

# **BIG-AL**

Construcción paso a paso



Desde que yo recuerde, siempre me ha gustado el montaje y la construcción. Me apasiona y satisface, pues el objeto a construir va adquiriendo valor y personalidad propia en el proceso de desarrollo y, dicho sea de paso, algunas, solo algunas veces nos ahorramos un dinerito.

Quedé horrorizado al descubrir los exorbitantes precios de altavoces "jiend". Unos márgenes brutales 7 y 8 veces por encima de su precio de coste. Por esto, y porque quería subir un escalafón en mi escucha musical, me propuse hacerme mis propias cajas de calidad.

En este artículo os describo paso a paso el proceso que he seguido para la construcción, desde el diseño de la caja hasta el cálculo del filtro.

Me inspiró y animó el ver un proyecto de un francés en la red basado en un diseño de Sonus Faber Cremona. Si alguien lo ha podido hacer en su casa... yo también. Me parece una caja muy completa para un salón. Nobleza en los materiales y elegancia en las formas.



## Diseño

Un diseño de caja atractivo, pues sería grande y estaría permanentemente en la sala de estar, y con un esquema de filtro que se ajuste a mis limitaciones técnicas... no sabía dónde me metía.

Definitivamente elegí el diseño de caja de las Cremona. Muy estilizada y compacta para minimizar el impacto visual en el punto de escucha y dar rigidez a la caja, y forma redonda trasera para minimizar la coloración introducida por el recinto. La altura y profundidad la dio el volumen necesario interno para los drivers elegidos.

Necesariamente tendría que ser de 3 vías como mínimo para poder dar una calidad de bajas frecuencias buena. Quería descartar un subwoofer a posteriori para el stereo.

Para la elección de drivers, decidí ir a por componentes de alta calidad y con pocos problemas de resonancias o una aplicación sencilla en el filtro divisor ya que mis conocimientos no son muy extensos. EL filtro sería de un primer o segundo orden como mucho. Esto requiere altavoces que se comporten bien en su rango de frecuencias, con una relación de sensibilidad idónea y muy baja distorsión. Hay mucho en el mercado y bastante donde elegir.

### Agudos

Estuve cotejando entre el Seas Millenium, morel mdt33 y supreme. Elegí este último por ajustarse a una sensibilidad óptima para el equilibrio general de la caja y por el toque de color plata, 😊.

### Medios

Audiotechnology CQuenze 15H. Lo tenía bastante claro, sobre todo después de haber escuchado el modelo Aria de Verus Canor, aunque no lleva exactamente el de 5".

### Graves

Scanspeak 18W8531G00. Necesitaba un cono lo más estrecho posible para ajustarse a la forma de la caja y con el mayor rendimiento. Este altavoz es de los que más bajan del mercado en su rango, 7" (aunque en especificaciones pone 6,5"). A parte, sube bastante y en la zona elegida para el corte es bastante lineal. Doble woofer para mayor rendimiento y encontrar la sensibilidad buena con el medio. Mejor grave y más articulado.

En cuanto al filtro, empezaría con unos teóricos basados en las curvas frd y zma de cada altavoz. Realizaría uno serie/paralelo para tres vías tipo AR y otro paralelo, ambos de primer orden para comparar y determinar por cuál decidir.

Luego vendría el ajuste para algunas resonancias que surgieron al medir (indispensable).

Algunos aspectos del proyecto:

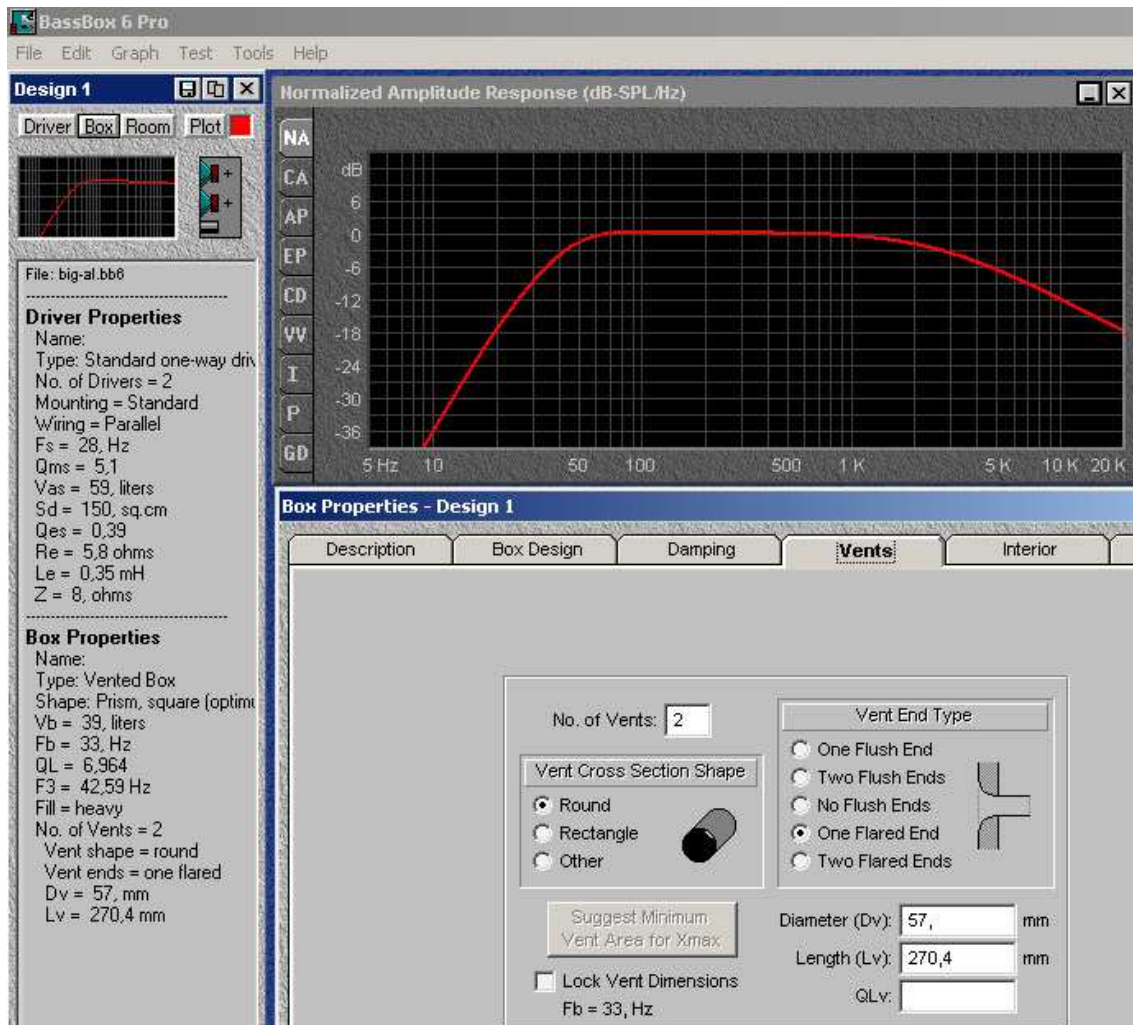
- 39-40 litros cámara para los graves. Doble Woofer en paralelo y reflex delantero pues las tengo muy pegadas a la pared.
- 8 litros cámara medios y agudos. c-queenze 5" y morel supreme en sellado.
- 9 capas de DM de 3 mm para lo laterales. Capa bituminosa interior de 3 mm más capa de material fibra textil de 25 mm. Chapado en madera de lupa de fresno.
- Viga trasera 7 cm de profundo en pino (lacada en negro).
- Frontal en Dm. Dos capas con una profundidad total de 32 mm(lacado en negro).
- Cámara aparte para guardar el filtro.
- Puntas en acero (soporte) y duraluminio (puntas y salva puntas).

Vamos con el proceso de la caja.

Me ha llevado un año y medio de construcción (a ratos) y para mas inri, en el balcón de mi casa. Ni garaje, ni trastero, "ni ná". Casi me cuesta el divorcio. AL final mi santa esposa tuvo que reconocer que mereció la pena "el aguante".

La caja mide 120 cm de alta por 21 cm de ancha, en su parte frontal, y 45 cm de profunda. Alrededor de 50 Kg de peso cada una.

Primero hay que calcular el espacio necesario para cada altavoz. Gracias a programas como bassbox y winsd pude calcular el volumen de la caja y la sintonía del reflex.



Una vez que tenía el volumen necesario, hice unos preliminares en 3d para ver como quedaría la caja en volumen, altura y estructura interna. Después de cotejar varios métodos para atacar la curva de los laterales, decidí hacer una estructura para crear un sándwich de láminas de dm de 3 mm que se curva fácilmente.

Estuve buscando carpintería con corte por control numérico( por mi zona) para fresar y realizar una torre de piezas, pero no tuve suerte.

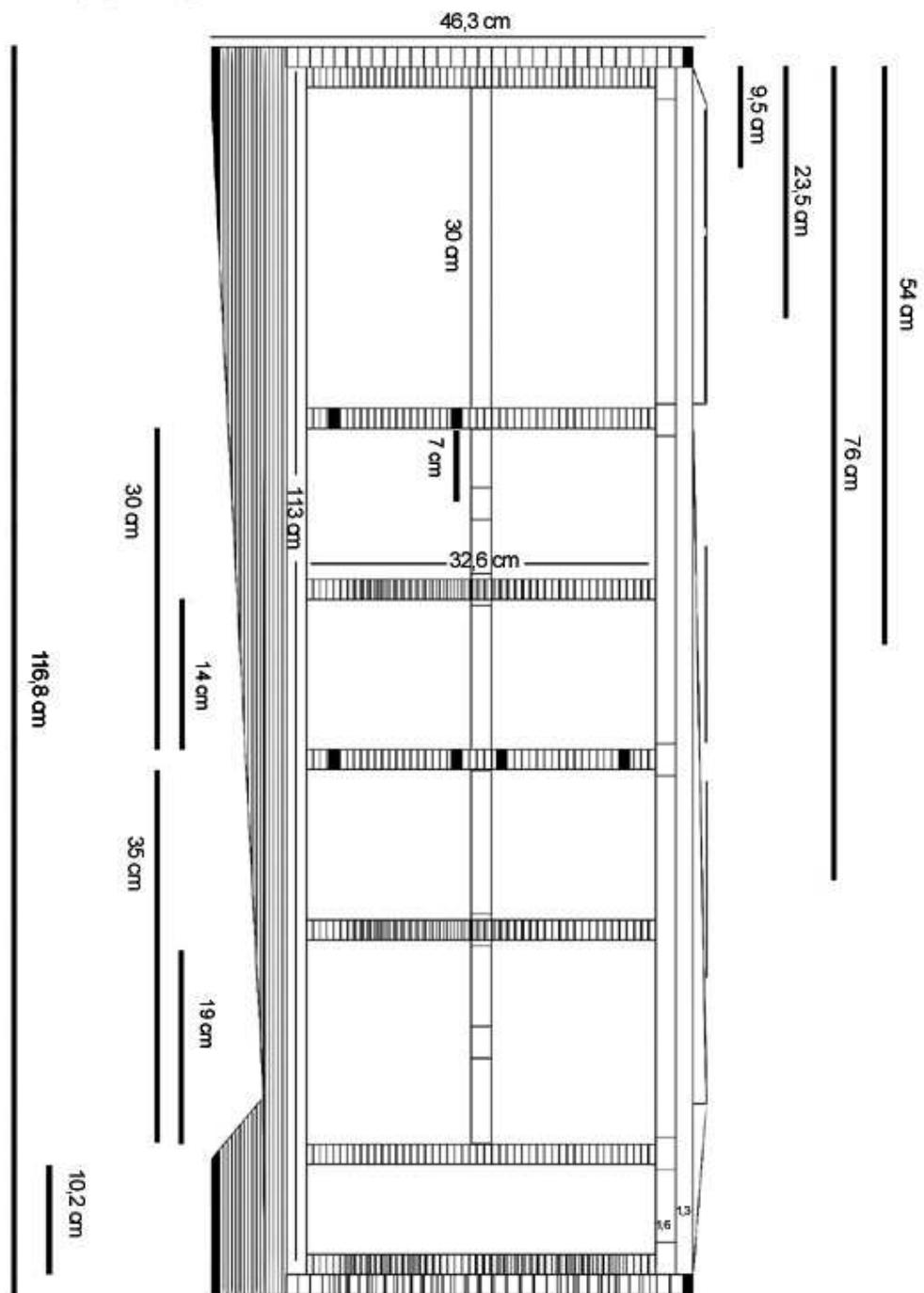


Otro para los pies.



Cuando ya tenía decidido las medidas, había que pasarlas a papel. Frontal, alzado y perspectiva. Fue una gran guía aunque al final improvisé algunas cosillas sobre la marcha.

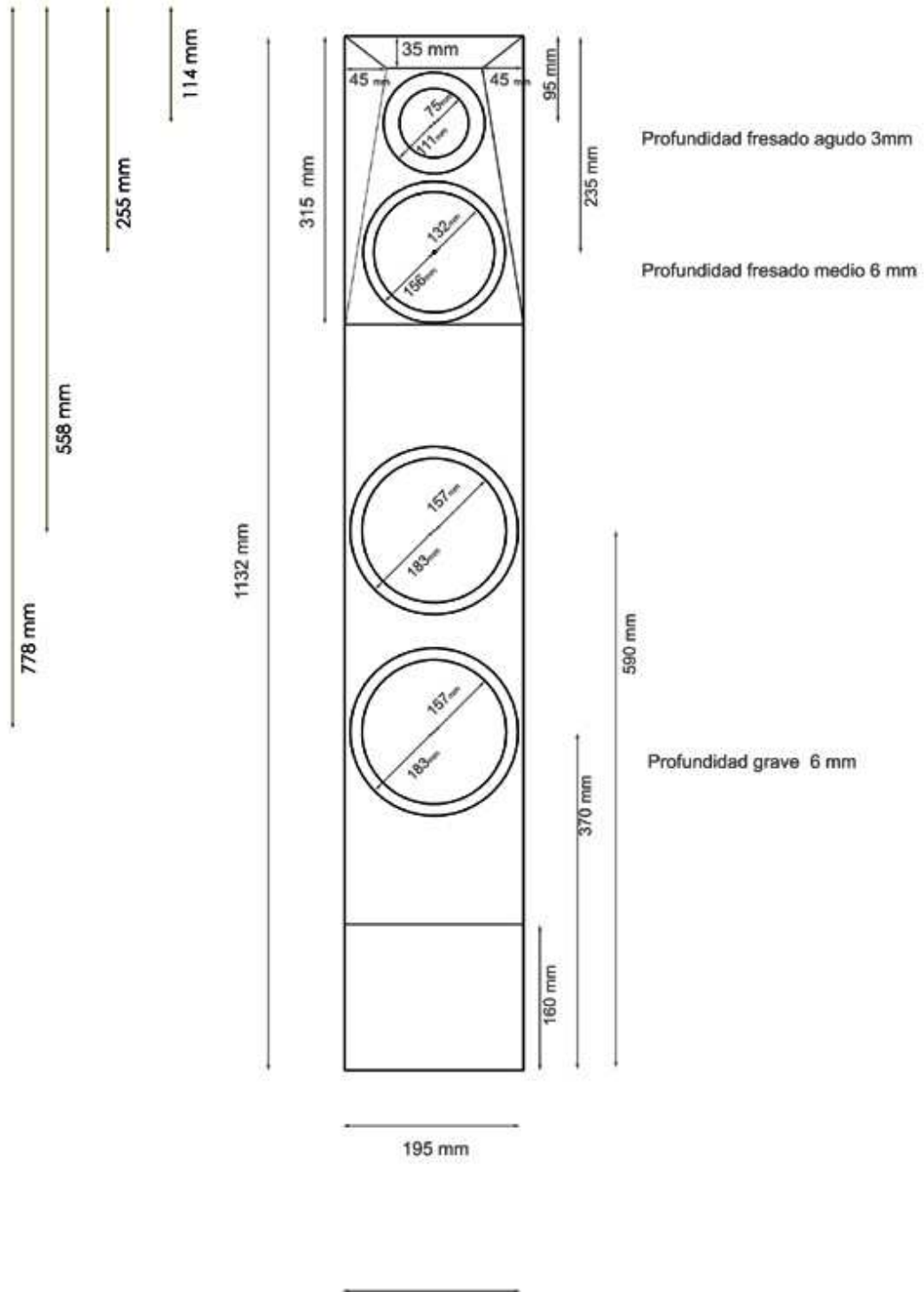
# PLANOS "BIG-AL"



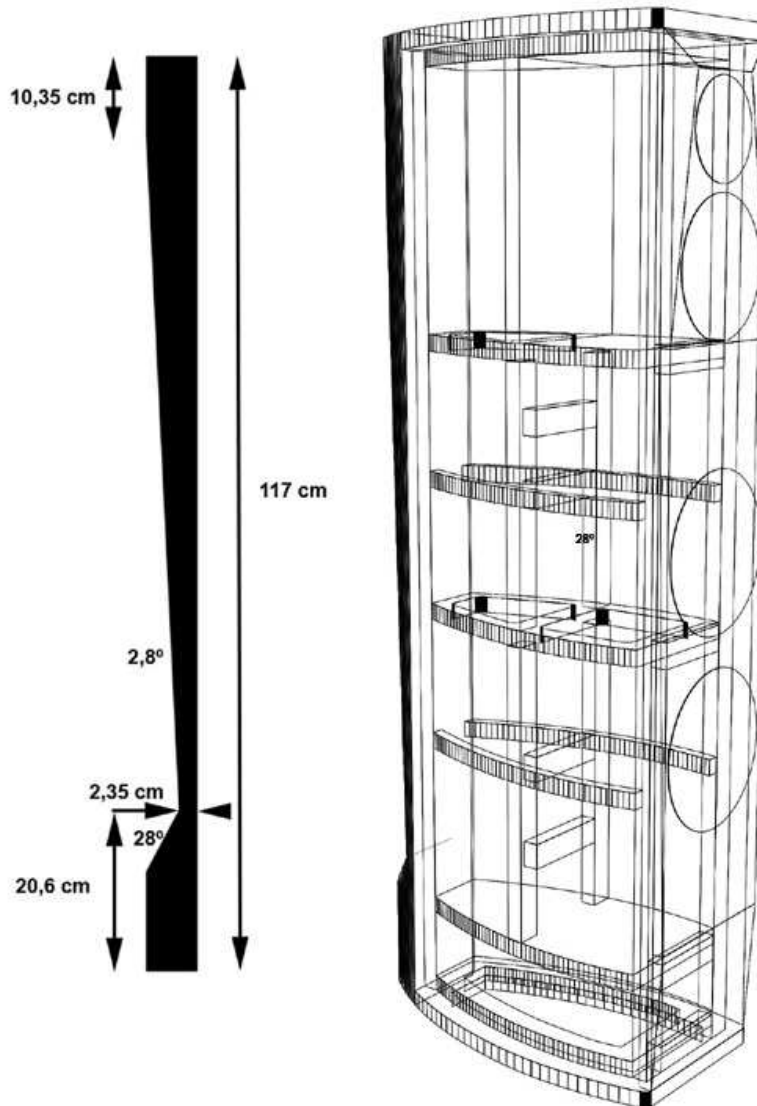
Profundidad dm estructura 1,9 cm. Profundidad frontal 1,6 cm. Profundidad frontal externo 1,3 cm

Alberto\_Barranco 06

parte superior altavoz



## PLANOS "BIG-AL"



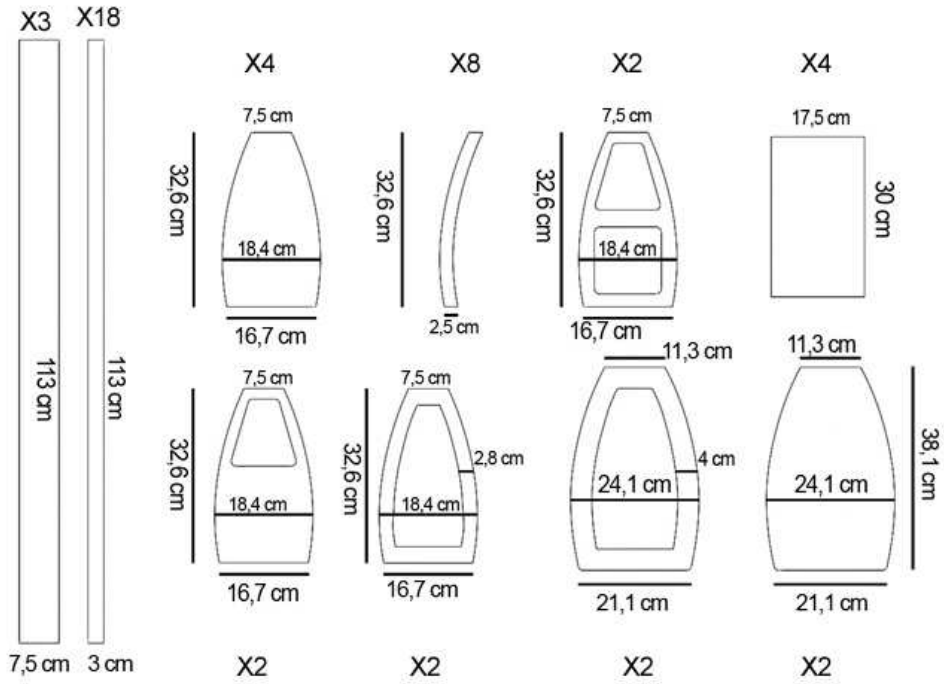
Alberto\_Barranco 06

Gracias al 3d, puede ver bien la estructura interna y modelar cada una de las piezas para realizar una plantilla. Con ésta plantilla, un carpintero me cortó las piezas. Las hubiera cortado yo si no fuera porque trabajo en el balcón de mi casa y cortar con la fresadora todo eso genera un polvo bestial.

El despiece

### PLANOS "BIG-AL"

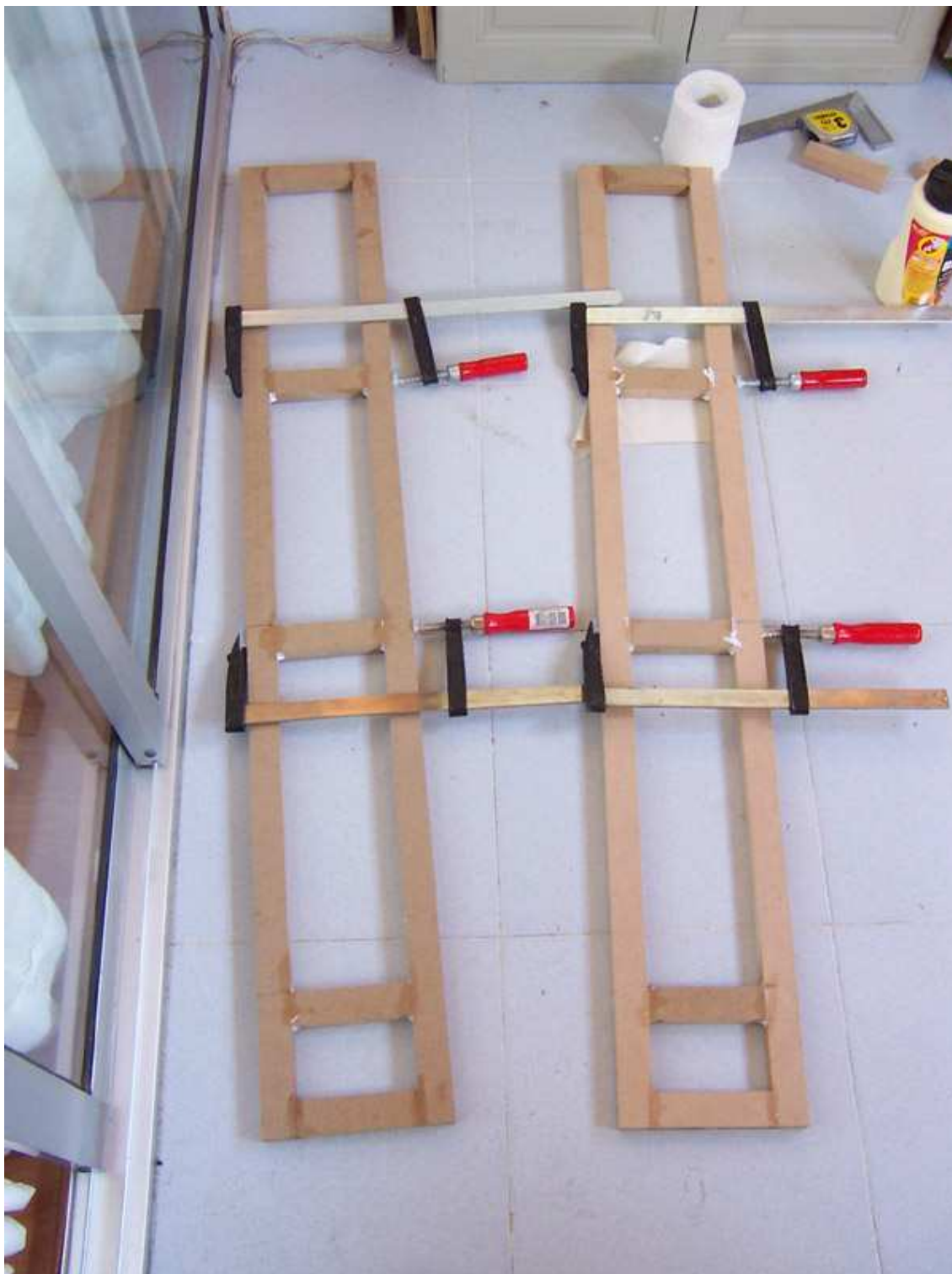
### DESPIECE



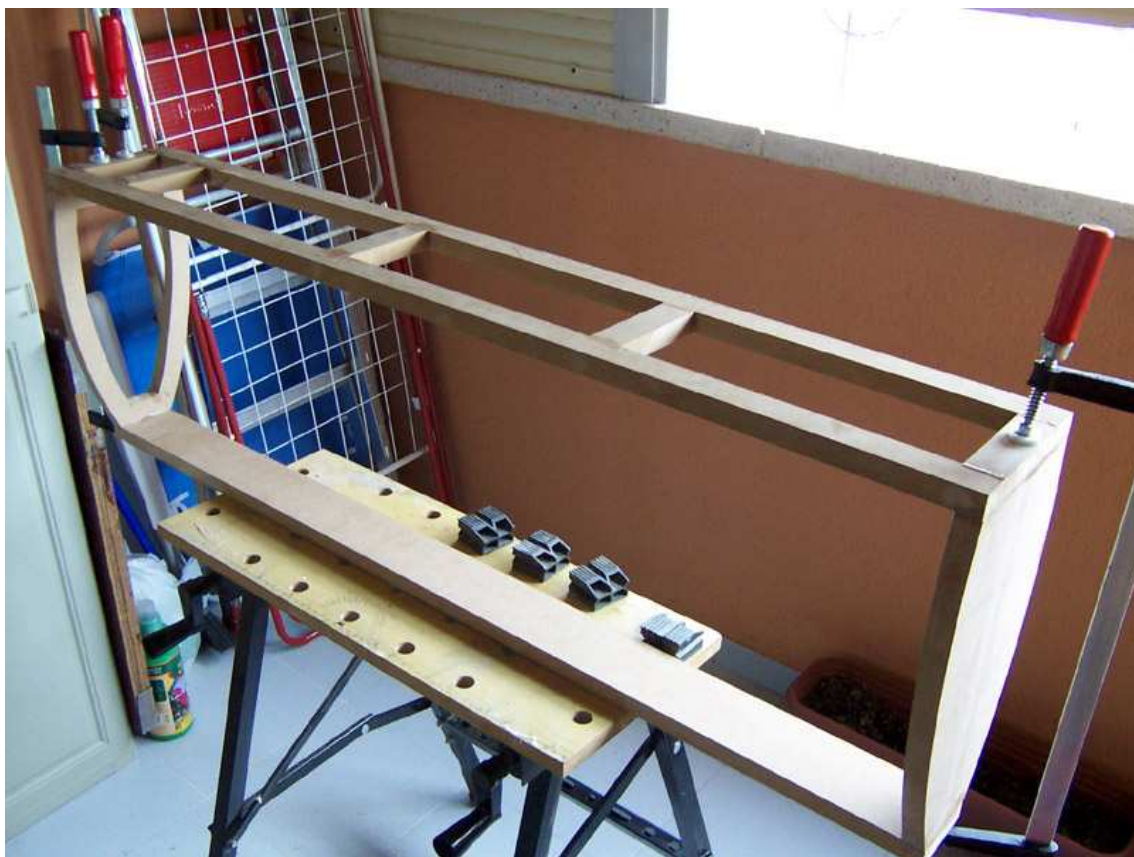
Y por fin las piezas para empezar a trabajar.



Lo primero es plantear la estructura, empezando por el frontal. Tiene que estar muy bien cuadrada. La escuadra tu mejor amiga. El pegamento que usé fue cola de carpintero, queda muy resistente y transparente.



Montando la parte trasera del armazón.



Los primeros refuerzos internos. Ya se ve la cámara de arriba para medios y agudos y la de abajo para los graves. El pequeño espacio que hay abajo del todo es para el filtro.



Cerrando el espacio para el volumen en sellado de los medios y agudos. El pequeño espacio que queda detrás se suma al volumen para los graves. Al final coloqué aquí otro travesaño para impedir la vibración de este panel. El nivel es mi segundo mejor amigo 😊



Hay que quitar el sobrante del listón trasero para adaptarlo a al curva de los laterales. Lo hice con un cepillo a mano.



El resultado. Usé masilla valentine para tapar las pequeñas grietas que quedaron en esta unión.

Aquí se ve el travesaño que puse para eliminar vibraciones en la parte posterior de la cámara para medios / agudos.



El armazón terminado. Refuerzos suficientes y curva en los laterales para empezar a pegar planchas de 3 mm. Hasta aquí, el trabajo fue muy rápido.



La siguiente operación fue construir los laterales. Para poder dar la curva tuve que discriminar el grosor del dm a 3mm. Esto requiere pegar muchas capas para llegar a un grosor adecuado de 2,8 – 3 cm. El resultado es muy rígido y consistente pues tenemos una capa de cola entre plancha y plancha.

Un trabajo que se me hizo muy tedioso y lento. Tardé 3 meses en hacerlo a ratos. Estuve a punto de tirar la toalla. Mirar las fotos de otros fantásticos proyectos que hay por la red me animaba a seguir.

Vamos con la primera capa. Coloqué mucho peso encima para que quedara bien pegada. De esta dependía el resto de planchas.



La técnica es la siguiente:

Untar de cola antes de colocar la plancha.

Colocar la plancha y tirar dos o tres grapas para que la plancha no se mueva.

Colocar las eslingas proporcionalmente para repartirlas por la plancha.

Tensar las eslingas (cuidado con las primeras planchas que se pueden partir en el extremo frontal).

Grapar a todo lo largo de los extremos para evitar las combas de las placas por el efecto de la tensión de las eslingas.

Dejar secar 24 horas.

Retirar las eslingas, las grapas y retirar el sobrante de cola que se haya montado por encima de la plancha.

Lijar un poco con grano grueso (para que agarre la cola)

Volver a encolar para la siguiente plancha.

Como se ve es lento pero al final merece la pena. Las grapas son importantes para evitar que se arqueen los laterales. Una vez concluido, prácticamente no tuve que lijar los laterales. La curva era perfecta.

La primera capa de dm pegada. En este momento coloqué la capa interior bituminosa y la de fibra textil con la que cubriría todo el interior del recinto. Hay que hacerlo ahora pues al cerrar con el lateral opuesto ya no puedo acceder a esta parte de la caja... a menos que sea contorsionista.



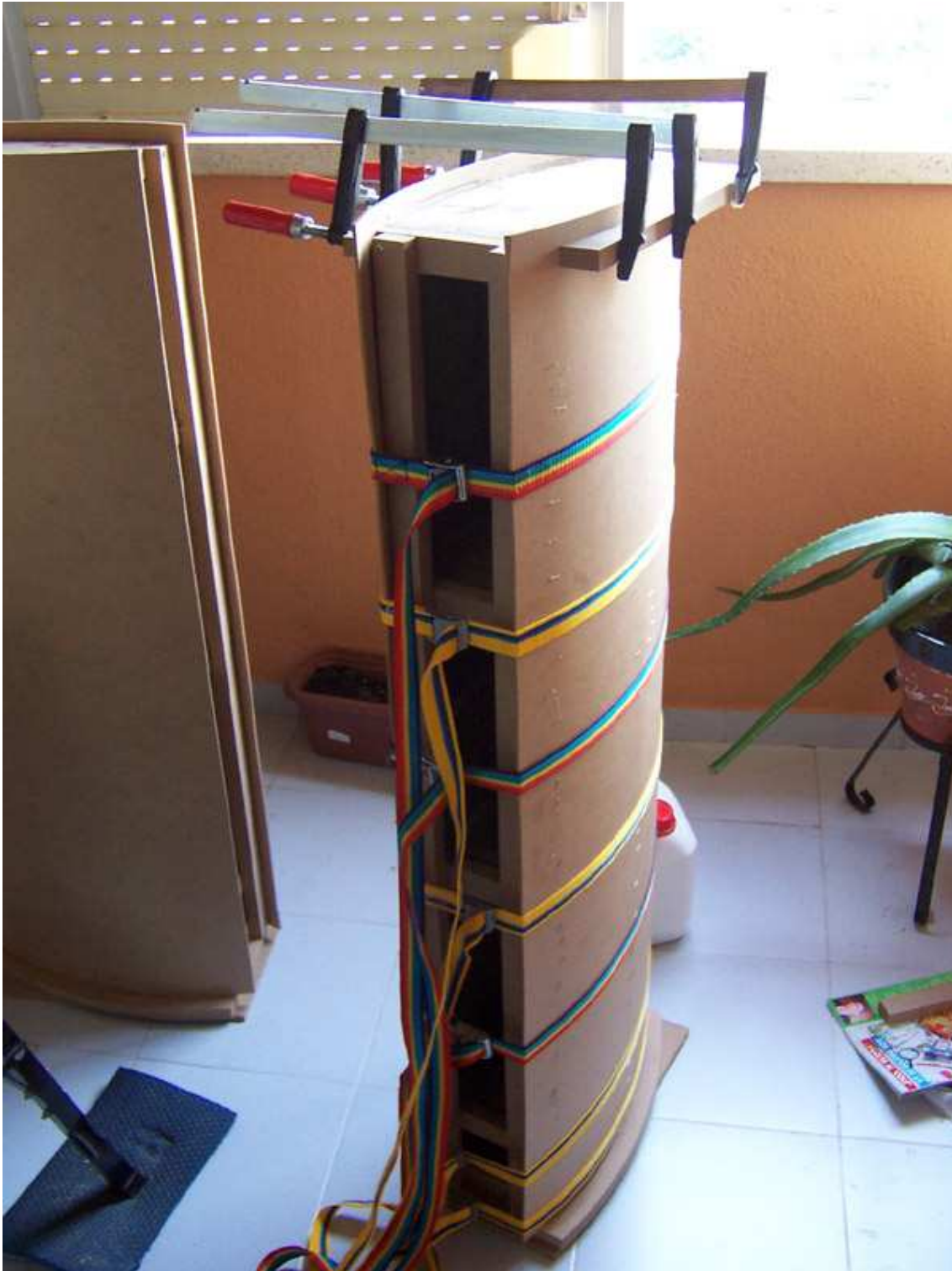
Preparando la capa opuesta con la fibra textil para cerrar la caja.



Encolando para pegarla



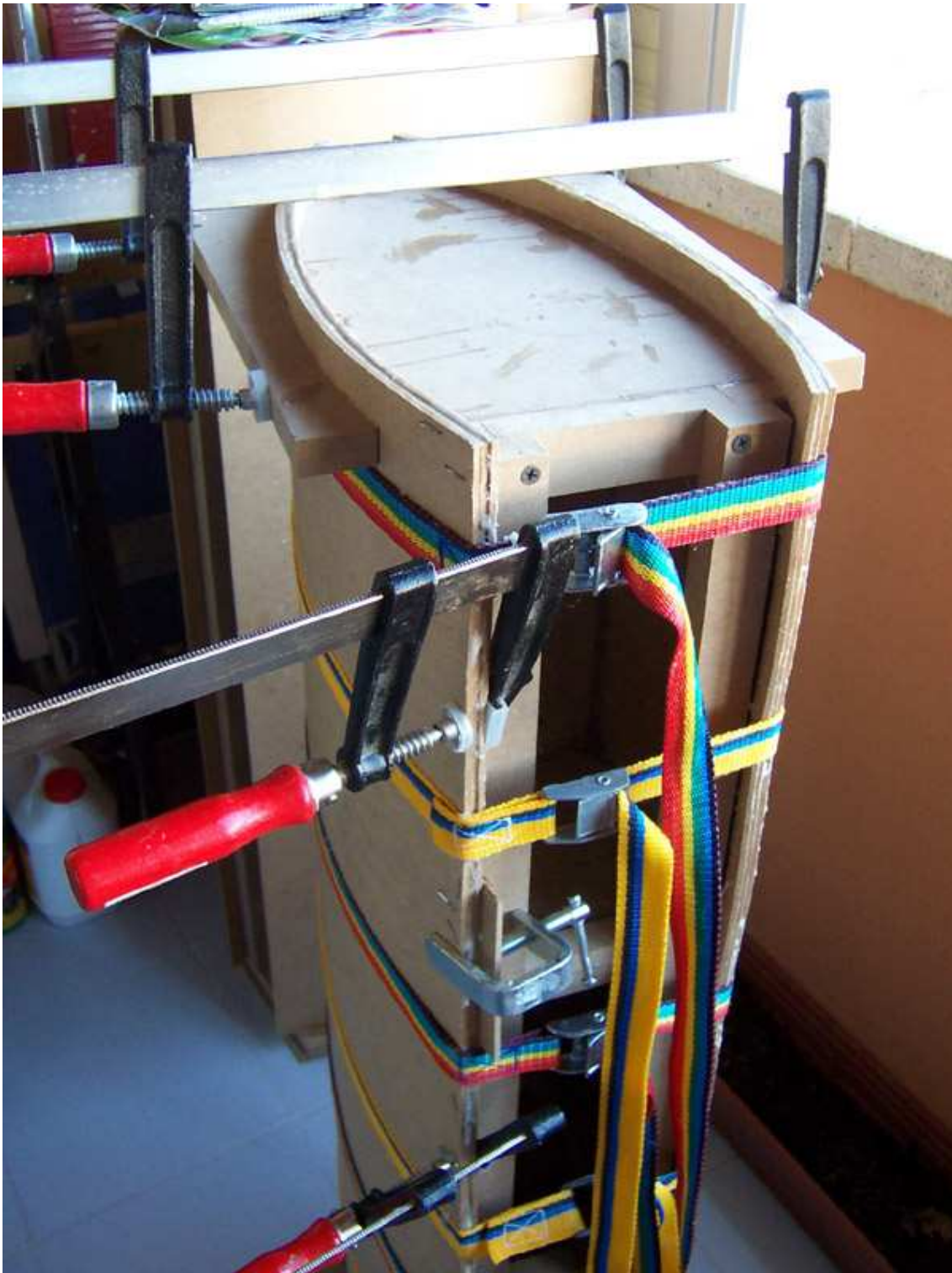
Caja cerrada. Se puede observar la hilera de grapas puestas.



Poco a poco poniendo placas. Tuve que ayudarme de sargentos para apretar bien entre eslingas pues las grapas no eran suficientes.



Aproveche el negativo de algunas piezas para apretar bien por la parte de arriba.



Con las planchas colocadas, corté el sobrante con serrucho y después pegué la tapa de arriba. No tengo fotos de este proceso.  
Con la lijadora a banda igualamos todos los planos.  
Tapamos las grietas con masilla, lijamos un poco y ya tenemos el cuerpo central listo.



Lo siguiente es la viga trasera. Para ello me hice de listones de pino (madera blanda) que previamente me había cepillado el carpintero. Le pedí que me hiciera el corte largo con la forma en v en todos los listones.



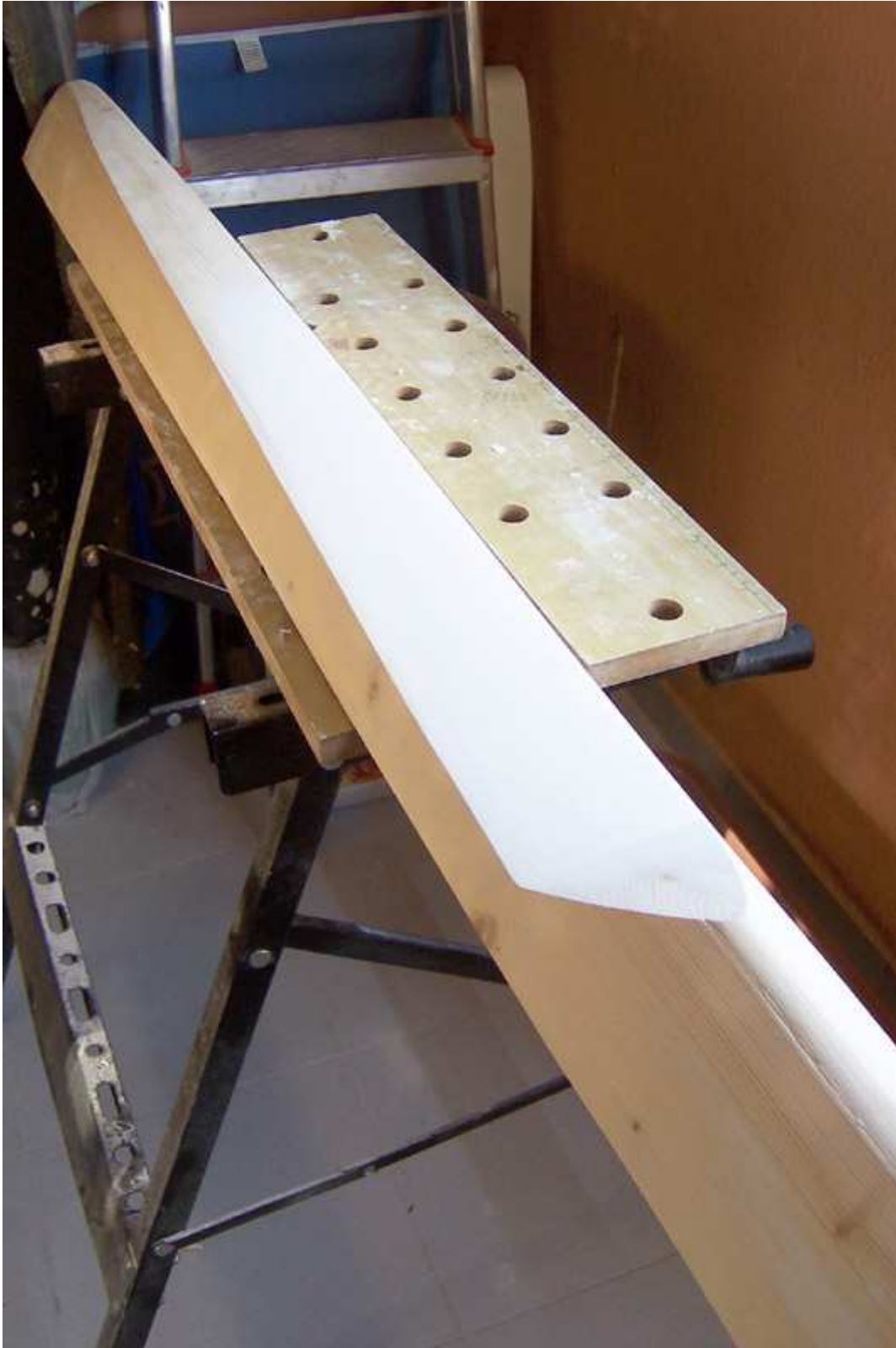
Los listones se pegan para formar un tarugo (cuatro). Se dibuja la curva en los cantos y se quita todo el sobrante con cepillo y formol. Literalmente hay que esculpir la madera para dar la forma.



Poco a poco se va afinando con lijadora y lija de varios grosores. Hay que comprobar la curvatura continuamente para no pasarnos quitando material. Para ello fabriqué un vaciado con la forma exacta de la curva. Si encajaba bien es que ya no había que quitar más.



El resultado. La hice un poquito más gruesa que el ancho de la caja para, una vez pegada, quitar el sobrante con la lijadora a banda. Así queda perfectamente nivelada. La lijadora a banda... mi tercera mejor amiga.



Antes de pegar la viga trasera, coloqué los fonoabsorbentes y la capa bituminosa interna (tela asfáltica), pues podía apoyar la caja boca arriba y me era más cómodo. Se pega con cola de contacto.



Colocación de la viga trasera. Para ello perforamos algunos agujeros para meter tubillones y que la viga quede bien sujeta. Seguramente no nos va a cuadrar del todo bien, pero para eso hemos hecho la viga un poco más ancha que la caja.

Ya era verano y pude usar un garaje de un familiar ☺.



Abundante cola para que asiente bien sin burbujas de aire.



Colocamos la viga. Nos chorrea toda la cola y la viga queda bien puesta. Con las eslingas empezamos a tensar... y sigue chorreando cola.



Tensamos bien y quitamos el sobrante de pegamento. Se observa que no queda del todo nivelado con la curva lateral. Lo rasaremos después con la lijadora a banda.



Viga terminada. Se le ha cortado el sobrante de los extremos con el serrucho y se le ha pasado la lijadora a banda por todos lados para nivelar con el resto de la caja. Masilla para ir tapando pequeñas grietas y agujeritos. Ya se está viendo el aspecto final. Después de este proceso mi ilusión creció, he superado más de la mitad del trabajo de la caja.



Lo siguiente, o anterior a la colocación de la viga, da igual, es cerrar el frontal y agujerar para que entren los altavoces. Había varias maneras de hacerlo y yo escogí la menos complicada para no tener que fresar a todo lo largo de la caja para encajar un frontal. Lo cerré y luego iría una tapa sellada a parte, con los rebajes y formas. De esta forma también consigo mas grosor en el frontal... por aquello de la rigidez.

Al ser tan estilizado el altavoz, tuve que rebajar un poquito de los nervios laterales para que pudiesen entrar los altavoces para medios y agudos.



Masilla y lija para tapar grietas y uniformar



Después di forma redonda al canto de la curva lateral con el frontal. Para ello utilicé la fresadora con la fresa adecuada y un retoque a mano con lija (no tengo fotos del proceso).

Le toca el turno al chapado. Ya que estaba construyendo unas cajas definitivas para mi salón decidí forrarlas de un material noble e intemporal. Elegir un color es arriesgarse a cansarme de él y prefería un acabado en madera.

Estuve buscando por internet pues en mi ciudad no encontré ninguna chapa que se saliera de lo típico. En páginas francesas hay multitud de oferta y lo tenía como opción pero encontré una empresa en Madrid que me servía por correo, con mucha oferta y al mismo precio que las francesas (si a estas le sumas los portes);

<http://www.agullomaderas.com>

Elegí lupa de fresno para teñir un poco y lacar en brillo.



Con 3m2 hubo suficiente. Las corté a tiras de 9 cm de alto para dar el aspecto de las Cremona, además es más fácil de aplicar que la chapa completa.



Para pegarlas hice lo siguiente:

- Preparar el lateral del recinto con lija de varios grosores y dar masilla donde creamos que sea necesario para nivelar.
- Señalar a lápiz todas las tiras para nivelarlas y saber donde encolar.
- Echar cola de contacto en el lateral de la caja para cubrir tres tiras.
- Encolar tres tiras.
- Pegar la primera cuando el pegamento al contacto con los dedos no pegue (10 minutos). OJO, esta tiene que estar muy nivelada pues el resto se apoyan en la primera.
- Encintar con cinta de carroceros el extremo de la tira pegada para no mancharla.
- Pegar la siguiente tira.

Para que pegue bien es aconsejable golpear con un martillo goma y un taquito de madera.

Las pegué de tres en tres para ir controlando bien el proceso.



Y así hasta completar el proceso de las dos cajas... 52 tiras.  
Con un cutter y regla retiré todo el sobrante de chapa que queda en la viga trasera para dejarla completamente recta.

Las películas "chapa1" y "chapa2" ilustran un poco este proceso.



Un detalle de la curva con el frontal. Aquí tuve problemas con la chapa pues se rompía por la beta. Al final tuve que elegir con cuidado las placas para que las betas quedaran en el sentido de la curva (perpendicular a la altura de la caja). Con cuidadito no se rompían.



La tapa de arriba se pega exactamente igual, con tiras (tres). Cuidado al quitar el sobrante que nos podemos llevar un tajo por alguna beta. Despacito con el cutter y lijando.

La verdad es que chapar bien es muy difícil, todo un oficio, aunque yo quedé contento con el resultado.

Lamentablemente al día siguiente de chapar cayó en el garaje un chaparrón y pese a que protegí de humedad las cajas, ésta chapa es delicada y salieron muchas burbujas.

Hay un truco para corregir esto. Las dejé secar un par de semanas al menos y luego les pasé la plancha de la ropa con un papel para no quemar la madera. Se reblandece el pegamento y se vuelve pegar la chapa. Desaparecieron todas las burbujas.

Las dos cajas terminadas de chapa



Seguimos. Después trabajé el frontal en un dm de 1,3 cm. Según los planos con medidas que calculé, hice los agujeros y rebajes para los altavoces. Esto

se hace con la fresadora y un compás casero que me fabricué, dando varias pasadas para no partir la fresa. Agudo y medio lo más junto posible para una buena coherencia de sonido.

El truncamiento en el frontal, característico de las Cremona lo hice marcando los cantos y rebajando poco a poco con la lijadora a banda. Al final se retoca con lija. Se hace rápido y bien (no tengo fotos del proceso).

Caja con el frontal apoyado, para hacer pruebas por si hay que retocar de lija.

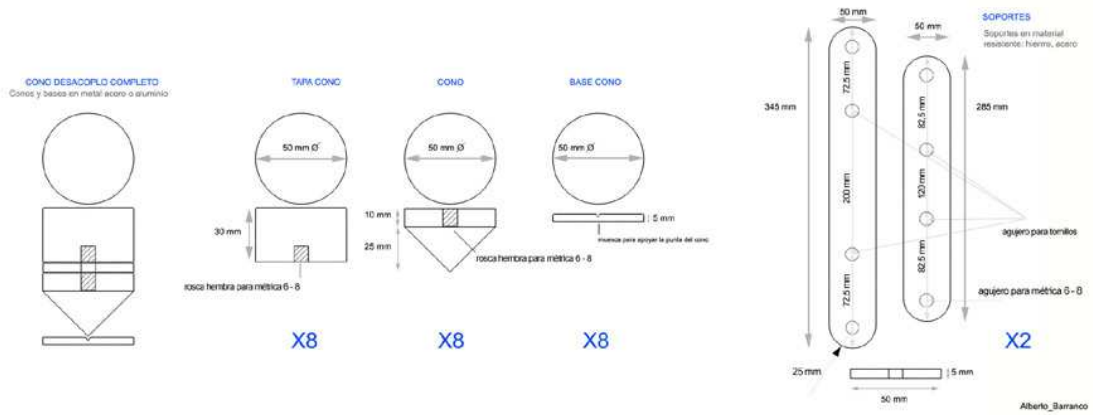


A continuación se pega el frontal. Yo usé adhesivo de montaje y cola de carpintero.



El siguiente proceso fue colocarles unos pies. Realmente no sé si auditivamente es significativo el desacoplo, aún así, diseñé unos conos porque estéticamente me gustan. Tenían que ser de aspecto metálico pues combina

muy bien con la madera. El aluminio me pareció lo mejor pues es un metal muy maleable y económico (más que el acero) y luego se pule bastante bien. Realicé unos planitos y se lo pasé a un tornero cerca de mi casa.



Al final, conos en duraluminio y soportes en acero, para que no se combe.





¡YA ESTAMOS ACABANDO LA CAJA!

Nos queda tapar con una masilla para madera del mismo color que la chapa todas las grietas, juntas entre tiras, nudos, junta del frontal con la caja, rasar la viga con la chapa, etc. y lija, mucha lija para dejar fina la madera y lista para el tinte y barniz.



Colocando los tornillos para sujetar los altavoces. Usé unas roscas metálicas que se embuten en el dm (previo taladro) y tornillos negros (por supuesto) de cabeza allen. Me costó trabajo encontrarlos.  
Empezando con el cableado interno. Cable de plata para medios y agudos y cobre OFC de 2,5 mm de grosor para los graves.



¡Una imagen de la familia al completo!  
Vaya motor que se gasta el c-Quenze.



Dada la magnitud del proyecto preferí dejar el acabado a un profesional. Lo hará infinitamente mejor que yo, con herramientas adecuadas y túnel de pintado.

Se las dejé listas de lija con los taladros para la rejilla y placa de conexiones.

Después de unas pruebas de tinte con chapas que me sobraron, opté por un color claro para contrastar con los muebles de mi salón: un ligero tinte anaranjado.

La junta entre placas está pintada al igual que el frontal y viga trasera.

Primero se dio varias capas de tapa poros para la parte de madera y dm (negro) por separado pues llevan distinta preparación.. Luego se enmascaró toda la caja excepto las partes negras que se pintaron. A continuación, laca brillante a toda la caja. Todo el proceso con lijados intermedios, pintura a pistola y de dos componentes (poliuretano).



¡Cuándo fui a verlas se me cayeron dos lagrimones!. Un año de curro para la caja.

Sonar, a lo mejor no sonarían, pero bonitas son... pensé.



Así fueron embaladas hasta mi casa, para que no sufrieran ni un rasguño.



Algunas fotos del resultado







La placa para las conexiones la hice pegando un cuadrado de dm de 3 mm a una chapita de aluminio pulido de menos de 1 mm. La venden en planchas de 20X20 cm en Leroy Merlin y se corta bastante bien con cutter. Les grabé un pequeño texto conmemorativo. Los conectores son tipo WBT adquiridos en una tienda francesa a buen precio.

<http://www.audiophonics.fr/>

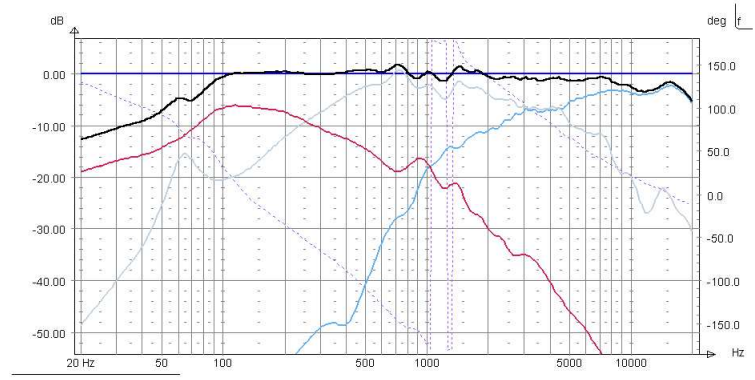
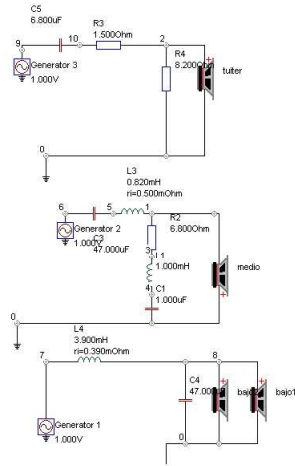


Ahora me quedaba el cerebro de la bestia: el filtro.

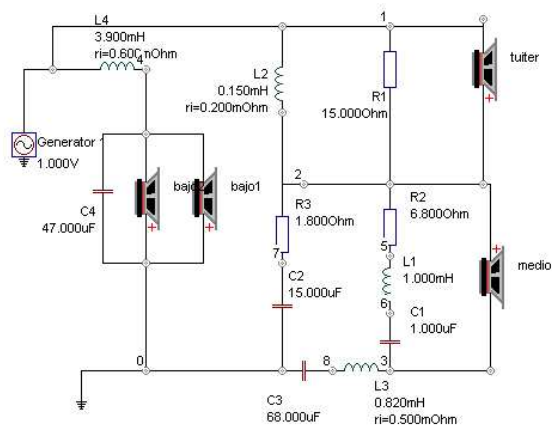
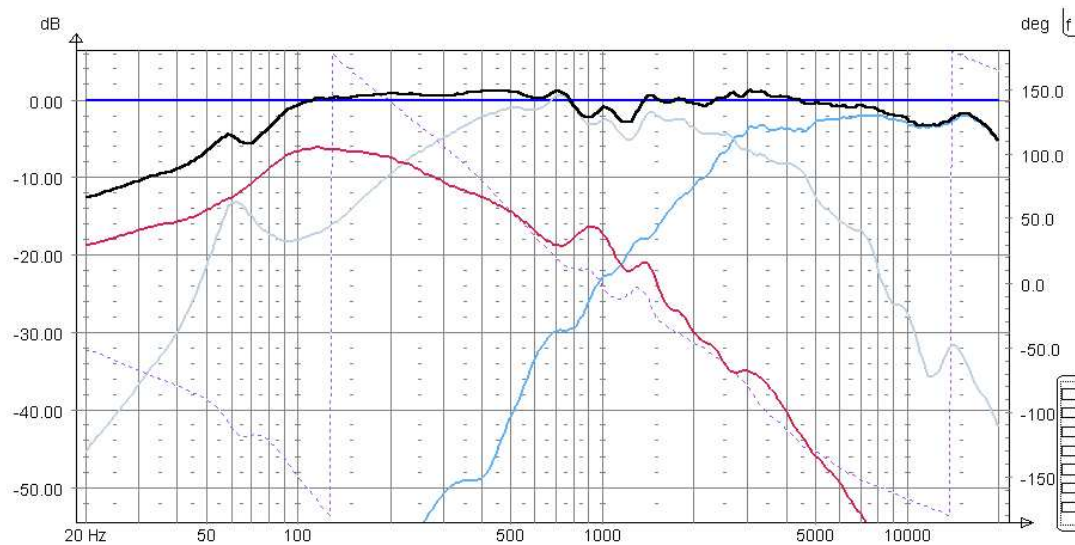
He de decir que no tengo mucho conocimiento al respecto, aún así, me metí en el diseño para aprender y por haber elegido unos transductores más o menos facilones de filtrar. Me inclinaba por un primer o segundo orden con corte sobre 150-250 para graves y 1800-2200 para agudos.

Empecé con unos filtros teóricos basados en las curvas frd y zma de cada altavoz y simulados en LSPCAD.

# Filtro paralelo teórico



## Filtro serie / paralelo teórico



Filtro serie inicial

Quería probar con las dos tipologías.

El serie me había dado buenos resultados para los proyectos anteriores de dos vías pero es más difícil de ajustar. Un componente cambia todo el filtro.

El paralelo era algo nuevo para mí y me aventuré. Es más fácil de ver y ajustar.

Ambas tipologías son de primer orden para medios y agudos y segundo para graves, y la dos tienen un paso banda y notch (rlc) para los medios pues el c-quence mostraba una curva muy fea (resonancia) sobre 5000 Hz.

Con estas configuraciones empecé a escuchar pese a que en teoría se veía algo raro en la curva del medio sobre 60 Hz y quería constatar que era audible.

En comparaciones con filtro serie y paralelo, éste mostraba una viveza y sensación de presencia entre medios y agudos bastante buena, con algunos temas, mientras que con otros se mostraba algo agresivo. El serie, en cambio, era más suave y atenuado. Quizás faltara un poco esa "viveza" en algunas canciones.

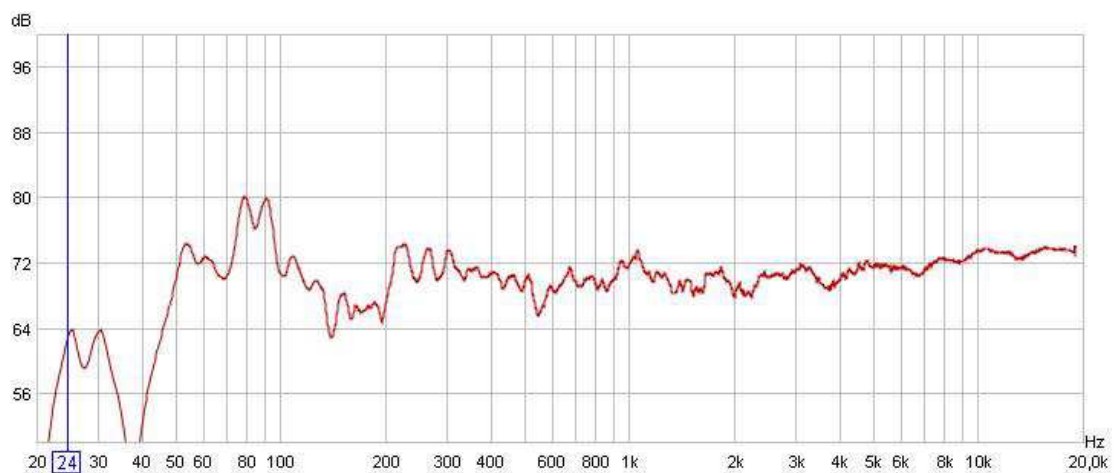
El medio bajo se mostraba algo mejor en el filtro serie. En el paralelo sonaba algo emborronado, supongo que por la resonancia que he comentado antes que el filtro serie tiende a enmascarar por su carácter suave con el sonido.

Me decanté por el paralelo pues mis volúmenes de escucha son más bien moderados y quería esa presencia en el sonido.

Para ajustar el filtro, empecé por aplanar la curva del medio en 60 Hz y para ello pasé el filtro paso alto a un 2º orden, la chepa desaparecía y el sonido quedaba más limpio. El tuiti lo pasé a 2º orden también por si me daba por darle al pote algún día y no me resonara. Mis anteriores altavoces comerciales (audiovector) tienen un filtro de primer orden y si le dabas al pote bastante, el sonido se volvía metálico y quería evitar esto.

Poco a poco fui cambiando componentes y midiendo en cada cambio para observar la respuesta y buscar la más plana posible.

Medida a un metro de distancia en el eje del tuiti



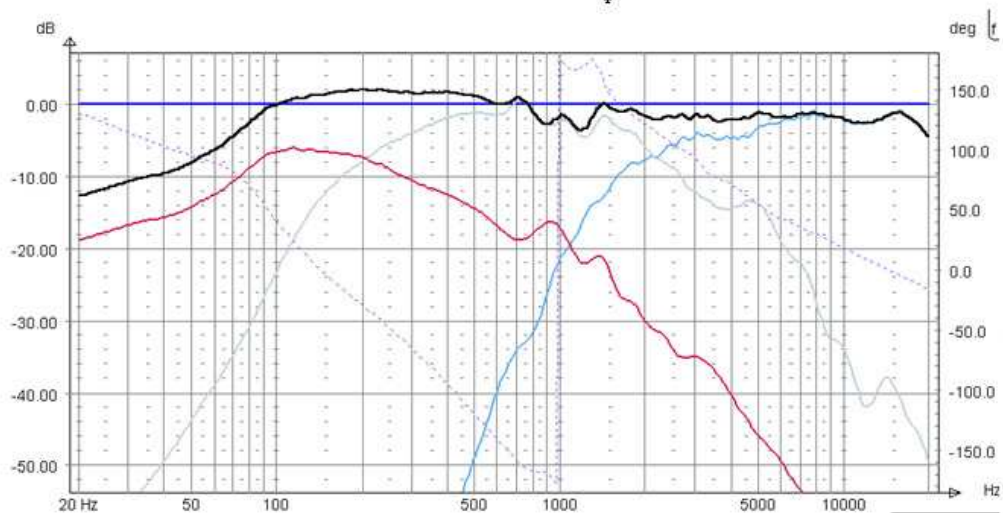
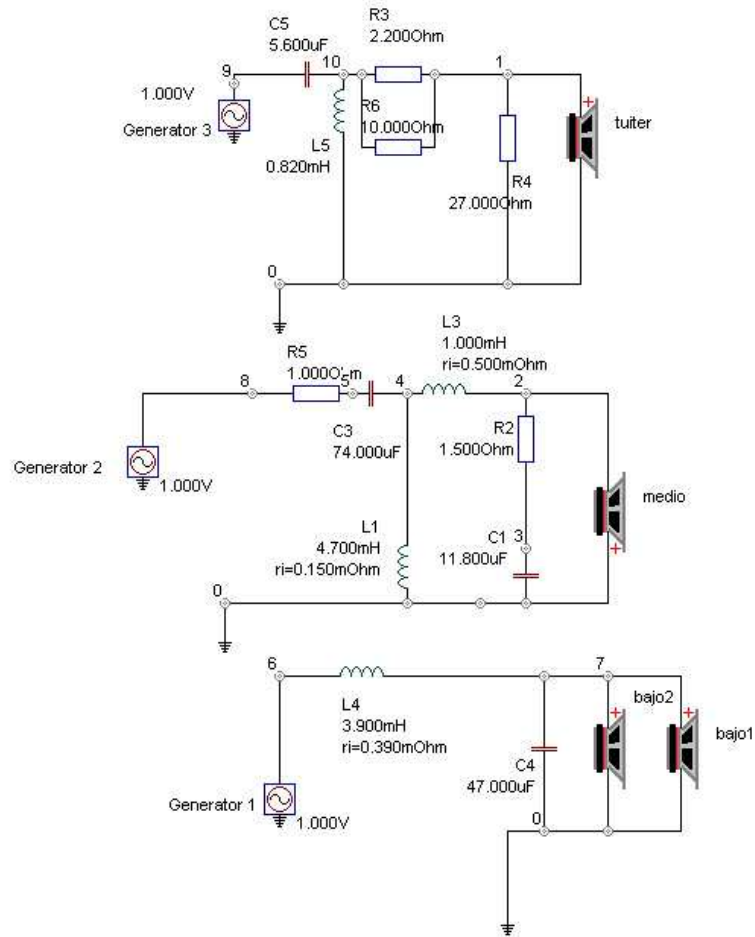
La misma medida cambiando el valor de la bobina del tuiti



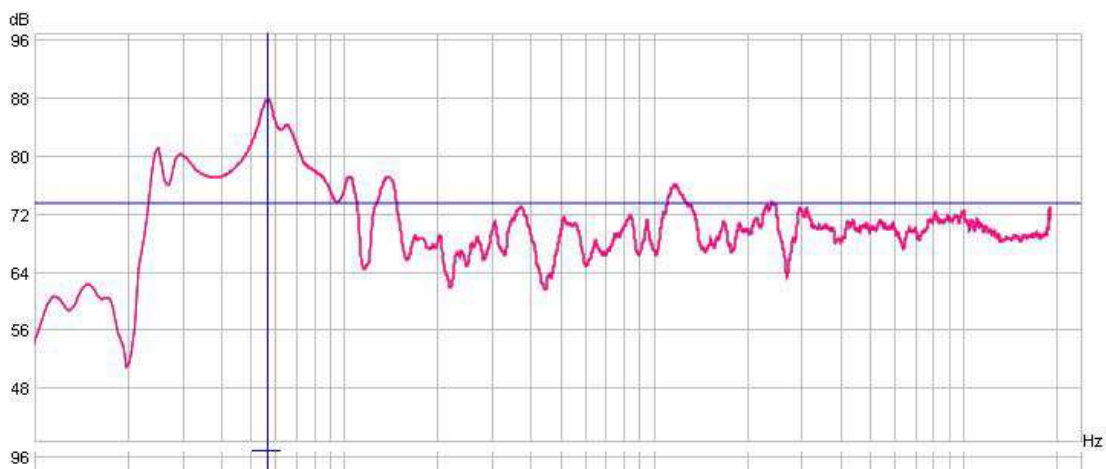
Eliminé la bobina del notch, creo que no me hacía falta pues la pequeña resonancia que queda no es audible (al menos para mí) y me quitaba un componente para el espacio tan reducido que tengo para ubicar el filtro.

Una vez conseguido lo más plano, ajuste a oído y a mi gusto, I-pad y demás. La configuración que quedó es la siguiente.

# Filtro paralelo definitivo



Se observa que la curva en simulación no es del todo plana,  $\pm 3$  db de error con ligera caída en medios y agudos. Aún así, es lo que mis oídos dictaron. Midiendo con el portátil, REW y micro cutrillo en el punto de escucha, el resultado es el siguiente



Tengo una resonancia muy fuerte en 58 hz y 32 hz (escucho con el codo casi en la pared y una caja ubicada en un rincón) coincidiendo con los modos de mi sala, que ya trataría después (ya tengo el ultracurve), aunque ya tengo colocado varios paneles para atenuar un poco las reflexiones. El resto me parece muy satisfactorio.

El sonido es muy transparente (salvo las resonancias por los modos) y natural. Las voces son muy presentes y el detalle es absoluto. Una zona media alta muy suave. Encontré un punto muy bueno en el I-pad mezclando una resistencia duelund (carbón-plata) con otra de metal-oxido (en paralelo). Con una el sonido era demasiado dulce y con la otra algo brillante. Los graves van sobrados y bastante articulados pese a que en algunos pasajes se emborronan, luego he podido comprobar con ultracurve que era por efecto de la sala (19m cuadrados).

En definitiva, estoy muy contento con el resultado. La música fluye y me emociona.

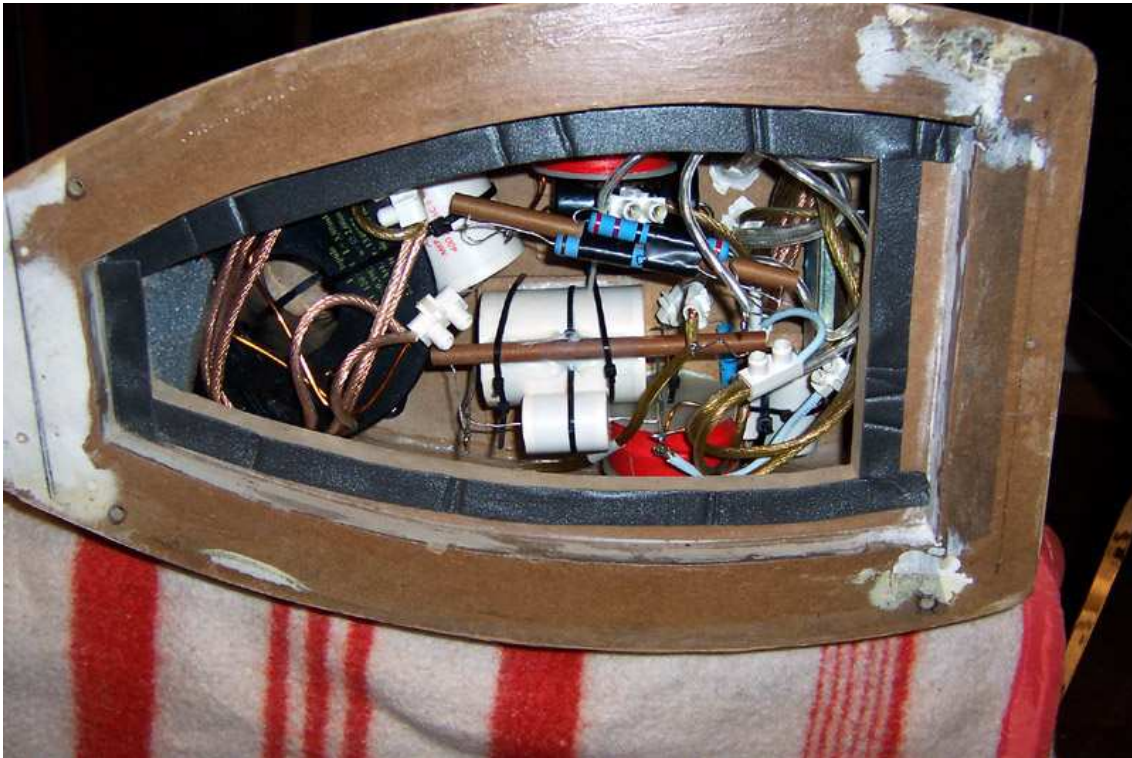
Después de muchas horas escuchando y cambiando me planté en unos valores que ya no podía ajustar más, sobre todo porque me sonaban a gloria. Seguramente el filtro se puede optimizar pero mis conocimientos llegan a eso. El puntito lo daré con algo de EQ (modos de la sala).



Los componentes en serie con medios y agudos los puse de mejor calidad, condensadores mundorf supreme y resistencias duelund.

La bobina para el grave es de núcleo de aire y mínima resistencia. Un bicho muy grande (la cosa de color negro y amarillo) que me restó mucho espacio para ubicar el filtro. No contaba con eso y me obligo a montar el crossover directamente en el hueco, sobre todo por la distribución idónea de las bobinas, para que no se interfieran unas con otras:

<http://www.troelsgravesen.dk/coils.htm>



Parece un entuerto de cables, pero todos los componentes están soldados punto a punto con estaño de plata y más o menos organizados.

Filtro cerrado y pies colocados



El final de este proyecto ha superado mis expectativas, tanto en sonido como aspecto.

A parte de las horas de trabajo invertidas, que no han sido más que puro divertimento, el resultado supera con creces el dinero invertido. Además, el gasto se ha repartido en un año y medio.

Paso a detallar, más o menos de memoria pues no conservo todas las facturitas, la lista de componentes y su precio:

- Dm de las piezas y su corte por el carpintero.....180 e.
- Colas varias, lija, tornillos, masilla, pinceles, etc..100 e.
- Sargentos y eslingas y grapadora..... 60 e.
- Madera viga trasera y corte.....45 e
- Chapas.....100 e

- Conos en duraluminio y soporte.....128 e
- Cables de plata y cobre ofc.....60 e
- Pintado y acabado lacado.....300 e
- Componentes para filtro.....400 e
- Bornes y chapa aluminio..... 40 e
- Altavoces (PVP).....1890 e

Sobre 3300-3500 euros. Habría que gastarse bastante más para igualar con cajas comerciales.

Las herramientas no las cuento( fresadora, lijadoras) pues si he tenido que comprar alguna lo considero una inversión para proyectos futuros.

El precio de los altavoces es pvp de hoy en día, cuando yo los adquirí (hace un año) eran más baratos, a parte conseguí un mejor precio por comprarlo todo, incluso los componentes, en la misma tienda.

El relleno de fibra textil y material bituminoso lo cogí de un sobrante de mi lugar de trabajo. Y en el precio del filtro va un montón de componentes para probar que me han sobrado de los ajustes.

Aunque he estado varias veces a punto de abandonar, he de agradecer la inestimable ayuda de todos los proyectos colgados en la red que me motivaron a seguir, a mi amigo Tomás, por ayudarme con el filtro, al foro Matrixhifi por atender a mis consultas y especialmente a mi mujer, Mayte, por apoyarme y alentarme a seguir... aquí está mi granito de arena y animo a cualquiera a embarcarse, le esperan horas y horas de diversión.

Yo, por mi parte, ahora empiezo con la ecualización.

Alberto Barranco

[alberto\\_barranco@hotmail.com](mailto:alberto_barranco@hotmail.com)

Nota: este artículo tiene un carácter meramente lúdico e ilustrativo y no es apto para su uso lucrativo.