

Capítulo 2.

Las fronteras en el Diseño del Altavoz.

A - Acoustic absorption and acoustic resistors

B - Frequency response of open baffles

C - Dipoles below the Schroeder frequency of a room

D - Room and baffle reflections

E - Line sources

F - Group delay and transient response

G - Multitone distortion

H - Suggestions and hearing

I - Digital crossovers

J - Doppler distortion

K - Room response equalization

L - H-frame and U-frame open-baffle woofers

L - 1 - Apéndice L "H-frame and U-frame open-baffle woofers"

M - Investigación de energía almacenada

M - 1 Investigación de energía almacenada

Capítulo 2

Las fronteras en el Diseño del Altavoz.

Introducción e Índices:

En lo que se refiere a los requisitos prácticos para la reproducción sonora acertada, hay un número sorprendente de asuntos que no son completamente comprendidos. La reproducción

del sonido crea ilusiones en nuestra mente, “ese procesador asombroso de información entre nuestras dos orejas”. La reproducción del sonido implica los procesos que ocasionan percepción del sonido y su ambiente. Procesos físicos que al generar vibraciones de aire mueven nuestros tímpanos y detrás estimula los procesos mentales, esto ha evolucionado en millones de años, con el objetivo de la supervivencia y para la comunicación.

Mientras podemos medir diferentes parámetros físicos involucrados en la generación y la propagación de un campo de sonido, se pone difícil evaluar su importancia relativa, de lo que oímos y cómo ayuda o se desvía de la ilusión. El material científico publicado en la psicología de audición (psychoacoustics) es extenso y algunas veces útil en la explicación de los fenómenos “in two-channel and surround” de la reproducción del sonido.

A continuación describo lo que veo como fronteras, igual no es tu caso, al menos desde mi comprensión de lo que tiene importancia en la reproducción del sonido. Mientras me esfuerzo como un ingeniero para encontrar respuestas y explicaciones basadas en las mediciones de la situación, trato de ser honesto con mis observaciones de escucha como último árbitro. Uso mi memoria de sonido no amplificado como la referencia para la exactitud de juicio y la ilusión. Lo que veo como fronteras pueden ser áreas claras para otros, o las separaciones claras entre campos contrarios, eso soporta adelante para las convicciones a las que se apreció mucho. Esperaría que la puesta en evidencia estimule a algunos lectores a indagar un tema profundamente y compartir sus compenetraciones.

A - Absorción Acústica, resistencia Acústica

Cuando un conductor del altavoz es montado en una caja radia mucha energía, tanto en el espacio delantero del cono como una más pequeña detrás del cono. ¿Qué ocurre con la energía radiada hacia adentro? Para las longitudes de onda largas es práctica común almacenarla en las estructuras resonantes, para prolongar la respuesta de frecuencia de punto bajo “steady-state” del altavoz. En general, la energía genera presiones acústicas muy altas dentro de la caja. Un poco de la energía se pierde como calor en el material del relleno, una cierta cantidad en reflexiones con las paredes del gabinete. Mucha de ella reaparece fuera de la caja, porque el cono delgado representa una barrera del sonido débil. Simplemente, cuánto, es difícil de medir, pero contribuyen

para la respuesta de frecuencia. Soy de la opinión que el efecto es más notable en las frecuencias mas bajas, dónde el relleno con materiales es ineficaz y las dimensiones internas no son bastantes pequeñas para el volumen interno de aire. Consecuentemente, las cajas deberían ser o muy pequeñas (menos de 1/16th de una longitud de onda) o sumamente grandes, ningún caso es muy práctico por razones diferentes.

Para que las cajas de altavoces cerrados mejoren es necesario una resistencia acústica, la que más eficazmente pueda disipar energía entre el rango de frecuencia de 80 Hz y 800 Hz en velocidades altas de volumen. Tal dispositivo no sólo serviría para oradores en caja cerrada, sino que también para oradores que usan la radiación trasera del conductor formando un patrón polar específico de la radiación trasera, como un cardioide. Un orador cardioide se puede hacer con dos fuentes monopolo de polaridad opuestas, separadas por una distancia D, y con la señal para una de las fuentes retardada en el tiempo por un $T=D / c$. Una implementación de este concepto podría ser un conductor en una caja de D de profundidad donde la pared trasera es una "R" acústica de resistencia. En las longitudes de onda largas la caja el volumen interno de aire se comporta como una Compilancia o un capacitor acústico "C". La salida acústica de la parte posterior de la caja es un filtro RC de paso bajo por el retardado relativo a la salida delantera por $T=RC$.

La resistencia acústica debería ser puramente disipativa, con la desaparición del componente reactivo, y debería ser independiente de la frecuencia. También debería ser lineal para un SPL alto sobre el rango de volumen y las velocidades encontradas. Tradicionalmente los materiales tipo de tela han servido para altavoces Cardioides. La lana de fibra largas, las fibras artificiales o la fibra de vidrio, se ha usado para atenuar sonido dentro de cajas. Las propiedades de estos materiales son independientes de la frecuencia ni lineales.

Es ampliamente sabido que los medios del filtro para la filtración de fluidos, gases, las sustancia química y otras industrias. Pueden tener aplicaciones en la acústica. Tales filtros pueden ser en capas delgadas hojas (< 1 Mm. grueso) poco tejida, sinterizada, inoxidable y de fibra reforzadas para niveles de filtración de 5 para 50 micrón. La corriente de aire en una v de movimiento uniforme a través del material del filtro causa un caída de presión Δp entre lados de entrada y de salida correspondiente a una resistencia de flujo $R_f = \Delta p/v$ [Ns/m³].

Es común en esta industria para especificar una cantidad inversa que es Permeabilidad P [l/dm³/min] at 200 Pa la caída de presión.

La resistencia de flujo y la permeabilidad son relacionadas por $R_f = 1200 / P$ en este caso.

La resistencia aprecia entre 150 y 3500 Ns/m³, o 15 para 350 rayl en el sistema mayor de cgs de unidades (1 rayl = 10 Ns/m³), son obtenibles de una hoja sola del filtro. Para la confrontación la impedancia acústica del campo de espacios libres $p/v = \rho c$ es resistente y tiene un valor de 414 Ns/m³ = 41.4 rayl. Los materiales están disponibles con rigidez estructural mayor como Feltmetal con espesor hasta 6 Mm. y resistencia entre 6 y 50 rayl. La impedancia es resistente y constante encima la 20 Hz para 2 rangos kHz que probé. La linealidad también debería ser bastante buena, pero no la he medido.

El desafío queda a construir una terminación acústica para el interior de una caja. Feltmetal y filtros debería ser fácilmente usables para un altavoz cardioide, pero para una aplicación woofer su linealidad en velocidades altas de volumen necesita investigación

B - - Frequency response of open baffles

En este momento el diseño de un altavoz del baffle Abierto usando tipo de conductores, es altamente empírico. La forma del deflector que determina "the on-axis and off-axis" (respuesta en eje y fuera de eje) debe ser optimizada por el experimento. Así es cómo las dimensiones del panel principal PHOENIX fueron determinadas (Ref.2), ya que ningún software de modelado estaba disponible. Alguna guía para el tamaño del baffle puede ser derivada de la respuesta de un deflector plano, fino y circular disk baffle con un radio D y el conductor en su centro. Esta forma es menos que óptima para el uso en frecuencias por encima de $f = 0.5 c / D$, dónde el filtro peine ocurre. Los picos y depresiones en la respuesta son alisados por un rectangular baffle abierto. Como el conductor mismo es más direccional, el contorno del deflector tiene menos efecto.

Por las razones de tamaño, de apariencia y estructurales el baffle, se plegó hacia atrás en una U-shape poco profunda. En las bajas frecuencias la H-shape y los deflectores W-shape nos conducen a los ahorros del espacio. Estas estructuras son considerablemente más difíciles para analizar, ya que se le añade a los elementos acústicos el hecho de plegarse

La radiación del conductor en la parte delantera y la parte posterior no es simétrica. La estructura de red añade un filtro pasa bajo acústico complicado. Esto afecta no sólo la salida para la parte posterior de un deflector abierto, sino que también la

respuesta frontal, debido al desfase adicional y el cambio de amplitud.

Mientras no es demasiado difícil estimar la respuesta de baffle H y W de estructura en las longitudes de onda largas, me gustaría tener un software para el modelado de deflectores planos y conformados en U para la frecuencia entera rango. Para ser de utilidad el software tendría que ser el motivo del respuesta de frecuencia medido del conductor en un deflector ' infinito ' de tamaño, para radiación en parte delantera y educar y en ángulos diferentes.

C - - Dipoles below the Schroeder frequency of a room

El Schroeder frequency describe el límite aproximado entre el rango de frecuencia de distribución discreta, La separacion de los modo inferiores y superiores de la habitacion

$$f_s = 2000 (T60 / V)^{1/2} \quad [\text{Hz, s, m}^3]$$

Para los típicos cuartos de escucha domesticos Fs está en el orden de 100 - 200 Hz.

Por encima de fs una fuente del dipolo está en el campo reverberante y tiene el siguiente comportamiento:

- a. El respuesta de frecuencia Steady-state de la función de transferencia entre fuente y el oyente para un el modelo dimensional 2 simple y las medidas en un cuarto muy pequeño de la oficina y una sala de estar
- b. Las medidas espectrales acumulativas decay (decaen)
- c. La curva del tiempo/energía, para las bajas frecuencias de impulso en las respuestas
- d. La función de transferencia de modularon para las bajas frecuencias
- e. Ls respuesta de frecuencia para shaped tonebursts
- f. La frecuencia y la respuesta de tiempo para una señal de multidespliegue violento y su correlación para la impresión auditiva

La mejor evidencia física en beneficio para el dipolo, que he encontrado, viene de pruebas multi-burst. Un CD con tales señales experimentales está disponible. El steady-state respuesta de frecuencia, ha servido para discusiones a favor y en contra del dipolo como fuentes de baja frecuencia. Mientras las funciones de transferencia para dipolo y monopolo son claramente diferentes, no

me atrevería a hacer un juicio de calidad atinado basado, ya sea en los datos que he visto o los en que me he tomado a mí mismo. La excepción para esto es la región de frecuencia muy baja, debajo del primer modo, dónde las ganancias de respuesta del monopolo consistentemente de acumulación de presión comparada con un dipolo

Sospecho que los percibidos beneficios bajo de frecuencia de dipolos están relacionados con la psicología de audición e implican mucho más complicados procesos que un “steady-state response analysis” Analisis simple de respuesta. Nuestra mente está dirigida hacia analizar el tiempo, la frecuencia y la presión acústica de la variación de tamaño entre dos orejas y selectivamente saca información de ella.

Mi hipótesis es que tres efectos contribuyen para la reproducción subjetivamente más precisa de bajo:

1 – El baffle abierto, El bajo en dipolo tiene una figura de ocho en el patrón de la radiación y por consiguiente excita menos modos en el cuarto.

2 – Su radiación total de potencia es 4.8 dB menos que la de un altavoz de bajos monopolo para un mismo on-axis SPL. Así la fuerza de los modos excitados es menos.

3 - UNA diferencia 4.8 dB en SPL en las bajas frecuencias es muy significativa, el merecido para el agrupamiento de la sonoridad igual contornea en las bajas frecuencias, y corresponde a una diferencia 10 dB en la sonoridad en 1 kHz.

El bajo así, reproducido por un dipolo estaría menos enmascarada por el cuarto, desde que un dipolo despierte menos modos, y para los grados inferiores, y desde que la percibidas diferencia entre el sonido directo y contribución del cuarto es magnificado por el efecto psychoacoustic.

6 REFERENCES

[1] Harry F. Olson, „ Gradient Loudspeakers “, J. Audio Eng. Soc., pp86-93, Vol. 21, No. 2, 1973.

[2] Gyn Adams, John Borwick, „Loudspeaker and Headphone Handbook“, Focal Press 3rd Edition 2001, pp. 353-359.

[3] Lampos Ferekidis & Uwe Kempe, „Room mode excitation of monopolar and dipolar low frequency sources“, Preprint no. 4193, 100th AES Convention, Copenhagen 1996.

[4] Roy F. Allison, „The influence of room boundaries on loudspeaker power output“, J. Audio Eng. Soc., pp314-320, Vol. 22, No. 5, 1974.

[5] Siegfried Linkwitz, „Investigation of Sound Quality Differences between Monopolar and Dipolar Woofers in Small Rooms“, Preprint no. 4786, 105th AES Convention, New York 1998.

[6] Jochen Kiesler, Interview with Dieter Thomsen, Produktion Partner 5/2002 (german)

[7] The Beneficial Coupling of Cardioid Low Frequency Sources to The Acoustics of Small Rooms

<http://www.wvier.de/download.htm> Proceedings of the Institute of Acoustics Vol.25. Pt.8.2003

D - - Room and baffle reflections

Las reflexiones forman parte de la vida cotidiana. Si usted ha estado dentro de una cámara anecoica y ha experimentado un sentimiento y silencio misterioso de desorientación, entonces usted sabe lo que quiero decir. En un ambiente más común, cada sonido que hacemos genera un conjunto de reflexiones. Si el sonido se sostiene, su amplitud y fase son afectadas por el ambiente. Esto es lo que ocurre en un cuarto de escucha. Citamos:

“La acústica de un recinto se parece o a un filtro lineal (filter) o a un salón de espejos (mirrors), dependiendo de la escala del tiempo (depending upon the time scale of interest). Como un filtro, un cuarto causa distorsión lineal en los tamaños y las fases de tonos steady-state admitidos por la mayoría por las orejas del oyente. Como un vestíbulo de espejos, un cuarto parece ser una colección de superficies reflectantes distribuidas, que crean, versiones múltiples de cada sonido transitorio. Los transitorios reflejados finalmente alcanzan al oyente desde direcciones diversas, casi ningunas de las cuales están de acuerdo con la dirección de la fuente. Así, ambos lo real y la respuesta transitoria de un cuarto tienen como resultado en el oyente recibiendo pistas erróneas acerca de la posición de la fuente de sonido en el cuarto”. 1

Modelar y entender cómo logramos hacer frente a esta situación, y realmente localizar las fuentes reales y virtuales sorprendentemente fluye en la mayoría de instancias, es tema de investigación científica en curso 2. El retraso de tiempo Inter-aural (ITD), y las diferencias de intensidad (IID), las indirectas espectrales del envolvente, y la "precedencia del efecto", toda forma parte para reconocer la posición de las fuentes cuando las reflexiones del cuarto están presentes. Además de afectar la localización: " Los sonidos retrasados pueden notablemente contribuir a percibir el timbre y el sentido de acústica de un cuarto. Si las características acústicas de los sonidos de retraso son consecuentes, con ellos siendo eco del sonido principal, luego los sonidos de retraso se suprimen perceptivamente, y no se oyen como acontecimientos auditivos separados. Por otra parte, si el

retraso como el que los sonidos no pueden plausiblemente ser interpretados como eco, o si la información que está disponible para decidirse si son eco o no, luego tendrán tendencia a oírse como acontecimientos auditivos separados”.

La mayor parte de la investigación en la audibilidad de reflexiones se ha realizado bajo condiciones anecoicas. Los umbrales de detección y los cambios irreales de imagen para una reflexión sola versus el tiempo de retraso y la amplitud han sido estudiados extensamente. Pero, los resultados necesariamente no pueden ser exportados a espacios reverberantes de escucha estero. No obstante, la opinión predominante en medios audiófilos sostiene que todas las reflexiones son perjudiciales. El dilema es: amortiguar o difundir las reflexiones lo más posible. Un cuarto sólo con superficies reflectoras y sin mobiliario, teniendo eco y un tiempo largo de reverberación, no es claramente el ambiente ideal del sonido pregrabado, pero tampoco lo es un cuarto atiborrado, lleno de materiales absorbentes, pareciéndose a una cámara anecoica. El cuarto ideal puede ser una función del tipo de altavoz usado. El altavoz típico y convencional de la caja tiene una respuesta de potencia que decrece sobre 10 dB para las altas frecuencias, asumiendo una respuesta plana de en-eje. Son omnidireccionales arriba unos escasos cientos de Hz y se vuelve aun más acometedor radiando al aumentar la frecuencia. Un baffle abierto, del dipolo bipola tiene por lo menos 5 dB menos variación de respuesta de potencia entre bajo y las altas frecuencias. Mientras la caja que altavoces parecen realizar mejor en cuartos relativamente secos, me he encontrado con que los altavoces del dipolo salen a la vista sus calidades mejoran en un cuarto más bien en directo.

En general, mientras más un cuarto se parece a una cámara anecoica, menos la radiación off- axis contribuye al sonido en el lugar de escucha. El tipo de altavoces dipolos en los que he trabajado, todo intento para duplicar la respuesta on- axis para off- axis ángulos horizontales hasta + / - 60 grados, aunque en los niveles decrecientes y hasta aproximadamente 5 kHz. Esto tiene dos efectos. El nivel del sonido reflejado es dependiente del ángulo y puede ser disminuido por orientación del altavoz. Las características acústicas del sonido reflejado son consecuentes con el sonido directo. Ambos de estas colaboraciones en suprimir una percepción de timbre cambien y disminuyan un sentido de acústica del cuarto. Consecuentemente, usted oye más del altavoz y menos el cuarto.

Se ha dicho mucho sobre la pared trasera del baffle abierto, la pared delantera de la perspectiva de oyentes. La pared trasera refleja el sonido radiado hacia atrás con 180º grados fuera de fase, con respecto al sonido radiado por la parte delantera del altavoz. La interferencia entre el dos lleva a la cancelación progresiva en

las frecuencias bajas (¿Es correcto?), y un filtro peine para las mas altas. Un efecto correspondiente ocurre con un orador de caja, por lo menos hasta varios cientos Hz, solo las frecuencias del filtro peine son diferentes, donde las bajas frecuencias son realzadas. Todo se controla por la distancia entre el altavoz y la pared. Si el orador esta por lo menos a 1 m (3 ft) delante de la pared, entonces el sonido reflejado es retardado por ahí acerca de 6 ms, lo cual es suficiente para no ser perceptivamente sumado con el sonido directo. El proceso cognitivo lo desasocia del orador y lo atribuye al cuarto, con un sentido del espacio. Los altavoces abiertos de tipo panel pueden tener problemas específicos con la pared de atrás. La impedancia de la radiación vista por el panel va para valores extremos en las frecuencias donde la distancia es un múltiplo de un cuarto de longitud de onda. En un panel de poca masa, el movimiento de este puede alterar la respuesta en frecuencias debido al cambio de carga aérea, También, un área grande del panel crea un "lobing polar response" polar en las frecuencias superiores y la reflexión puede volverse parcializada en el timbre, ángulo de desplazamiento y puede causar inestable imaginadas

He observado que una cierta cantidad de reflexión lateral es necesaria para crear una ilusión creíble del espacio en el cual la grabación sucedió o crear una experiencia musical enriquecedora [3,4,5]. Los altavoces montados a ras (el plafón) me golpean producir un sonido que es de dos dimensiones, analítico, pero finalmente sin vida. Los altamente direccionales horn crean una impresión negativa similar. En el rango del altavoz de agudos, la dispersión horizontal ancha remueve dureza y añade airy-ness en mi experiencia. Esto sólo tiene sentido si la intensidad del sonido reflejado ha sido aumentada. También podría explicar por qué los altavoces ribbon tweeters (cinta), lo cual puede ser conducción de fuentes muy estrecha para la dispersión ancha, es tan altamente estimado, a pesar de su respuesta polar vertical escasa. RT60 para mi listening room es aproximadamente 550 ms. agradable para la conversación y socializando. No me gusta un ambiente amortiguado del salón. Las dos paredes laterales son en su mayor parte de cristal doble. El cuarto es largísimo. Una chimenea de ladrillo esta a 1.5 m (5 ft) detrás del orador. La imagen espacial es muy precisa, en una buena grabación, Con una propagación muy fácil de la acústica del lugar entre el orador y ligeramente más allá. Las imágenes están en la parte trasera situadas a el nivel del orador, nunca enfrente. Los altavoces desaparecen completamente

Se afirma que La difracción de sonido al borde de un deflector del altavoz degrada espacialidad estéreo. No he experimentado esto por mí mismo para altavoces con baffles planos, para conductores hasta 8 " (20 cm.), ni yo visto prueba científica. El tamaño bajo onda acústica difractada ocurre tan temprano después

de que el sonido directo (< 500 us), que el efecto de precedencia no tiene que ver con la recreación y añadir localización ocurre [6]. Lo que es significativo, es el baffle step, la transición de 4π to 2π -space radiation, ocurre en la frecuencia superior para un deflector más estrecho. Esto conserva la respuesta de potencia más uniforme sobre un rango más ancho de frecuencia y la firma espectral de cualquier reflexión más similar la respuesta on- axis. El radio grande o los anchos bordes biselados alisa el respuesta de frecuencia alto on- axis y off- axis

La pregunta permanece: ¿Cuándo es el tratamiento del cuarto necesario y para qué propósito?

Las reflexiones Especular [7] pueden ser difusas con paneles difusores de residuo cuadráticos, pero esto no cambiará la energía reverberante del sonido en el cuarto. Los difusores se convierten muy grande para frecuencias debajo de 500 Hz. Las reflexiones también pueden ser amortiguadas. Esto también trabaja mejor por encima de 500 Hz. El tratamiento para las frecuencias inferiores se convierte en extremo más espacio consumiendo y debajo de 100 Hz requiere soluciones personalizadas

[1] William M. Hartmann, "Auditory localization in rooms", Proc. AES 12th International Conf., Copenhagen, 1993, "The perception of reproduced sound", pp. 34-39

[2] Brian C.J. Moore, "Controversies and mysteries in spatial hearing", Proc. AES 16th International Conf., Rovaniemi, 1999, "Spatial sound reproduction", pp. 249-258

[3] Arthur H. Benade, "From instrument to ear in a room: Direct or via recording", JAES, vol. 33, no. 4, 1985 April

[4] David Moulton, "The creation of musical sounds for playback through loudspeakers", Proc. AES 8th International Conf., Washington, 1990, "The sound of audio", p. 167

[5] http://www.sawonline.com/wp_mix_article1.html

[6] Jens Blauert, "Spatial hearing. The psychophysics of human sound localization", MIT Press, 1997

[7] James A. S. Angus, "The effects of specular versus diffuse reflections on the frequency response at the listener", JAES, vol. 39, no. 3, 2001 March

E-- Line sources

Una fuente de la línea (line source), la defino como un altavoz con una superficie muy estrecha y bastante radiante, que se utiliza en frecuencias por encima de $F = c/2L$, donde su longitud L es mayor que $1/2$ longitudes de ondas. consiste en una serie vertical de muchos conductores idénticos en un deflector estrecho. En otros casos quizás sea una cinta, estrecha y larga en un campo magnético, o una fuente estrecha y alta electrostática.

Específicamente, me refiero a las líneas que son por lo menos 1.5 m (5ft) de largo.

Bajo las condiciones del campo libre tales líneas tendrán un patrón horizontal de la radiación uniforme y ancho medianamente. La respuesta polar vertical será muy irregular y sumamente dependiente de la distancia, a causa de la longitud finita de la fuente [1]. En un cuarto, sin embargo, las imágenes de la fuente en piso y techo que no se muestre infinitamente largo, es más, menos las aberturas entre los finales de la fuente y el piso reflectante y el techo salen a la superficie. Consecuentemente, la línea lanza una onda cilíndrica e ilumina el cuarto mismo uniformemente. La acústica del cuarto, por lo tanto, son de la importancia semejante en cuanto a una fuente omnidireccional puntual. Con suficiente distancia, el SPL directo decrece como la raíz cuadrada de la distancia, lo cual mejora la proporción directa/reverberante sobre una fuente puntual.

Me asombra que en un ambiente reverberante, tal como una, sala de estar típica, estos radiadores dan poco indicio de comportamiento polar vertical escaso, aun cuando la línea completamente no se extiende hasta piso y cielo raso. Claramente, el campo reverberante en el cuarto rellena depresiones de percepción en la respuesta polar. Con una posición cercana a la línea y variando la posición de escucha de arriba a abajo, la imagen acústica no cambian, continuando casi al final. La imagen sonora es muy precisa en el vértice de un triángulo equilátero. En distancias mayores las imágenes aumentan en la altura. Esto puede ser impresionante en pedazos orquestales grandes, Las fuentes acústicas pequeñas, un vocalista o un violonchelo, sin embargo, se vuelven marchitas en el tamaño. Los altavoces de la fuente de la línea están de lo mejor cuando son oídos en un primer plano, como audífonos gigantes. Estas conservan una imagen correcta de tamaño y da la ilusión de un sonido grande.

La altura vertical del estado sonoro agrega su realismo. Encuentro a los altavoces de 2 vías pequeños muy insatisfactorios en ese respecto, incluso cuando se colocan correctamente en la altura del nivel del oído. La línea fuentes proporciona esta altura, al igual que escoja las disposiciones simétricas del conductor del altavoz de agudos como LM-UM-T-UM-LM. En último caso las gamas de frecuencia separadas se asignan a cada uno sistema simétrico de los conductores LM-LM y UM-UM, tal que el cualquier lobing vertical del libre-espacio está reducido al mínimo. Este tipo de fuente sufre considerablemente menos de la distorsión del tamaño de la imagen de una línea uniforme.

Una ventaja añadida de fuentes altas es su área de la superficie radiante grande, lo cual significa excursiones pequeñas y, por lo tanto, una distorsión no lineal progresivamente más baja para un nivel de sonido máximo dado. El aspecto bajo de la distorsión, es aún más importante, que la escena del sonido en altura, el ángulo ancho de la dispersión horizontal y la respuesta uniforme de potencia. La distorsión baja significa dinámica y claridad creciente, y la capacidad de jugar detrás en los niveles vivos cercanos, sin la tensión del oyente. Introduce los mecanismos de distorsión naturales, que suceden en la escucha, que son los elementos necesarios para crear una ilusión de realidad. La sensibilidad puede ser alta. Una línea con 25 conductores idénticos conectados en series-parallel para obtener la misma impedancia combinada como la de un conductor solo, tendrá 14 dB más alto de SPL para el mismo voltaje aplicado. La energía almacenada (Stored energy) no es necesariamente baja debido a los muchos las cavidades del chasis del gabinete y del conductor.

Animaría más investigación de fuentes de la línea para el uso en lugares muy grandes, por lo que respecta a altavoces de la dirección pública o de entretenimiento. Para ambientes domésticos típicos son innecesariamente grandes. Para los ambientes domésticos típicos son innecesariamente grandes. Hoy, los mismos niveles bajos de presión sonora de distorsión se pueden obtener con pocos conductores y sin la distorsión de la imagen.

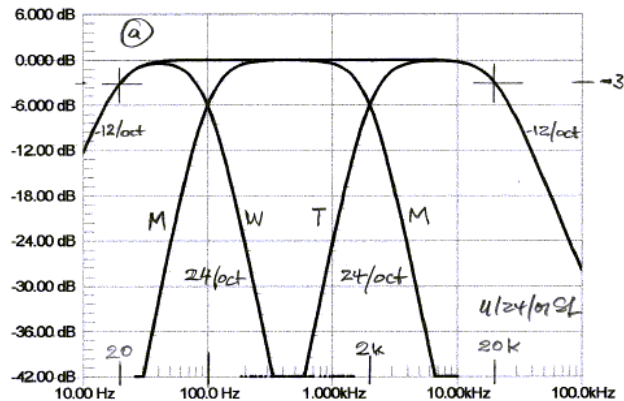
[1] Stanley P. Lipshitz, John Vanderkooy, "The acoustic radiation of line sources of finite length", 81st AES Convention, Los Angeles, 1986, Preprint 2417

F - - Group delay and transient response

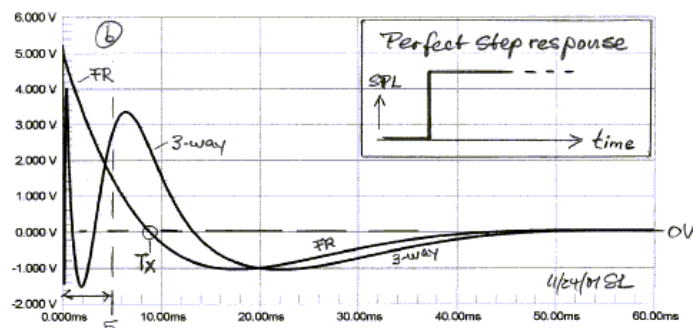
Pocos estudios han sido hechos acerca de la audibilidad de distorsión lineal de la forma de onda de tiempo para una señal acústica. Algunas personas tienen grandes expectativas acerca de las mejoras, que la tecnología DSP puede traer para altavoces y filtros a través de la linearización de su respuesta de fase, que debe dar lugar a una respuesta transitoria perfecta. La fidelidad de la respuesta de paso se toma a menudo como medida del funcionamiento. La respuesta de paso es la integral de la respuesta de impulso con el paso del tiempo, y forma parte de un respuesta de frecuencia, , que se ha caído en 6 dB/oct hacia de alta frecuencia, a partir de la frecuencia de cero.

Es instructivo revisar la respuesta de paso de un práctico altavoz de 3-vías y compararlo con un altavoz de gama completa. Se asume que ambos altavoces tienen un respuesta de frecuencia plana que es 3 a dB caída en 20 Hz y 20 kHz, comenzando a rodar

completamente en 12 dB/oct como un filtro con $Q = 0.7$. El altavoz de 3 vías tiene filtros del LR4 en 100 Hz y 2 kHz como en el gráfico (a).

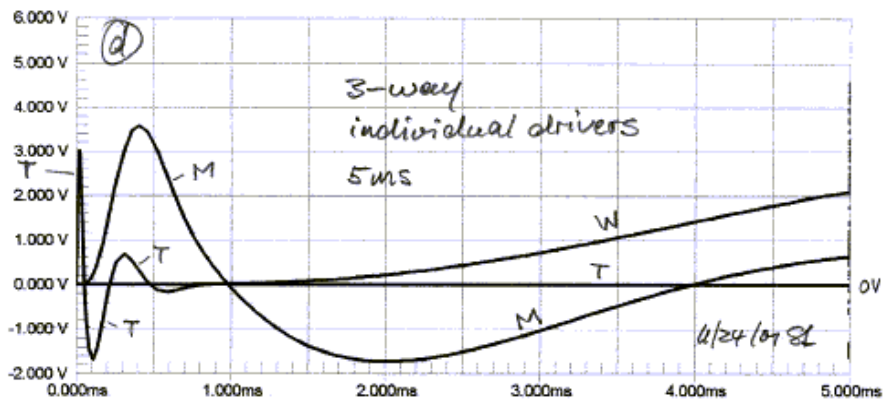
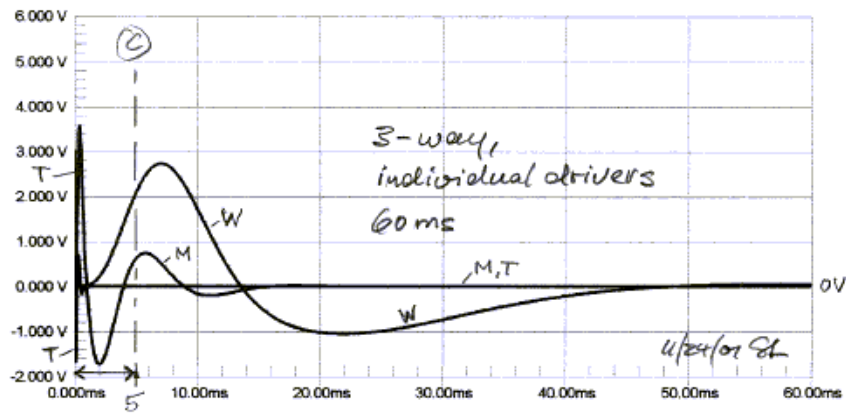


La respuesta de paso del altavoz de gama completa FR es distante de ser perfecta, porque el altavoz es uno de pasa banda y en esta vista (b), sobre una ventana del tiempo de 60 ms, los highpass de la frecuencia baja dominan la forma de la curva. En el de tiempo Tx la respuesta cruza el eje de cero. El área positiva bajo la curva entre el cero y Tx iguala el área negativa entre Tx y el tiempo muy grande, porque un sistema de pasa banda no puede pasar la C.C. equivalentemente, un altavoz no puede establecer un incremento permanente de presión, como podría ser requerido para la respuesta de paso perfecta.

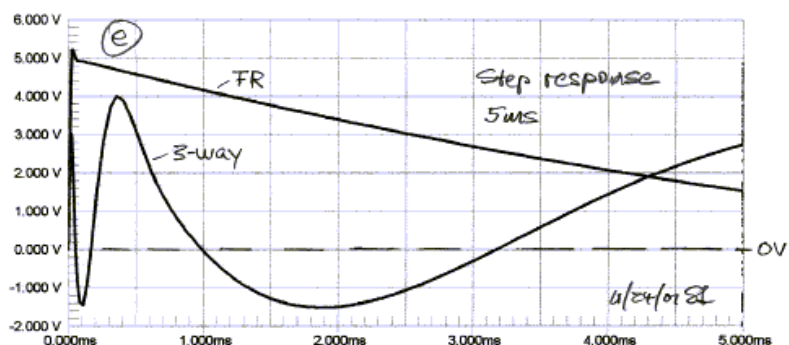


Una igualación basada en un DSP, puede mover Tx hacia fuera con el tiempo, pero no las como son las necesidades establecidas. La interacción aural en la ventana de tiempo es cerca de 50 ms, antes de que se observen los ecos.

La respuesta de paso del 3-way cambió aún mas de dirección del ideal y es fácil entender por qué las personas análogas piensan que ésta debería estar acompañado por defectos audibles. La respuesta es la suma de las salidas (c) de altavoz de bajos, de medios y del altavoz de agudos. La respuesta del altavoz de agudos, , apenas visible en escala de tiempo de 60 ms, realmente se aparece en un despliegue en pantalla de los primeros 5 ms (d).



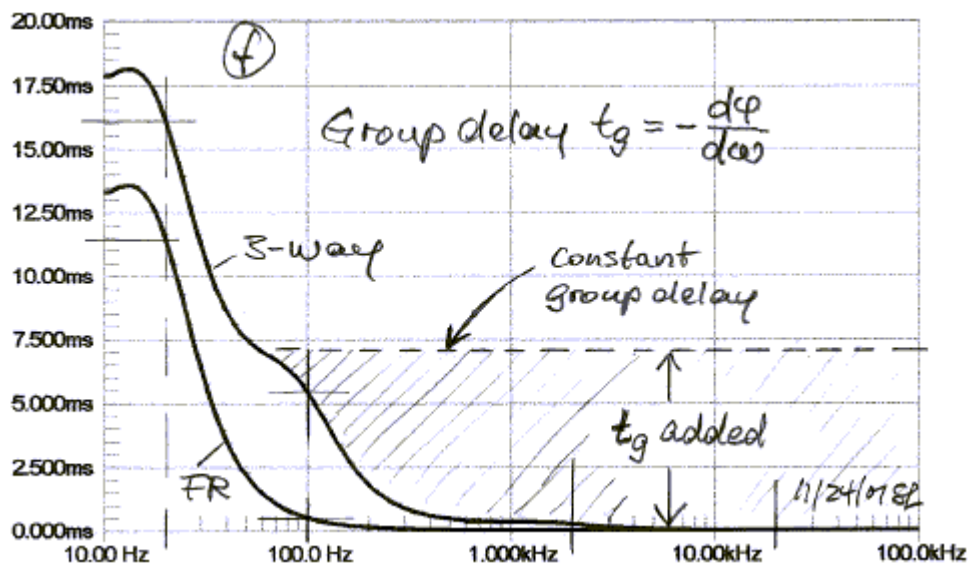
Observe que la respuesta del altavoz de agudos ha colocado en 1 ms. El alcance medio tiene su segundo paso a cero en el ms 4. El altavoz para bajas audiofrecuencias ha comenzado apenas a moverse después del ms 2. Una ventana del tiempo del ms 5 o de menos se utiliza con frecuencia en revisiones del altavoz para comentar sobre las polaridades del conductor y la preservación de la forma de onda (e). Esto cubre menos el de 10% del tiempo de reacción transitoria para muchos altavoces



Una revisión reciente de la revista audiophile de un altavoz de 3 vías, con la respuesta similar a (e) " ... La respuesta de paso señala que el altavoz de agudos y unidad de gama media están conectados con polaridad acústica positiva (el punto up/down

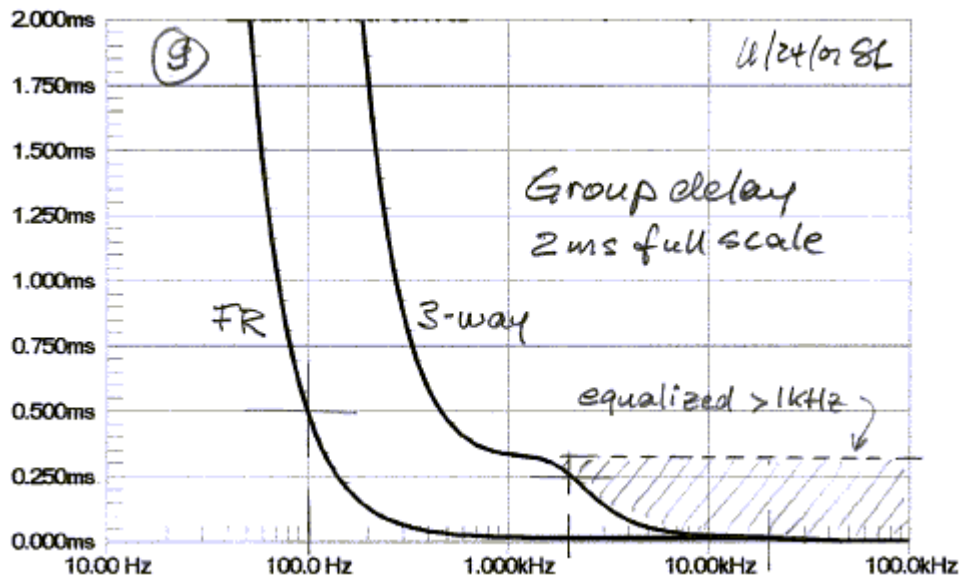
agudo en 0 ms y el ms más perezoso del triángulo 0.4 ms adelante (the sharp up/down spike at 0 ms and the lazier triangle 0.4 ms later), mientras el altavoz de bajos está vinculado con polaridad negativa (la joroba que se pasa negativa ancha, puesta en el centro entre 1.5 y 2.5 ms). La polaridad real de la unidad de conductor no tiene importancia excepto en lo que se refiere a la preservación de forma de onda - y el jurado está fuera en ese tema ". Más comprensión del asunto es obviamente necesaria.

La fase de respuesta de frecuencia de un altavoz tiene que cambiar en línea con frecuencia para preservar con fidelidad de la forma de onda. Esto es equivalente a decir, el grupo retrasa tiene que ser la constante (f).



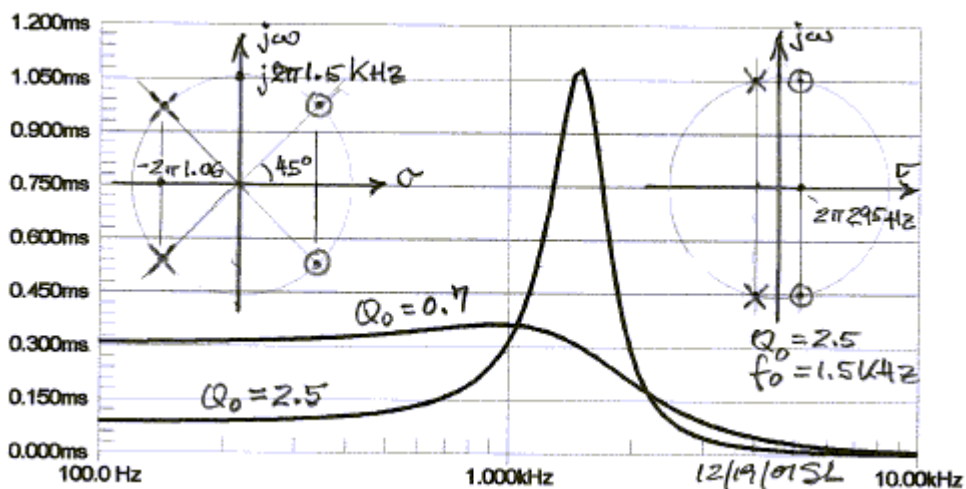
El retraso del grupo aumenta dramáticamente en las bajas frecuencias, aun para el altavoz de gama completa. Ecualizar el altavoz de 3 vías hasta 50 Hz una gran cantidad de retraso tendría que ser añadido para la porción más alta de frecuencia del espectro. Esto es prácticamente imposible lograr con medios análogos y no totalmente trivial con DSP tampoco

Si el retraso en la ecualización es restringida para las frecuencias superiores, donde el procesamiento digital se vuelve más fácil por longitudes de registro de tiempo más cortos, entonces las porciones grandes del espectro sigue siendo (g) torcido. Tal solución puede mejorar la primera parte pocos milisegundos de la respuesta de paso, pero sigue sin ser demostrado sin ambigüedades que esto se nota audiblemente. Permitirá la reproducción bastante exacta de ondas cuadradas con frecuencias por encima de 1 kHz sin embargo.

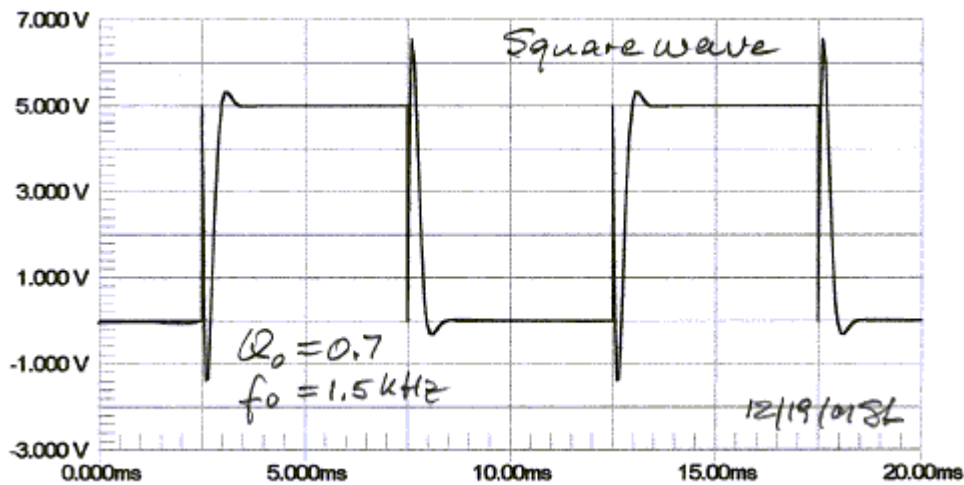


Con esfuerzo similar un altavoz de 2 vías podría ser ecualizado un retraso sobre un rango más ancho de frecuencia. Un altavoz de 2 vías no es tampoco marginal en la cobertura de frecuencia o en el rango dinámico y las mejoras en su respuesta transitoria podrían ser con holgura enmascaradas por otros defectos. Un rango completo o un altavoz solo está aun más limited y no es un competidor, excepto en forma de auriculares.

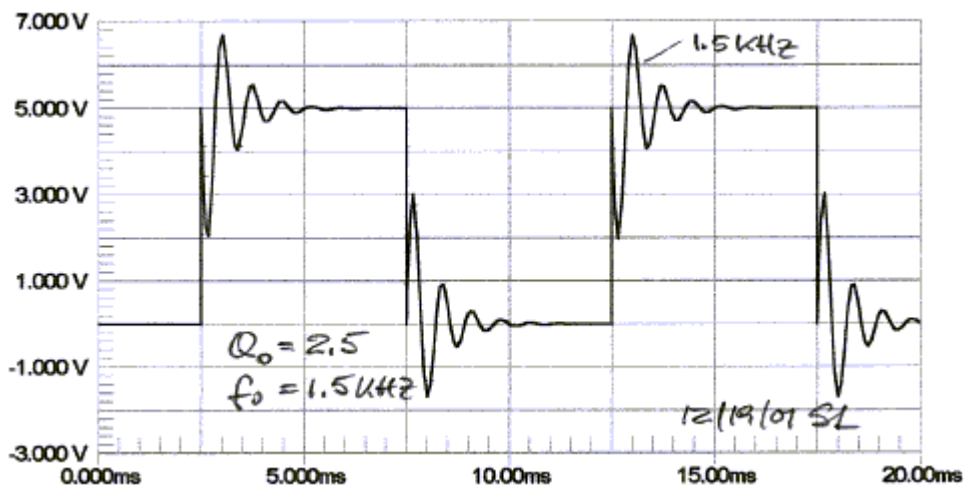
He usado auriculares para convencerme a mí mismo que la distorsión de fase introducido por filtros del LR4 alrededor de 2 kHz y en 100 Hz no son audibles. Por ejemplo, un filtro 1.5 kHz LR4 con 24 dB/oct de caída forma un segundo filtro de todopaso de orden con $Q_0 = 0.7$ para su polo y sus posiciones de cero.



Su cambio de fase no lineal y su no constante group delay en la región de cruce causan una distorsión en la forma de la onda, pero que no son audibles



Si los allpass Q_0 está significativamente más alto, como $Q_0 = 2.5$, entonces la distorsión de fase se vuelve audible. En caso de la onda cuadrada 100 Hz un pico grande de sonido entonado se agrega. El respuesta de frecuencia, sin embargo, es totalmente plana.



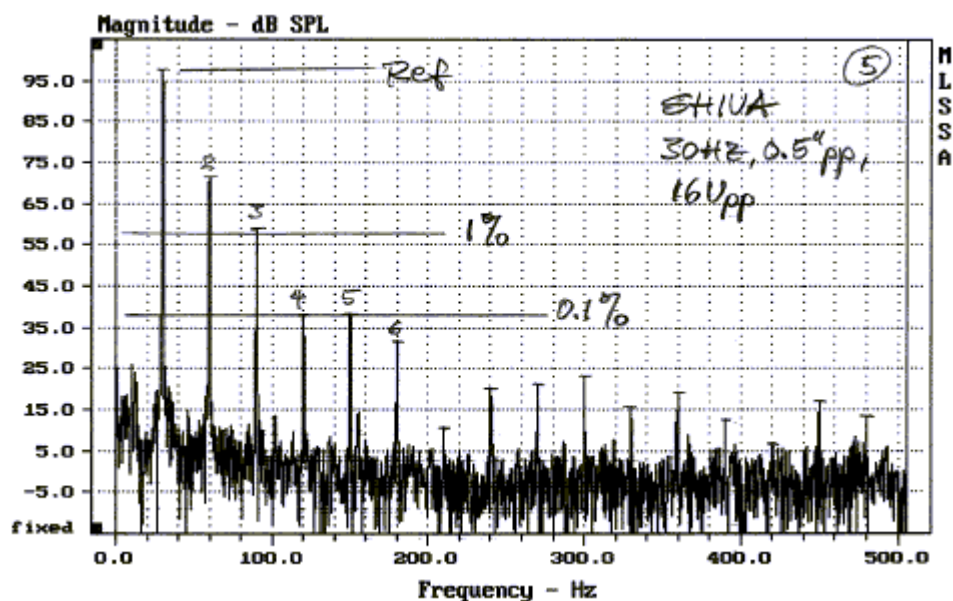
No estoy seguro lo que ocurre en el rango debajo de 100 Hz y tengo sospechas fuertes de que ésta está la región donde la distorsión de retraso es audible. Es también la región donde el retraso realmente se acumula "vía vented and bandpass woofers", Y los grandes números de dc interrumpiendo condensadores en la cadena de la señal de micrófono para terminal del altavoz.

Otros experimentos se pudieron realizar con un sistema del altavoz de 3-way de alta calidad, cuya respuesta de fase y group delay ha sido cuidadosamente medido o modelado. Sabiendo la

distorsión de fase, que el altavoz introducirá, se usará proceso de señales digitales con el software apropiado para predistorcionar música diversa archivada en un PC, algo semejante para que la respuesta global de fase de sonido pregrabado será lineal. Grabe los archivos recién creados en un CD-R. Para la comparación tome los mismos archivos de la música y agregue un constante retraso en él, a fin de que el material deformado y sin distorsión ha experimentado el mismo proceso y cualquier artefactos son comunes para ambos. De esta manera uno podría cambiar directamente entre las pistas casi idénticas de un CD-R y esperar a escuchar las diferencias que pueden solamente ser el resultado de las diferencias de respuesta de fase.

G - - Multitone distortion

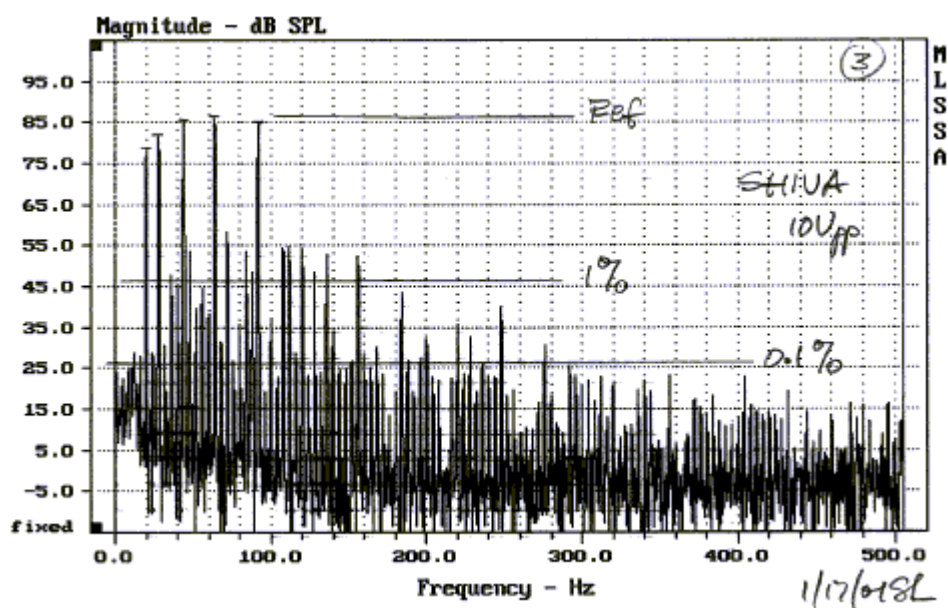
La medida de distorsión armónica da una descripción incompleta del comportamiento no lineal de un altavoz, aun cuando la onda sinusoidal excitante es barrida para generar un despliegue continuo de productos de distorsión. Cállese, son datos muy útiles para comparar dispositivos.



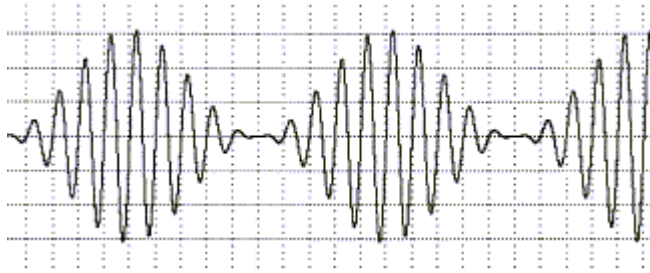
Se obtiene más información cuando se utilizan dos tonos, varios productos de la suma y de la diferencia de los dos estímulos y de sus armónicos se pueden medir con un analizador de espectro. Estos productos de la íter modulación son generalmente más altos en amplitud que los productos relacionados de la distorsión armónica. No puedo enfatizar lo suficiente, que en cualquier momento cuando un dispositivo introduce la distorsión armónica, él generara la distorsión de la íter modulación, cuando más de un tono está implicado. Algunos piensan que un poquito de distorsión armónica 2º orden, como la generada por las válvulas, tiene un

efecto agradable, porque enriquece los armónicas pares naturales de instrumentos acústicos. También generará ínter modulación no armónica, y tiene poco para hacer con reproducción precisa de sonido o aun produciendo la ilusión de un sonido real. En lugar de eso imparte una igualdad repetitiva eufónica para todos los sonidos.

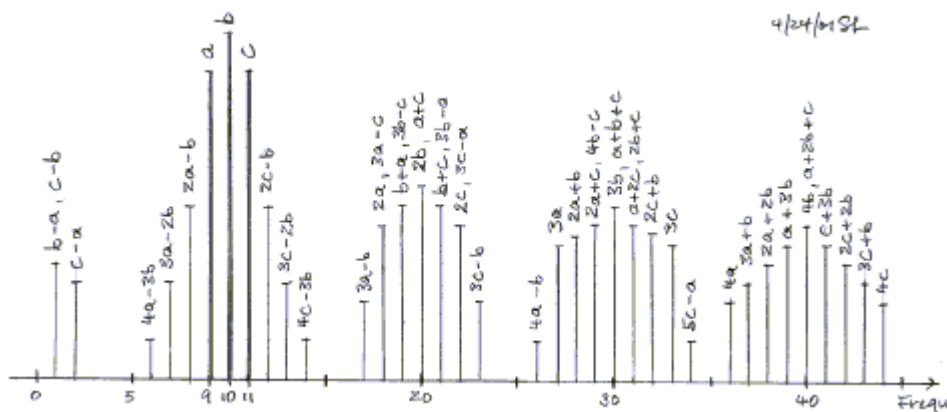
Los sonidos reales contienen muchos tonos. Un altavoz de bajos podría ser probado con un set de 5 tonos que no están relacionados armónicamente, como 20, 28, 44, 64, y 92 Hz, pero que cubra el rango de operación previsto del altavoz para bajas audiofrecuencias.. Cada uno de los tonos son un múltiplo de 4 Hz, con factores 5, 7, 11, 16, 23, y los productos resultantes de distorsión ocurrirán en intervalos a 4 Hz.



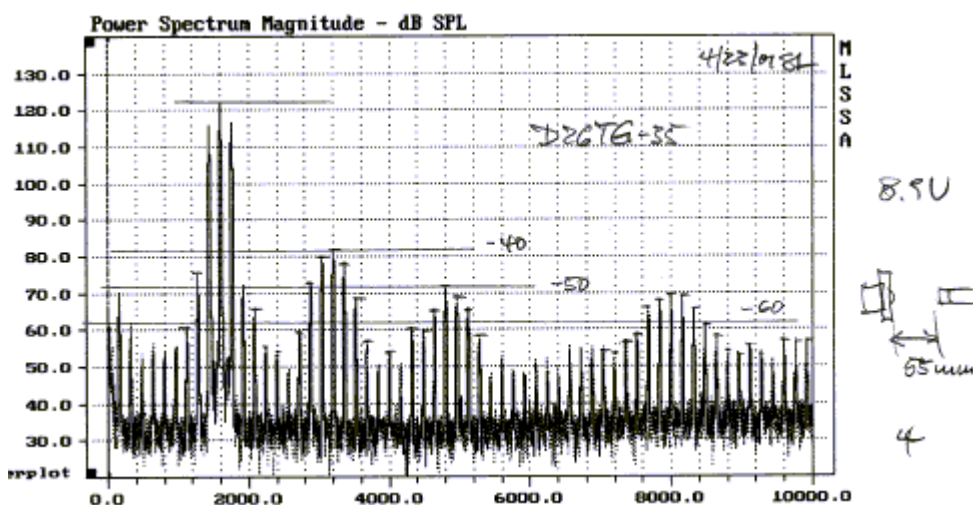
El espectro de distorsión más rico simplifica la comparación entre dispositivos mas que depender de pocos puntos de referencias que la distorsión armónica proporciona. La forma de onda en el tiempo para la suma de los 5 tonos parece muy errática pero es, por supuesto, periódica. A simple vista, pero la señal altamente eficaz del test es un “sinewave” tal que es amplitud del 100% modulada en 1/10th de su frecuencia. Este tipo de estímulo es especialmente útil para tensionar sistemas vibratorios y detectar audiblemente el principio de distorsión pues aumenta su amplitud. Para evitar daño permanente sólo esta señal debería ser usada.



El espectro sin distorsión consiste de la "portadora" b y dos bandas laterales a y c , cuáles tienen 6 dB de caída y salida $b / 10$. El espectro potencial de distorsión contiene armónicos y productos de intermodulación. Unos cuantos de esos son mostrados debajo. Ocurren en intervalo $b / 10$.



La medida cercana de un altavoz de agudos revela el espectro de sonido denso generado por el grupo de 3 tonos en 1.6 kHz.



He encontrado que estos y otros tipos de test multitono de señales son útiles para ordenar y una clasificación relativa de

conductores. Su evaluación subjetiva cuando en parte de un altavoz completo correlaciona estrechamente con las medidas. Se debe reconocer el hecho de que la distorsión tiene efectos audibles mucho antes de que sea percibida como distorsión. Por ejemplo, podría incrementar detalle sónico, análogo para contrastar realce en una foto.

Pienso en una experiencia reciente al servir una actuación San Francisco Symphony me dio comprensión del por qué nosotros logramos distinguir un altavoz de un instrumento en directo. Los altavoces reprodujeron material pregrabado, intercalados con la ejecución de los músicos, durante la actuación de varias piezas musicales modernas. Dio la apariencia que, que salía del altavoz un sonido conllevando una huella de sonidos creados por ellos, un continuo sonidos formado de fondo, que faltó completamente en los instrumentos en directo e hizo al altavoz inmediatamente reconocible per se. Los instrumentos en directo tuvieron un espacio entre los tonos, como un fondo negro, y aun la masa siempre permaneció articulada. Creo que la observación no tuvo nada que ver con ambiente grabado, lo cual estaba presente ocasionalmente, o con reverberaciones del vestíbulo. Me recordó de otras incidencias, dónde yo fácilmente hube hecho un reconocimiento de instrumentos en directo, aunque no había trayectoria libre de la reflexión entre la fuente y mis oídos, y dónde luego luché para describir para mí mismo lo que habría sido diferente, si un altavoz desempeñase en cambio. A mi Parece que lo descrito (ongoing-ness) del sonido es uno de los problemas principales con los altavoces. Es menor con grabaciones de una voz sola con acompañamiento pequeño, tantas veces favorecido por los audiófilos, que en pasajes complicados de música orquestal clásica y trabajos corales.

Mucho trabajo queda por hacerse antes de que las predicciones firmes de carácter lógico puedan ser hechas de las medidas de distorsión. [Wolfgang Klippel](#) ha desarrollado una metodología práctica para caracterizar y auralizar los efectos de parámetros diversos de distorsión en los altavoces de bajos en excursiones grandes. Los investigadores en Cerwin Vega han hecho trabajo teórico extensivo [1]. Concluyeron entre otras cosas: " ... Con un incremento en el número de tonos, los multitono proporcionan progresivamente información detallada acerca del comportamiento no lineal de un DUT. Un último incremento en el número de tonos conduce a una señal como de rumor que hipotéticamente puede suministrar información completa acerca de una poco linealidad DUT deteriorado, pero las demandas una cantidad enorme de cálculo, si una alto orden de no linealidad es evaluada ".

[1] Gene Czerwinski, Alexander Voishvillo, Sergei Alexandrov, Alexander Terekhov, "Multitone testing of sound system

components - Some results and conclusions, Part 1: History and theory", [JAES](#), Vol. 49, No. 11, 2001 November, pp. 1011-1048. "Part 2: Modeling and Application", [JAES](#), Vol. 49, No. 12, 2001 December, pp. 1181-1192.

[Top](#)

Wolfgang Klippel tiene una base de datos de parámetros medidos de los parlantes [Base de datos](#) así como unos "[Papers](#)" Técnicos en línea

H - Sugestiones y la audición

Es práctica común al promover productos de audio. relatar a un cliente en lo que prestar atención dentro de lo que él va a oír, para continuar con una demostración, y después decirles otra vez lo que él oyó. Es el mismo proceso, ya sea un representante del fabricante hablando con una persona de ventas de la tienda, o la persona de ventas dirigiendo la palabra a un comprador potencial. Es casi imposible que la persona "blanco" no oiga, lo que ha sido sugerido que oirá.

El poder de la sugestión se ha usado para realizar "cirugía principal sin anestesia, donde el paciente no experimenta ningún dolor". Ha sido mostrada con imágenes CATs del cerebro que en tales casos una desconexión de información ocurre entre la región que responde al dolor, y la región del cerebro que le da al paciente la percepción de dolor. Así, el proceso normal de percepción ha sido alterado a través de la preparación verbal, no física que el paciente recibió de antemano.

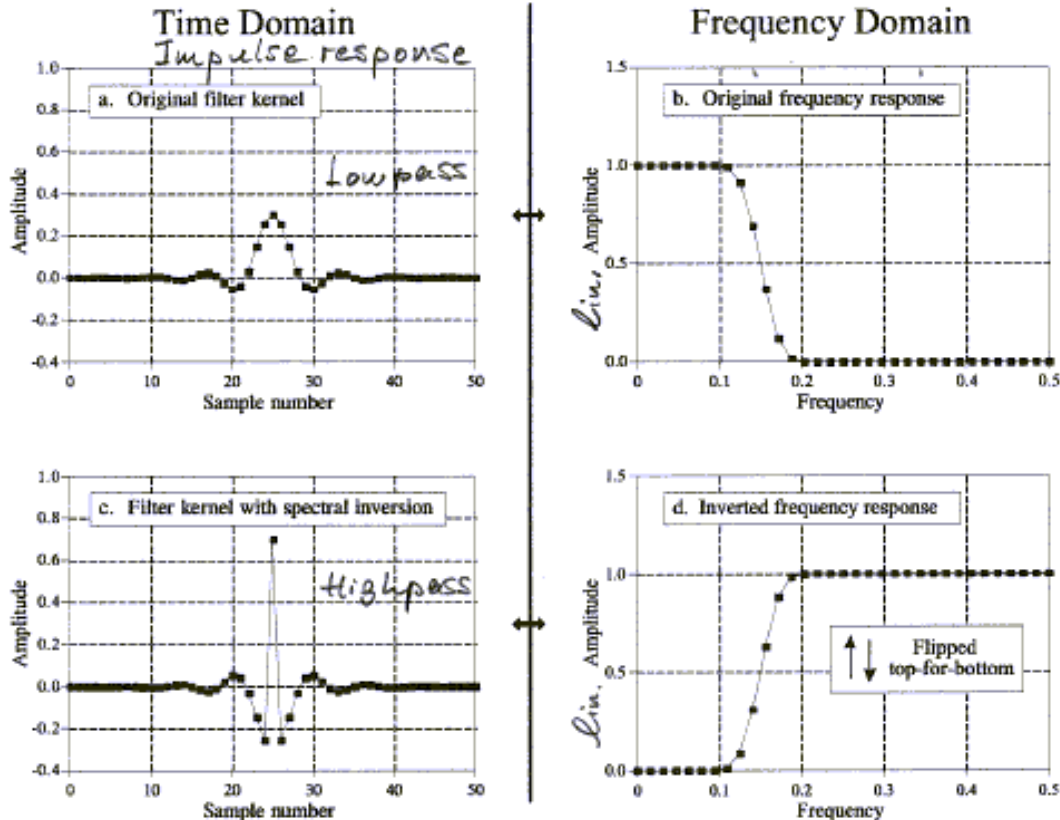
La influencia de la sugestión, especialmente cuando es frecuentemente repetida, no debería ser subestimada en el campo de audición. Muchos oyentes no han adquirido una referencia auditiva basadas en sonidos no amplificados y está se engaña así fácilmente en materias de la exactitud. Las pruebas ciegas y la confrontación del producto con ABX son miradas con ira en algunos círculos de audio, aunque remueven cualquier influencia de sugestión, ego u otras generada.

No tengo problema, si la gente goza de su música más, porque ha pasado a través cierta interconexión, ha sido trasformada balanceada, amplificada sin retroalimentación, procesada a través de reissued "WW2 transmitter tube" y enviado a sus altavoces por cables del litz de pureza y acomodamiento específico, excepto que el dinero de estas sugerencias pudieron haber sido desembolsado en mejores altavoces, para mejoras reales en la exactitud de rango dinámico y resolución. Después de todo, los [altavoces](#) son por lejos el enlace más débil en la cadena de componentes que son necesarios para [la reproducción de sonido](#).

L - Digital crossovers

Algunas personas piensan que los filtros digitales reemplazarán a los analógicos, porque los filtros digitales pueden ser diseñados con características deseables que son imposible implementar con sistema de circuitos analógico. En particular, los filtros pasabajos y pasaaltos con caídas sumamente pronunciadas y desfase del lineal son posibles. Las caídas pronunciadas hacen más pequeña la región de superposición entre conductores. El desfase lineal elimina distorsión de forma de onda y meramente causa un retraso de la señal. De tales características puede ser obtenido el equivalente digital de filtros de la línea de retraso de “un golpe”, que tiene una duración finita de respuesta de impulso (FIR) que depende del número de “taps” (pulsos) usados. Los filtros digitales FIR pueden tener casi cualquier respuesta de frecuencia deseada, si el número de “taps” ponderados es lo suficientemente alto. [1]

La fase lineal lineal tiene un precio. La respuesta de impulso timbra (tiene un pico). Lo más así, la pendiente el filtro se inclinan. Ambas divisiones de pasabajos y de pasaaltos del filtro resuenan (ring), pero cuando las salidas están combinadas, como en un filtro, luego las dos respuestas de impulso acrecientan un pulso poco resonante, retardado.



Todo estaría bien, si oyésemos sólo en espacios anecoicos o para altavoces con conductores coincidentes. En realidad usamos altavoces en cuartos con reflexiones , reverberaciones y los conductores están separados del otro por sus tamaños. Como consecuencia la respuesta off- axis del orador tiene importancia y contribuye a lo que oímos. Con los conductores poco coincidentes, las salidas de pasabajas y de pasaaltas son cantidades de retardo diferentes en proposiciones fuera de eje, y la oscilación transitoria se cancelan no ya en la adición. En el mejor caso los conductores podrían ser coaxiales, pero esto tiene otro conjunto de problemas. Los filtros muy pronunciados también pueden causar un cambio muy abrupto en el patrón polar del orador, al efectuar una transición de un conductor grande de diámetro para uno pequeño. Bajo las condiciones reverberantes y / u oyendo fuera de eje esto puede tener repercusiones audibles.

Un tipo diferente de filtro digital tiene una respuesta infinita (IIR) de impulso, usan topologías recursivas de retroalimentación . Los filtros IIR estrechamente no solo pueden simular todas las funciones analógicas sabidas del filtro, sino que también pueden tener sus desfases no lineales asociados. El respuesta de frecuencia de un filtro dado IIR, como un bicuadrángulo, puede variarse fácilmente reprogramando sus coeficientes. Están fácilmente adaptados para las necesidades diferentes.

Los filtros digitales tienen exactitud alta y son muy repetibles. Requieren actuación alta ADC, CAD y DSP. El anti-aliasing analógico y los filtros de reconstitución son de su diseño. El rango dinámico, el recorte y el ruido deben ser de los que se ocupó en el dominio digital de números. En particular, los efectos de remate numérico en formas del filtro y la distorsión deben ser analizados. Para las razones de rango digital lineal limitado el control del volumen debe estar ubicado después de que el DSP para maximiza mordiese resolución. La distorsión no lineal en todas sus formas entre la entrada y la salida analógica tiene que ser considerada y minimizada. Los conductores del altavoz tienen su tamaño de pasaaltas acústico inherente y ponen en fase respuesta, lo cual debe ser tomado en consideración en el diseño digital del filtro del filtro. La compatibilidad electromagnética (EMC) debería ser diseñada adentro y debería experimentar para.

[1] [Steven W. Smith, "The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing"](#)
[Top](#)

J - - Doppler distortion

Los conductores que están ahora disponible generan distorsión de intermodulación muy bajas, porque el comportamiento de su motor es muy lineal. Esto puede traer distorsión Doppler para el primer plano bajo ciertas condiciones. La distorsión Doppler ocurre cuando dos tonos de frecuencia diferente son radiados de la misma membrana

Por ejemplo, un conductor de 18 centímetros (6.5 pulgadas) con 126 cm² de área de cono, como el seas W18E001, puede radiar un tono de 50 Hz de baja frecuencia, con una excursión lineal de 5 Mm., produce 86 db de SPL a 1 m. El desplazamiento sinusoidal del cono tiene una velocidad máxima de

$$V_p = 2 \pi f_L X_p = 1.57 \text{ m/s}$$

Un tono de 2000 Hz radiado simultáneamente acortará su longitud de onda y alargado en una 50 tasa Hz como la velocidad del cono sea acrecentada y sustraída de la velocidad de la propagación del sonido ($c = 343 \text{ m/s}$). Esto resulta en una modulación de frecuencia del tono 2000 Hz con una peak deviation de:

$$\Delta f_H = 2 \pi f_L f_H X_p / c = 9.2 \text{ Hz}$$

La distorsión de modulación puede acortarse a 5.5 Hz para el mismo SPL a 50 Hz usando el altavoz W22EX001 con 220 cm². de área del cono

La audibilidad de distorsión Doppler depende de tres criterios:

El umbral de audibilidad de frecuencia modulada

El enmascaramiento de los tono de baja de frecuencia

FM a AM para la conversión debido a las resonancias del cuarto.

El umbral de FM se determina típicamente en un índice de modulación de 4 Hz y es aproximadamente 0.35 % para frecuencias por encima de 500 Hz, correspondiendo a 7 Hz de desviación a 2000 Hz. Las tasas de modulación superiores a 70 Hz puede ser percibida como aspereza del tono.

El enmascaramiento es dependiente en los niveles relativos y la separación de frecuencia de los dos tonos.

Un cuarto con un reverberation time $T60 = 500 \text{ ms}$ tiene resonancias con un ancho de banda 3 dB de $BW = 2.2 / T60 = 4.4 \text{ Hz}$. La cuesta de las curvas del filtro se trata de 3 dB por $BW/2$ o 1.4 dB/Hz. Así, una desviación 9.2 Hz del tono 2000 Hz podría generar hasta 12.9 cambio dB en su tamaño, si la tasa fue lo

suficientemente lenta a fin de que las bandas laterales de la señal de FM no sean atenuadas perceptiblemente por el filtro.

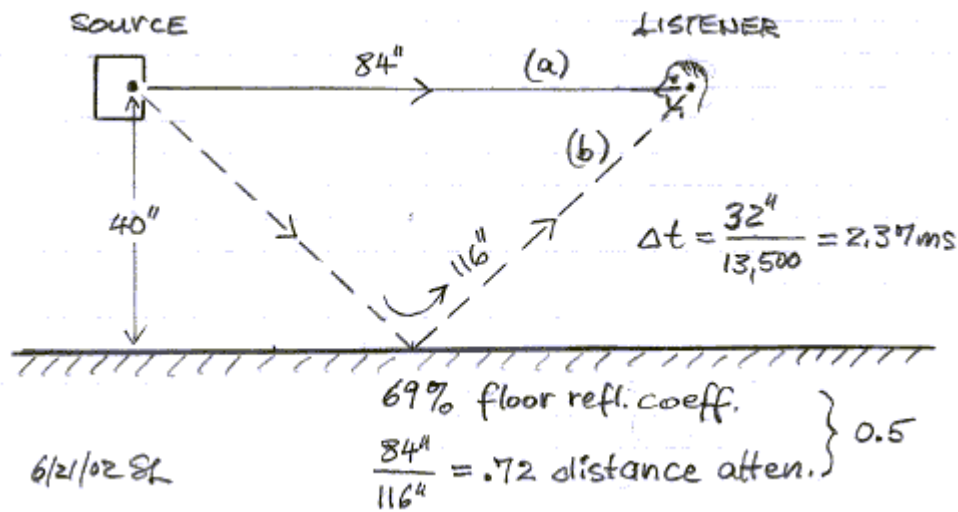
La distorsión Doppler de un conductor puede ser medida con un analizador de espectros observando el tamaño de las bandas laterales de modulación (modulation sidebands). El tamaño relativo de banda lateral es

$$A_s / A_H = 0.5 \Delta f_H / f_L = \pi f_H X_p / c = 0.09$$

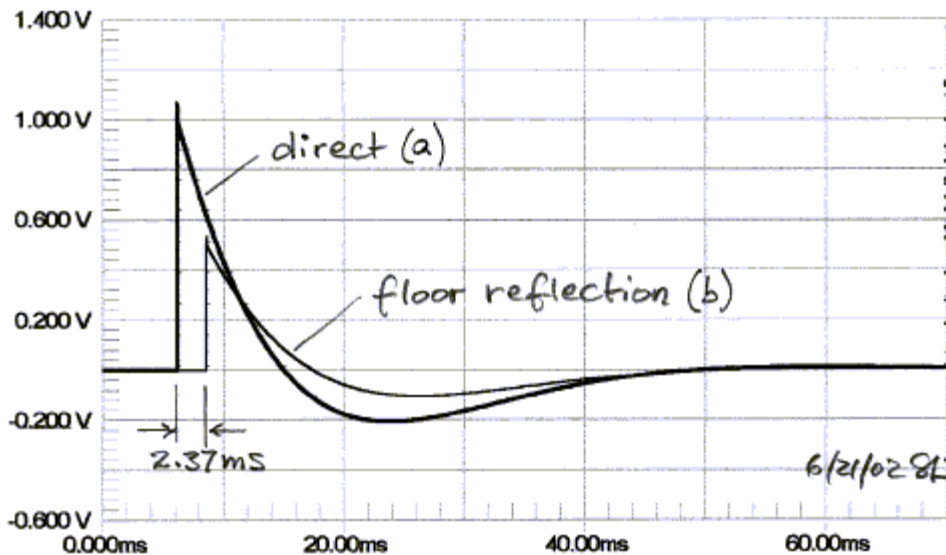
para 20.7 dB debajo 2000 Hz del transportador AH, a pesar de fL tan largo como Xp = 5 mm. Esto corresponde a una modulación de la fase con una desviación máxima de la fase de $2 A_s / A_H = 2 \times 0.09 \text{ rad} = 0.18 \times 180 / \pi = 10.3 \text{ degree}$. Las bandas laterales ocurren en las mismas frecuencia fH - fL y fH + fL para 2º orden intermodulación del producto de los dos tonos. Pueden ser distinguidas cambiando los niveles aplicados de la señal. Las bandas laterales Doppler decrecen 3 db por 3 db reducción en el nivel de señal, mientras que las bandas laterales de la intermodulación del segundo orden disminuyen 6 DB . Las dos bandas laterales pueden ser de tamaño diferente cuando ambas formas de distorsión están presentes, porque los productos de intermodulación están sincronizados con cada otro, las bandas laterales de FM están desfasadas. Este hecho deja una descomposición de bandas laterales desiguales en su obstáculo de dos componentes y aun las partes

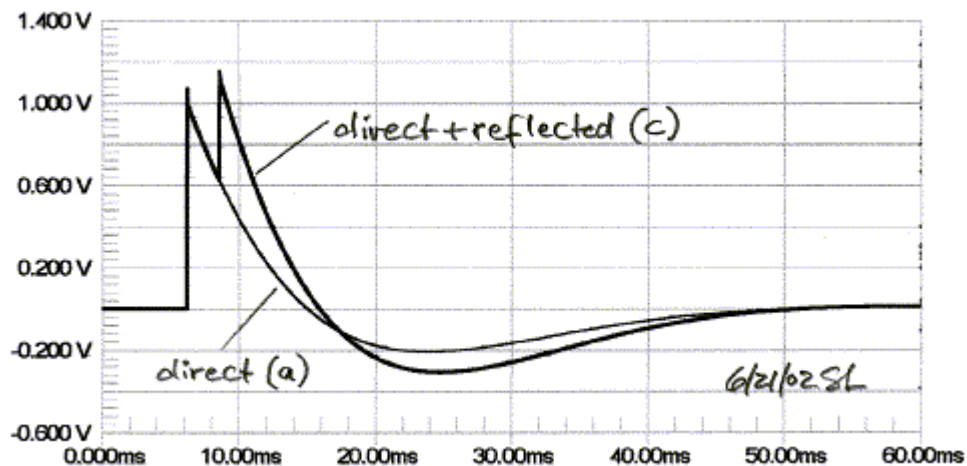
K- - Room response equalization

En teoría, el DSP permite remover completamente el efecto del cuarto en el respuesta de frecuencia de un altavoz en la posición auditiva, pero sólo sobre una región muy pequeña en espacio. El principio es ilustrado corrigiendo la señal de salida de un altavoz para contrarrestar el efecto de la reflexión del suelo en la respuesta en el lugar del oyente.

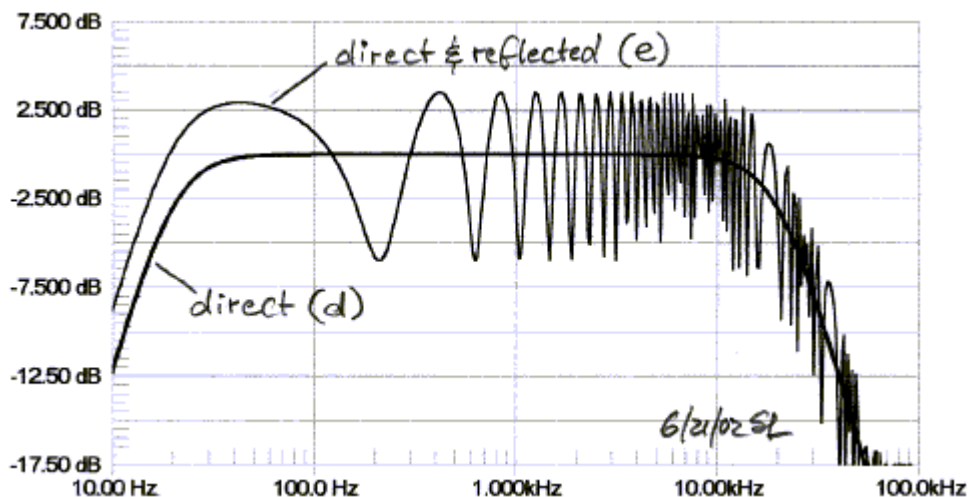


El modelo se hace cargo la respuesta de un altavoz con 20 Hz a 20 kHz. El piso perfectamente no refleja y conjuntamente con la atenuación, debido a uno 32 " (0.81 m) más largo longitud del camino para la señal reflejada (b) que la señal directa (uno), el tamaño de la señal reflejada en el oyente será medio que de la señal directa. La reflexión del piso es demorada por 2.37 ms. La respuesta de paso en la posición del oyente es la suma de señales directas y reflejadas (c).



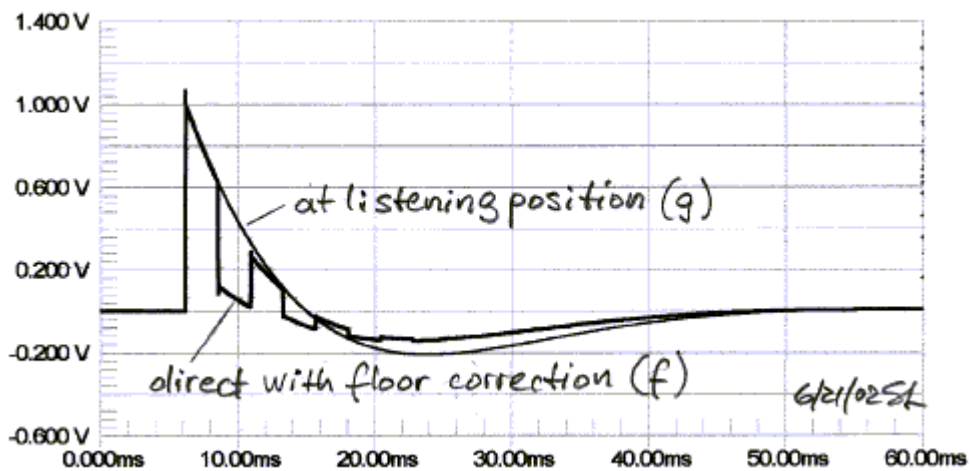


El respuesta de frecuencia en la posición del oyente exterioriza el comportamiento típico del filtro del peine (e). En las bajas frecuencias que la reflexión del piso añade para el sonido directo (d). El primer mínimo en la respuesta ocurre cuando lo 32 " la diferencia de largo del camino corresponde a la longitud de onda del 1/2 y causa 180 grados de desfase, lo cual está en casa de 211 Hz. El siguiente pico está en casa de 422 Hz, seguido por un mínimo en 633 Hz, etcétera. La respuesta es fase poco mínima y puede ser corregida con una fase mínima tanto del empate parametrito hasta cierto punto, pero sólo en las frecuencias muy bajo.

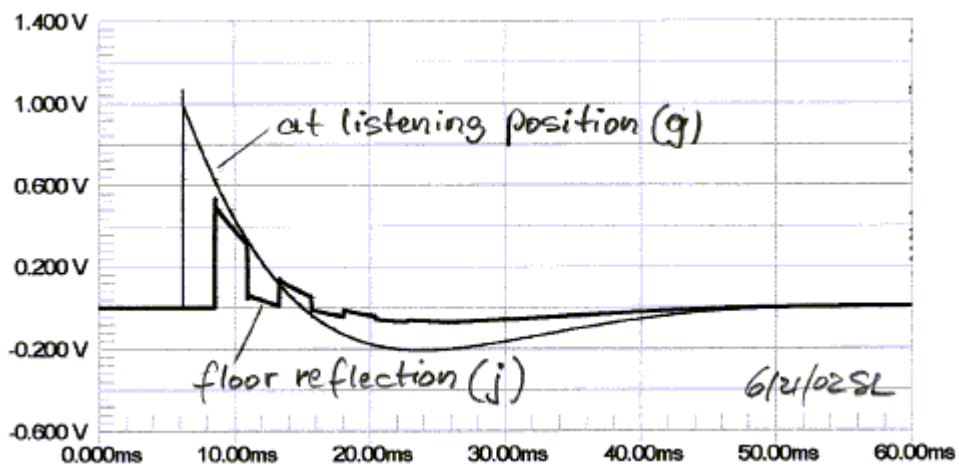


El efecto de la reflexión del piso puede se cancelado predistorsionando la señal directa del orador. Después de que 2.37 ms desde el comienzo de la señal directa tiene que tener un grado de negativa para cancelar la primera señal reflejada que llega en el oyente. El paso negativo a su vez causa una reflexión del piso que se canceló por un paso positivo 4.74 ms más tarde, etcétera.

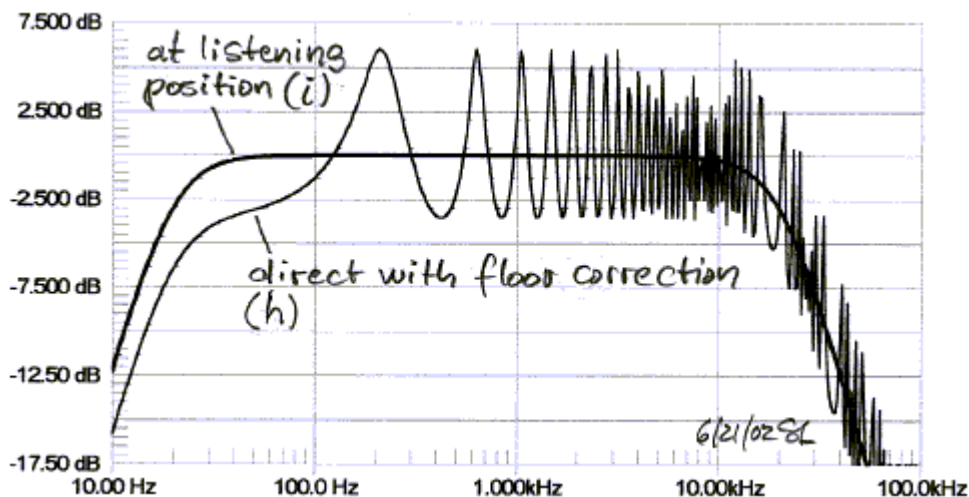
Puesto que se atenúa la reflexión del suelo, los pasos consecutivos de corrección decrecerán en la amplitud (f).



Las directas (f) y las señales reflejadas (j) se combinan en la posición del oyente para una respuesta perfecta (g) de paso, idéntico para la respuesta anecoica (uno).



El respuesta de frecuencia de la señal directa predistorcionada (h) puede tener picos grandes para corregir para las muescas en la respuesta del cuarto (e).



Debería ser obvio que esta forma de corrección del cuarto sea un juego equilibrista delicado, particularmente para mantener igualdad en las frecuencias superiores. Las desviaciones pequeñas en posición del oyente del punto para el cual el orador fue nivelado, causan cambios grandes en la respuesta del cuarto. En cuartos reales no está sólo la reflexión del suelo, pero todas las otras reflexiones de paredes, techo, mobiliario, etcétera. que incorporan la corrección del altavoz.. Desde que la corrección en el mejor de los casos puede ser válida sólo para un lugar dulce, necesariamente enviará una señal deformada a cada lugar también. Aun en el lugar dulce que la actuación de sistema no degrada graciosamente, cuando la corrección sea menos que perfecta. La distorsión espectral vulgar es introducida en las frecuencias superiores y puede convertirse en aurally distractive.

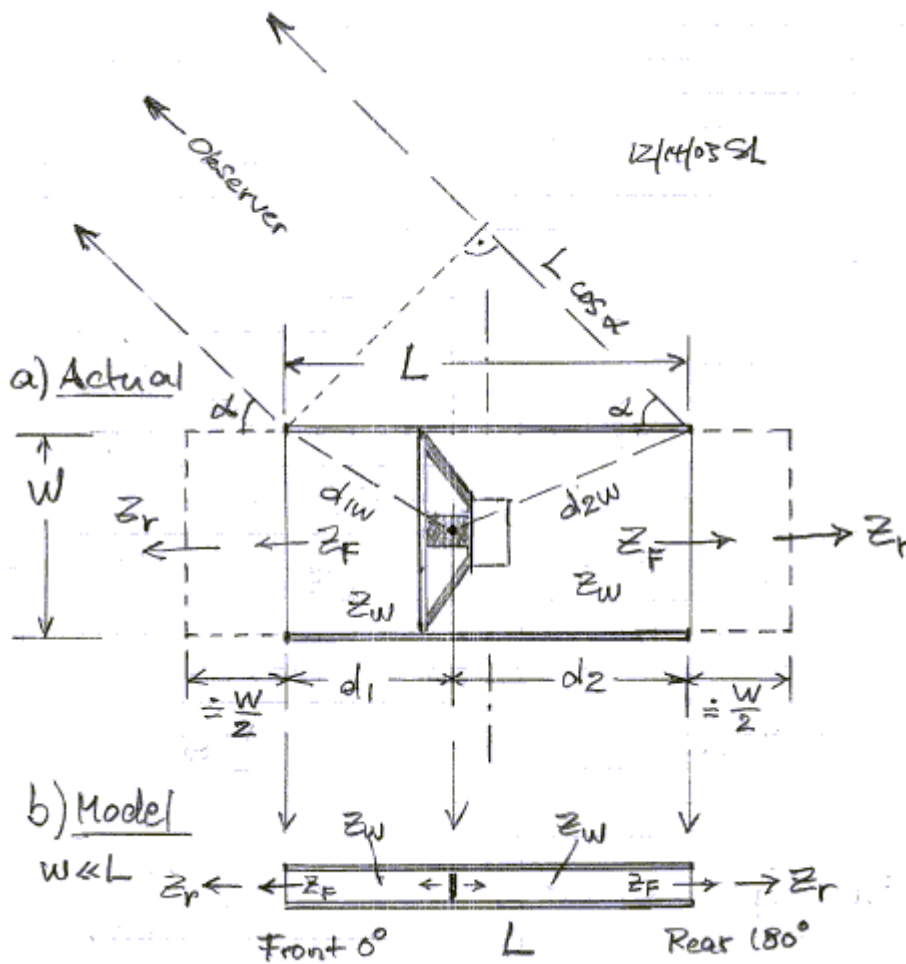
La igualdad del cuarto con DSP precisará una comprensión nueva de debería corregirse, y lo que debería quedarse solo, para responsabilizarse por un objetivo global específico para la reproducción atinada. Por ejemplo, la respuesta del filtro del peine debido a la reflexión del piso nos es íntimamente familiar, puesto que la mayoría de los sonidos que oímos, tenemos al menos una reflexión del piso. Como crecimos y nos volvimos más altos el espectro del peine ha cambiado de posición hacia las frecuencias inferiores. ¿Cómo usamos la información comunicada por ella? ¿Cómo de importante debe ser corregir esto en una disposición del altavoz? El asunto con la igualdad del cuarto no está ocupado en la suficiente potencia del computo, pero si cómo y donde aplicarla. . Las dos referencias siguientes son altamente lectura recomendada antes de embarcar en cualquier proyecto digital de la igualdad del sitio

[1] Louis D. Fielder, Practical Limits for Room Equalization, 111th [AES](#) Convention, 2001, Preprint 5481

[2] Scott D. Snyder, Active Noise Control Primer, Springer/AIP, 2000

L- H-frame and U-frame open-baffle woofers

El análisis de un H-frame dipole woofer es bastante simple debido a la simetría de la estructura mecánica combinada con el hecho de que el frente y las salidas acústicas posteriores están de polaridad invertida. La influencia de un número de parámetros importantes en el campo radiado pueden ser ignorados, ya que su efecto es igual en la magnitud en ambos lados del deflector y de las cancelaciones debido a la diferencia de fase de 180 grados. El análisis se pone más complicado cuando el marco es ya no simétrico y el conductor se mueve más cerca de una de las aberturas del marco.



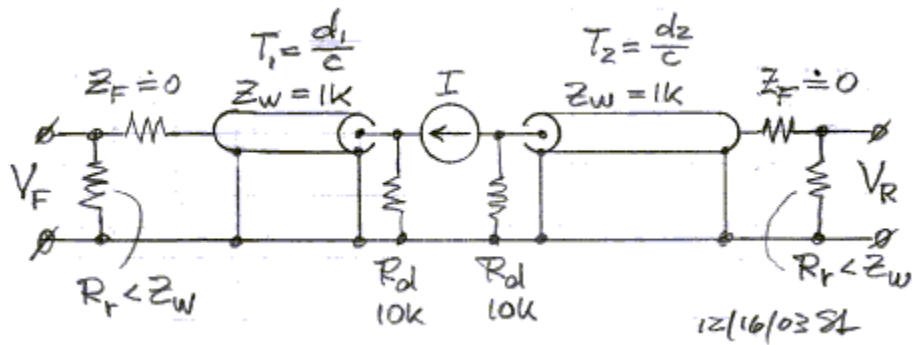
La estructura del baffle tiene una longitud física $L = d_1 + d_2$ y de anchura y de altura W . El largo acústico es mayor por ahí acerca de $W/2$ en cada final, parecido a la corrección de final del respiradero de un resonador Helmholtz. Para determinar el patrón polar asumiré el caso donde $W \ll L$, y trabajaré sólo con la L física

de largo. Cualquier frecuencia de resonancia calculada de longitud de onda del $1/4$ será superior en realidad, pero eso no invalida la actuación relativa en d_1 diferente de posiciones del conductor. ¿El punto de observación es lo suficientemente lejano fuera a fin de que las salidas de parte delantera y parte posterior son vistas en el mismo ángulo α . ¿Los dos caminos de propagación luego difieren de largo por $L\cos(\alpha)$.

Doy por supuesto que el conductor está funcionando en su región más controlada y actúa como una fuente de volumen o como un generador eléctrico. Usar un modelo real del conductor complicaría el análisis y sólo tendría buenas consecuencias si necesitásemos saber números absolutos. Yo también daré por supuesto que la fuente está con creces simétrica, como sería el caso con dos conductores apuntando sus imanes en las instrucciones opuestas. Un conductor solo introduciría desfase adicional en su parte trasera debido a los elementos acústicos asociados a las cavidades alrededor de la canasta y la estructura del imán.

El miramiento del cono del conductor hacia la parte posterior del deflector que el volumen desplazado propaga a través de una guía de ondas de impedancia acústica Z_w . Si la guía de ondas fuera a la que se cerró al público en su final por una pared, entonces luego el flujo de volumen se pararía como alcance la pared y se refleje de regreso a la fuente. La pared puede estar descrita por una impedancia de flujo flow impedance Z_F . Cuando lo que la guía de ondas está abierta la impedancia correspondiente de flujo Z_F es casi cero. En realidad, Z_F es una masa acústica o, eléctricamente, un elemento inductivo. Un porcentaje pequeño del flujo se refleja hacia atrás de la abertura hacia la fuente.

Cuando la onda golpea el cono se refleja hacia atrás hacia la abertura, donde otra vez una fracción pequeña de ella rebotan de vuelta al cono. Este recorrido hacia adelante y atrás instala una resonancia en la frecuencia donde d_2 iguala una longitud a un cuarto de longitud de onda. El porcentaje principal del flujo de volumen sale a la abertura y se amplía en el espacio libre más grande. Consecuentemente, sus caídas de presión relativo a lo que estaba dentro de la guía de ondas. Esto puede estar descrito por una impedancia Z_r que está menos de Z_w . La incompatibilidad de impedancia existe en todas las frecuencias. La presión desarrollada a través de la parte real R_r de esta impedancia de la radiación Z_r es la cantidad de interés.

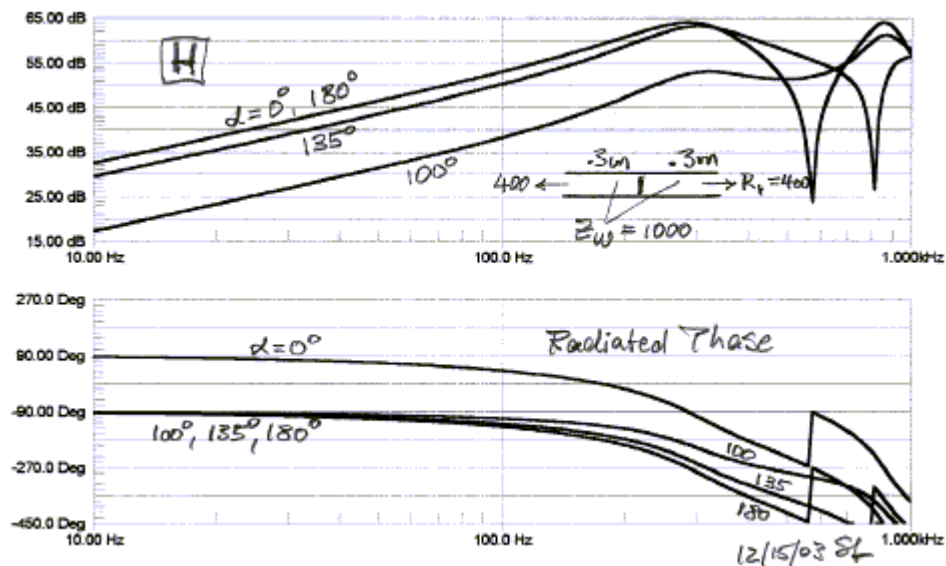


El circuito de arriba describe el comportamiento acústico en términos eléctricas. Las dos líneas de transmisión son especificadas por su impedancia Z_w y de retardo de la propagación T como la función de su d de largo. El generador actual tiene una impedancia finita $R_d \gg Z_w$. Se asume que de la impedancia flujo Z_F es cero por el momento. El voltaje V_F y V_R a través del resistencias de la radiación R_r son vectorialmente sumado usando the path length diferencia $L \cos(\alpha)$ Para determinar el desfase entre salidas delanteras y traseras. La señal sumada es proporcional al SPL está en ángulo de observación α .

Es importante para trabajar con valores representativos de R_r en el modelo eléctrico. Asumir $R_r = 400$ y $Z_w = 1000$ conducen a un pico de resonancia de la onda del $1/4$ de aproximadamente 6 dB. Esto está en el rango de magnitudes máximas que he medido en el plano de la abertura de los altavoces de bajos de H-Frame. Todo modelado está hecho para $L = 0.6$ m (24"), así para la H-Frame simétrica la resonancia ocurra en $340 \text{ m/s} / (4 \times 0.3 \text{ m}) = 283$ Hz. La gráfica de debajo exterioriza magnitud y fase de radiación delantera y trasera.

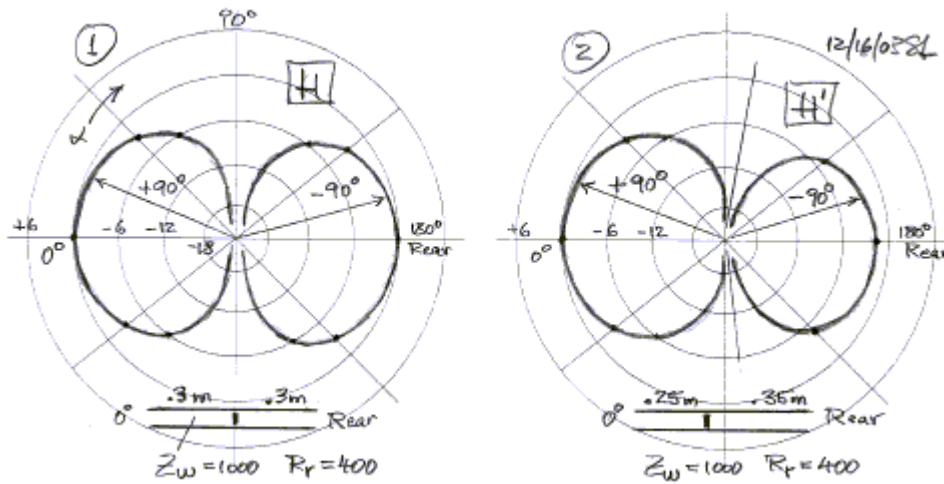


El respuesta de frecuencia en ángulos diferentes de observación α Es obtenido añadiendo las salidas delanteras y posteriores vectorialmente. El análisis fue realizado usando a [CircuitMaker](#) que es un programa de la SPICE. Note la pequeña cantidad de enarbolar cerca de la (resonancia Notice the slight amount of peaking near the resonance). Las salidas se suman para poner en el cero en 90 grados. Esto estaría fuera de la gráfica. En lugar de eso, la respuesta de 100 grados es exteriorizada.

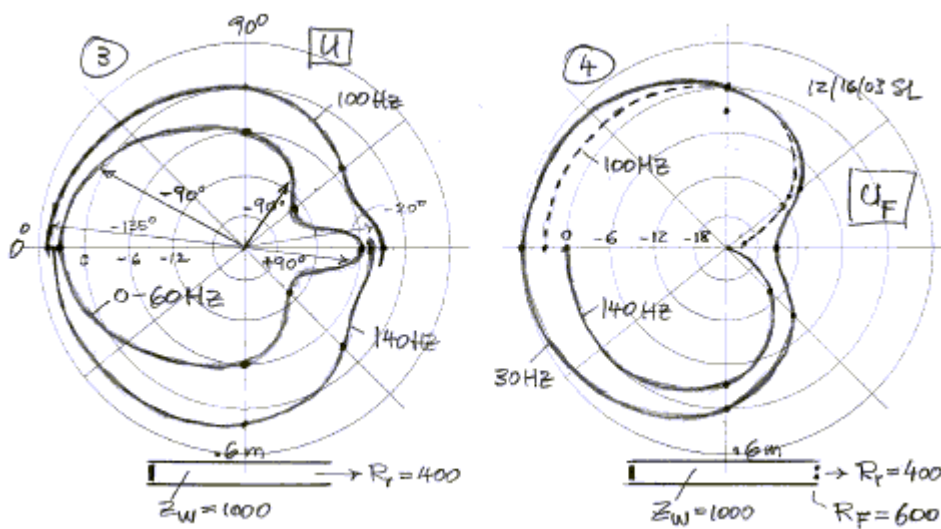


El gráfico polar (1) de debajo se traza en una escala del dB con 6 dB de incrementos entre círculos. A la izquierda de note ese la fase de la onda acústica? = 90 grados están en grados del +90, a la derecha en - 90 grados relativo a la excitación de la fuente de volumen N. ¿Cuándo la fuente es intercambiada ligeramente hacia

el frente de la H-Frame, luego lo nulo ocurre en ángulo? Esto es más gran que 90 grados. También, el lóbulo trasero mengua ligeramente en la magnitud (2).



Esta tendencia continúa y conduce al patrón polar (3) donde el conductor se ha emocionado completamente al frente de la guía de ondas. Es la configuración de U-Frame. La magnitud de la respuesta polar ha aumentado sobre eso de la H-Frame en el medio izquierdo de la gráfica polar. En eje y debajo de 60 Hz por 3.4 dB, y en 90 grados hay ya no cualquier nulo. La directamente la mitad de gráfica sobrepasa forma diferente que es muy dependiente de frecuencia. Allí no es nulo, pero hay una región pequeña donde la fase de radiación es $+90$ gradúa tan comparado para -90 grados para la porción principal de ángulos de dirección



La forma del patrón polar es fuertemente influenciada por la impedancia que la onda ve en la abertura trasera. Insertando un resistencia de flujo $R_F = 600$, de tal forma que la reflexión en la

guía de ondas termina libremente, la respuesta comienza a verse más como un cardioide. La respuesta on-axis es 6 db superior que una H-frame con el mismo largo L.

Una respuesta polar cardioide obtenido por la suma total es de una respuesta del monopolo con magnitud 0.5 en todas las direcciones de radiación, $M = 0.5$, y un dipolo con magnitud 0.5 en eje, $D = 0.5 \text{ Coseno}(\alpha)$, Algo semejante a $C = 0.5 + \text{Coseno}(\alpha)$. Un monopolo, como un altavoz en caja cerrada, es una fuente pura de presión. Un dipolo, como un altavoz de bajos de H-Frame, es una fuente pura de velocidad. Un cardioide o un altavoz de bajos de U-Frame exhibiría características de ambos monopolo y dipolo. No es claro los beneficios acústicos que aporta la habitacion. A diferencia de la H-Frame con sus 90 grado nulls, estos tipos de radiadores mixtos pueden despertar modos en TODOS LOS ángulos del cuarto. Incluso la falta de información para bajas audiofrecuencias hacia la parte posterior de un altavoz cardioide no previene la excitación del modo del sitio a lo largo del eje de 0 grados a 180 grados.

He escuchado una banda de rock que usaba big Meyer Sound cardioid woofers en una colocación muy manifiesta. Pasear alrededor del palco escénico existía una reducción claramente audible de bajas frecuencias en la parte trasera. Sumadas para la audiencia y reducidas en la cercanía

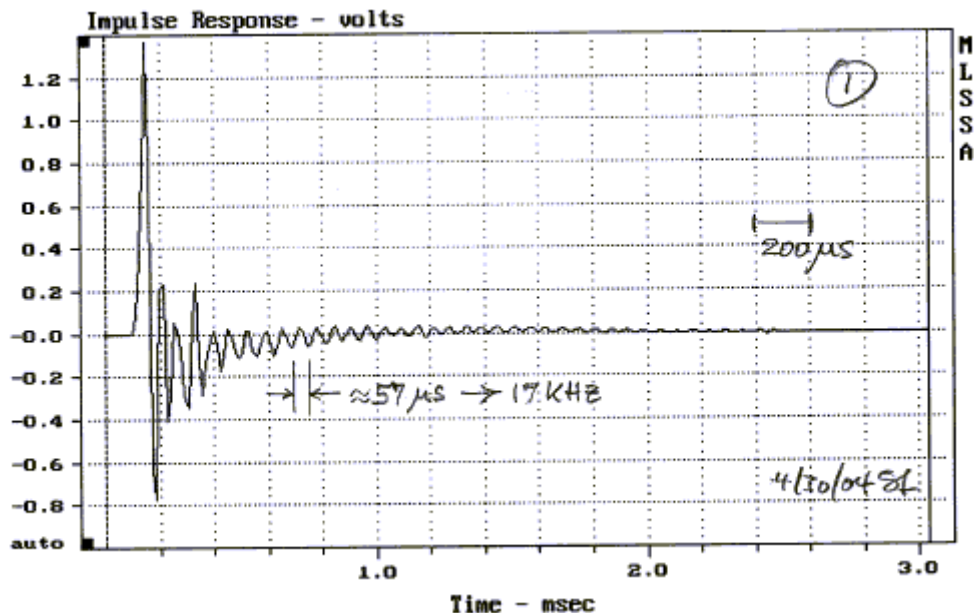
Si usted ha interesado en el análisis adicional del altavoz para bajas audiofrecuencias U-frame, vaya al Appendix L.

M - Investigación of energy storage

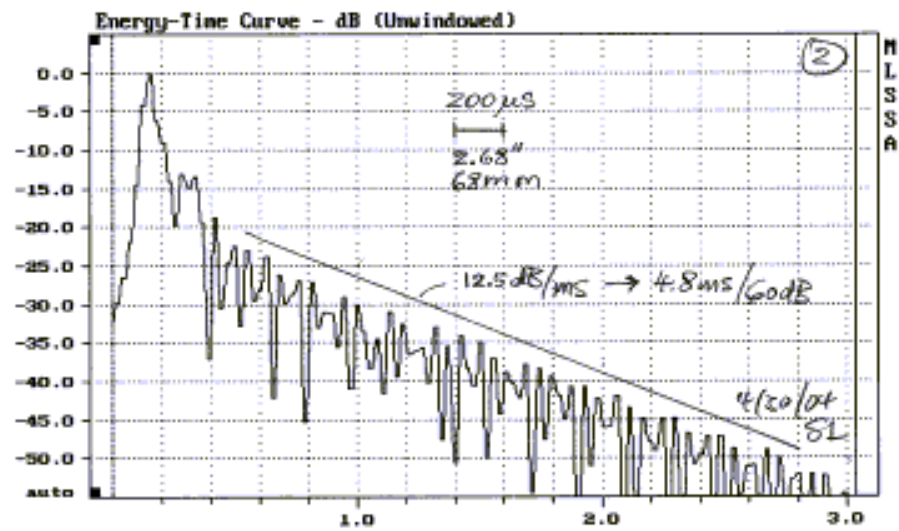
Los sistemas mecánicos y electroacústicos a menudo tienen resonancias almacenando así energía, la cual es soltada gradualmente. Éste es un fenómeno lineal y en teoría siempre se puede corregirse con filtros ecualizadores. Así, la Q de la resonancia de electro-mecánica, la que determina la baja frecuencia roll-off de un altavoz, está usualmente controlada o corregida durante el diseño del orador. La igualación puede volverse difícil o impráctica en la región altas de frecuencias en el rango operativo de un conductor. Si este es el caso, entonces la

severidad de la resonancia en términos de la audibilidad debe ser evaluada o un driver diferente debe ser encontrado. Las pruebas diferentes y las presentaciones de datos pueden usarse para detectar la presencia de resonancia. Aquí serán aplicados para investigar un altavoz de agudos de cúpula de metal para la usabilidad en un altavoz de exactitud alta en la reproducción del sonido.

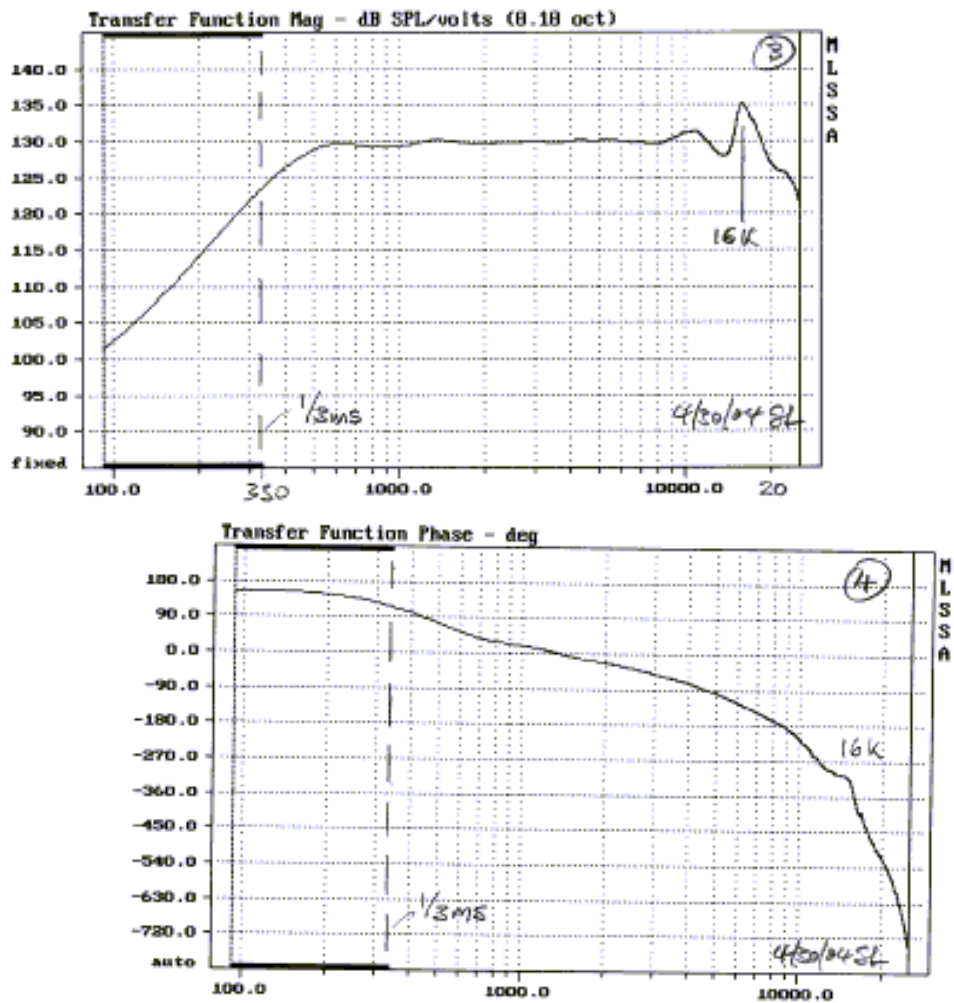
La respuesta del impulso describe completamente un sistema lineal. Los primeros 3 ms de respuesta de impulso del altavoz de agudos (1) describen exactamente su comportamiento por encima de 330 Hz. La respuesta del impulso está compuesta por un número grande de ondas sinusoidales (los componentes Fourier). La senoide llena más larga es 1/3 ms largo, correspondiente a 330 Hz. El contenido inferior de frecuencia está progresivamente menos bien definido. La respuesta de impulso exterioriza una oscilación transitoria dominante con una frecuencia de alrededor de 17 kHz, lo cual es indicativo de una resonancia.



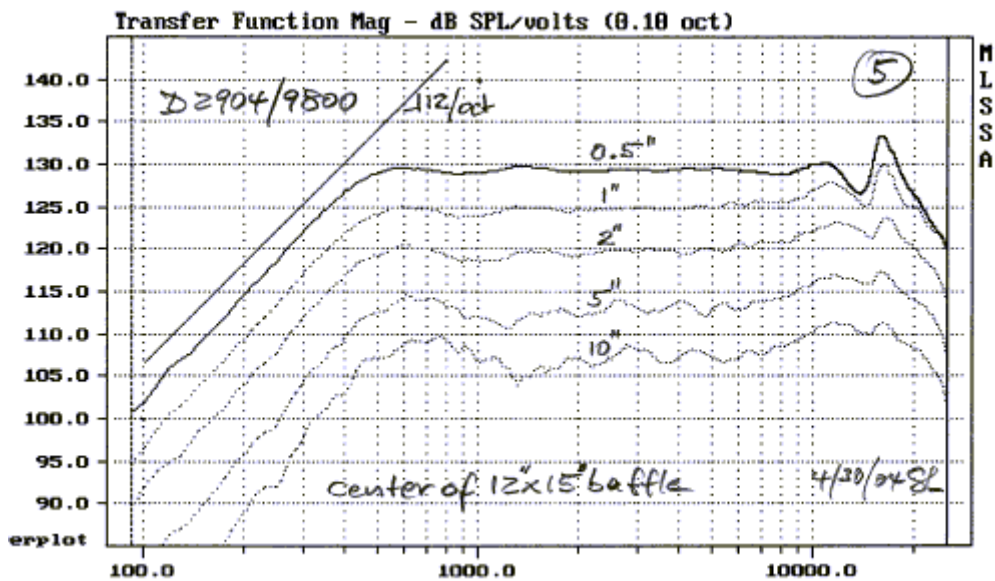
Información adicional a veces puede ser recabada mirando el impulso, dado por su curva tiempo-energía (2). Se muestra que la oscilación transitoria decae exponencialmente en una tasa de 12.5 dB ms. Si se debiera a un 2-pole resonator solo, luego su ancho de banda 3 dB sería 458 Hz y $Q = 37$. ¿Pero qué ocurre realmente?



2 - Además de analizar la respuesta de impulso, más información usualmente puede ser obtenida de la representación gráfica de su transformada en el dominio de frecuencia. La respuesta de magnitud (3) claramente exterioriza comportamiento irregular por encima de 8 kHz, una cierta cantidad de la cual se nota también en la respuesta de fase (4). ¿Cómo son de severas las desviaciones de respuesta y pueden ser ecualizadas fácilmente?

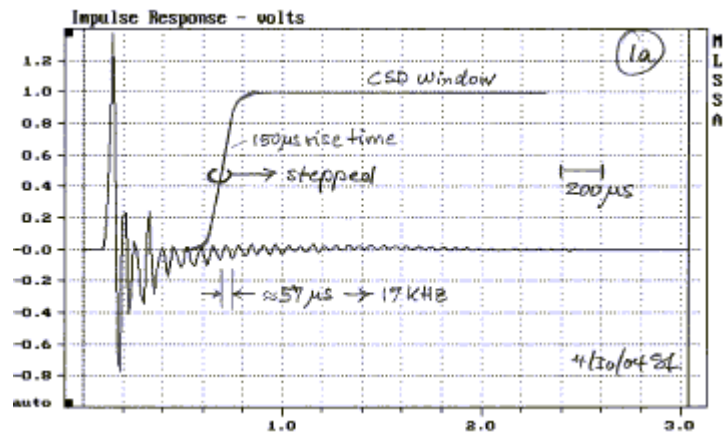


Es importante para saber cómo fueron tomados los datos. Para las medidas citadas anteriormente el micrófono estaba en una distancia de 0.5 "(13 mm) de la cúpula de metal. Cuando se hizo retroceder al micrófono, la forma de la curva de respuesta se altera. Algunos detalles se pierden, y otros son introducidos.

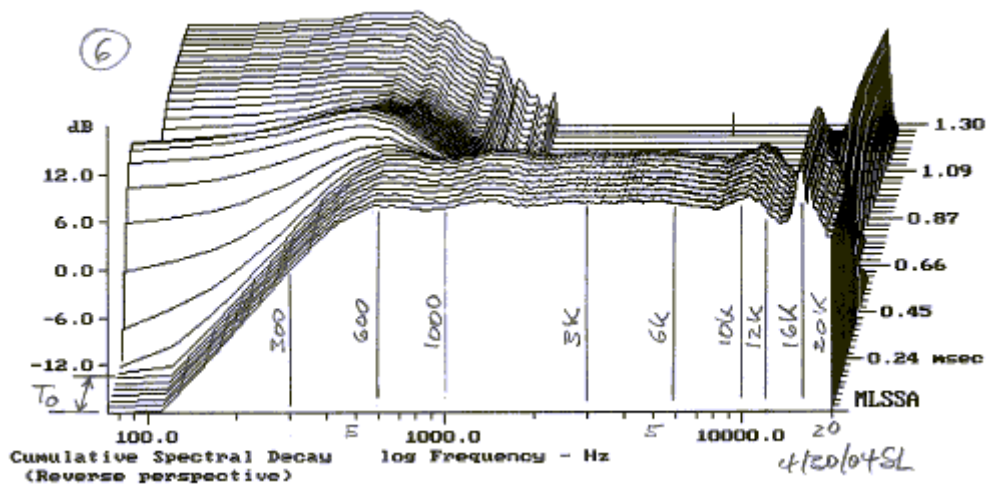


El conductor fue montado en un bafle plano de 12 "x 15". El largo de impulso fue 25 ms para Figure (5). La pérdida en la suavidad de las curvas en las distancias mayores son debida a las reflexiones del borde del deflector y a los objetos cercanos. Minimizar estos que un largo más corto de impulso pudo haber estado usado, pero eso habría sacrificado exactitud bajo de frecuencia que gustó para la siguiente investigación. El micrófono estaba en 0.5 " del altavoz de agudos

3 – Una transformada de Fourier, con 25 ms. de repuesta de impulso, iniciando en el tiempo = 0, Produce la respuesta de frecuencia steady-state por encima de 40 Hz. Multiplicando la respuesta de impulso con una ventana rectangular que da un paso de izquierda a derecha (1a), secuencialmente más tarde secciona de la respuesta es transformado en el dominio de frecuencia.

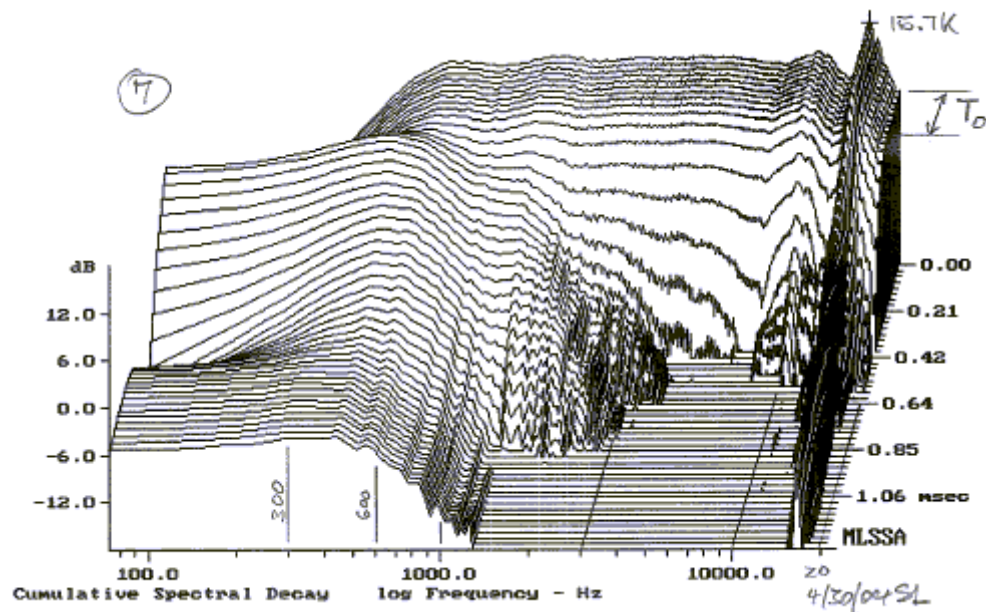


Con las partes de respuesta de frecuencia diferentes apiladas a lo largo del eje de tiempo usted obtiene una presentación de descomposición acumulativa espectral o de la cascada de la respuesta de sistema. En una gráfica usted tiene la frecuencia e información de tiempo, pero con alguna incertidumbre y los artefactos procesadores debido al recorte necesario de los datos de impulso.



La gráfica (6) comienza con la respuesta steady-state que persiste durante algún tiempo T_0 desde que la ventana con escalones empiece más temprano los datos que la respuesta de impulso (1a). La progresión de las rebanadas de respuesta de frecuencia con el tiempo es mejor vista de un ángulo diferente (7). Apunte el comportamiento peculiar de descomposición debajo de 1 kHz y especialmente debajo de 100 Hz adentro (6) y (7). Éstos son artefactos de procesamiento de datos. ¿Cómo a gran altura en la frecuencia llevan? El 1.2 bloque ms de curvas de respuesta de

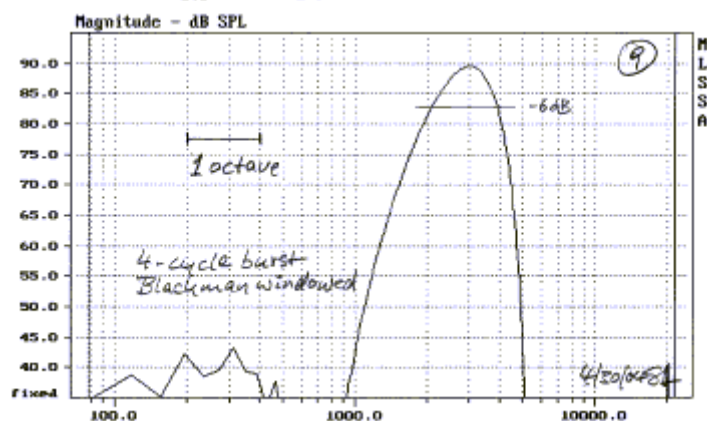
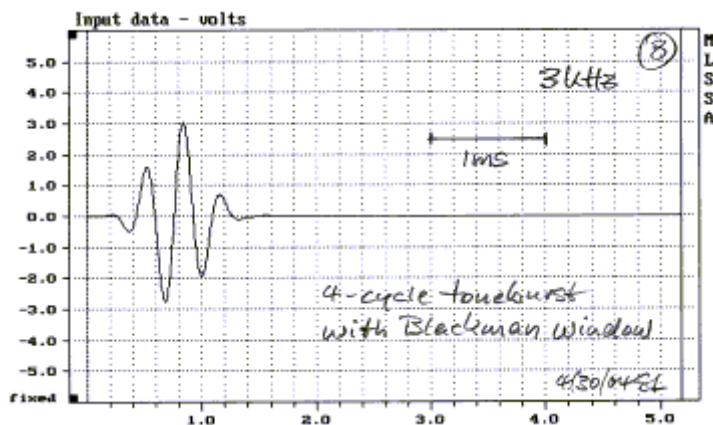
descomposición es apenas más largo que el período 1 ms de un 1 kHz sinewave. ¿Cuánto el cambio de tamaño puede planear usted aun ver para el componente 1 kHz durante 1 ms?



Alrededor de 6 kHz las caídas de la cascada en una tasa máxima. Esta tasa y la redondez del tamaño versus rebanada de tiempo es una función fuerte del tiempo gradual (1a) de subida de la ventana. En este caso el tiempo de subida fue 0.15 ms para una media ventana de Blackman-Harris. Un tiempo más rápido de subida daría una descomposición más pronunciada, pero otros artefactos pueden comenzar a salir a la vista, dependiendo de la naturaleza de la respuesta estatal en novio. En 10 kHz y en 15.7 el comportamiento resonante kHz de descomposición puede ser claramente visto y con resolución de frecuencia alta. ¿Sino, debe eso la información suficientemente cuantificable escoger o denegar este altavoz de agudos en contraste para otro?

4 - En cada frecuencia el CSD que la respuesta es relacionada con la transiente de descomposición que ocurre cuando una señal del sinewave ha cumplido respuesta estatal en novio del sistema y es entonces revuelta ferriada repentinamente. Porque el espectro del paso de desvío contiene más bajo componentes de frecuencia que el sinewave, despierta una respuesta de sistema para estas frecuencias, pero la transiente se agrega falsamente al despliegue de la respuesta original de desvío del sinewave. Por la misma razón, el tono rectangular del sobre explotó producto experimental

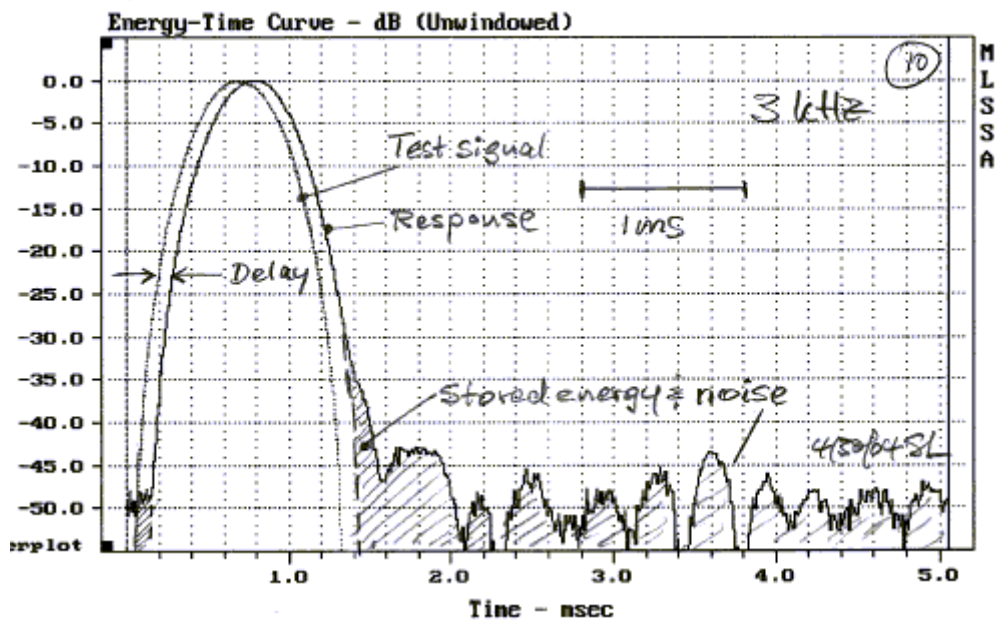
de señales datos de respuesta de transiente de desavío. Cuando el sobre del despliegue violento de tono es moldeado con un coseno contorno o una ventana Blackman, luego el atractivo de sistema y desvío se vuelven graduales y la respuesta se pone indicativa sólo a lo que ocurre en lo la región de frecuencia bajo investigación.



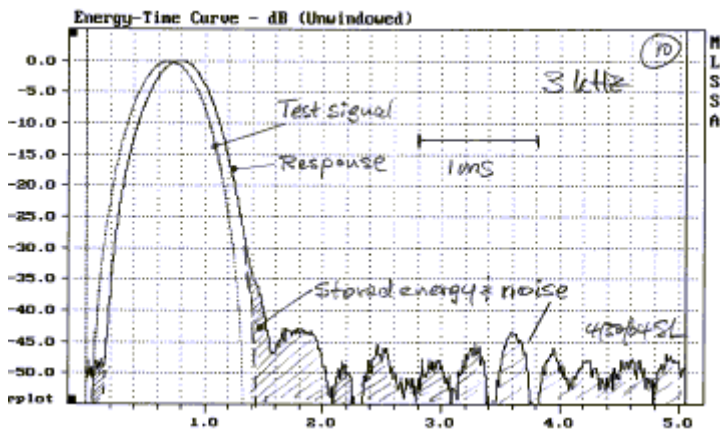
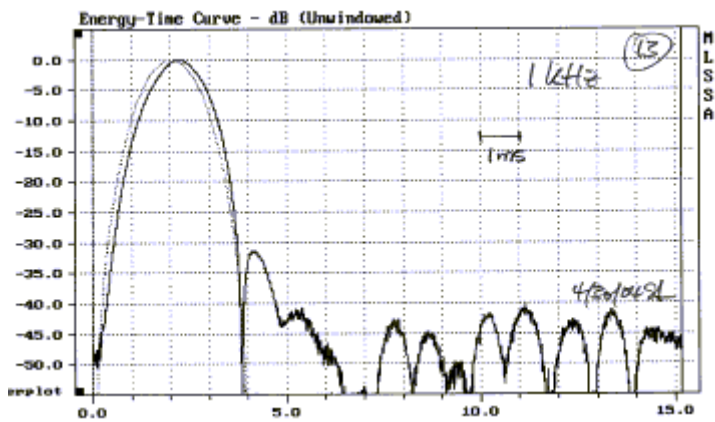
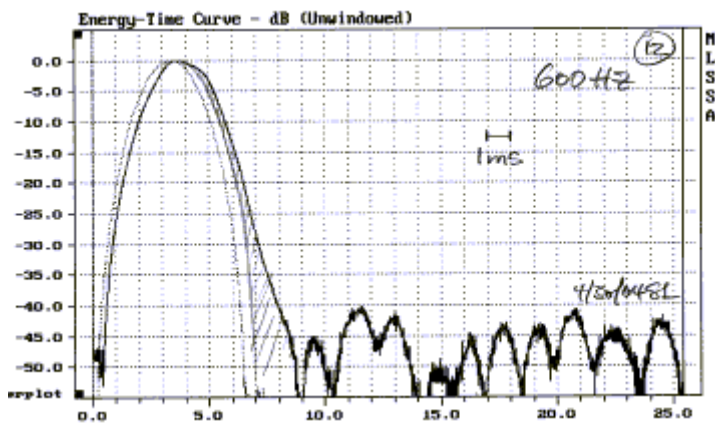
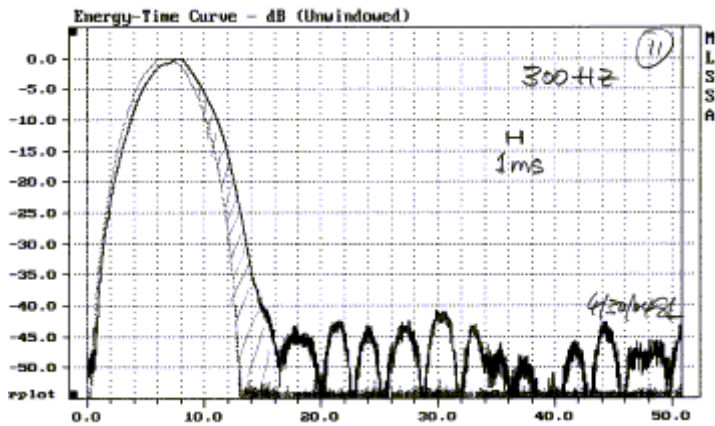
Un despliegue violento forjado (8) de tono de 4 ciclos es optimizado hacia la descomposición y subida rápida, al contener su sobre espectral (9) a fin de que todavía provee resolución adecuada de frecuencia. Esta señal funciona en el dominio "borroso". Tramar el tamaño culminante del sobre da un respuesta de frecuencia dinámico del sistema, lo cual puede mirar desemejante de la respuesta estatal en novio. La observación de la descomposición de la respuesta rota exterioriza comportamiento dinámico de sistema de dominio, de tiempo. Ambos tamaño y las pruebas de tiempo usando esta señal experimental han exteriorizado correlación fuerte para las impresiones subjetivas. Este tipo de señal ha sido la base para un sistema experimental útil. El hoy, debería ser de tarjeta en buen estado software basado de prueba de la computadora. La respuesta debería replantearse como una gráfica de la cascada con una frecuencia y un número de

eje de ciclos, en vez de la frecuencia y el eje de tiempo como el CSD.

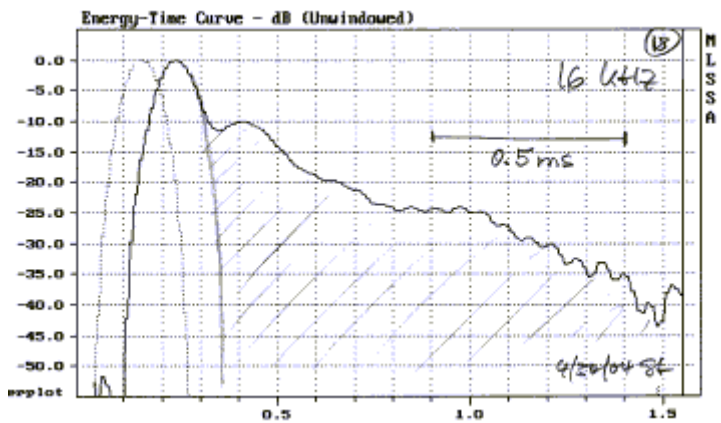
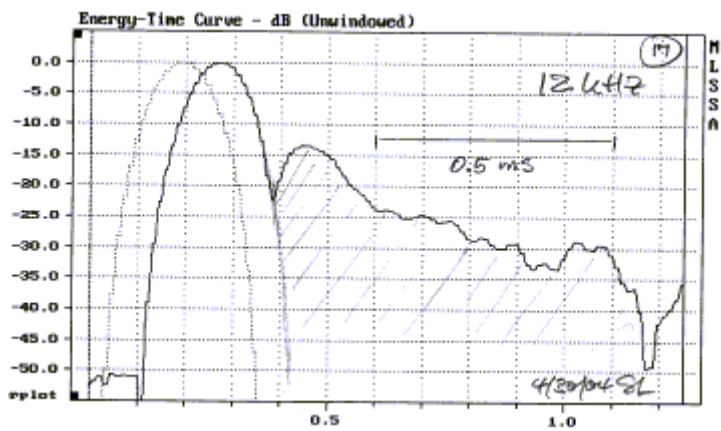
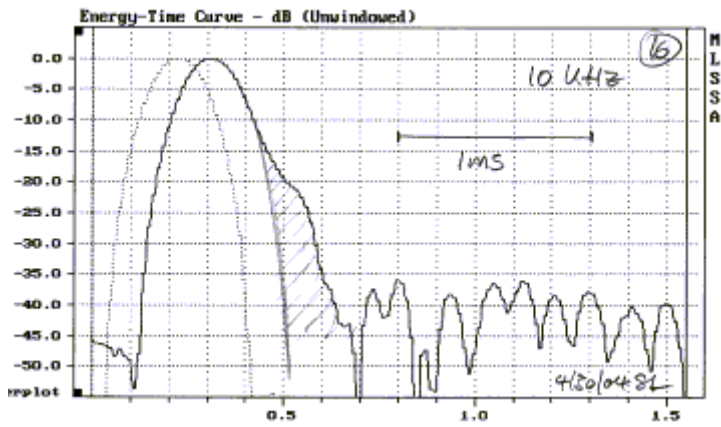
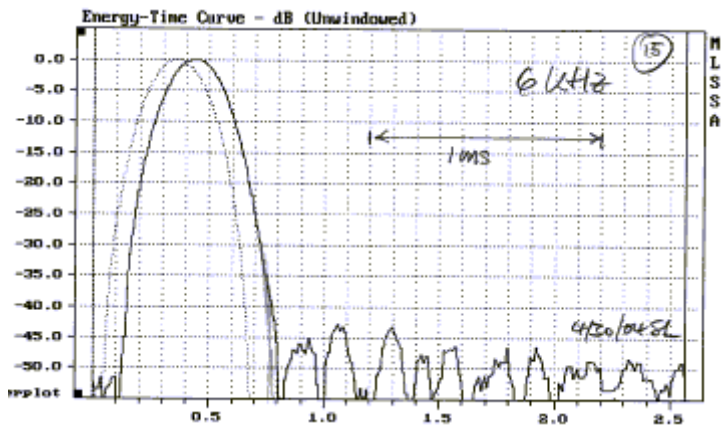
Pues la evaluación almacenada de energía con la que comparo la forma de la señal experimental su respuesta. El retraso entre el dos está supuesto a sondear retraso de propagación y de sistema. Tan en sí es de importancia bajo en la mayoría de los casos comparada con la respuesta de descomposición que muestra los efectos de almacenamiento de energía.

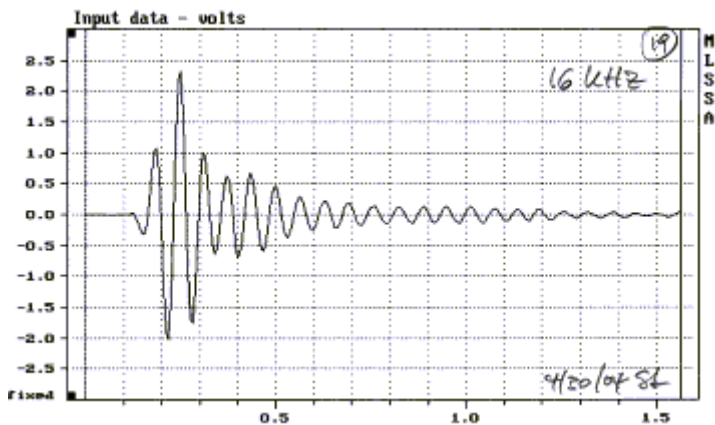
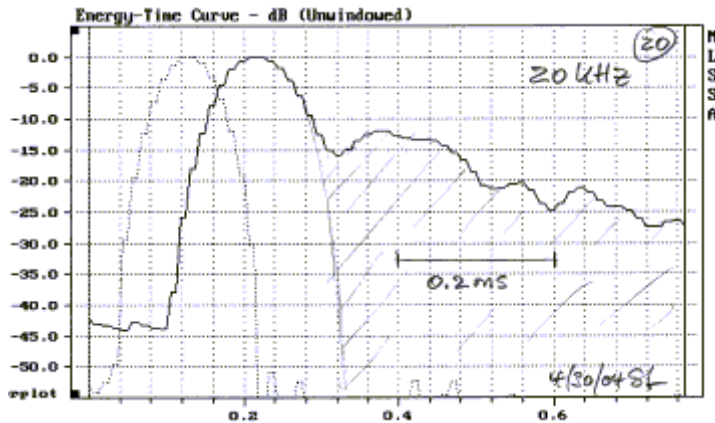


La respuesta 3 (10) kHz, para el altavoz de agudos arriba, está en el centro de su región plana (6) de respuesta de frecuencia. Exterioriza buen comportamiento transitorio. La respuesta para todo lo que las frecuencias indicaron (6) es dado debajo.



Note that all the burst responses below 3 kHz look as expected, unlike the CSD (7).





Claramente este conductor tiene problemas por encima de 10 kHz. La causa para la resonancia es el "difusor" capacitor. Forma un resonador Helmholtz por la conformidad del aire atrapado entre cono y llegue al clímax, y por populacho de una dona moldeó anillo de aire alrededor de la circunferencia de la abertura entre cono y llegue al clímax. Quitar el capacitor causa rollo severo completamente en el respuesta de frecuencia alto. La igualación del conductor modificado podría ser una posibilidad. Si vale la pena depende en la actuación no lineal del conductor, que requiera pruebas diferentes para determinar.

El impulso, empresa dedicada al comercio de exportaciones, frecuencia, CSD y respuesta de despliegue violento de tono dan representaciones diferentes de la misma realidad. Una cierta cantidad es más fácil para interpretar que los otros. Una cierta cantidad es más relatada para ciertos aspectos de distorsión lineal. Pueden haber preferencias dependiendo de la experiencia de uno con relacionando un rasgo visual con una sensación auditiva.

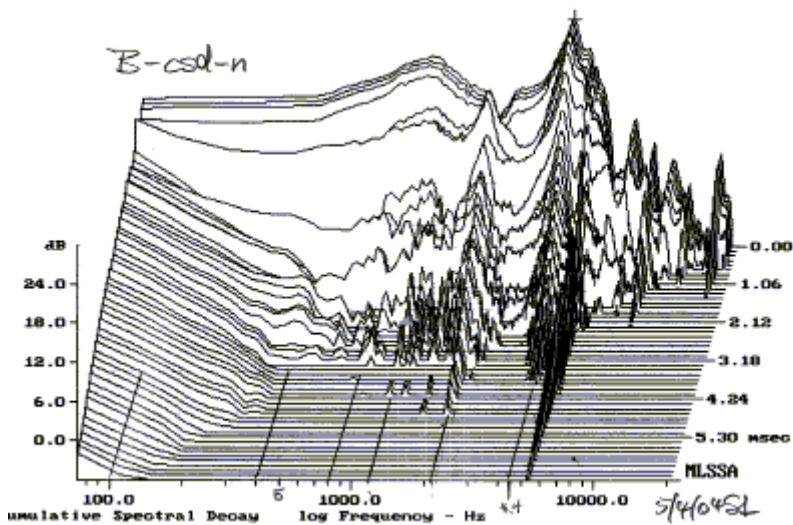
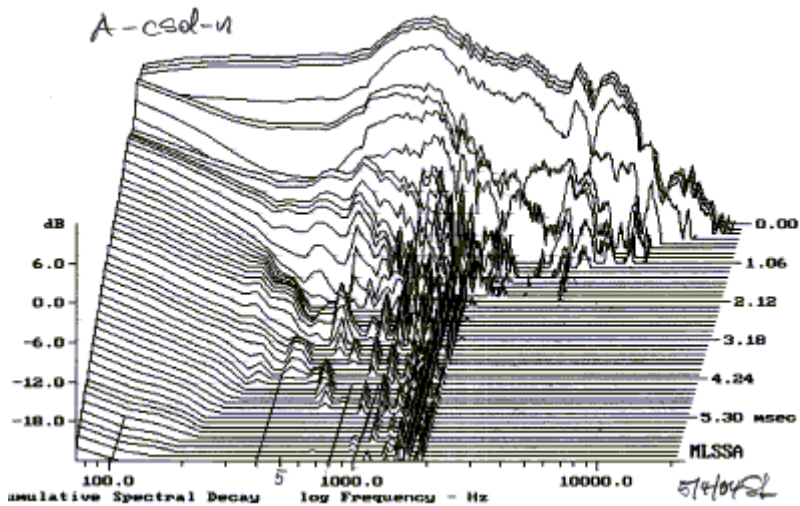
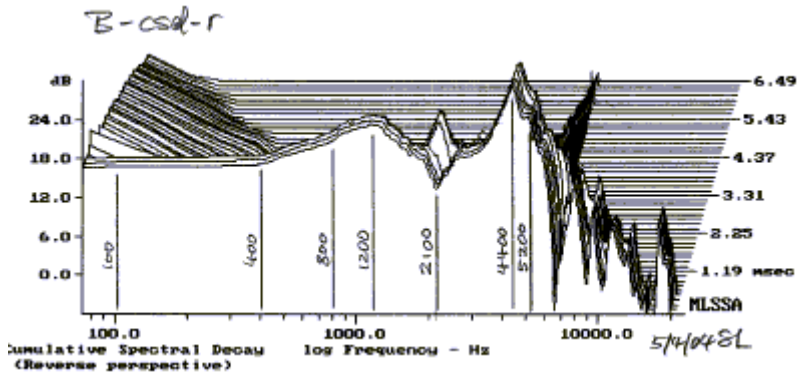
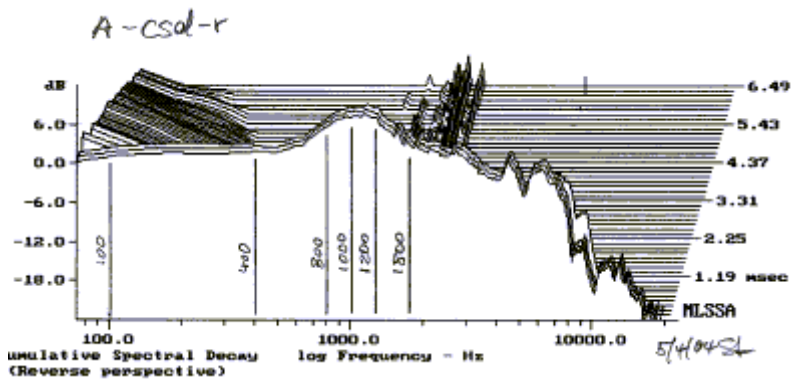
Further reading:

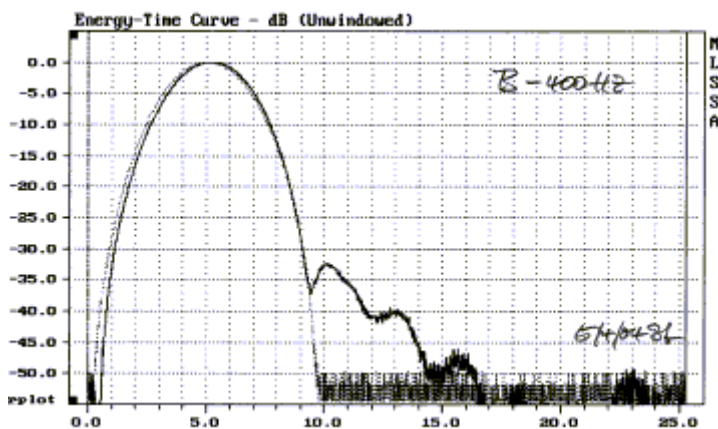
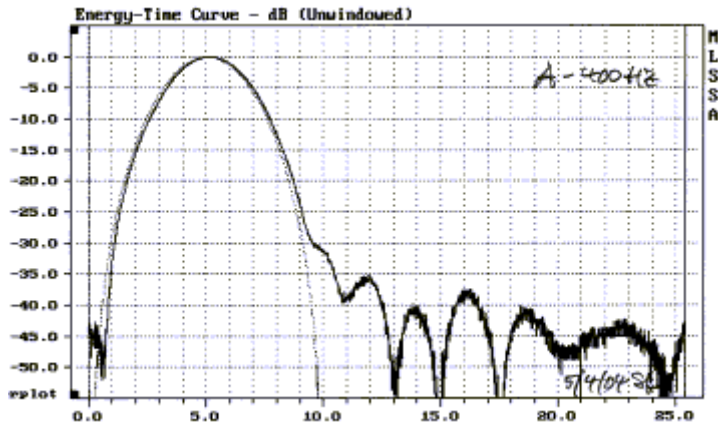
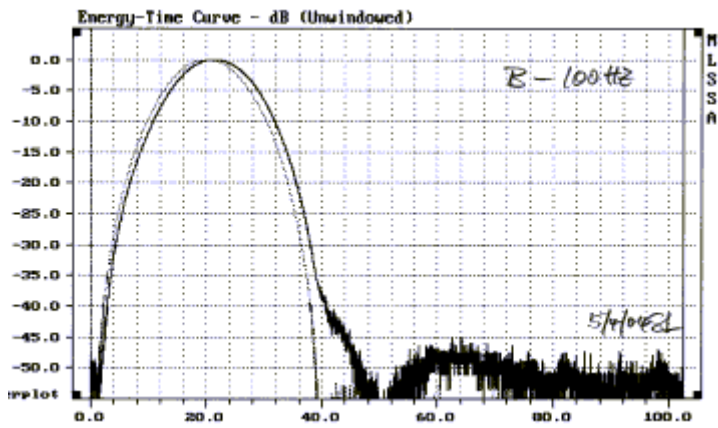
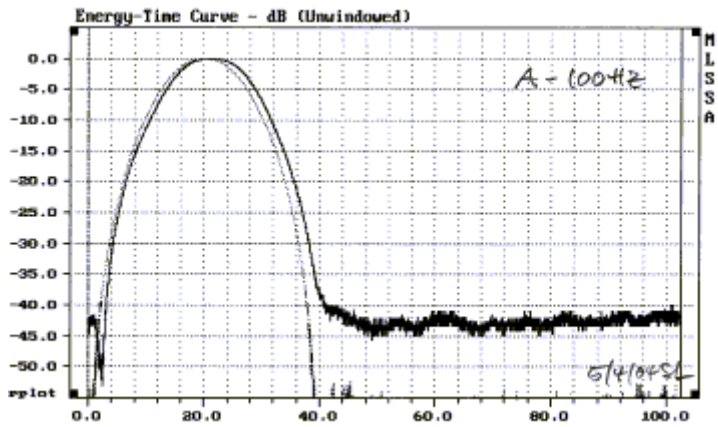
- [1] J. D. Bunton, R. H. Small, "Cumulative Spectra, Tone Bursts, and Apodization", JAES, Vol. 30, No. 6, pp. 386-395, June 1982
- [2] O. Dossing, "Uncertainty in Time-Frequency Domain Representations", Sound and Vibration, Vol. 32, No. 1, January 1998, pp. 14-24

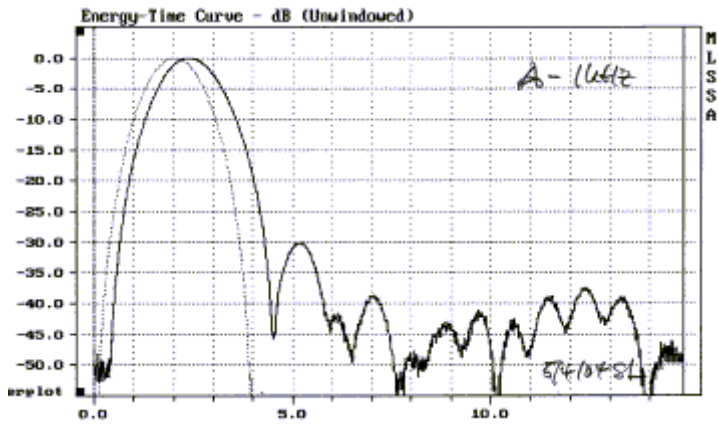
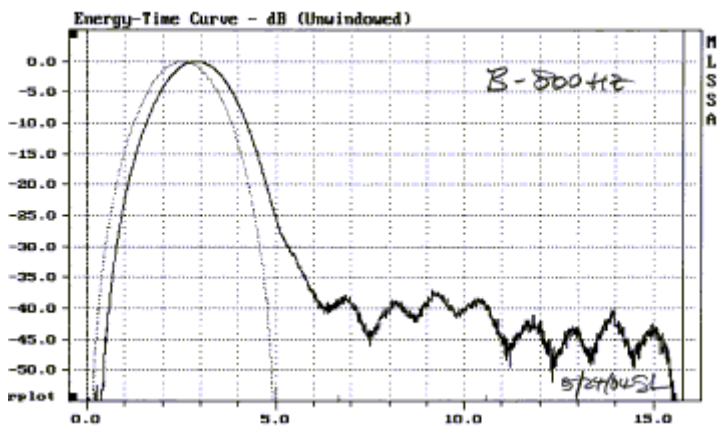
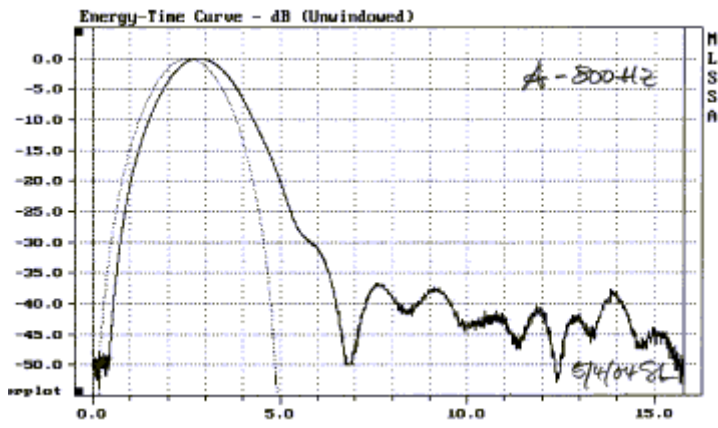
M- Investigation of energy storage - Part 2

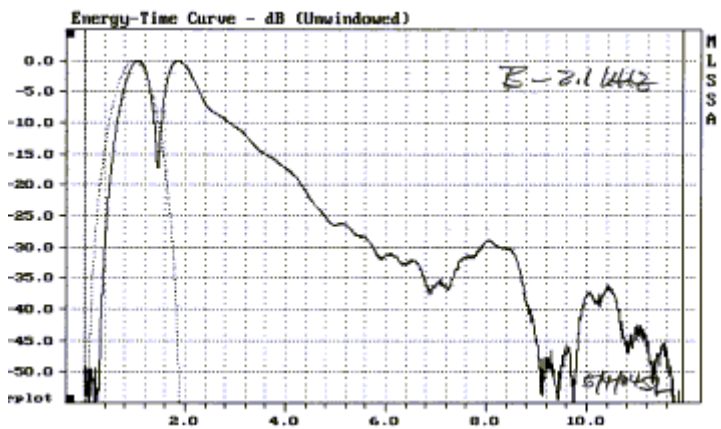
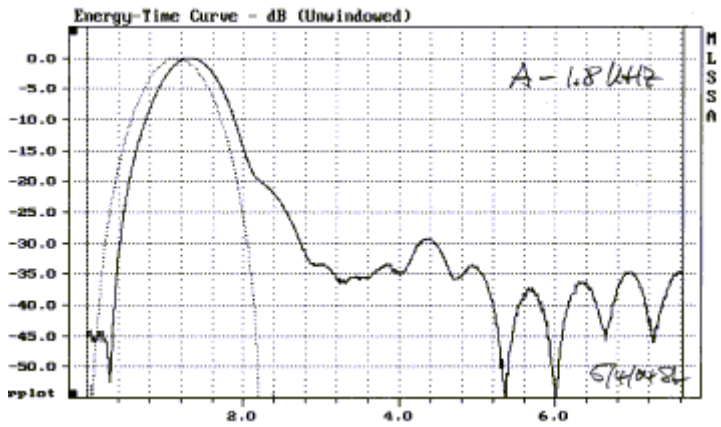
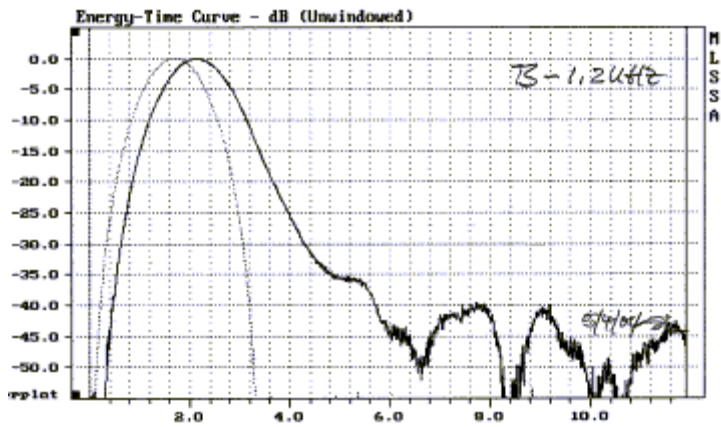
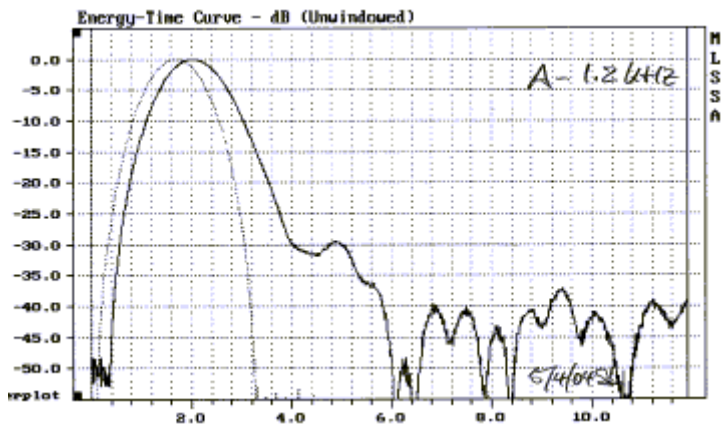
Las siguientes gráficas muestran datos lineales de distorsión para dos 8 "conductores, medido desconcertado por ONU a eso de 1" del capacitor de polvo. Uso la información de dominio de tiempo además de los resultados no lineales de prueba de distorsión para quedar en el acomodamiento de un conductor dado para la aplicación pretendida. En este caso andaba buscando que a un conductor cubra aproximadamente un 100Hz para 2 rango kHz en un deflector abierto. Uso A del conductor en el FÉNIX y la B del conductor en el ORIÓN con un 1400 Hz, el filtro LR4 para el altavoz de agudos. El respuesta de frecuencia estatal en novio de estas medidas de fotografías de cerca puede servir de puntero para donde para indagar con la prueba rota. Antes de montar al conductor en el deflector del altavoz del prototipo quiero saber cuál es inherente en el conductor y lo que puedo esperar de eso finalmente. El respuesta de frecuencia estatal en novio está más tarde medido en una distancia que incluye todo deflector efectúa, en eje y fuera de eje. De que determine cualquier forma necesaria del deflector cambia. El conductor es entonces electrónicamente igualado para la respuesta lacónica, antes de aplicar el filtro filtrando.

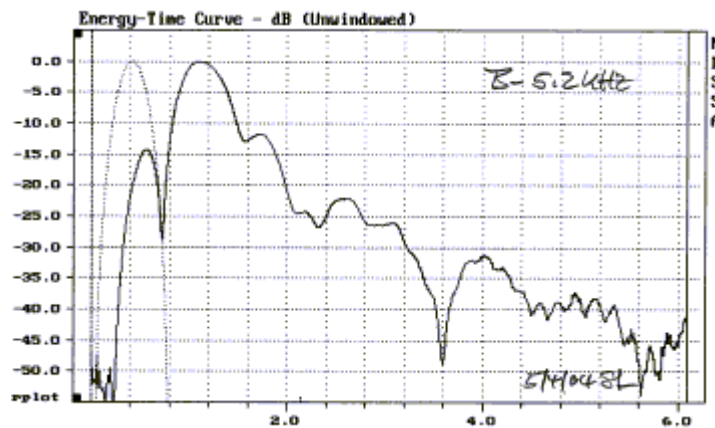
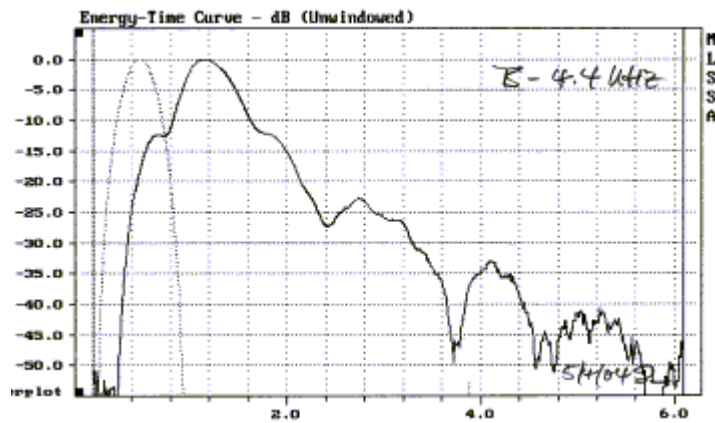
Éste es un ejemplo de dos diseños del conductor muy exitosos en términos de bajo distorsión lineal y no lineal. Están distantes de perfectos, pero el pozo se comportó cuando fue usado dentro de su radio de acción óptimo.





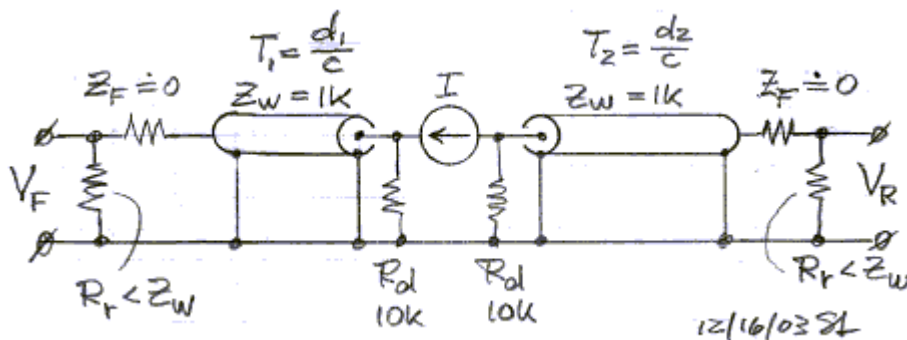






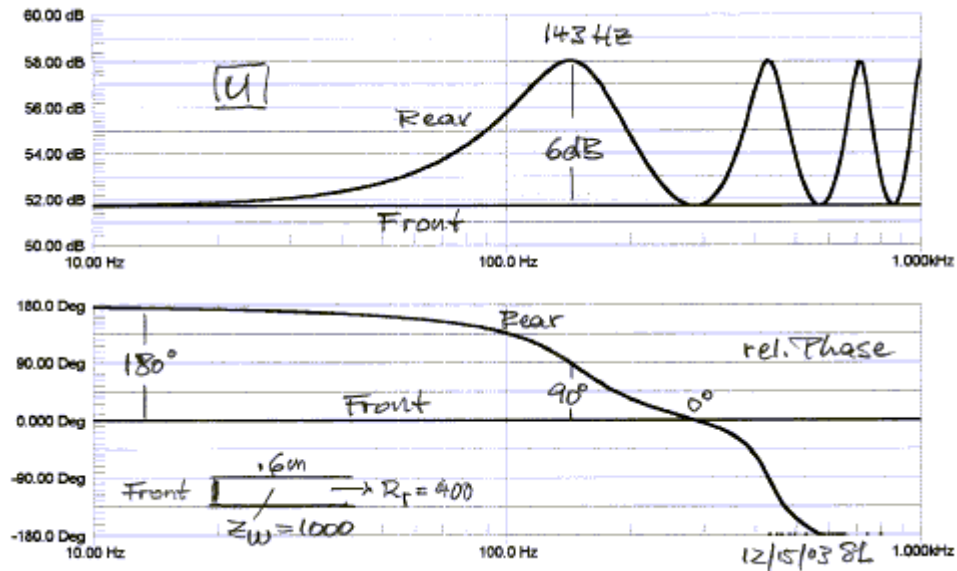
Appendix L H-frame and U-frame open-baffle woofers

El diagrama eléctrico del circuito de debajo modela los parámetros acústicos esenciales de la H-Frame. Reduciendo el largo de la línea izquierda de transmisión para poner en el cero ($T_1 = > 0$) e incrementándose el largo de la línea correcta de transmisión para $d_2 = L$, algo semejante que $T_2 = L / c$, pistas hasta la U-Frame.

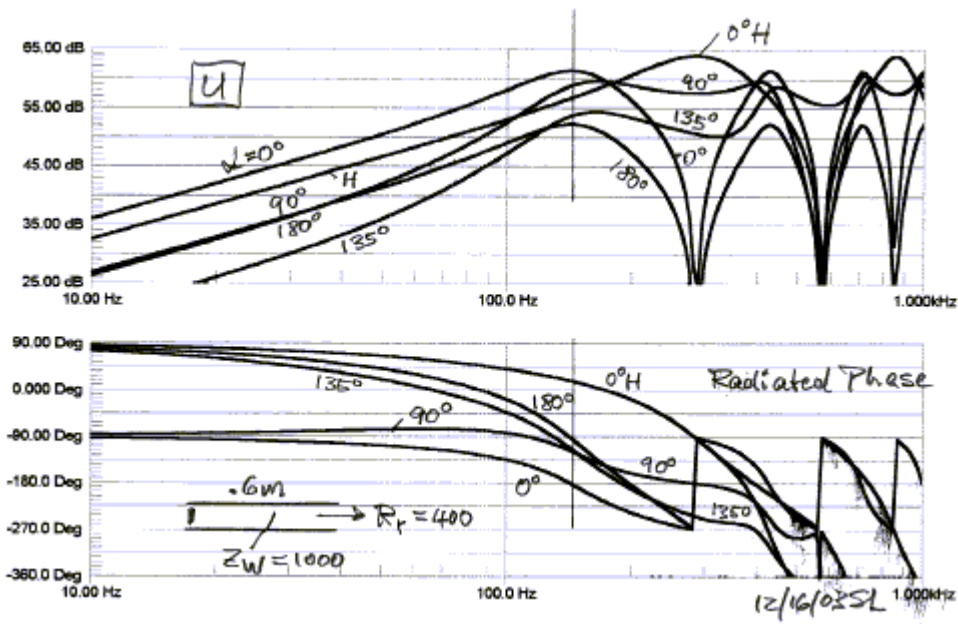


El frente y voltajes traseros son exteriorizados debajo para el caso que $L = 0.6$ m, (24"), la línea de transmisión o impedancia de

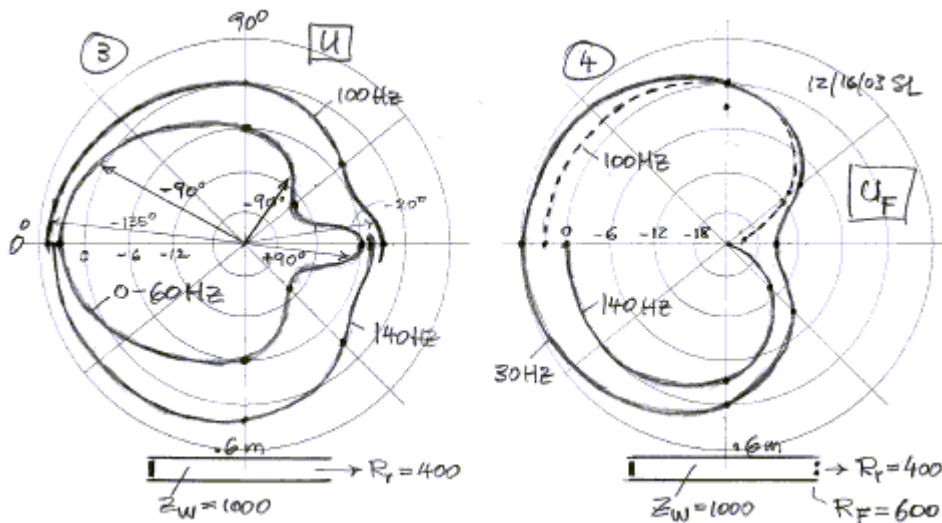
guía ondas $Z_w = 1000$, y la impedancia vista expulsada el final manifiesto es $R_r = 400$.



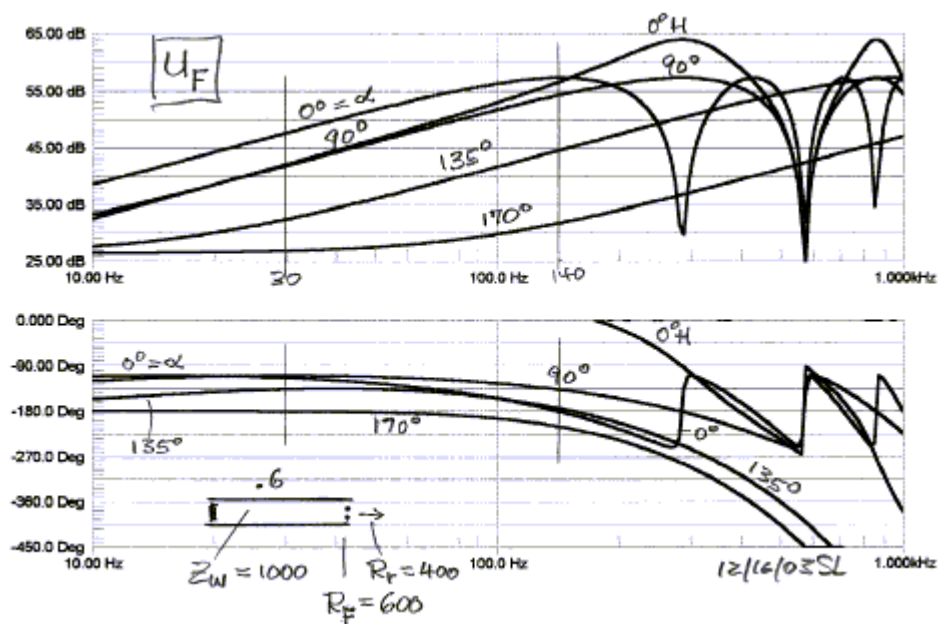
La adición de salidas del frente y de la parte posterior para puntos de observación distantes en ángulos diferentes produce magnitud y fase de la señal radiada. Añadidas para las gráficas debajo de están magnitud y fase de la H-Frame en el grado de cero para el propósito de confrontación. En las bajas frecuencias la U-Frame analizada tiene 3.6 salida más alta dB en eje que la H-Frame. En 1800 fuera de eje la salida anda por 9 dB hacia abajo. El desfasaje de la radiación de U-Frame es - 900 en eje y los grados +900 hacia la parte posterior del marco, relativo a la fuente. La magnitud y la fase son muy frecuencia dependiente como la frecuencia de resonancia sea acometida.



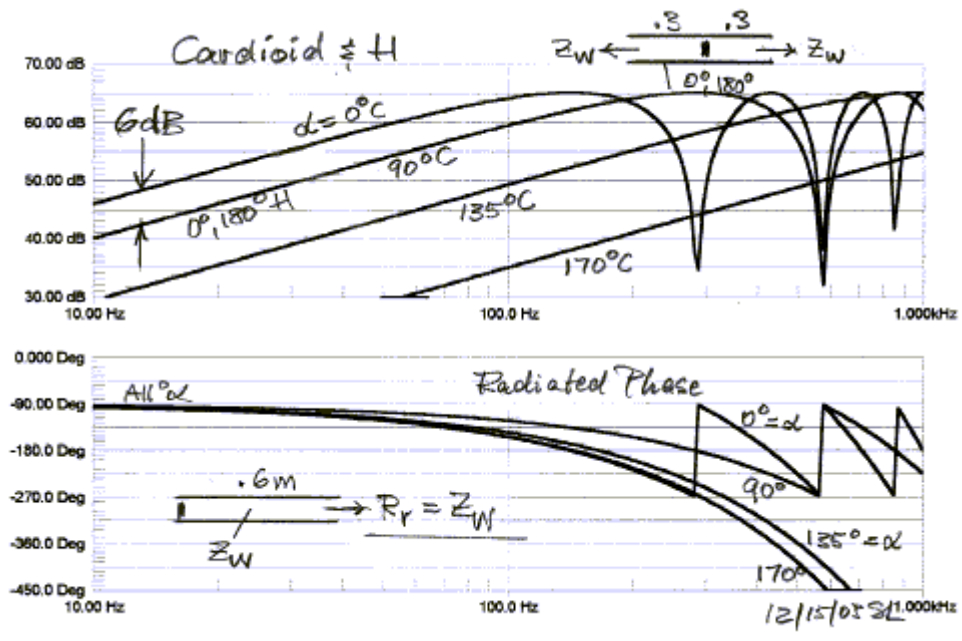
The polar diagram (3) has been sketched for different frequencies using the magnitude graph above. It indicates somewhat unidirectional radiation, whereas the H-frame is bidirectional (1).



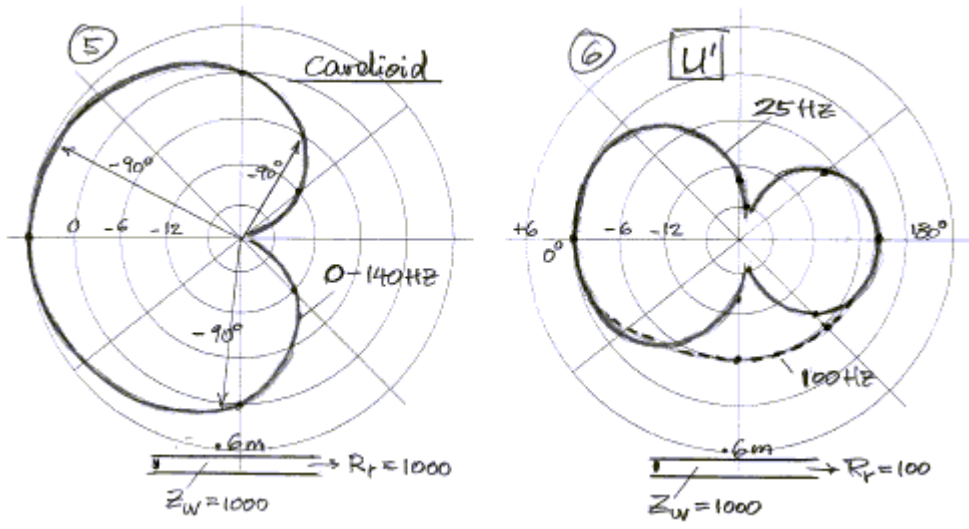
La introducción de pérdidas en la U-Frame abriéndose en forma de una RF acústica de resistencia de flujo tiene tendencia a dar el diagrama polar una apariencia (4) más uniforme. Con $R_F + R_r = Z_W = 1000$ la guía de ondas está terminada y no exhibe resonancia. El voltaje de salida de la parte posterior, V_R , tiene casi la misma magnitud como V_F . La magnitud y la fase de la señal radiada para este caso son exteriorizadas debajo. La gráfica (4) es sacada de estos datos.



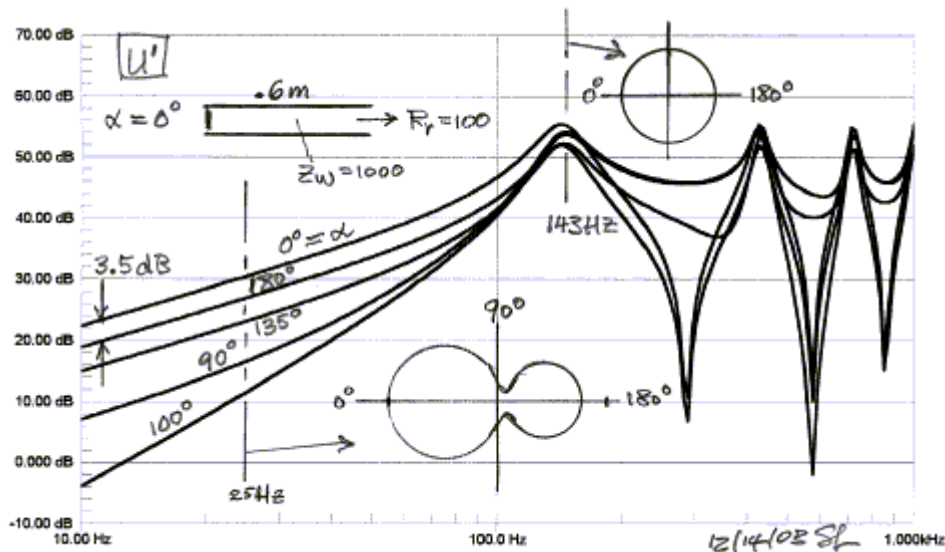
He distinguido antes de un análisis demasiado simplificado de la U-Frame y H-Frame. Mientras surge efecto para la H-Frame debido a la simetría completa de la estructura y la cancelación resultante de efectos de ambas aberturas de guía ondas, ocasiona respuestas incorrectas para la U-Frame. La suposición insinuada en este análisis es que no hay cambio en impedancias. Está como si la guía de ondas continuó en parte delantera y parte posterior hasta cada punto de observación y sólo el largo del frente y la guía de ondas trasera cambian como una función del ángulo α . En el modelo eléctrico del circuito esto corresponde a colocar a $R_r Z_W = 1000$. No hay resonancia más ya, $V_F = V_R$, los dos voltajes sólo discrepantes a las 180° en la fase. La magnitud radiada resultante y la fase para ángulo diferente uno son exteriorizadas debajo y la respuesta correspondiente de H-Frame de en eje para la comparación.



The polar diagram in this flawed analysis is a cardioide (5) with 6 dB higher output than the H-frame on axis.

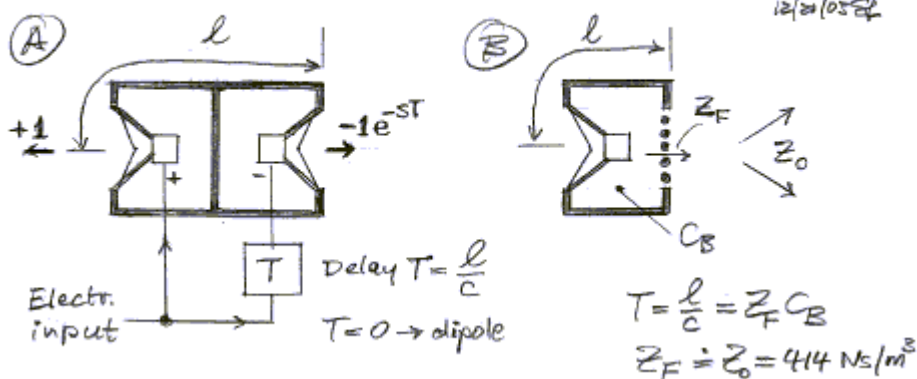


Si por otra parte la resistencia de la radiación - se asume - es incluso menos del valor 400 de los ejemplos previos y coloca para $R_r = 100$, entonces luego el diagrama polar (6) de la U-Frame cuida más hacia ese del dipolo en las bajas frecuencias. El valor inferior para R_r sería indicado por un pico de resonancia 14 dB en la parte posterior abriéndose de la U-Frame.



Ninguno de esto conduce hacia una respuesta polar cardioide, aunque sería bonita si una U-Frame simple lo pudo proveer. Si el objetivo fortaleciera un altavoz de bajos unidireccional, luego un acercamiento diferente es menester. Una forma es usar dos altavoces de bajos de la caja cerrados adosados, impulsado 180° desfasados (la A). La señal eléctrica para el altavoz de bajos de la parte posterior es demorada por una T de tiempo correspondiente al tiempo que toma la salida acústica del altavoz de bajos delantero para el viaje la l de distancia para la parte posterior. Un ejemplo comercial de tal altavoz de bajos cardioide puede ser visto en Meyer Sound.

Practical Cardioid Configurations



En vez de usar un retraso T eléctrico, se logra derivar el retraso necesario con elementos de relleno acústicos esquematizados en (B). La conformidad del volumen de aire dentro de la caja corresponde a un condensador acústico. En combinación con el resistencia de flujo Z_F forma un filtro pasabajas RC. Debajo de su frecuencia cortada de pasabajas tiene casi constante retraso. La

dificultad en esta aproximación consiste en encontrar una resistencia práctica de flujo del valor necesario, linealidad y respuesta de frecuencia plano. Es difícil de obtener una resistencia que puede manipular los flujos grandes de volumen tomó para un altavoz de bajos y (A) se convierte en la mejor solución. Para variaciones superiores de frecuencias del concepto en (B) pueden ocasionar cardioides con ancho de banda muy amplio. Con un adecuado dimensionando de los parámetros diversos el "roll-off" de la radiación trasera, debido al filtro pasabajos, puede ser hecho para coincidir con la radiación del lado principal de la caja, debido al tamaño delantero del deflector y el diámetro del conductor haciéndose acústicamente grande. Estando combinado con un altavoz de agudos coaxial, eso se aprovecha de la bocina como naturaleza del cono de gama media, se vuelve posible prolongar el rango unidireccional de frecuencia aún más allá. Un ejemplo comercial es el altavoz Revolution por Gradient Ltd..

To go deeper into unidirectional speaker design you may want to study:

[1] Juha Backman, Theory of Acoustical Resistance Enclosures, 106th AES Convention, 1999, Munich, Preprint 4979

[2] Thomas J. Holmes, The "Acoustic Resistance Box" - A Fresh Look at an Old Principle, JAES, Vol. 34, No, 12, 1986 December, pp. 981-989

[3] Harry F. Olson, Gradient Loudspeakers, JAES, March 1973, and AES Loudspeaker Anthology #1, 1978

[4] Leo L. Beranek, Acoustics, Mc Graw-Hill, 1954, Chapter 6