$$

$$\text{Si } L_f > 15 \rightarrow L_f = 6$$

Resumen:



* Análizadores → con sonómetros

Integradores → todos los niveles restantes los mide.
sin sonómetros + lo que mide si no tienen el sonómetro.

Integradores → spectros de $1/1$ octava y de $1/3$ octava.

\rightarrow en la acústica → rigor en tiempo real.

* Magnitudes básicas de L_p

Medida en el tiempo → L_{eq} → Niveles de evaluación.

$$L_{90} \downarrow \quad L_{50} \downarrow \quad L_{10} \downarrow \quad \rightarrow L_E \text{ o SEL}$$

Nota:

Intravals de medida \neq intravals de referencia.