

| | |
|---|--|
|  <p data-bbox="295 1601 406 1881">Ingeniería Acústica y de Audio</p> | <p data-bbox="191 459 231 1131">DOCUMENTACION</p> <p data-bbox="279 683 327 1097">Acústica de recintos</p> <p data-bbox="335 526 375 1254">Interferencias creadas por superficies verticales</p> <p data-bbox="271 145 303 257">Oct - 22</p> <p data-bbox="351 112 383 291">Ver_ESP_2.4</p> |
|---|--|

Interferencias por superficies verticales

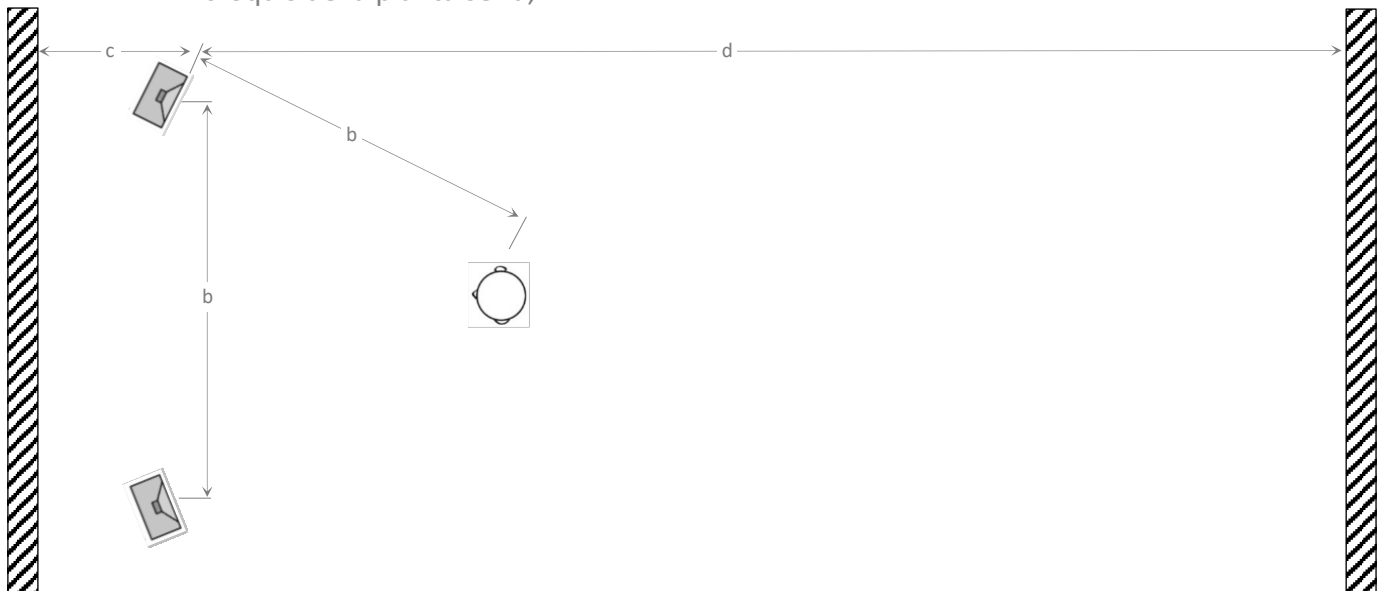
Se tratan de las producidas después del encuentro con las **paredes: frontal, trasera y laterales**.

Como en el caso ya visto de las interferencias por superficies horizontales vamos a estudiar los distintos comportamientos no tanto en función de la frecuencia si no por el origen de la distorsión. En este caso nos centraremos en las que se producen como resultado de un **filtro peine**, ya las que se producen por la existencia de **modos propios** tienen infinitas variables.

A diferencia del caso anterior no existen unas distancias “habituales” a las paredes laterales ya que las topologías son variadas y no se verán los efectos producidos por ellas. Si existe una norma o recomendación que es conveniente que se cumpla que implica a las pared frontal y trasera:

- La distancia entre monitores es la misma que entre cada monitor y el punto de escucha.

El croquis de la planta sería,

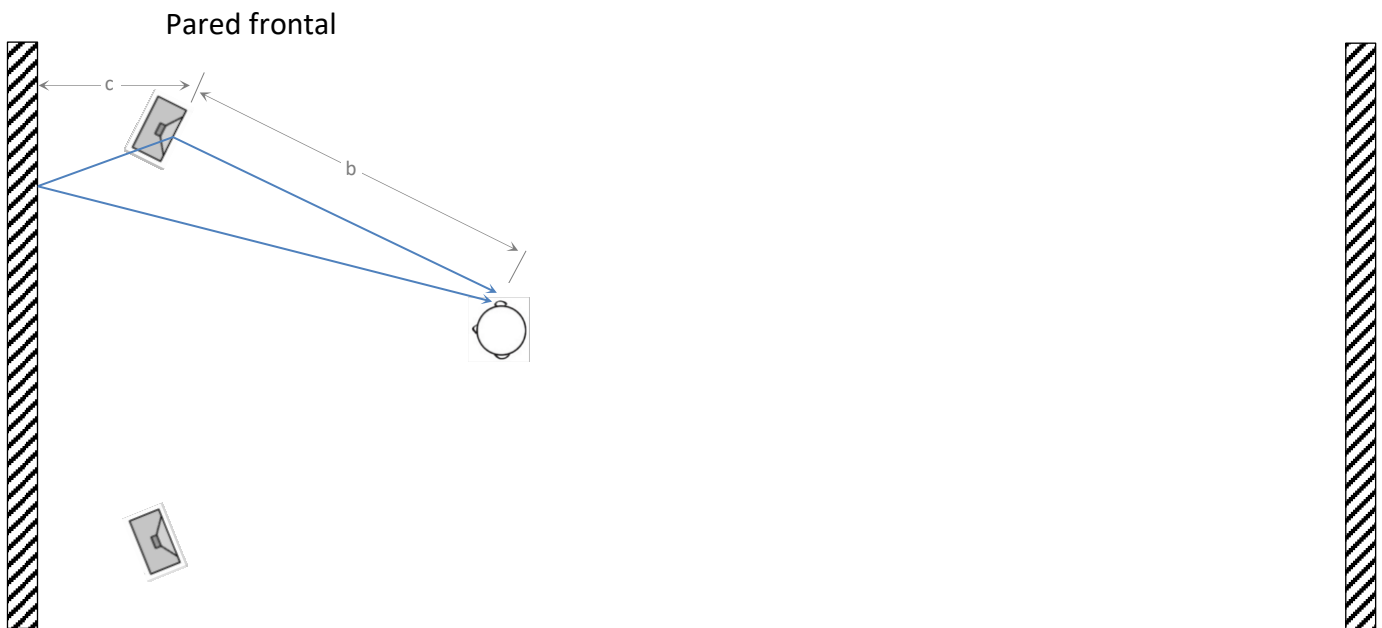


Filtro peine.

Se ven algunas de las situaciones de “la respuesta del altavoz teniendo en cuenta la interferencia de los límites”, que los anglosajones llaman SBIR («Speaker-Boundary Interference Response») o LBIR («Listener-Boundary Interference Response»)

Como en el caso anterior en el documento que se citaba en la introducción se detalla cómo se crean los filtros peine («comb filter») y su efecto en la señal original.

Se verán las reflexiones que se pueden producir en la pared frontal y trasera, entre el monitor y la escucha.



Vamos a particularizar para un monitor con un fondo de 40 cm y la distancia entre monitor y la pared frontal entre 50 cms a 100 cms en pasos de 10 cms.

Las tablas siguientes muestran los máximos y mínimos en determinadas frecuencias en función de la distancia entre monitor y la pared frontal (c) y entre aquel y el punto de escucha (b).

c = 50 cms

| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 110 cms | 185 Hz | 369 Hz | 554 Hz | 739 Hz | 923 Hz | 1.108 Hz |
| 120 cms | 185 Hz | 371 Hz | 556 Hz | 741 Hz | 926 Hz | 1.112 Hz |
| 130 cms | 186 Hz | 372 Hz | 557 Hz | 743 Hz | 929 Hz | 1.115 Hz |
| 140 cms | 186 Hz | 373 Hz | 559 Hz | 745 Hz | 932 Hz | 1.118 Hz |

c = 60 cms

| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 110 cms | 153 Hz | 306 Hz | 459 Hz | 612 Hz | 764 Hz | 917 Hz |
| 120 cms | 153 Hz | 307 Hz | 460 Hz | 613 Hz | 767 Hz | 920 Hz |
| 130 cms | 154 Hz | 308 Hz | 461 Hz | 615 Hz | 769 Hz | 923 Hz |
| 140 cms | 154 Hz | 308 Hz | 463 Hz | 617 Hz | 771 Hz | 925 Hz |

| c = 70 cms | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
| 110 cms | 130 Hz | 261 Hz | 391 Hz | 521 Hz | 652 Hz | 782 Hz |
| 120 cms | 131 Hz | 261 Hz | 392 Hz | 523 Hz | 654 Hz | 784 Hz |
| 130 cms | 131 Hz | 262 Hz | 393 Hz | 524 Hz | 656 Hz | 787 Hz |
| 140 cms | 131 Hz | 263 Hz | 394 Hz | 526 Hz | 657 Hz | 789 Hz |

| c = 80 cms | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
| 110 cms | 113 Hz | 227 Hz | 340 Hz | 454 Hz | 567 Hz | 681 Hz |
| 120 cms | 114 Hz | 228 Hz | 342 Hz | 455 Hz | 569 Hz | 683 Hz |
| 130 cms | 114 Hz | 228 Hz | 342 Hz | 457 Hz | 571 Hz | 685 Hz |
| 140 cms | 114 Hz | 229 Hz | 343 Hz | 458 Hz | 572 Hz | 687 Hz |

| c = 90 cms | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
| 110 cms | 100 Hz | 201 Hz | 301 Hz | 402 Hz | 502 Hz | 603 Hz |
| 120 cms | 101 Hz | 202 Hz | 302 Hz | 403 Hz | 504 Hz | 605 Hz |
| 130 cms | 101 Hz | 202 Hz | 303 Hz | 404 Hz | 505 Hz | 606 Hz |
| 140 cms | 101 Hz | 203 Hz | 304 Hz | 405 Hz | 507 Hz | 608 Hz |

| c = 100 cms | | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
| 110 cms | 90 Hz | 180 Hz | 270 Hz | 360 Hz | 451 Hz | 541 Hz |
| 120 cms | 90 Hz | 181 Hz | 271 Hz | 361 Hz | 452 Hz | 542 Hz |
| 130 cms | 91 Hz | 181 Hz | 272 Hz | 362 Hz | 453 Hz | 544 Hz |
| 140 cms | 91 Hz | 182 Hz | 273 Hz | 363 Hz | 454 Hz | 545 Hz |

Conclusiones pared frontal

De las tablas se deduce que cuanto más alejamos el monitor de la pared frontal ("c" es mayor) los mínimos se mueven hacia bajas frecuencias y además que la distancia entre el monitor y el punto de escucha ("b") no modifica apreciablemente esas frecuencias.

Del punto anterior se puede concluir **que cuanto más se acerquen los monitores a la pared frontal los mínimos se moverán hacia alta frecuencia y por tanto pueden ser tratados con materiales de poro abierto o difusores.**

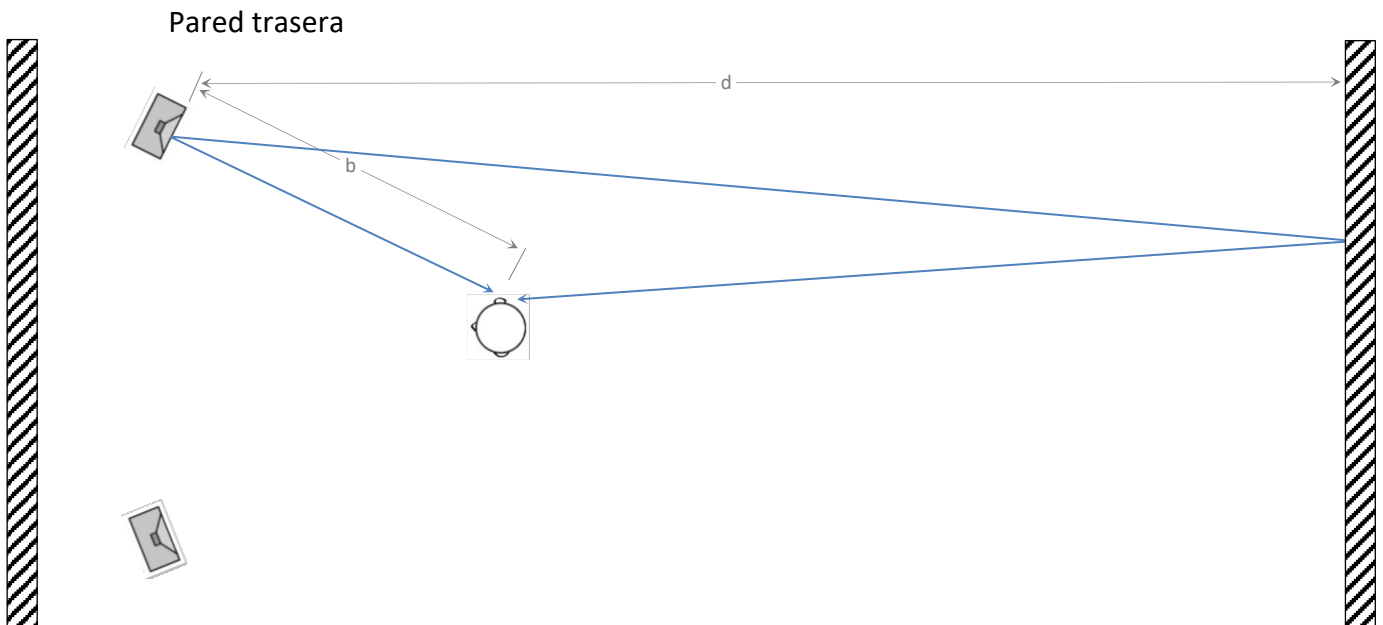
Lo anterior parece entrar en contradicción con lo que siempre se ha dicho o creído de la distancia mínima de los monitores a la pared, pero no es así (salvo que el puerto de salida del «bass reflex» esté en la pared trasera del monitor). De hecho fabricantes como "Genelec" disponen de controles en algunos de sus modelos para "minimizar" el efecto de la pared frontal (trasera («rear» desde el punto de vista del monitor).

¿Pero, entonces la mejor posición de unos monitores es que están pegados a la pared?. Pues depende. Se pueden resumir a **tres las opciones óptima de la colocación de los monitores.**

- **Empotrados en la pared frontal («flush-monted»).**

De esta manera la pared frontal es como si no existiera y no existirá el efecto límite debido a esa pared.

- Si están sobre unos soportes («stands») y de manera general, pegados a la pared. Ahora bien si se realiza un estudio acústico se puede encontrar una posición donde los modos propios y el efecto de la pared frontal no sea tan negativa.
- Si están sobre unos soportes y la sala es profunda, a una distancia de unos 3 mts. Con ese valor nos aseguramos que el primer mínimo se sitúe por debajo del rango de reproducción de los monitores.



Particularizamos para distancias entre el monitor y la pared trasera (d) entre 100 cms y 300 cms con pasos de 50 cms.

$d = 100$ cms

| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 110 cms | 90 Hz | 180 Hz | 270 Hz | 360 Hz | 451 Hz | 541 Hz |
| 120 cms | 90 Hz | 181 Hz | 271 Hz | 361 Hz | 452 Hz | 542 Hz |
| 130 cms | 91 Hz | 181 Hz | 272 Hz | 362 Hz | 453 Hz | 544 Hz |
| 140 cms | 91 Hz | 182 Hz | 273 Hz | 363 Hz | 454 Hz | 545 Hz |

$d = 150$ cms

| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 110 cms | 59 Hz | 119 Hz | 178 Hz | 237 Hz | 297 Hz | 356 Hz |
| 120 cms | 59 Hz | 119 Hz | 178 Hz | 238 Hz | 297 Hz | 357 Hz |
| 130 cms | 60 Hz | 119 Hz | 179 Hz | 238 Hz | 298 Hz | 358 Hz |
| 140 cms | 60 Hz | 120 Hz | 179 Hz | 239 Hz | 299 Hz | 359 Hz |

$d = 200$ cms

| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 110 cms | 44 Hz | 88 Hz | 132 Hz | 177 Hz | 221 Hz | 265 Hz |
| 120 cms | 44 Hz | 89 Hz | 133 Hz | 177 Hz | 221 Hz | 266 Hz |
| 130 cms | 44 Hz | 89 Hz | 133 Hz | 177 Hz | 222 Hz | 266 Hz |
| 140 cms | 44 Hz | 89 Hz | 133 Hz | 178 Hz | 222 Hz | 267 Hz |

d = 250 cms

| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 110 cms | 35 Hz | 70 Hz | 105 Hz | 141 Hz | 176 Hz | 211 Hz |
| 120 cms | 35 Hz | 70 Hz | 106 Hz | 141 Hz | 176 Hz | 211 Hz |
| 130 cms | 35 Hz | 71 Hz | 106 Hz | 141 Hz | 176 Hz | 212 Hz |
| 140 cms | 35 Hz | 71 Hz | 106 Hz | 141 Hz | 177 Hz | 212 Hz |

d = 300 cms

| b | 1º min | 1º max | 2º min | 2º max | 3º min | 3º max |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 110 cms | 29 Hz | 58 Hz | 88 Hz | 117 Hz | 146 Hz | 175 Hz |
| 120 cms | 29 Hz | 58 Hz | 88 Hz | 117 Hz | 146 Hz | 175 Hz |
| 130 cms | 29 Hz | 59 Hz | 88 Hz | 117 Hz | 146 Hz | 176 Hz |
| 140 cms | 29 Hz | 59 Hz | 88 Hz | 117 Hz | 147 Hz | 176 Hz |

Conclusiones pared trasera

Cuanto más alejamos el monitor de la pared trasera más se mueven hacia baja frecuencia los mínimos y también que, como en el caso de la pared frontal, la distancia entre el monitor y el punto de escucha ("b") no modifica apreciablemente esas frecuencias.

De manera que **cuanto más se alejen los monitores de la pared trasera los mínimos se moverán hacia las bajas frecuencias** y por tanto **salen del rango de reproducción de los monitores**.

Pero como disponer de una sala con una profundidad no suele ser lo habitual puede pasar que justamente esos mínimos se sitúen en la parte fundamental de la baja frecuencia y por tanto hay que estudiar el efecto de la distancia a la pared trasera.

Conclusiones comunes

En alguna literatura técnica se calcula la frecuencia del primer mínimo mediante la fórmula:

$$f_{\min} = c/4d_{\text{pared frontal o trasera}}$$

Esta fórmula es correcta solo cuando nos situamos en frente del monitor, pero en la realidad siempre existirá un ángulo entre el punto de escucha y los monitores, ya que **debemos situarnos a la misma distancia entre ambos monitores**.

El valor obtenido por esta fórmula es "práctico" para conocer la frecuencia del primer mínimo, aunque el real es de algunos Hercios menos (depende de la distancia a la pared frontal o trasera y la distancia entre monitores).

Los siguientes mínimos aparecerán a $1/4, 3/4, 5/4...$ de λ de la distancia a la pared frontal o trasera, es decir bastaría con multiplicar por 3, 5, 7... el valor del primer mínimo.

Nos centramos en los mínimos por que pueden causar caídas del nivel de hasta - 30 dB mientras que en los máximos la ganancia puede ser de +6 dB.

Finalmente volver a insistir en que **tratar de solucionar este problema mediante ecualización no es posible ya que al subir el nivel en el mínimo también se hará en la señal reflejada**.