



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Altaveu que transmet la música de forma visual amb ús de ferrofluid

Document:

Memòria

Autor:

Marc Ribas Garriga

Director - Codirector:

Jordi Voltas Aguilar / Ignasi Esquerra Lluçà

Titulació:

Grau en Enginyeria de Disseny Industrial i
Desenvolupament del Producte

Convocatòria:

Primavera, 2022

TREBALL DE FI D' ESTUDIS

Resum

El projecte desenvolupat en aquest treball de final de grau té un principal motiu: la poca importància que se li dona en alguns casos a la música. La majoria de vegades que escoltem música, està en un segon pla. Al gimnàs fem exercici, la música està de fons. Quan estem estudiant o llegint, la música de fons. I així mil exemples més. L'objectiu d'aquest projecte és buscar una forma d'atraure l'atenció de l'oient, fent que no només escolti la música sinó que, a més a més, la pugui veure.

El projecte tracta d'un disseny i prototipat d'un altaveu que utilitza una substància anomenada ferrofluid per representar de manera visual el so. Aquest material es mou amb l'activació del camp magnètic d'un electroimant, que a l'activar-se i desactivar-se atrau i deixa d'atraure el ferrofluid, fent que vagi al ritme de la música. En el projecte s'analitza i es fa recerca del mercat actual, dels altaveus en general, i més important, del ferrofluid. Es creen i dissenyen diferents propostes, de les quals se n'acaba triant la que compleix millor els objectius. El model escollit es desenvolupa, dotant-lo de personalitat i donant-li cara i ulls. Finalment, es construeix un prototip físic on es comprova que realment funciona. També s'estudia de pressupost on s'estudia la viabilitat econòmica del dispositiu, per verificar la possible sortida al mercat.

En definitiva s'acaba dissenyant, prototipant i validant un altaveu funcional i de bona qualitat, dotat d'un "display" que permet gaudir de l'espectacle visual que es genera al veure el ferrofluid "ballar" al ritme de la música. La música ja no és invisible i secundària, sinó que passa a ser el centre d'atenció.

Resumen

El proyecto desarrollado en este trabajo de fin de grado tiene un principal motivo: la poca importancia que se le da en algunos casos a la música. La mayoría de las veces que escuchamos música, está en un segundo plano. En el gimnasio hacemos ejercicio, la música está de fondo. Cuando estamos estudiando o leyendo, la música de fondo. Y como este ejemplo mil más. El objetivo de este proyecto es buscar una forma de atraer la atención del oyente, haciendo que no solo escuche la música, sino que, además, pueda verla.

El proyecto trata de un diseño y prototipado de un altavoz que utiliza una sustancia llamada ferrofluido para representar de manera visual el sonido. Este material se mueve con la activación del campo magnético de un electroimán, que al activarse y desactivarse atrae y deja de atraer al ferrofluido, haciendo que vaya al ritmo de la música. En el proyecto se analiza e investiga el mercado actual, de los altavoces en general y más importante, del ferrofluido. Se crean y diseñan diferentes propuestas, de las que se acaba escogiendo la que mejor cumple los objetivos. El modelo escogido se desarrolla, dotándole de personalidad y dándole cara y ojos. Por último, se construye un prototipo físico donde se comprueba que realmente funciona. También se estudia de presupuesto en el que se estudia la viabilidad económica del dispositivo, para verificar la posible salida al mercado.

En definitiva, se acaba diseñando, prototipando y validando un altavoz funcional y de buena calidad, dotado de un "display" que permite disfrutar del espectáculo visual que se genera al ver el ferrofluido "bailar" al ritmo de la música. La música no es ya invisible y secundaria, sino que pasa a ser el centro de atención.

Abstract

The project developed in this end-of-degree project has one main reason: the little importance given to music in some cases. Most of the time we listen to music it plays on a secondary level. When we exercise at the gym, the music plays on the background and it is not the main focus, it is something secondary. It is the same when studying or reading. And so, a thousand other examples. The objective of this project is to find a way to capture the attention of the customer, making them not only listen to the music, but also see it.

The project is about designing and prototyping a speaker that uses a substance called ferrofluid to visually represent sound. This material moves with the activation of an electromagnet's magnetic field which when activated and deactivated attracts and stops attracting the ferrofluid, making it move to the rhythm of the music. Through the project the current market is going to be analyzed focusing on speakers and more importantly on ferrofluid. Different proposals are created and designed, from which is chosen the one that best meets the objectives. The chosen model is developed, giving it personality and a final product form. Finally, a physical prototype is built where it is verified that it really works. A budget is also studied, specifically the economic viability of the device, to verify the possible release to the market.

In conclusion, it ends up designing, prototyping, and validating a functional speaker, equipped with a "display" that allows you to enjoy the visual spectacle that is generated when you see the ferrofluid "dance" to the rhythm of the music. The music is no longer invisible and secondary. It becomes the center of attention.

Agraïments

Primer de tot m'agradaria donar les gràcies al Jordi Voltas, present no només com a tutor en el TFG, sinó com a mentor durant els quatre anys de carrera. Per haver fet un molt bon seguiment del projecte i per ser sempre positiu a la vegada que crític. A l'Ignasi Esquerra, per la seva implicació com a cotutor i guiar-me de la mà d'en Jordi en el TFG, sobretot en l'apartat audiovisual el qual desconeixia en gran part. Gràcies als dos per haver encarat junts aquest projecte.

Gràcies també, al tècnic de laboratori d'electrònica que ha fet que el prototip del projecte sigui una realitat, Daniel Pérez, per les "mini masterclass" d'electrònica que han fet que el ferrofluid cobri vida.

A la família, per estar sempre allà i recolzar-me, i per donar-me en cada moment la vostra opinió sobre el projecte, motiu pel qual ha quedat un projecte meravellós.

A tots aquells companys de carrera i amics, que quan em preguntaven que feia de Treball Final de Grau, veien com em sortia un somriure d'orella a orella i havien d'aguantar un llarg monòleg d'explicació d'un projecte que, si no s'ensenyava, costa molt d'explicar.

Índex de continguts

| | | | | |
|---|----|-------|---|----|
| Resum | 2 | 4.4 | Mapa de producte | 28 |
| Resumen | 2 | 4.5 | Dinàmiques creatives | 29 |
| Abstract | 2 | 4.5.1 | Moodboard | 29 |
| Agraïments | 2 | 4.5.2 | Skecthing | 30 |
| 1 Introducció | 6 | 4.5.3 | Concepte "Sketch 3D" | 30 |
| 1.1 Objectiu | 6 | 4.5.4 | Formalització de producte | 35 |
| 1.2 Requisits inicials | 6 | 4.6 | Model 3D Versió 1.0 | 37 |
| 1.3 Justificació | 7 | 4.7 | Línia de productes | 38 |
| 2 Estat de l'art | 7 | 4.8 | Conclusions de la fase de conceptualització | 40 |
| 2.1 Diferents maneres de representar la música | 7 | 5 | Fase de desenvolupament del producte | 41 |
| 2.2 Altaveus amb elements que segueixen la música | 9 | 5.1 | Solució tècnica | 41 |
| 2.2.1 Altaveus amb aigua | 9 | 5.2 | Vistes generals del model 3D | 47 |
| 2.2.2 Altaveus amb foc | 10 | 5.3 | Llistat de components | 48 |
| 2.2.3 Altaveus amb ferrofluid | 10 | 5.4 | Materials | 49 |
| 2.3 Conclusió de l'estat de l'art | 11 | 5.5 | Guia d'usuari | 50 |
| 3 Fase de recerca | 11 | 5.6 | Conclusions de la fase de desenvolupament | 51 |
| 3.1 Recerca tècnica | 11 | 6 | Fase de prototipatge | 62 |
| 3.1.1 L'altaveu | 11 | 7 | Fase de validació | 67 |
| 3.1.2 Parts d'un altaveu | 12 | 7.1 | Impacte ambiental | 67 |
| 3.1.3 Tipus d'altaveus segons el seu ús | 15 | 7.1.1 | Cicle de vida | 67 |
| 3.1.4 Tipus d'altaveus segons la seva ubicació | 16 | 7.1.2 | Les tres R | 67 |
| 3.1.5 El ferrofluid | 18 | 7.2 | Estudis de la viabilitat econòmica | 68 |
| 3.2 Anàlisi de la competència | 21 | 7.2.1 | Pressupost prototip 2.0 | 68 |
| 3.2.1 Marques d'altaveus de gamma alta | 21 | 7.2.2 | Pressupost del producte, estudi econòmic | 68 |
| 3.2.2 Comparativa de diferents altaveus | 22 | 8 | Conclusions | 71 |
| 3.2.3 Nínxol de mercat | 24 | 8.1 | Planificació i programació del treball futur proposat | 72 |
| 3.3 Recerca centrada en l'usuari | 24 | 9 | Bibliografia | 73 |
| 3.3.1 Definició de client potencial | 24 | | | |
| 3.3.2 El client potencial | 24 | | | |
| 3.4 Conclusions de la fase de recerca | 25 | | | |
| 4 Fase de conceptualització | 26 | | | |
| 4.1 Proposta de valor | 26 | | | |
| 4.2 Repàs dels requeriments | 26 | | | |
| 4.3 Característiques de l'altaveu | 26 | | | |
| 4.3.1 Segons el tipus d'altaveu | 26 | | | |
| 4.3.2 Segons la ubicació de l'altaveu | 27 | | | |

Índex de figures

| | | | |
|---|----|---|----|
| FIGURA 1. VISUALITZADOR D'ESPECTRES 2D - FONT: [3]..... | 7 | FIGURA 52. MODEL IDEA 3 – FONT: PRÒPIA. | 33 |
| FIGURA 2. VISUALITZADOR 2D I 3D - FONT: [5]..... | 8 | FIGURA 53. ALTAVEU HARMAN KARDON AURA STUDIO 3 - FONT: [5]..... | 33 |
| FIGURA 3. FONT DE MONTJUÏC - FONT: [5]..... | 8 | FIGURA 54. SKETCH SELECCIONAT – FONT: PRÒPIA. | 34 |
| FIGURA 4. CONCERTS ACOMPANYATS AMB EFECTES DE LLUM - FONT: [3] | 8 | FIGURA 55. SKETCHES DE LA POSICIÓ DELS ELECTROIMANTS – FONT: PRÒPIA. | 34 |
| FIGURA 5. ESPECTACLE AUDIOVISUAL EN LA FAÇANA D'UN EDIFICI - FONT: [5] | 8 | FIGURA 56. SKETCHES DE LA FORMA DE L'ELEMENT CENTRAL – FONT: PRÒPIA. | 34 |
| FIGURA 6. ESPECTACLE AUDIOVISUAL DE PLAYMODES - FONT: [11] | 8 | FIGURA 57. SKETCH DISSENYES DE COLUMNNA REBUTJADA – FONT: PRÒPIA. | 34 |
| FIGURA 7. ALTAVEUS QUE INTERACCIONEN AMB L'AIGUA - FONT: [6] | 9 | FIGURA 58. SKETCHES DE LA GAMMA D'ALTAVEUS AMB ELEMENTS – FONT: PRÒPIA. | 35 |
| FIGURA 8. EFECTE PROVOCAT A L'IGUALAR LA FREQUÈNCIA DE FOTOGRAFES AMB LES DE L'ALTAVEU - FONT: [7]..... | 9 | FIGURA 59. FLASC DE FERROFLUID (JOGUINA) - FONT: [3] | 35 |
| FIGURA 9. ALTAVEU QUE FA VIBRAR RECIPIENT D'AIGUA - FONT: [8] | 9 | FIGURA 60. TWISTPAD, TECNOLOGIA DE NEFF - FONT: [28]..... | 35 |
| FIGURA 10. PROTOTIP D'ALTAVEU VISUALITZADOR D'ESPECTRES AMB FOC- FONT: [9]..... | 10 | FIGURA 61. ELECTROIMANT - FONT: [11]..... | 36 |
| FIGURA 11. VAN DER WAALS FERROFLUID SPEAKER 1- FONT: [10]..... | 10 | FIGURA 62. REPRESENTACIÓ GRÀFICA RECIPIENT DEL FERROFLUID – FONT: PRÒPIA..... | 36 |
| FIGURA 12. VAN DER WAALS FERROFLUID SPEAKER 2 I 3 - FONT:[5]..... | 10 | FIGURA 63. REPRESENTACIÓ GRÀFICA VISTA EN PLANTA, DISTRIBUCIONS DELS ALTAVEUS – FONT: PRÒPIA..... | 36 |
| FIGURA 13. EXPLOSIONAT DEL VAN DER WAALS SPEAKER - FONT: [5] | 11 | FIGURA 64. IMATGES DELS DIFERENTS ALTAVEUS DE LA LÍNIA DE PRODUCTES – FONT: PRÒPIA. | 38 |
| FIGURA 14. TRANSDUCTOR ELECTROACÚSTIC - FONT: [11] | 11 | FIGURA 65. SEPARACIÓ PER PARTS DEL MODEL. PART 1 – FONT: PRÒPIA. | 41 |
| FIGURA 15. ALTAVEU - FONT: [11] | 11 | FIGURA 66. SEPARACIÓ PER PARTS DEL MODEL. PART 2 – FONT: PRÒPIA. | 42 |
| FIGURA 16. CAUSA DEL CURTCIRCUIT ACÚSTIC I POSSIBLES SOLUCIÓ - FONT: [3]..... | 12 | FIGURA 67. MECANISME SNAP-FIT - FONT: [5]..... | 42 |
| FIGURA 17. BAFLE INFINIT - FONT: [3] | 12 | FIGURA 68. EXPLICACIÓ ENEGAT/APAGAT DELS ELECTROIMANTS – FONT: PRÒPIA. | 42 |
| FIGURA 18. BASS REFLEX – FONT: [3] | 12 | FIGURA 69. SEPARACIÓ PER PARTS DEL MODEL. PART 3 – FONT: PRÒPIA. | 43 |
| FIGURA 19. PASSIVE RADIATOR - FONT: [3]..... | 12 | FIGURA 70. ELECTROIMANT DE 5KG DE FORÇA, TREBALLA A 5V - FONT: [11] | 43 |
| FIGURA 20. ESCUMA ACÚSTICA DE L'INTERIOR D'UN ALTAVEU - FONT: [5] | 13 | FIGURA 71. TAP D'ORIFICI AVANÇAT - FONT: [5]..... | 44 |
| FIGURA 21. ESQUEMA DEL FUNCIONAMENT D'UN TRANSDUCTOR - FONT: [3] | 13 | FIGURA 72. SEPARACIÓ PER PARTS DEL MODEL. PART 4 – FONT: PRÒPIA. | 44 |
| FIGURA 22. PARTS D'UN TRANSISTOR ELECTROACÚSTIC - FONT: [3]..... | 14 | FIGURA 73. DATASHEET – FONT: [29] | 45 |
| FIGURA 23. FREQUÈNCIES QUE ACAPARA CADA TIPUS DE TRANSDUCTOR - FONT: [17]..... | 15 | FIGURA 74. DAYTON AUDIO PS958 - FONT: [29]..... | 45 |
| FIGURA 24. ESTUDI REALITZAT PER EDISON RESEARCH: UBICACIÓ ALTAVEU INTEL·LIGENT - FONT: [19] | 17 | FIGURA 75. SEPARACIÓ PER PARTS DEL MODEL. PART 5 – FONT: PRÒPIA. | 45 |
| FIGURA 25. ALTAVEUS INTEL·LIGENTS SITUATS EN SALES D'ESTAR - FONT: [11]..... | 17 | FIGURA 76. SEPARACIÓ PER PARTS DEL MODEL. PART 6 – FONT: PRÒPIA. | 46 |
| FIGURA 26. ALTAVEUS INTEL·LIGENTS SITUATS A LA CUINA - FONT: [5] | 17 | FIGURA 77. MATÈRIA PRIMA PER A LA INJECCIÓ D'ABS - FONT: [5] | 49 |
| FIGURA 27. ALTAVEUS INTEL·LIGENTS SITUATS AL DORMITORI - FONT: [11]..... | 18 | FIGURA 78. MOSTRA RECIPIENT DE FERROFLUID - FONT: [5]..... | 49 |
| FIGURA 28. ALTAVEUS INTEL·LIGENTS SITUATS EN DIFERENTS ESPAIS - FONT: [3]..... | 18 | FIGURA 79. FLASC DE VIDRE, FERROFLUID DISSOLT EN SALMORRA – FONT: PRÒPIA. | 49 |
| FIGURA 29. PARTÍCULES DE FERROFLUID A ESCALA MICROSCÒPICA - FONT: [20] | 18 | FIGURA 80. ESCUMA ACÚSTICA A L'INTERIOR D'UN ALTAVEU - FONT: [11]..... | 49 |
| FIGURA 30. FERROFLUID ACTIVAT PER UN CAMP MAGNÈTIC - FONT: [20] | 18 | FIGURA 81. GUIA D'USUARI – FONT: PRÒPIA. | 51 |
| FIGURA 31. ESQUEMA DE COMPOSICIÓ DEL FERROFLUID. - FONT: [20]..... | 19 | FIGURA 82. POTS DE FERROFLUID (1L + 100ML) - FONT: [5]..... | 62 |
| FIGURA 32. IL·LUSTRACIÓ DEL CAMP MAGNÈTIC SOBRE EL FERROFLUID - FONT: [3] | 19 | FIGURA 83. FLASC DE FERROFLUID - FONT: PRÒPIA. | 63 |
| FIGURA 33. RESSONÀNCIA MAGNÈTICA - FONT: [11] | 20 | FIGURA 84. PRIMERA ADQUISICIÓ DEL PROTOTIP. FLASC DE FERROFLUID – FONT: PRÒPIA. | 63 |
| FIGURA 34. ALTAVEUS PALK ON S'USA FERROFLUID EN ELS TRANSISTORS - FONT: [11]..... | 20 | FIGURA 85. UNBOXING DEL PAQUET DE PRINCIPIANT D'ARDUINO – FONT: PRÒPIA. | 63 |
| FIGURA 35. FERROFLUID APLICAT EN LES AMORTIGUACIONS - FONT: [5]..... | 20 | FIGURA 86. ELECTROIMANT - FONT: PRÒPIA. | 64 |
| FIGURA 36. LOGOTIP BOSE - FONT: [3] | 21 | FIGURA 87. PROVES AMB ARDUINO – FONT: PRÒPIA. | 64 |
| FIGURA 37. LOGOTIP SONY - FONT: [3] | 21 | FIGURA 88. XIP MSGEQ7 - FONT: [5], [30]..... | 64 |
| FIGURA 38. LOGOTIP BANG & OLUFSEN - FONT: [3] | 21 | FIGURA 89. DIAGRAMA DE BLOCS DE L'MSGEQ7 - FONT: [5], [30] | 64 |
| FIGURA 39. GRÀFIC D'ANÀLISI DE LA COMPETÈNCIA - FONT: PRÒPIA..... | 24 | FIGURA 90. ESQUEMA DEL CIRCUÏT ELÈCTRIC – FONT: PRÒPIA..... | 65 |
| FIGURA 40. ALTAVEU D'ESTUDI DE GRAVACIÓ - FONT: [11]..... | 26 | FIGURA 91. A L'ESQUERRA, EL CODI D'ARDUINO I A LA DRETA EL DE PROCESSING – FONT: PRÒPIA. | 65 |
| FIGURA 41. ALTAVEU BLUETOOTH JBL - FONT: [11] | 26 | FIGURA 92. MODELS 3D DEL PROTOTIP 2.0 – FONT: PRÒPIA..... | 66 |
| FIGURA 42. POSSIBLE UBICACIÓ EN UNA SALA D'ESTAR - FONT: PRÒPIA. | 27 | FIGURA 93. TAULA DE COMPONENTS PROTOTIP 2.0 – FONT: PRÒPIA..... | 68 |
| FIGURA 43. ESQUEMA REPRESENTATIU DELS PUNTS DE VISTA DE CADA UBICACIÓ – FONT: PRÒPIA. | 27 | FIGURA 94. RENDER GENERAL ALTAVEU DE FERROFLUID. – FONT: PRÒPIA..... | 72 |
| FIGURA 44. MAPA DE PRODUCTE – FONT: PRÒPIA. | 28 | | |
| FIGURA 45. MOODBOARD - FONT: PRÒPIA, IMATGES EXTRETES DE: [3], [5], [11] | 29 | | |
| FIGURA 46. RESUM DIGITAL DE LA FASE D'SKETCHING – FONT: PRÒPIA..... | 30 | | |
| FIGURA 47. INTERFÍCIE DE BLENDER – FONT: PRÒPIA. | 30 | | |
| FIGURA 48. "MAGIC BOX" - FONT: [3] | 31 | | |
| FIGURA 49. MODEL IDEA 1 – FONT: PRÒPIA..... | 31 | | |
| FIGURA 50. ALTAVEU SYMFONISK - FONT: [11] | 32 | | |
| FIGURA 51. MODEL IDEA 2 – FONT: PRÒPIA..... | 32 | | |

Índex de taules

| | |
|---|----|
| TAULA 1. COMPONENTS ELECTRÒNICS D'UN ALTAVEU BLUETOOTH - FONT: PRÒPIA..... | 13 |
| TAULA 2. TAULA COMPARATIVA ALTAVEUS DE GAMMA ALTA - FONT: PRÒPIA..... | 22 |
| TAULA 3. TAULA COMPARATIVA ALTAVEUS INTEL·LIGENTS - FONT: PRÒPIA..... | 23 |
| TAULA 4. TAULA COMPARATIVA ALTAVEUS AMB ELEMENTS FÍSICS - FONT: PRÒPIA..... | 23 |
| TAULA 5. LLISTAT DE COMPONENTS - FONT: PRÒPIA..... | 48 |
| TAULA 6. PROPIETATS DE L'ABS - FONT: PRÒPIA..... | 49 |
| TAULA 7. GANTT FASE DE PROTOTIPATGE - FONT: PRÒPIA..... | 62 |
| TAULA 8. COSTOS FIXES - FONT: PRÒPIA..... | 70 |

1 Introducció

1.1 Objectiu

El resultat final d'aquest projecte està dividit en varies parts, però l'objectiu principal és el de conceptualitzar i dissenyar una gamma d'altaveus que representin la música de forma visual, centrant-se principalment en la creació d'un altaveu que transmeti la música utilitzant el ferrofluid. És un material que reacciona quan se li aplica un camp magnètic, per lo tant es podrà jugar amb el seu moviment si s'arriba a controlar. Aquest altaveu constarà de dues parts principals. Una zona visual, on l'element principal serà el ferrofluid, i una zona que contindrà tota l'electrònica, incloent-hi els altaveus.

A més a més, es realitzarà un primer prototip on es buscarà el correcte funcionament de tot el sistema electrònic, i seguidament un prototip final del producte. El procés de construcció i prototipatge seran gravats per fer un vídeo dels passos seguits per arribar al resultat final.

El prototip final depèn de les característiques del producte, és possible que es requereixin materials, formes o processos de producció massa complexes per poder fer un prototip en el temps establert.

Diferenciem els objectius del projecte en dues parts, objectius de disseny i objectius d'enginyeria:

Objectius de disseny:

- Conceptualitzar, dissenyar i prototipar l'altaveu per tal que sigui funcional i pugui ser comercialitzat.
- Dissenyar pensant en una futura col·lecció d'altaveus d'una estètica similar, en la que cada altaveu utilitza un element diferent per representar la música, com per exemple, fum, plasma, aigua, bombolles...
- Dissenyar tenint en compte l'elaboració d'un prototip a escala 1:1.
- Que el focus del producte sigui el ferrofluid.

Objectius d'enginyeria:

- Aconseguir que el ferrofluid es mantingui estable en el seu contenidor sense embrutar-lo, ni perdre les seves propietats.
- Desenvolupar un programa i un mecanisme que transformi la informació acústica en freqüències que actuïn sobre el ferrofluid.
- Que el ferrofluid es mogui en el seu recipient de forma estètica i satisfactòria.
- Dissenyar l'altaveu per tal de que compleixi realment la funció d'aquest, és a dir, que tot i que l'element principal sigui el ferrofluid, que l'altaveu tingui una bona qualitat de so.
- Elaborar un primer prototip en el qual el que es busca és el correcte funcionament del ferrofluid i l'electroimant, és a dir, el sistema complet de la connexió del telèfon mòbil via Bluetooth a l'altaveu, que acaba fent que el ferrofluid es mogui al ritme de la música. Aquest

prototip no tindrà en compte el correcte so de la música, ni l'estètica del mateix producte. Serà simplement funcional.

- Elaborar un segon prototip que s'assembli al màxim amb el producte final. Aquest, hauria d'incloure els mateixos elements que la versió 1.0, però també tindrà en compte que soni bé i l'estètica final.

1.2 Requisits inicials

Sobre el disseny de l'altaveu:

- **Disseny tenint en compte la gamma d'altaveus:** el model ha de contemplar que en un futur es podrien crear models amb altres elements que no fossin ferrofluid, i aquests models hauran de tenir una estètica similar.
- **Model produïble industrialment i comercialitzat:** la creativitat i la imaginació no tenen límits, tot i això s'ha de tenir en compte que el model s'ha de poder produir industrialment i que ha de ser comercialitzat.
- **Mínim consum elèctric:** el cost energètic d'activar i desactivar un o varis electroimants sumat a la que consumeixen els altaveus ha de ser la mínima possible, sense perdre qualitat.
- **Altaveu Bluetooth:** independentment de si l'altaveu té entrada per cable Jack 3.5mm o no, disposar de connexió Bluetooth.
- **So de qualitat:** ser fidel a una bona qualitat de so, no escatimar en altaveus.
- **Gamma i preu final del producte mitjana-alta:** No vull posar ni un mínim ni màxim inicial de preu, però al ser un altaveu únic, tindrà un disseny i característiques de gamma mitjana-alta.
- **Model 3D amb tots els components tècnics i electrònics:** Mostrar tots els components en el model 3D i en els plànols, tenint en compte el procés de producció.
- **Vídeo presentació del producte:** dur a terme un vídeo-presentació del producte, on es mostrin les característiques. Si no és possible dur a terme el prototip, fer-lo en un model 3D a partir d'animacions.

ESPECIFICACIONS

- **Disseny altaveu:**

Modelat amb Solidworks
Renderitzat amb Blender, 3ds Max i/o
Keyshot
Animacions amb 3ds Max o Blender

- **Prototip:**

Electrònica desenvolupada en l'entorn
Arduino
Preu del prototip assequible per a
l'estudiant, en cas contrari, simplificar el
prototip
Funcionalitat > Estètica

RESTRICCIONS

Pressupost limitat. Intentar obtenir ajuts (Kickstarter, UPC, Barcelona Activa ..?)
Limitació de maquinària i eines per a la fabricació del prototip.

1.3 Justificació

Plantejament de la necessitat del treball des d'una visió global i aproximant-lo a una visió més específica. Serveix per centrar i contextualitzar el treball.

El principal motiu de dur a terme aquest projecte i el que el fa diferent de la resta d'altaveus és que, un altaveu sempre ha estat un element secundari. M'explico: la música està present en el nostre dia a dia. En unes persones més, en altres menys. Algunes només l'escolten al cotxe a l'anar a treballar, i altres, com jo, escolten música mentre treballen, mentre cuinen, mentre fan exercici, mentre llegeixen, etc. Però, en tot moment és un element secundari.

Quasi mai és el centre d'atenció, sempre està de fons. Aquest projecte pretén aconseguir que la música passi a ser el focus principal, no només activant el sentit auditiu de la persona, sinó també el visual.

El projecte en si no soluciona cap necessitat bàsica humana, sinó que és el desenvolupament d'un nou producte que aporta una nova experiència a l'usuari.

Per altra banda, tal com he mencionat la música està present en el meu dia a dia, és un element que m'acompanya en tot moment, per lo tant hi ha una passió més enllà de l'objectiu principal.

2 Estat de l'art

Per començar, analitzarem què existeix avui en dia respecte a la temàtica del projecte. Per una banda, informació sobre diferents maneres de fer sentir la música d'una manera no auditiva, que és al cap i a la fi el punt clau de l'altaveu que es dissenyarà.

Per altra banda, s'analitzarà quina competència trobem en el sector específic d'altaveus amb elements que segueixen el ritme de la música.

2.1 Diferents maneres de representar la música

El principal punt d'aquest projecte és el de representar la música d'una altra forma, que no només s'activi el sentit auditiu, sinó que també s'activi el visual. Podem fer arribar informació a l'ull de dues maneres, a través d'objectes físics o digitalment. Analitzem quines formes de veure la música hi ha tant en un entorn digital com en un entorn físic.

ENTORN DIGITAL

El digital és aquell que passa darrere les pantalles. Aquest tipus de contingut té un atractiu molt fort ja que es pot jugar amb infinitat de paràmetres. Al cap i a la fi, a l'estar en un entorn virtual, el creador té control sobre cadascun dels aspectes de la representació visual. I és clar, no es necessita cap mecanisme físic.

El recurs més utilitzat per representar la música és el visualitzador d'espectre de freqüències, una animació digital que representa un diagrama de bandes d'un arxiu d'àudio, separant en diferents columnes diferents rangs de freqüències. [1]

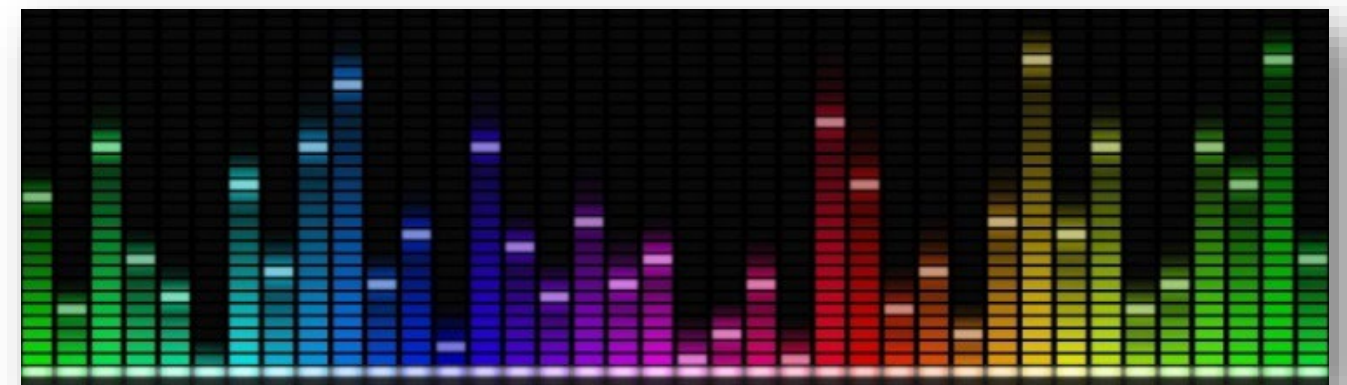


Figura 1. Visualitzador d'espectres 2D - Font: [3]

Aquesta és la representació més senzilla, a partir d'aquí, es pot trobar en moltes representacions diferents, jugant amb colors, dimensions, formes, etc.

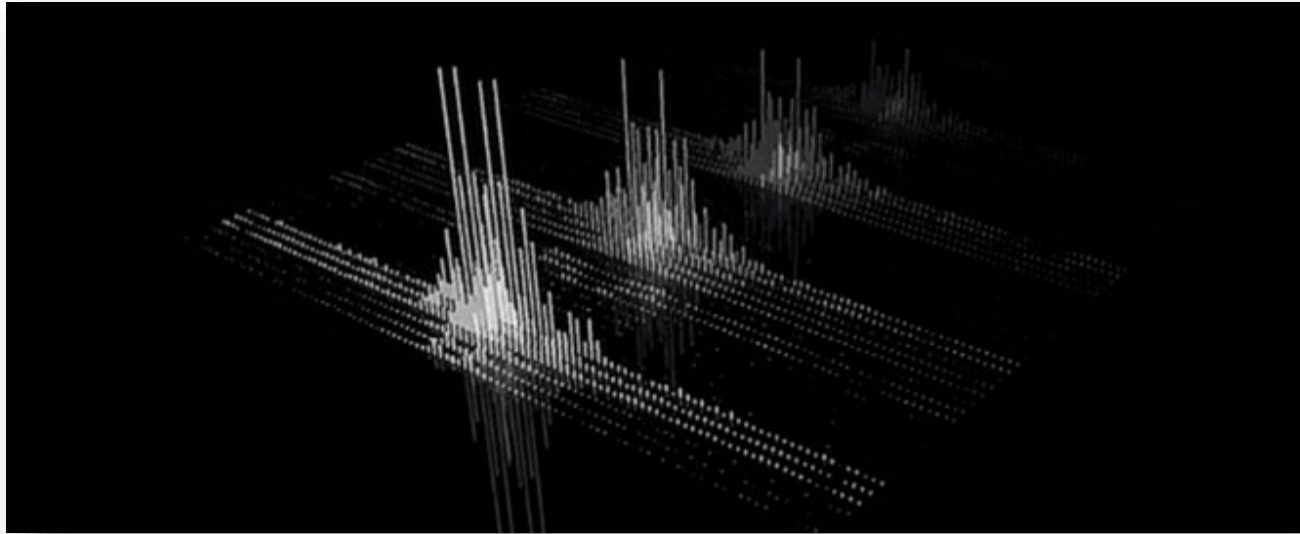


Figura 2. Visualitzador 2D i 3D - Font: [5]

ENTORN FÍSIC

L'altre forma de representar la música visualment és en un entorn físic, sense pantalla, amb elements que es mouen en un espai físic al ritme del so. L'element que domina el 99% dels casos és la llum. Tot i això, existeixen excepcions, com per exemple la font de Montjuïc, que presenta un espectacle audiovisual amb llum, aigua i so. [2]



Figura 3. Font de Montjuïc - Font: [5]

La resta de casos, i els que analitzarem, es centren en la llum. La llum ha sigut l'element que ha acompanyat al so per excel·lència des de sempre. Inclús quan no hi havia la tecnologia actual, s'empraven diferents estratègies perquè el so i la llum anessin de la mà. Actualment i gràcies a les noves tecnologies, es pot innovar de moltes maneres. Uns dels ambients que més ha explotat aquesta dualitat són els concerts i els espectacles audiovisuals.

Concerts audiovisuals

Els concerts audiovisuals són una de les modes que va sorgir que ha vingut per quedar-se. El fet d'acompanyar l'espectacle sonor, ja sigui d'un cantant, banda, DJ... amb lluminària multiplica les sensacions que rep l'espectador.

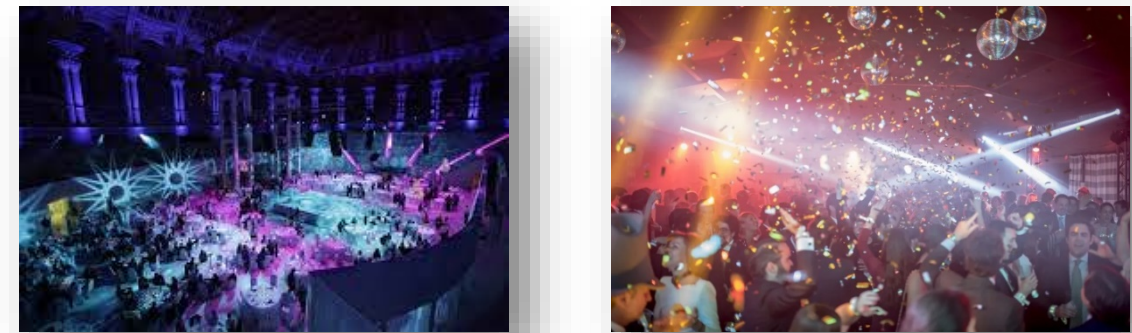


Figura 4. Concerts acompanyats amb efectes de llum - Font: [3]

Espectacles audiovisuals

Els concerts audiovisuals mencionats anteriorment, van sorgir partint de la base dels concerts. És a dir, es va implementar aquest element per millorar l'experiència. En el cas dels espectacles audiovisuals, el punt de partida canvia. Aquest concepte d'espectacle audiovisual és un esdeveniment que es va crear des de 0, fusionant llum i so. I aquest és el punt que diferencia un concert audiovisual a un espectacle audiovisual.

En l'espectacle, a diferència del concert, el so ha estat creat tenint en compte la llum, i la llum ha estat creada tenint en compte el so. No és que les llums complementin el so, sinó que van de la mà. [4]



Figura 6. Espectacle audiovisual de Playmodes - Font: [11]



Figura 5. Espectacle audiovisual en la façana d'un edifici - Font: [5]

2.2 Altaveus amb elements que segueixen la música

Passem d'espectacles d'una mida considerable a experiències reduïdes. I fent referència als altaveus, que és l'element que tracta el projecte.

No és una novetat un altaveu que incorpori algun element que segueix el ritme de la música. De fet, existeixen varis models ja comercialitzats, i altres que simplement són prototips o projectes personals.

Hi ha una infinitat d'elements amb els quals es podria interactuar, però s'han de tenir en compte diversos factors. Per exemple, no és el mateix l'energia necessària per interaccionar amb fum, que amb sorra. Seguidament analitzarem diferents casos, ja sigui de productes que podem trobar en el mercat, com prototips que estan en fase de desenvolupament.

- Font:[5]

2.2.1 Altaveus amb aigua

Existeixen una gran varietat de productes amb aquest concepte altaveu-aigua, però tots giren entorn al mateix disseny. Consta d'una part inferior sòlida, on hi incorpora els altaveus i els components electrònics, i a la part superior hi ha un contenidor amb una petita quantitat d'aigua. Quan el mecanisme funciona al ritme del so, aquest impulsa l'aigua cap amunt. Normalment va acompanyat d'un sistema de LEDs RGB que il·luminen els raigs d'aigua.

Aquest tipus de producte és l'únic que actualment es comercialitza a gran escala. No hi ha un únic model que destaquï, sinó que hi ha una gran varietat de fabricants. És un producte barat, acostuma a rondar els 30€.



Figura 7. Altaveus que interaccionen amb l'aigua - Font: [6]

Existeixen altres formes d'interacció entre aigua i so, com per exemple a l'interaccionar amb la freqüència emesa per un altaveu i la freqüència de la càmera. Tot i això, no s'hi ha profunditzat i no hi ha cap producte ni en el mercat ni en desenvolupament.

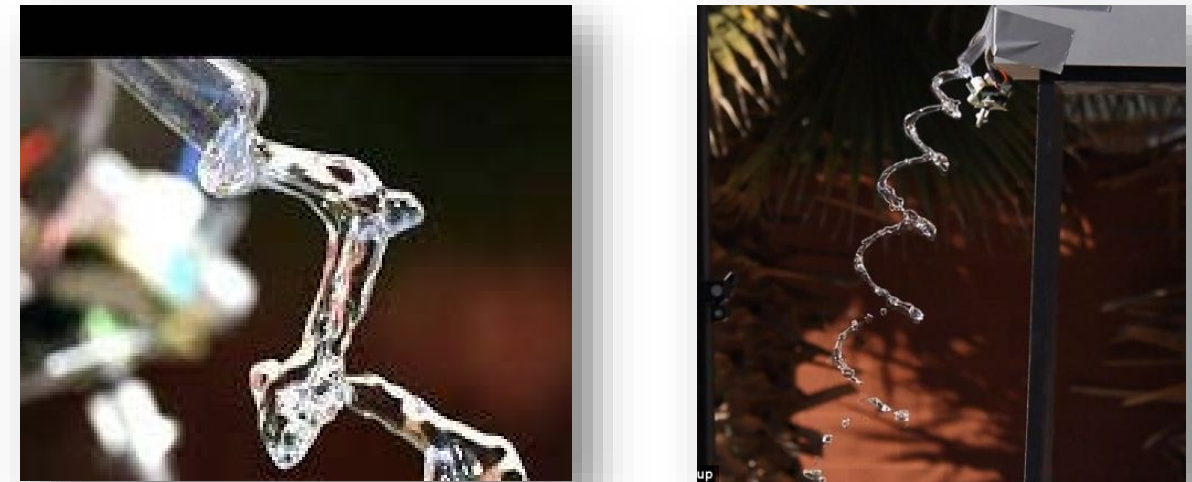


Figura 8. Efecte provocat a l'igualar la freqüència de fotogrames amb les de l'altaveu - Font: [7]

També s'ha jugat amb l'efecte que provoca la pròpia vibració de la membrana de l'altaveu, incorporant un petit recipient amb aigua just a sobre. Tot i això com s'ha dit abans, tots aquests productes es queden en el concepte.



Figura 9. Altaveu que fa vibrar recipient d'aigua - Font: [8]

2.2.2 Altaveus amb foc

Interactuar amb foc és un procés molt més complicat i car, per un simple motiu. Necessitem una font constant de gas. I un altaveu això no s'ho pot permetre. L'únic que li pot entrar i sortir còmodament és l'electricitat.

És per això que existeix només un model que es pot trobar al mercat, el qual serveix principalment com a càmping gas, i te la funció extra de poder anar al ritme de la música.

D'altra banda hi ha diferents models que sí que funcionen principalment com a altaveus, però son prototips i idees que no tenen pensat arribar a ser comercialitzades.



Figura 10. Prototip d'altaveu visualitzador d'espectres amb foc- Font: [9]

2.2.3 Altaveus amb ferrofluid

El principal factor a tenir en compte és que actualment no hi ha cap altaveu amb ferrofluid al mercat. És un concepte nou, que està en desenvolupament però que encara no es comercialitza. Aquesta és un gran avantatge.

Tot i no estar al mercat, existeixen una sèrie de projectes, uns mes avançats que altres, d'altaveus amb ferrofluid. El producte Van der Waals speaker és el més avançat avui en dia, ha fet un "crowdfunding" per recaptar diners, i ha arribat als 400.000€. Això es deu a que és un producte visualment molt atractiu i que no existeix cap altre model tant desenvolupat com aquest.



Figura 11. Van der Waals ferrofluid speaker 1- Font: [10]



Figura 12. Van der Waals ferrofluid speaker 2 i 3 - Font:[5]

- **Descripció:**

És el model més avançat que existeix avui en dia, de fet és un producte que està en la seva fase final. Els creadors esperen que surti a la venda a finals de l'any 2022. Forma esfèrica, amb una semi cúpula a la cara frontal que deixa veure un gran espai pel ferrofluid. L'altre part és on es situen tots els altres components. L'electroimant, els altaveus i la placa PCB.

- **Característiques:**

Font d'alimentació USB tipus C
 Connexió Bluetooth
 Potència dels altaveus de 50W
 2x15W drivers
 2x15W tweeters
 Radiador passiu

- **Dimensions:**

25cm de diàmetre
 Pe de 5kg

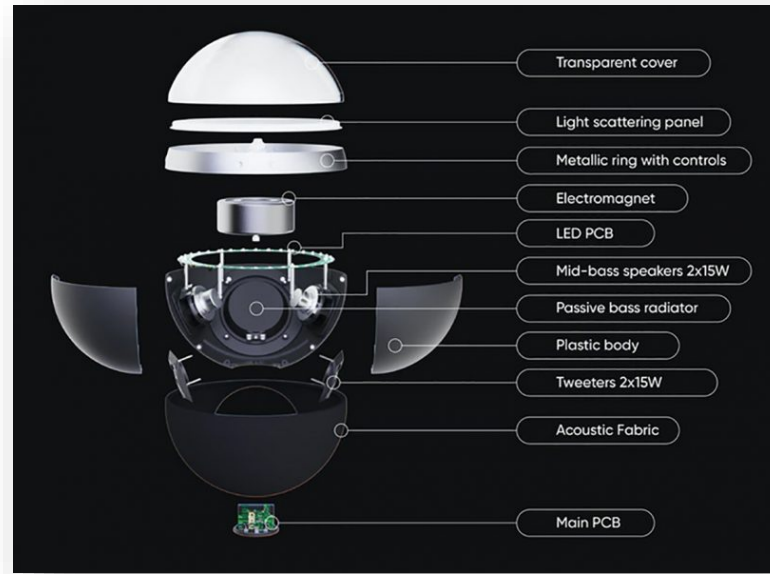


Figura 13. Explosionat del Van der Waals Speaker - Font: [5]

2.3 Conclusió de l'estat de l'art

Després de fer una recerca dins del món audiovisual podem concloure que a escala reduïda, obviant espectacles audiovisuals a gran escala, és un camp poc explorat i hi ha un bon nínxol de mercat. I concretament en el món dels altaveus, ja que només podem trobar altaveus que interactuen amb aigua i foc de manera comercial. Altaveus amb ferrofluid podem observar que la competència encara no ha entrat en el mercat, sinó que són projectes que estan en la fase de desenvolupament.

Per tant, podem definir que entrar en aquest nínxol és una oportunitat que s'ha d'aprofitar, i sobretot que hi ha llibertat per crear i innovar.

3 Fase de recerca

La recerca englobarà diferents apartats: aspectes tècnics del producte, anàlisi de la competència i usuari potencial.

3.1 Recerca tècnica

L'objectiu del projecte resumidament és dissenyar un altaveu que incorporin element, el ferrofluid. Començarem per analitzar aquests dos elements per separat. Conèixer les seves característiques i comprendre com funcionen ens ajuda a l'hora de crear i innovar, ja que s'estableixen quines capacitats i quines limitacions tenen cadascun dels elements.

Primerament, cal mencionar que quan es menciona la paraula altaveu, es pot referir a dues coses:

1. Transductor electroacústic, dispositiu que transforma l'electricitat en so.
2. Aparell electrònic que reproduïx música. Aquest és el producte complet, tenint en compte la caixa acústica, els components electrònics, i el mencionat transductor electroacústic.



Figura 14. Transductor electroacústic - Font: [11]



Figura 15. Altaveu - Font: [11]

3.1.1 L'altaveu

DEFINICIÓ

Un altaveu és un aparell electrònic capaç de transformar la informació sonora que li arriba en forma d'energia elèctrica en energia acústica. Està format principalment per una caixa acústica, els components electrònics i un o més transductors electroacústics, depenent del tipus d'altaveu. N'hi ha de molts tipus i es poden utilitzar tant per producció musical, on l'altaveu ha de ser de molt bona qualitat, com per escoltar música en el cotxe. [12]

3.1.2 Parts d'un altaveu

En trobem quatre parts principals, la caixa acústica, els components electrònics, els transductors electroacústics i la escuma acústica.

CAIXA ACÚSTICA (BAFLE)

Les caixes o gabinets acústics, també conegudes com a bafles, són caixes de fusta i en alguns casos en plàstic, que ajuden a donar la sonoritat adequada als altaveus. Han de ser dissenyades amb mesures calculades depenent de la mida, potència i elasticitat de l'altaveu. Quan es fan sense tenir en compte això, per més que tracti, i encara usant bons altaveus, mai obtindrà un bon so. [13]

Si volem un so equilibrat i net, no n'hi ha prou de connectar un o més parlants a un amplificador. Si es col·loca un parlant sense caixa suspès a l'aire, es genera un fenomen anomenat **curtcircuit acústic**¹.

Tipus de bafle:

- **Bafle infinit**

Aquest és el disseny que podem anomenar bafle pròpiament. Es tracta d'una caixa totalment segellada. El seu principi és aïllar el front de l'altaveu amb la part del darrere. Això evita que l'ona sonora que surt pel front de l'altaveu es cancel·li amb l'ona que es genera a la part del darrere.

La seva principal limitació és la mida, ja que si es vol una bona resposta de baixos es necessiten caixes molt grans. El seu so és balancejat i amb baixos suaus, per la qual cosa no és la millor opció per a qui busqui un so intens de baixos. Per aquest motiu és popular en aplicacions per a guitarra o només veu. [14]

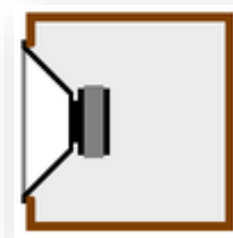


Figura 17. Bafle Infinit - Font: [3]

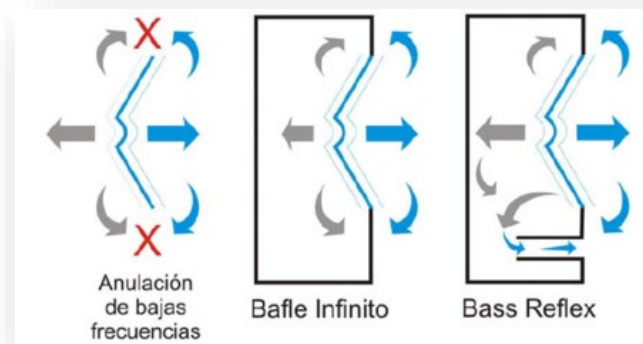


Figura 16. Causa del curtcircuit acústic i possibles solució - Font: [3]

- **Caixa de reflexió de baixos (bass reflex)**

Aquest és un dels dissenys més populars. El seu principi és aprofitar l'ona del darrere de l'altaveu per generar ressonància a la caixa i que això augmenti les freqüències baixes del sistema. Per això utilitza algun tipus de tub o orifici que ha de ser dissenyat acuradament (en la seva mida i número) d'acord amb les característiques de l'altaveu i la resposta desitjada.

Aquest disseny permet crear sistemes amb bons greus sense necessitar capses tan grans. És per això que és molt comú en monitors d'estudi, però també en sistemes professionals de so en viu, amplificadors per a baix, subwoofers, etc.

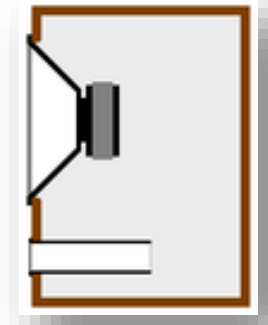


Figura 18. Bass Reflex - Font: [3]

- **Radiador passiu**

Radiador passiu, altaveu passiu o també conegut com a auxiliar "bass radiator" en anglès. Un radiador passiu de greus és molt semblant a un altaveu comú, amb la particularitat que no té bobina ni imant, es tracta simplement d'un con i una suspensió, per tant no necessita energia elèctrica per funcionar. L'energia que fa que aquest radiador de greus funcioni, procedeix de l'altaveu que l'acompanya a la mateixa caixa acústica, de l'aire que desplaça amb cada moviment. Hi ha múltiples maneres de col·locar-lo, però les més comunes són al frontal de la caixa acústica en la direcció que radia l'altaveu.

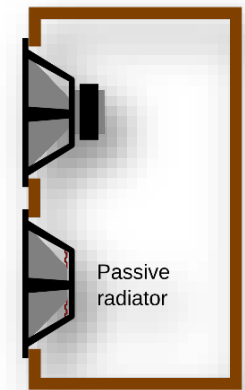


Figura 19. Passive Radiator - Font: [3]

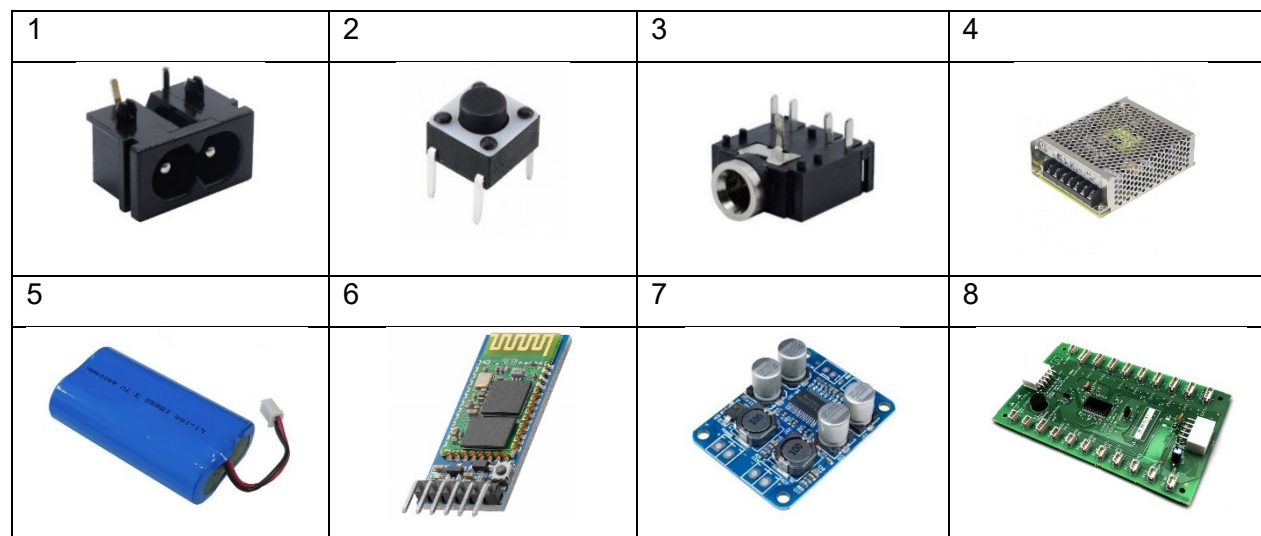
COMPONENTS ELECTRÒNICS INTERNES

Depenent del tipus d'altaveu trobem uns components o altres. Depèn de si és un altaveu d'estudi, un altaveu Bluetooth, un altaveu de peu, etc. En el cas d'un altaveu Bluetooth trobem:

1. **Femella de la font d'alimentació:** on s'endolla el cable que va connectat a la corrent per carregar-lo.
2. **Botons On / Off, Volum + / -, Bluetooth On / Bluetooth Off:** Permet engegar o apagar el dispositiu entre d'altres. Permet el control manual de l'usuari.
3. **Jack AUX:** Permet l'entrada d'un Jack 3.5 a través del qual es pot transferir la música i no sigui únicament Bluetooth.
4. **Convertidor AC/DC 12V:** el més comú és el de 12 volts, que és el que acostumen a necessitar com a màxim. Necessitem aquest component, ja que els altres components treballen en DC (corrent continu).

¹ El curtcircuit acústic es produeix quan dues ones acústiques iguals però de fase inversa se superposen anul·lant-se entre si. Aquest fenomen es dona als altaveus, la membrana de l'altaveu emet dues ones oposades per cada cara, mentre que la part frontal "empeny" pressionant l'aire, la posterior "tira" deixant una depressió, si aquestes ones es troben, el moviment s'anul·la desapareixent els greus que són les ones que produeixen més moviment d'aire i deixant un so molt pobre.

5. **Bateries:** Permeten el funcionament de l'altaveu durant una certa durada sense estar endollat.
6. **Mòdul Bluetooth:** Permet l'arribada d'informació al connectar-se a un dispositiu extern. S'evita l'ús de cables.
7. **Amplificador:** L'amplificador és el que divideix el senyal de so en diferents branques depenent de les freqüències. Per exemple, les freqüències baixes les enviarà al woofer i les altes al tweeter. El model depèn de quants altaveus tingui l'equip.
8. **CPU:** Placa electrònica que s'encarrega del funcionament total de l'altaveu. És la base d'operacions, el cervell.



Taula 1. Components electrònics d'un altaveu Bluetooth - Font: pròpia.

ESCUMA ACÚSTICA

És un element essencial i que no pot faltar a cap altaveu. Aquest element permet reduir notablement les freqüències de so que produeix l'altaveu cap a l'interior, ja que com hem vist un altaveu produeix el mateix so cap a les dues bandes, ja que és una membrana que vibra endavant i endarrere. Sense aquesta escuma les freqüències quedarien rebotant dins la caixa acústica, interferint amb les noves que es van generant, i causaria distorsió.



Figura 20. Escuma acústica de l'interior d'un altaveu - Font: [5]

TRANSDUCTORS ELECTROACÚSTICS

DEFINICIÓ

Un transductor electroacústic converteix energia elèctrica en energia acústica. Aquesta conversió té lloc en dues etapes: el senyal elèctric produeix el moviment del diafragma de l'altaveu i aquest moviment produeix ones de pressió (so) a l'aire que envolta l'altaveu.

La quantitat d'aire que cal moure depèn de la potència sonora desitjada i de la freqüència. És molt difícil construir un altaveu que funcioni a tot l'espectre de freqüències audible. Per produir un nivell acústic determinat a freqüències baixes, cal moure una gran quantitat d'aire, mentre que en els aguts s'obté el mateix nivell acústic amb una menor quantitat d'aire. Per tant, normalment comprem sistemes d'altaveus, dos, tres o fins i tot més, muntats a la mateixa carcassa juntament amb un circuit elèctric.

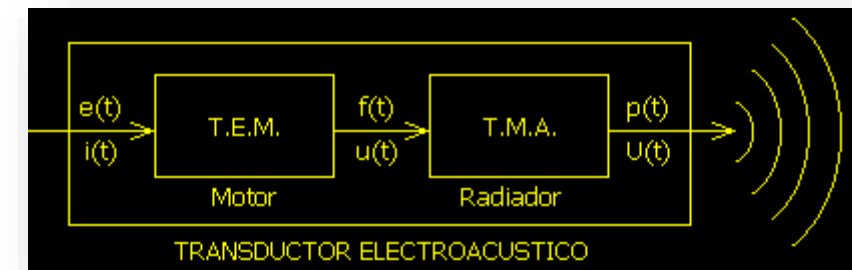


Figura 21. Esquema del funcionament d'un transductor - Font: [3]

Tenim un senyal d'àudio en forma de senyal elèctric (corrent, voltatge...). Aquesta energia és transformada en energia mecànica en el transductor electromecànic, ara es mesuren les magnituds força i velocitat: $f(t)$, $u(t)$. Després de passar pel transductor mecànic-acústic, es passa a parlar d'energia acústica, amb les magnituds pressió i cabal: $p(t)$, $U(t)$. [15]

Parts d'un transductor electroacústic

- **Xassís**

Consisteix bàsicament en una estructura metàl·lica o plàstica que s'encarrega de suportar els altres elements del transductor elèctric. Per una banda, suporta l'imant, i per l'altra, la membrana. Permet que la bobina es mogui lliurement i mogui la membrana sense tocar l'imant.

- **Bobina mòbil**

La bobina mòbil està constituïda per espirals esmaltades d'alumini o coure, muntades sobre un cavall solidari amb la membrana o simplement suportades pel mateix esmalt. Sol utilitzar fil de plata per a d'obtenir més conducció per no xocar ni amb l'imant ni el xassís.

- **Imant**

El nucli del con de l'altaveu és un imant permanent. Com més gran sigui l'imat, menor quantitat d'energia elèctrica necessites per produir el mateix volum.

L'imat d'un altaveu sol construir-se amb una ceràmica magnètica que crea un camp magnètic amb un cert flux. Aquest flux es condueix a l'entreferro per un circuit magnètic de material fèrric d'alta permeabilitat. Si l'imat és potent, l'altaveu transformarà amb bon rendiment l'energia elèctrica en acústica.

- **Suspensió i Aranya**

En un altaveu hi ha dues suspensions:

1. Suspensió superior, aranya o cercol centrador, consistent en un anell de material plàstic arrugat i rígid, que envolta la base de la neula on aquest s'uneix amb la bobina. La seva missió és limitar el desplaçament de la membrana, per evitar que la bobina se surti de l'entreferro i alhora, mantenir la bobina perfectament centrada en aquest entreferro per evitar que fregui amb les parets, cosa que acabaria destruint-la.

2. La suspensió o anell elàstic superior consisteix en un rodet de goma o plàstic, que realitza una missió similar al cercol centrador, permetent, juntament amb aquest, només els desplaçaments axials de la membrana.

- **La membrana**

La membrana és l'element que vibra degut al moviment de la bobina, i aquesta vibració és la que mou les partícules d'aire creant així ones de so.

- **Entreferro**

A l'entreferro s'ha de concentrar el flux magnètic generat per l'imat, per la qual cosa haurà de ser molt estret. A més, haurà de ser llarg perquè admeti una gran longitud de bobina. Els fabricants solen utilitzar bobines més llargues que l'entreferro, per tal que el flux magnètic interceptat per la bobina es mantingui constant, encara que la bobina pateixi un gran desplaçament.

L'alineació entreferro-bobina s'ha de mantenir en tot moment. De vegades, els xassis d'acer premsat, si es produeix un moviment o cop bruscat, poden desviar aquesta alineació, de manera que el so reproduït estarà distorsionat.

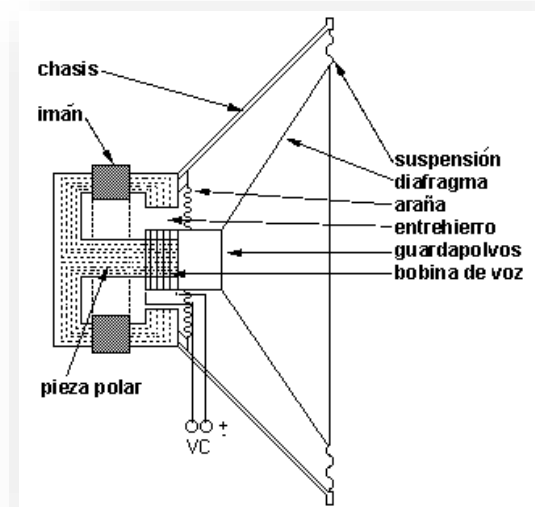


Figura 22. Parts d'un transductor electroacústic - Font: [3]

Principi de funcionament

Dos són els sistemes en què es divideix l'altaveu, un és el d'excitació i l'altre l'acústic. [16]

- **Sistema d'excitació**

El sistema d'excitació, també conegut com a motor de l'altaveu, està constituït bàsicament per un imant permanent que posseeix un fort camp magnètic, dins aquest camp magnètic està situada una bobina unida al coll del con, que pertany ja al sistema acústic.

El principi es basa en que al circular un corrent elèctric per una bobina, aquesta crea un camp magnètic que posseeix una polaritat. Si aquesta bobina està situada dins de l'acció d'un altre camp magnètic, depenent de la polaritat de la bobina, aquesta experimentarà un rebuig o un acostament dins del camp magnètic en què aquesta situada, o el que és el mateix, es desplaça en sentit longitudinal a la pròpia bobina.

- **Sistema acústic**

El sistema acústic té per finalitat transmetre un moviment a l'aire que l'envolta. Aquest moviment és l'ideal per convertir el senyal elèctric en ones de so. El senyal elèctric fa que es desplaci la bobina i aquesta mou el con.

A l'hora de construir el con de l'altaveu es tindrà en compte la mida del diàmetre d'aquest. Com més gran el diàmetre, més grans les ones que generarà i viceversa.

Tipus de transductors electroacústics

- **Full Range (Tot Rang):**

La finalitat d'aquest parlant és cobrir la major part del rang auditiu, encara que en realitat cobreix només la part mitjana i part de les freqüències altes, situant-se al voltant dels 500-8.000 Hz. Aquest tipus de parlant és utilitzat usualment en aparells de baixa gamma o en aquells tan petits que no es poden barrejar dos tipus de transductors.

- **Tweeters (Altaveus de freqüències agudes)**

Aquests tipus d'altaveus són especialment dissenyats per reproduir les freqüències agudes (Entre els 4.000Hz i 20.000Hz). El nom de Tweeter deriva del cant agut d'alguns ocells (tweet, piar en anglès). S'acostuma a connectar en parella en una sola caixa acústica per ressaltar els aguts, ja que és la banda més atenuada de tot l'espectre de freqüències.

També hi ha els super tweeter, per reproduir de forma molt més definida les freqüències més altes, fins i tot imperceptibles per l'orella humana.

- **Driver (Altaveus de freqüències mitjanes)**

Aquesta classe d'altaveus són dissenyats especialment per reproduir les freqüències mitjanes. Des de 800Hz fins a 5.000Hz.

Com que aquest rang de freqüències de l'espectre de so audible és la zona que conté els sons més familiars per a l'orella, com ara la veu humana, és fonamental que un altaveu de mitjans tingui baixa distorsió.

- **Woofers (Altaveus de freqüències greus).**

Els woofers són altaveus dissenyats per reproduir especialment les freqüències greus de l'espectre de so audible. Des dels 40Hz fins als 1.000Hz. El nom procedeix dels lladrucs greus dels gossos (woof, lladruc en anglès).

Un bon woofer reproduïx sons tan baixos com 40 Hz, comercialment és difícil trobar un woofer que reproduïx sons de 20 Hz, encara que existeixen al camp de l'experimentació a nivell de laboratori. És fàcil distingir aquest parlant dels altres, ja que usualment són més grans que els altres parlants que componen un sistema d'àudio.

- **Subwoofers (Altaveus de freqüències molt greus)**

Un subwoofer, és una unitat de botzina dissenyada per produir sons de baixa freqüència. Els subwoofers cobreixen un petit rang de freqüència entre 20 i 200 Hz. Les ones sonores de baixa freqüència són molt grans, i per tant es requereix un transductor de grans dimensions i potència per generar-les. La sensació que rep l'oient d'un subwoofer és més de vibració que de so.

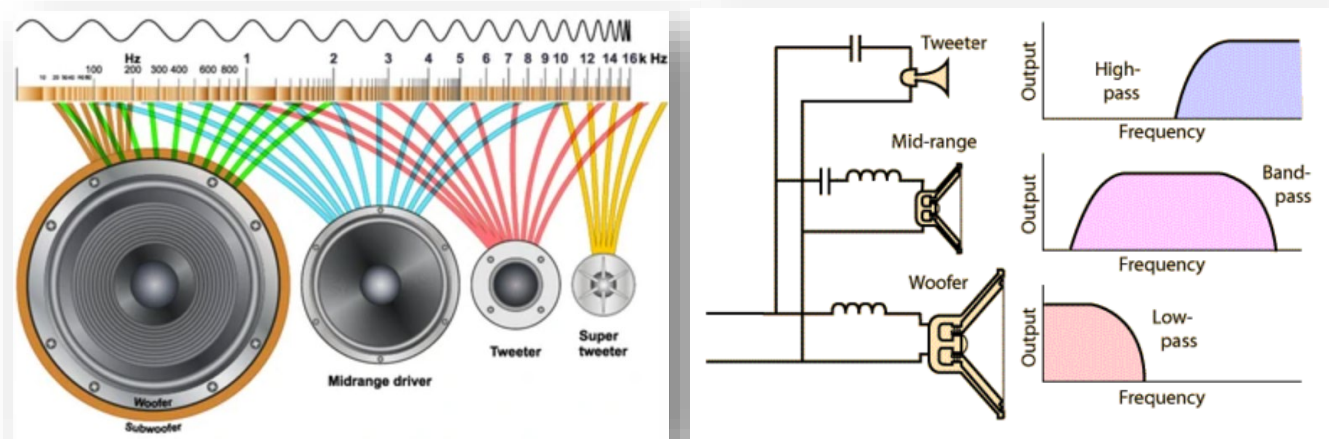


Figura 23. Freqüències que acapara cada tipus de transductor - Font: [17]

Tipus d'altaveus: segons el rang de to

Havent comprès els conceptes de tweeter, driver i woofer, hem de parlar de la classificació més bàsica: els altaveus de dos i els de tres vies.

Altaveus de dues vies

Són un dels models més comuns que existeixen, ja que compten amb un driver i un tweeter, cosa que ofereix una gamma de so relativament àmplia amb un equip de reduïdes dimensions (encara que la mida pot variar en funció de la potència que necessitem).

Altaveus de tres vies

Si vas entendre què era un altaveu de dues vies probablement no et costi gaire comprendre què és un de tres vies. En aquests models, al driver i al tweeter se'ls suma un woofer, cosa que ajuda a completar un espectre de sons més ampli gràcies a l'addició dels sons greus.

Tipus d'altaveus: passius o actius

Altaveus passius

Són bàsicament altaveus convencionals d'alta fidelitat. Els altaveus passius funcionen amb un senyal amplificat. Si l'altaveu té més d'un driver, el senyal es divideix en freqüències baixes i altes en un circuit anomenat crossover.

Altaveus actius

A diferència dels altaveus passius, els altaveus actius no necessiten un amplificador extern: l'amplificació està integrada a la caixa. De fet, els veritables altaveus actius tenen un amplificador dedicat a cada tweeter, driver o woofer que tingui.

Tot el que necessites per fer funcionar aquests tipus d'altaveu és una manera de portar el senyal de sortida als altaveus (això pot ser analògic, digital o fins i tot sense fil) i una connexió a la xarxa elèctrica.

Els altaveus actius són els més habituals en estudis de gravació professionals.

3.1.3 Tipus d'altaveus segons el seu ús

Quan pensem en tipus d'altaveus, tots tenim una idea relativament clara del que parlem. Però el que és important no és saber quins tipus d'altaveus hi ha, sinó quin és el millor per als nostres requeriments i necessitats. No és el mateix sonoritzar una petita sala on es representarà una obra de teatre que equipar el saló de casa amb un equip de so, per la qual cosa cal saber bé què volem quan comencem a buscar altaveus. [18]

Un altaveu va molt més enllà de l'aspecte professional d'un tècnic de so, per la qual cosa parlarem fins i tot dels altaveus més convencionals (i menys professionals) que es poden trobar.

ALTAVEUS D'ÚS PROFESSIONAL

Pensats per utilitzar en un estudi de música, en un escenari, club o qualsevol altre lloc on es necessiten una qualitat i potència mínimes. Aquests són els diferents tipus d'altaveus per a ús professional:

Per escoltar el tècnic de so

També anomenats altaveus FOH (de l'anglès Front of House, l'espai que ocupa el tècnic de so davant de l'escenari), aquests altaveus s'utilitzen sobretot en concerts, teatres o sales d'actuacions i tenen la funció d'oferir al tècnic de so una mostra real del so que està escoltant el públic. Se solen ubicar als costats de la taula de barreges.

Altaveus PA

Els altaveus PA (de l'anglès *Public Address*, una cosa així com "adreçats al públic") són torres molt grans d'altaveus que es poden veure als concerts, que apunten cap al públic i generen gairebé la totalitat del so de l'esdeveniment.

Monitors d'estudi

Els monitors d'estudi són els altaveus triats pels amants de la música més exquisits. Coneguts per la seva capacitat de reproduir clarament tant la veu com la música, els monitors estan molt ben optimitzats per escoltar o tocar instruments.

Monitors per a músics

Aquest tipus d'altaveus tenen la missió de fer que el músic que està tocant sobre l'escenari pugui escoltar correctament allò que està tocant ell i/o la resta de la banda.

ALTAVEUS DOMÈSTICS

Per a la gent que no busca un equip professional que pugui deixar el compte corrent a 0, també hi ha una gran varietat d'opcions a tenir en compte. Entrem dins dels altaveus domèstics, amb una qualitat de so i un preu inferior, adaptat a l'usuari comú:

Altaveus convencionals

Aquest tipus d'altaveu ha estat un element bàsic de la vida familiar des del començament de la ràdio. Per a les generacions més grans, l'altaveu era l'única manera d'obtenir so del televisor o ràdio. Solen tenir un woofer, un driver i un tweeter, cosa que elimina la necessitat de comprar diversos tipus diferents d'altaveus per produir una gama completa de so.

Es poden muntar al sostre o a la paret, i alguns tipus fins i tot es poden configurar per a exteriors. S'utilitzen principalment per a aquells usos en què es necessiti cobrir una superfície de mida mitjana.

Altaveus d'ordinador

Viatjant cap enrere en el temps, els primers altaveus d'ordinador eren petits i estaven connectats directament a la placa base. Avui dia això ha canviat moltíssim, i les targetes de so cada cop més potents ens permeten gaudir d'un so de qualitat des del mateix escriptori de casa nostra.

Per als entusiastes dels jocs o els amants de la qualitat de so, hi ha sistemes evolutius 5.1 o fins i tot totalment envoltants 7.1. Aquests són bàsicament sistemes "plug and play", amb un connector USB que va des del subwoofer a l'ordinador.

Altaveus de peu

Aquest tipus d'altaveus són sobretot utilitzats en els equips de *home cinema*. Venen en una gran varietat de configuracions i amb una àmplia gamma de sons, que depenen de la configuració que es busqui.

Se'ls podria considerar una evolució dels altaveus domèstics ja que, igual que aquells, aquests tipus d'altaveus compten amb un tweeter, un altaveu de rang mitjà i un woofer. Alguns models inclouen també un subwoofer a la barreja per a una gamma encara més completa de so.

Altaveus Bluetooth

La nova tecnologia ens permet comptar amb un altaveu capaç d'oferir bones prestacions amb la portabilitat que només pot oferir el Bluetooth. Aquests altaveus sense fil poden connectar-se a un mòbil, un ordinador o un altre dispositiu i produir un so d'alta qualitat.

La majoria dels altaveus Bluetooth han de connectar-se a una presa de corrent, encara que hi ha altaveus Bluetooth que es poden carregar i funcionar de forma totalment sense fil.

Barres de so

De tots els tipus d'altaveus, les barres de so serien una cosa així com l'híbrid. En general, la millor qualitat de so d'aquest tipus d'altaveus no es troba a les freqüències baixes dels sons greus, per la qual cosa si es busca una experiència sonora completa és bo combinar-ho amb un subwoofer per assolir una gamma de sons més àmplia.

Altaveus intel·ligents

Els altaveus intel·ligents són l'última tendència i una de les opcions més comunes en ambients domèstics. Un altaveu intel·ligent és un dispositiu que disposa d'un assistent digital amb el qual es pot interactuar. Un altaveu intel·ligent podrà reproduir música, sí; però a més podrà respondre preguntes, donar-te informació de tota mena, emetre missatges o permetre controlar tots els dispositius connectats que tinguis a casa teva.

3.1.4 Tipus d'altaveus segons la seva ubicació

En aquest anàlisi, es tindran en compte únicament els altaveus intel·ligents, que són aquells que acostumen a estar en diferents llocs de casa. Els altres tipus d'altaveus, tenen una ubicació determinada dependent del seu ús, per lo tant no es necessari fer un anàlisi d'aquest estil.

Un estudi realitzat per Edison Research als EUA en col·laboració amb la ràdio pública NPR il·lustra perfectament la ubicació més comuna d'altaveus intel·ligents. Així, es col·loca un 52 % al saló, un 24 % a la cuina, un 12 % al dormitori principal i només un 4 % al despatx.



Figura 24. Estudi realitzat per Edison Research: ubicació altaveu intel·ligent - Font: [19]



Figura 25. Altaveus intel·ligents situats en sales d'estar - Font: [11]

Al costat de l'evolució de les funcions dels altaveus intel·ligents, també canvia la ubicació dins de la llar. El 52% dels usuaris asseguren que el dispositiu es troba a la sala d'estar, que es tracta de la ubicació més comuna.

A mesura que creix l'adquisició de dispositius addicionals, altres ubicacions van guanyant rellevància. En aquest sentit, segons un altre estudi de Qualcomm es va enfocar en analitzar i comparar l'ús actual amb un ús futur d'aquests tipus de dispositius. El 35% compten amb un altaveu intel·ligent al seu *home office* i el 37% planteja incorporar-lo properament. Es deu en part a l'augment del teletreball, degut a la pandèmia. Així mateix, aquestes eines també s'estan traslladant a espais menys tradicionals, i el 29% dels propietaris consideren el jardí com una possible propera ubicació.

Aquests estudis i anàlisis ajuden a determinar quin ús serà el més demandat, dada que s'ha de tenir molt en compte. Ja que a part de ser un element decoratiu, és un element funcional, i el que es vol és obtenir el major nombre de vendes.

Per tant, trobem que la majoria de casos on s'utilitzen altaveus intel·ligents és en la sala d'estar.

Sala d'estar

La cambra, sala d'estar, sala, saló o living (de l'anglès living room) és una habitació dedicada a rebre visites, llegir, veure la televisió o realitzar altres activitats. En algunes llars, la sala és a l'àrea social, generalment al costat del menjador, i està reservada per a ocasions i visites especials.

El mobiliari consta generalment d'un sofà, acompanyat en diferents casos d'una tauleta a 40 cm del terra, mobles no molt aparatosos, una televisió, i en els casos que el saló està unit amb el menjador, també hauríem de tenir en compte una taula gran. També és molt comú col·locar quadres per donar-li vida.

L'altaveu doncs, ha d'estar dissenyat principalment per a aquesta ubicació. Segons els diferents estudis que hem vist, és la zona més comuna on s'acostumen a ubicar els altaveus; a més a més aquest percentatge, en el cas del nostre altaveu, es veuria molt més elevat degut a un motiu principal. I és que l'altaveu de ferrofluid no és un simple element, sinó que és una obra d'art. És a la vegada un element decoratiu, una peça que ambienta i dona vida a l'espai, ja que és un element dinàmic. És un altaveu que no es vol tenir amagat, apartat a un racó de la casa, sinó que es vol mostrar, que es vol que quan hi hagi visites quedin al·lucines i preguntin per l'altaveu. I on es reben les visites i es passa la majoria d'estona a la llar? Exacte, a la sala d'estar. Un punt comú on l'altaveu no tindrà un únic usuari, com podria ser en un dormitori, sinó que el podrà gaudir tot el nucli familiar i altres visitants.

Cuina

Amb la cuina ens trobem en un dilema. És la segona ubicació on més s'utilitza un altaveu intel·ligent. Per consultar receptes, posar alarmes, etc. Però en tots els casos és per estar cuinant i tenir de fons la música o les instruccions de la recepta. És per això que no és un dels objectius principals de l'altaveu, estar a la cuina. La cuina no és un espai on hi hagi decoració, sinó que és un espai merament funcional i on tot l'espai lliure és benvingut.

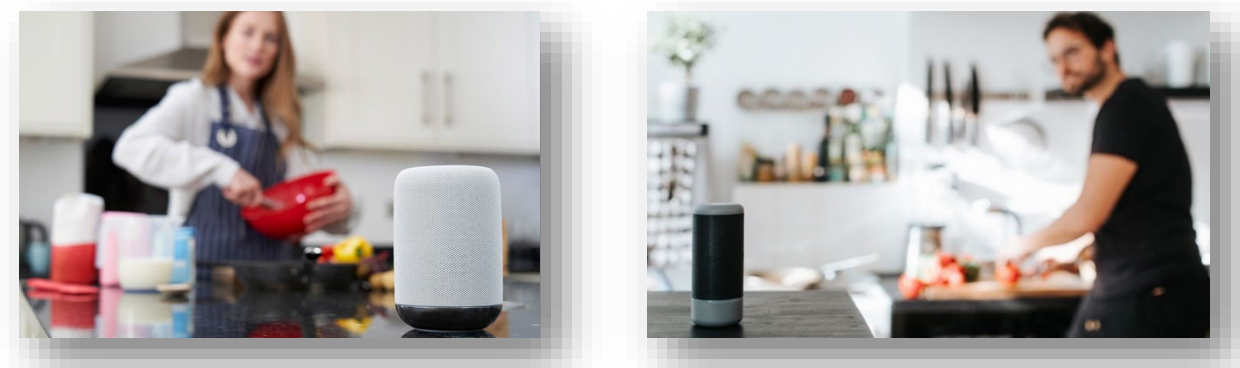


Figura 26. Altaveus intel·ligents situats a la cuina - Font: [5]

Dormitoris

Els dormitoris són la tercera zona on més s'ubiquen altaveus intel·ligents. Te tantes aplicacions en una ubicació com aquesta, que per algunes persones que el tenen ja no podrien viure sense ell. Pel matí, programar una alarma amb música, escoltar la previsió del temps, les notícies, posar recordatoris, encendre la llum/persiana remotament, etc. I per la nit, escoltar un podcast, posar-se música relaxant, apagar les llums, etc.

L'altaveu en aquest cas, seria un element tant decoratiu com funcional, que acompanya als usuaris cada matí i nit. Pensant en la fase d'ideació podria tenir un mode nocturn, on actuï com a làmpada de lava, per exemple, i tingui moviment inclús quan no s'escolti música.

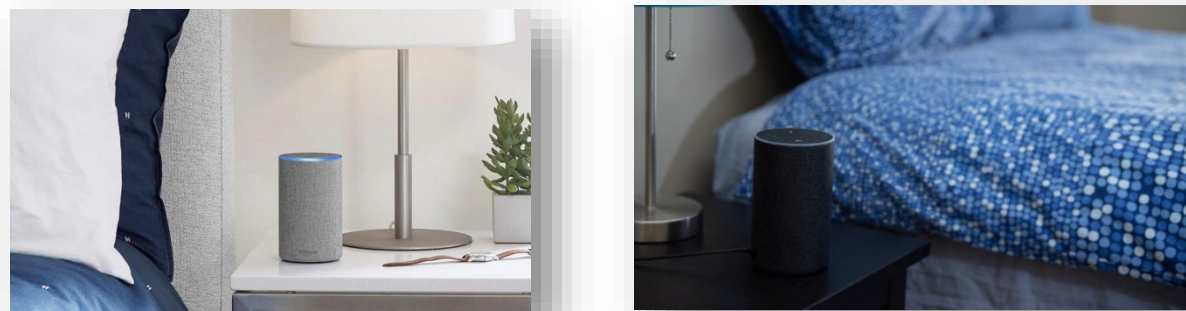


Figura 27. Altaveus intel·ligents situats al dormitori - Font: [11]

Altres: Hotels, restaurants...

Mencionem un altre cop que, estem tractant sobretot amb un element decoratiu, que ofereix un espectacle visual. El seu ús no es limita només a un ús domèstic, sinó que pot estar ubicat en molts altres localitzacions. Com per exemple hotels, restaurants, museus, etc.

Pot ser un element que decori amb harmonia tot un espai, i òbviament ha de ser un entorn acord amb el disseny de l'altaveu.

Per exemple, en un hotel modern/futurista i minimalista, podria estar incorporat tant en el hall principal com en les mateixes habitacions.

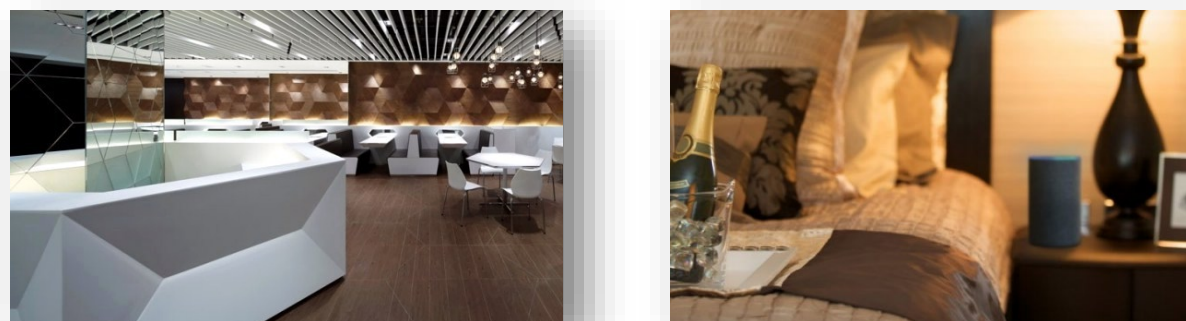


Figura 28. Altaveus intel·ligents situats en diferents espais - Font: [3]

3.1.5 El ferrofluid

DEFINICIÓ

Els ferrofluids són substàncies sintètiques compostes per nanopartícules paramagnètiques que estan cobertes per una capa de material surfactant i dissoltes en una dissolució a base d'aigua. Els mots utilitzats per descriure'l poden resultar confusos, però els anirem entenent un per un. [20]

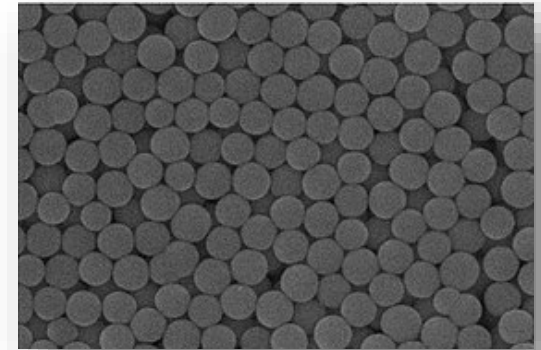


Figura 29. Partícules de ferrofluid a escala microscòpica - Font: [20]

En primer lloc, que sigui una substància sintètica implica que és creada per l'humà. Els ferrofluids no existeixen a la natura, sinó que vam haver de dissenyar-los i fabricar-los. Es van sintetitzar per primera vegada el 1963, però posteriorment (i gràcies a la seva millora), van començar a comercialitzar-se.

En segon lloc, entenem què vol dir això que estiguin compostos per nanopartícules. Es tracta de partícules amb una mida d'entre 1 i 100 nanòmetres (solen ser, de mitjana, de 10 nm), que és la mil milionèsima part d'un metre. Per tant, en un ferrofluid tenim partícules sòlides de diferents elements metàl·lics (generalment magnetita o hematita), però aquestes han estat convertides en objectes microscòpics. Si no fossin de mida nanomètrica, el ferrofluid no podria existir.

En tercer lloc, entenguem això de paramagnètic. Com podem intuir per aquest nom, els ferrofluids estan molt vinculats al magnetisme. En aquest sentit, les nanopartícules metàl·liques que comentàvem, davant la influència d'un camp magnètic (és a dir, un imant), mostren allò que es coneix com a ordenament magnètic, per la qual cosa aquestes partícules s'alineen en una mateixa direcció i sentit, per això que es formin les típiques "espines".

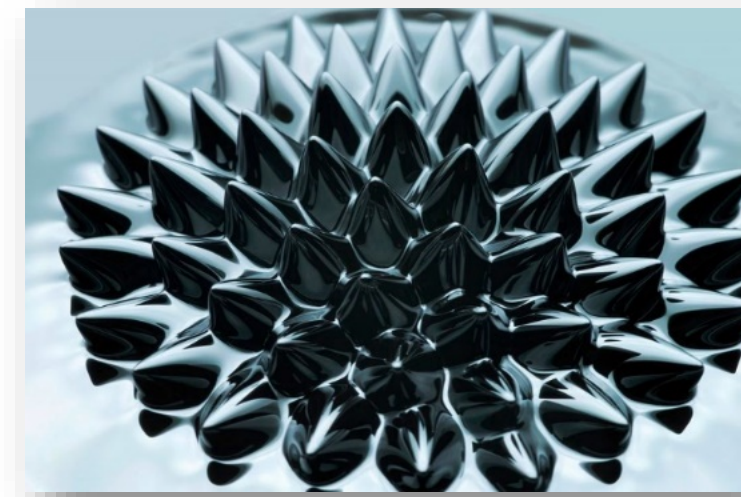


Figura 30. Ferrofluid activat per un camp magnètic - Font: [20]

En determinats llocs es pot sentir parlar dels ferrofluids com a substàncies ferromagnètiques. Però això, malgrat que sigui el més evident, no és del tot cert. Perquè fossin compostos ferromagnètics, haurien de mantenir aquesta magnetització quan ja no hi hagués influència de l'imant. Però la gràcia dels ferrofluids és, precisament, que quan apartem l'imant, recuperen la forma desordenada inicial.

En aquest sentit, els ferrofluids són tècnicament substàncies paramagnètiques, ja que malgrat que són molt susceptibles a petites forces magnètiques (per això es parla de substàncies superparamagnètiques), així que aquest desapareix, les nanopartícules deixen d'estar ordenades i tornen al seu estat d'organització irregular. El paramagnetisme implica també que com més temperatura, menor sigui la força magnètica.

En quart lloc, hem parlat que les nanopartícules estan cobertes per una superfície surfactant. Un surfactant és tota aquella substància (generalment àcid oleic, lecitina de soja o àcid cítric) que s'afegeix al ferrofluid per impedir que les nanopartícules s'hi afegeixin massa quan incideix el camp magnètic.

És a dir, el surfactant és aquell compost que evita que les nanopartícules formin una estructura regular i uniforme però sense deixar que s'ajuntin gaire, ja que perdrien l'aspecte d'un fluid. Les allunya les unes de les altres el just perquè estiguin lligades però no juntes (no s'aglomeren per molt intens que sigui el camp magnètic que hi incideix), cosa que aconsegueix generant tensió superficial entre elles.

I ja en cinquè i darrer lloc, hem dit que tots els anteriors compostos estan dissolts en una solució aquosa. I així és. En molts casos, per evitar que el propi ferrofluid embruti les superfícies que toca, s'acostuma a inserir dins de recipients amb una solució que pot estar formada per diferents elements. Acostuma a ser aigua, però també es comú utilitzar aigua amb sal. Aquesta dissolució, anomenada també salmorra, permet jugar amb el % de sal dissolta que porta per tal d'aconseguir que les densitats entre un i l'altre s'assemblin o s'allunyin. D'aquesta manera, com més semblant la densitat entre el ferrofluid i la solució aquosa, més flotarà el ferrofluid i més tardarà en precipitar-se cap al fons del recipient que els conté.

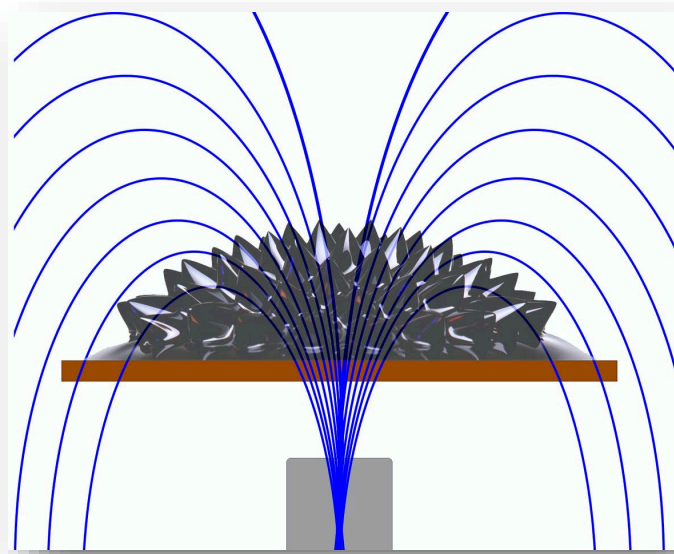


Figura 32. Il·lustració del camp magnètic sobre el ferrofluid - Font: [3]

I és que les forces de van der Waals presents a l'aigua eviten que les nanopartícules metàl·liques travessin la substància i surtin disparades cap a l'imant. És a dir, a la frontera entre aigua i aire, es desenvolupen unes forces (de Van der Waals) que impedeixen que les nanopartícules travessin la dissolució. [21]

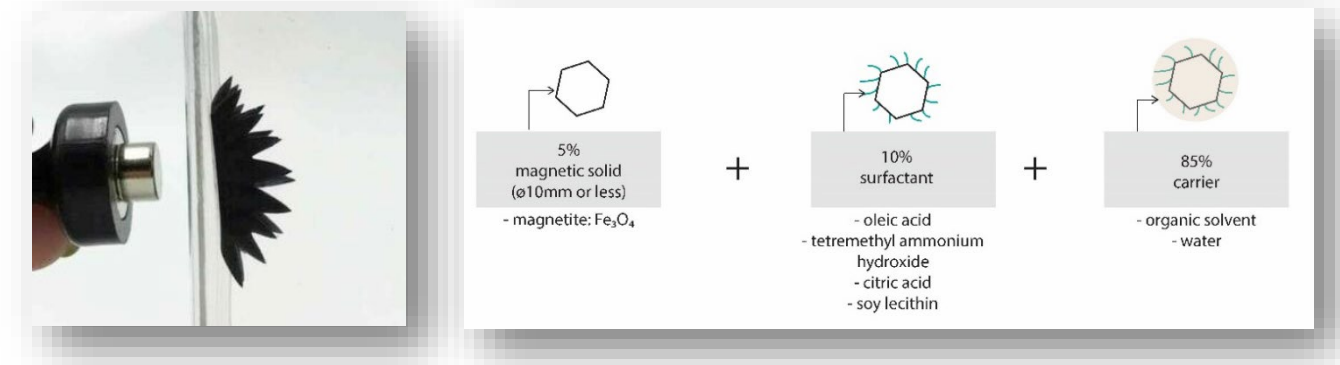


Figura 31. Esquema de composició del ferrofluid. - Font: [20]

Descripció química

Els ferrofluids es componen de partícules ferromagnètiques microscòpiques, normalment magnetita, hematita o algun altre compost amb contingut de Fe^{2+} o Fe^{3+} . Les nanopartícules són típicament de l'ordre de 10 nm. Això és prou petit perquè l'agitació tèrmica les distribueixi uniformement dins del fluid portador, així com per contribuir a la resposta magnètica general del fluid. Això és anàleg a la forma com els ions d'una solució salina aquosa paramagnètica (per exemple, una solució aquosa de sulfat de coure o clorur de manganès) li confereixen aquestes propietats paramagnètiques.

Un veritable ferrofluid és estable; això significa que les partícules sòlides no s'aglomeren o separen en fase, encara sota la influència de camps magnètics molt intensos. Tot i això, el surfactant tendeix a descompondre's al pas del temps (alguns anys) i eventualment les nanopartícules s'aglomeren i separen, deixant de contribuir a la resposta magnètica del fluid. Aquest aspecte és un gran punt en contra en el cicle de vida del producte, ja que clarament redueix la seva vida útil.

Cal remarcar una de les propietats que fan que el ferrofluid sigui un material tan complicat de tractar i manipular: degut a les seves característiques, té una elevada facilitat per adherir-se a les superfícies. És per això que sempre que es vulgui interactuar amb el component s'han de dur unes EPIs adequades.

Per exemple, si el ferrofluid toca la pell, pot deixar taques que no marxaran fins al cap d'una setmana, on seran absorbides pel propi cos al detectar-les com a invasives. Per altra banda, qualsevol recipient que hagi de contenir ferrofluid ha de ser tractat interiorment per allisar les seves parets. En cas contrari, el material s'adherirà a la superfície, tacant-la per complet. [20], [22]

Història

Els ferrofluids, com hem dit, van aparèixer a la segona meitat del segle XX i no existeixen a la natura, per la qual cosa va caldre sintetitzar-los.

La primera aproximació de fluids magnètics (o ferrofluids) es va dur a terme al segle XVIII per Gowin Knight que va preparar un fluid format per fines partícules de ferro en aigua. No obstant, no es pot parlar d'una veritable síntesi de ferrofluid fins al 1963. Stephen Papell va ser qui va fer aquesta síntesi barrejant querosè (essència) i magnetita en pols (gasolina) en presència d'àcid oleic (tensoactiu).

A continuació, per tal d'obtenir nanopartícules, va moldre durant 10 mesos el líquid. L'objectiu era produir un líquid de propulsió per a coets en absència de gravetat. Aquesta va ser la primera vegada que es va crear un ferrofluid estable.

Els treballs de Rosenzweig van conduir a una millora del procés, cosa que va permetre obtenir un ferrofluid més concentrat i magnètic. I va donar lloc a una producció industrial i a la comercialització dels ferrofluids, al principi, essencialment per l'empresa *Ferrofluidics*. Des de llavors, la investigació científica proporciona avenços diaris a la síntesi de ferrofluids.

Usos actuals del ferrofluid

En veure els ferrofluids, pot semblar que més enllà de "jugar" amb ells i veure com adquireixen formes hipnòtiques i increïblement variades no tenen gaires aplicacions. Però res més lluny de la realitat. Des de la seva invenció, els ferrofluids han tingut molts usos i de la mateixa manera, s'està investigant per trobar-ne de nous. [23]

En medicina

Actualment, els ferrofluids tenen una elevada importància al camp de la medicina. I és que s'han dissenyat ferrofluids biocompatibles, és a dir, que poden ser introduïts al cos i ser assimilats sense provocar complicacions a l'organisme. En aquest sentit, els ferrofluids de caràcter mèdic s'utilitzen com a compost present als agents de contrast, unes substàncies que es beuen (o s'injecten) abans de realitzar una tècnica de diagnòstic per imatge per obtenir fotografies amb més qualitat.

Aquests ferrofluids, doncs, són agents de contrast en les resonàncies magnètiques, les quals basen el seu funcionament en les propietats del magnetisme i és una peça fonamental en la detecció de moltes malalties (inclòs el càncer). La manera de reaccionar dels ferrofluids davant del camp magnètic (i la velocitat a què torna al seu estat inicial) ajuda a millorar la qualitat de la imatge obtinguda.



Figura 33. Resonància magnètica -
Font: [11]

En música

Des de la seva invenció, els ferrofluids han estat utilitzats per fabricar altaveus. I és que gràcies a les seves propietats ajuden a dissipar la calor dins de la bobina. Aquesta bobina produeix molta calor i el que ens interessa és conduir aquesta alta temperatura fins a l'element de dissipació tèrmica que tingui l'altaveu.

I aquí és on entra en joc el ferrofluid. I és que com s'ha esmentat anteriorment, aquestes substàncies, al ser paramagnètiques, tenen un magnetisme menor a mesura que augmentes la temperatura. D'aquesta manera, si es col·loca el ferrofluid entre un imant i la bobina aconseguiràs conduir la calor.



Figura 34. Altaveus Palk on s'usa ferrofluid en els transistors - Font: [11]

En enginyeria mecànica

A l'hora de dissenyar equips industrials, els ferrofluids són de gran interès. I és que per les seves propietats són molt útils per reduir la fricció que passa entre els components d'aquests equips.

Permeten, quan s'incideix un imant de gran potència, que les estructures mecàniques llisquin sobre ells pràcticament sense fregament (el ferrofluid gairebé no exerceix resistència) però mantenint la seva funcionalitat intacta.



Figura 35. Ferrofluid aplicat en les amortiguacions - Font: [5]

En enginyeria aeroespacial

Teòricament inventats, els ferrofluids són de gran interès en l'enginyeria aeroespacial. I és que per les propietats magnètiques i mecàniques, els ferrofluids podrien servir per modificar la rotació dels vehicles espacials en condicions d'absència de gravetat. De la mateixa manera, s'està investigant el seu ús com a propulsor en satèl·lits petits, ja que els raigs de nanopartícules magnètiques podrien ajudar a mantenir la propulsió després d'abandonar l'òrbita terrestre.

3.2 Anàlisi de la competència

En aquest estudi de mercat s'han tingut en compte: per una banda la competència dins del món dels altaveus, i per altra banda diferents models d'altaveus intel·ligents, ja que aquest és el mercat on competirà al tractar-se d'un altaveu domèstic, intel·ligent i amb una qualitat de so mitjana-alta no professional.

També es revisarà els altaveus mencionats en l'apartat 2.2 Altaveus amb elements que segueixen la música, que tot i que no estiguin actualment en el mercat, són competència.

3.2.1 Marques d'altaveus de gamma alta

BOSE [24]

Qui son?

És un líder mundial en aquest competitiu sector gràcies als seus excel·lents altaveus que ofereixen un alt rendiment amb un so clar, ric i complet.

Bose està associada amb la indústria de l'electrònica de consum, ja que s'ocupa de la fabricació, el disseny i el desenvolupament d'equips d'àudio com altaveus, altaveus per a PC, altaveus sense fil, portàtils i altaveus per a sistemes de cinema a casa. Els seus models a més de per l'excel·lent qualitat de so destaquen també pel seu avançat i elegant disseny.

Tot i això, l'assequibilitat no és exactament el que caracteritza els altaveus Bose. La gent compra altaveus Bose simplement per la gran qualitat de so que la marca ofereix constantment a cadascun dels seus productes. Per exemple, el seu sistema de música Acoustic Wave Music System II té un preu superior als mil euros, però són els altaveus preferits de molts audiòfils exigents.

Filosofia de la marca

L'eslògan de la marca és « Millor so a través de la investigació », que és un reflex de l'objectiu principal de Bose: proporcionar als consumidors la més alta qualitat possible i un desenvolupament continu en innovacions i investigació.

Aspectes forts i febles

Sobretot destaca en l'ús d'últimes tecnologies i la gran qualitat d'àudio que ofereix. No destaca per la seva estètica, segueix una línia de productes monocromàtica negra i amb un to seriós. Tot i això no desprèn sensació d'elegància.



Figura 36. Logotip Bose -
Font: [3]

SONY [25]

Qui son?

Sony és una marca que és sinònim de confiança i de prestigi, ja que ofereix productes innovadors i d'alta qualitat que garanteixen una qualitat de so increïble i un rendiment inigualable.

Sony Corporation té una àmplia gamma de productes. Està especialitzat en la fabricació, disseny i comercialització d'altaveus de gran qualitat per a ús personal i professional. Sony presenta tot tipus d'altaveus, des de petits dispositius sense fil portàtils fins a grans altaveus perquè pugui satisfer amb èxit les necessitats individuals dels seus clients.

Filosofia de la marca

Sony està compromès amb la creació de productes de la més alta qualitat, sempre innovant i cercant complir i superar les expectatives dels seus clients. En aquest sentit, volen fer productes "amigables" per a la gent i el nostre ambient.

Aspectes forts i febles

Marca més coneguda mundialment respecte a les altres d'altaveus no professionals. Marca de confiança. Preus assequibles. No té un aspecte de gamma alta, sinó de gamma mitjana.

BANG & OLUFSEN [26]

Qui son?

Bang & Olufsen és una marca pionera d'altaveus que intenta sempre oferir la perfecció acústica a tots els seus productes de gamma alta. Els seus models tenen una enginyeria precisa que ajusta cada component perquè pugui produir la major claredat de so.

Filosofia de la marca

Un afany incansable per crear el millor producte del mercat. Busquen sempre noves maneres de fer les coses. Busquen proporcionar la màxima qualitat i excel·lència, fer productes duradors per fidelitzar al client.

Aspectes forts i febles

Reconeguda com la marca més Premium d'altaveus, ofereix no només un so d'alta fidelitat, sinó que respecte a la estètica, cuiden cada producte com si fos únic. Per altra banda, la gamma de productes que ofereixen no és molt gran. Produeixen pocs models però cuiden cadascun com si fos una obra d'art. El preu és un altre punt en contra per la majoria d'usuaris comuns, ja que és elevat en comparació amb la resta de la competència.



Figura 37. Logotip Sony - Font: [3]



Figura 38. Logotip Bang & Olufsen - Font: [3]



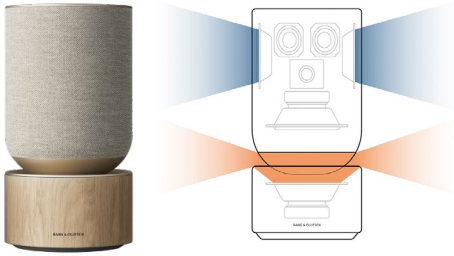
3.2.2 Comparativa de diferents altaveus

En aquest apartat es fa una comparació entre diferents models d'altaveus del mercat. L'anàlisi en si ens serveix per conèixer la competència i conèixer que ofereixen al consumidor. També ens pot servir per aprendre d'elles, veure que és el que agrada més a l'usuari, el que funciona i el que no funciona.

Els altaveus que analitzarem i la seva informació ha estat extreta de les respectives webs oficials.

Comparativa altaveus de gamma alta




Comencem comparant tres models d'altaveus de les marques que hem analitzat anteriorment.

| Nom | Imatge | Dimensions (ample x alt) | Pes | Tecnologia del so | Característiques | Preu |
|--------------------------------|---|--------------------------|---------|---|--|-------|
| Sony SRS-RA5000 |  | 23,5 x 32,9 cm | 4,9 kg | <ul style="list-style-type: none"> 3 altaveus orientats cap amunt, 3 altaveus de mitjans, 1 subwoofer Altaveu orientat cap amunt de 46 mm, altaveu de mitjans de 46 mm, subwoofer de 70 mm 3 micròfons de llarg abast So envoltant que inunda la sala Entrada d'àudio (3,5 mm) | <ul style="list-style-type: none"> Transmissió de música senzilla per Bluetooth El volum automàtic manté uns nivells constants d'una pista a una altra Calibratge de so senzill Consum d'energia 55 w Control de veu Chromecast integrat | 650€ |
| Bose Smart Speaker 500 |  | 17 x 20,3 | 2,15 kg | <ul style="list-style-type: none"> Matriu de micròfons per a la captura de veu integrada al voltant de la part superior 2 altaveus de rang complet | <ul style="list-style-type: none"> So stereo que omple tota l'habitació amb un únic altaveu Assistents per veu integrats Captació de veu d'alta qualitat Control amb veu, controls tàctils o aplicació Sis botons de preselecció | 350€ |
| B&O Besound balance |  | 20 x 38 cm | 7,2 kg | <ul style="list-style-type: none"> Dues unitats de 5,25" per a greus Dues unitats de 3" per a gamma completa Dues unitats de 2" per a gamma completa Una unitat de 3/4" per aguts 26 - 23,000 Hz | <ul style="list-style-type: none"> Connexió via Bluetooth Possibilitat d'emparellar diferents altaveus de Bang & Olufsen So autoregulable depenent de la sala Diferents configuracions d'escolta Tela acústica i materials de qualitat excel·lent | 2300€ |

Taula 2. Taula comparativa altaveus de gamma alta - Font: pròpia.

Comparativa altaveus intel·ligents



El segon mercat analitzat, endinsant-nos en una categoria dins de la dels altaveus en general, la dels altaveus intel·ligents. S'ha escollit tres dispositius de les marques més conegudes, Apple, Google i Amazon.

| Nom | Imatge | Dimensions (ample x alt) | Pes | Tecnologia del so | Característiques | Preu |
|------------------------|--|--------------------------|---------|---|---|------|
| Apple Home Pod |  | 17,2 x 14,2 cm | 0,35 kg | Transductor de rang complet i dos radiadors passius per reproduir greus profunds i aguts nítids | Conjunt de quatre micròfons per utilitzar Siri des de lluny Compatible amb parell estèreo Tela acústicament transparent | 99€ |
| Google Nest Hub |  | 12,0 x 17,7 cm | 1,2 kg | Altaveu de rang complet amb transductor de 43,5 mm 3 micròfons de llarg abast | Interruptor per apagar el micròfon Assistent de Google integrat Pantalla tàctil | 99€ |
| Echo Studio |  | 20,6 x 17,5 cm | 3,5 kg | 3 midranges de 2" (51 mm) 1 tweeter de 1" (25 mm) 1 woofer de 5,25" (133 mm) | Port de 3,5 mm Connectivitat Bluetooth | 200€ |

Taula 3. Taula comparativa altaveus intel·ligents - Font: pròpia.

Comparativa altaveus amb diferents elements físics

El tercer mercat, encara més concret que l'anterior, és el dels altaveus amb elements físics que es mouen al ritme de la música. Tal i com es menciona en l'estat de l'art, només els altaveus amb aigua es comercialitzen, i el de ferrofluid ha de sortir al mercat en els pròxims anys.

| Nom | Imatge | Dimensions (ample x alt) | Pes | Tecnologia del so | Característiques | Preu |
|-------------------------------|---|--------------------------|---------|---|--|------|
| Aolyty Altaveu d'aigua |  | 6 x 22 cm | 0,57 kg | <ul style="list-style-type: none"> ○ Potència: aprox. 2x 3 W ○ Cable d'àudio: connector jack de 3,5 mm ○ Freqüència: 220 Hz-13 kHz | <ul style="list-style-type: none"> ○ Potència: aprox. 2x 3 W ○ Connexió USB ○ Joc de colors al ritme de la música ○ 4 llums LED en 4 colors diferents ○ Closca d'acrílic amb columna d'aigua ○ Potència de 3W ○ Compatible amb port USB | 650€ |
| Van der Waals Speaker |  | 25 x 25 cm | 5 kg | <ul style="list-style-type: none"> ○ 2x15W drivers ○ 2x15W tweeters ○ Radiador passiu | <ul style="list-style-type: none"> ○ Connexió via Bluetooth ○ Port bateria tipus-C ○ Display amb ferrofluid ○ LED lateral que il·lumina el ferrofluid | 450€ |

Taula 4. Taula comparativa altaveus amb elements físics - Font: pròpia.

3.2.3 Nínxol de mercat

Una de les metodologies que ens ajuda a aclarir quins valors aporten aquests productes al mercat, a la vegada que ajuda a determinar on hi ha un possible nínxol de mercat, és fer una gràfica de l'anàlisi de la competència.

En aquesta gràfica, l'eix X determina el grau d'espectacle visual que atorga l'altaveu, és a dir, si té algun valor més enllà que l'auditiu. En l'eix Y en canvi, determina el grau de qualitat sonora que atorga.



Figura 39. Gràfic d'anàlisi de la competència - Font: pròpia.

En aquesta gràfica s'ha fet una representació de part de la competència, però d'altaveus n'hi ha una infinitat. La majoria d'altaveus i altaveus intel·ligents estan en el segon i tercer quadrant. Busquen la qualitat sonora els que estan en el segon quadrant, i els que estan en el tercer són aquells que es limiten a una menor qualitat per tal d'oferir un preu més competitiu.

El nostre producte, l'altaveu de ferrofluid, es situaria en el quart quadrant, ja que el seu punt fort és l'espectacle visual a la par que oferir un so de qualitat. A més a més, tal com veiem en la gràfica representativa, hi ha un gran espai en el que es barreja la qualitat sonora i l'espectacle visual. Aquest seria el nínxol de mercat que s'ha d'abordar.

3.3 Recerca centrada en l'usuari

La demanda del producte al cap i a la fi és un dels aspectes que fa possible que el projecte es dugui a terme, així que s'ha d'intentar satisfer al màxim les necessitats i preferències del públic. Analitzar i pensar en el *target* és una bona manera d'acotar els aspectes del disseny final preguntant a l'usuari tant per estètica, funcionalitat, ús, com preu. [27]

3.3.1 Definició de client potencial

El client potencial és aquella persona que en un determinat moment es pot convertir en comprador ja que les qualitats que presenta el fan propens.

Les raons per les quals una persona o empresa es poden convertir en client potencial d'un altre negoci poden ser:

- Posseir els recursos econòmics necessaris.
- Tenir la necessitat d'adquirir el producte que s'ofereix

En el cas de l'altaveu, la idea inicial és vendre'l directament a l'usuari, no a empreses, però encara estem a la fase de recerca i pot canviar. De totes maneres, seguint amb la idea, analitzarem les característiques del client potencial del producte, és a dir, aquella persona en la que es pensa a l'hora de preguntar-se: "per a qui estic dissenyant aquest producte?". [27]

3.3.2 El client potencial

Al llençar un nou producte i empresa, és important determinar quin segment de la població necessita o s'interessa pel producte. S'ha d'identificar de la manera més detallada possible, atenent la seva edat mitjana, el seu segment sociodemogràfic i altres interessos que puguin tenir per poder cobrir-los en un futur. Com més detallat sigui l'estudi d'aquest client tipus, millor es podrà determinar accions de promoció específiques i fer prediccions de futur al voltant del canvi de gustos o el naixement de noves necessitats.

Una de les metodologies que més s'utilitzen per a descobrir els trets que comparteixen els nostres clients potencials és la segmentació del mercat. Les variables que s'utilitzen són: demogràfiques, geogràfiques, psicogràfiques i conductuals.

Demogràfiques. Fan referència als trets de la població a què es dirigeix. És a dir, l'edat mitjana o l'interval d'edat al qual s'adreça el producte; si va dirigit a homes o dones; si el consumeixen més famílies o persones solteres; si el mercat objectiu té un poder adquisitiu alt, mitjà o baix, etc.

- Interval d'edat: 20 – 50
- Gènere: masculí i femení
- Distribució: familiar o unitari de manera indiferent
- Poder adquisitiu: mitja-alt

Geogràfiques. Interessa conèixer dades sobre el lloc de residència dels clients potencials: si es tracta de clients cosmopolites o viuen a zones rurals; si viuen en poblacions properes a la costa o són d'interior o si habiten a cases o pisos i les característiques d'aquests.

- Zona: cosmopolita
- Habitatge: casa o pis de manera indiferent
- Estil: modernista, futurista, estil no rural, minimalista

Psicogràfiques. Els trets de personalitat de cada client, els estils de vida, els seus valors i interessos poden ser claus a l'hora d'identificar el públic objectiu. Per exemple, no és el mateix una agència de viatges que es dediqui a oferir experiències úniques i exclusives per a un sector de població amb un alt poder adquisitiu a què es dirigeixi a un sector conscienciat amb el turisme sostenible, encara que també tingui un alt poder adquisitiu. Les seves necessitats i gustos no hi tenen res a veure.

- Personalitat: li agrada estar a l'última, provar coses noves, destacar i ser el punt d'atenció
- Estil de vida: vida ocupada i estressant, necessita moments de descans i relaxació
- Valors: optimista, impulsiva, responsable, extravertida
- Interessos: tecnologia, mon audiovisual

Conductuals. Fa referència als hàbits de consum: la freqüència amb què acudeixen a l'establiment o visiten la web, en el cas de *l'e-commerce*. El volum de compres que fan i la despesa, o l'ús que fan del producte.

- Tipus de consumidor: client potencial influent
- Compra: acostumat a comprar online sense necessitat de veure el producte físicament
- Caràcter: compra impulsiva, sense meditar
- Ús del producte: per gaudir-lo però també per exposar-lo i ensenyar-lo

Totes aquestes característiques les podria tenir un client potencial, de totes maneres, cal aclarir que en el cas d'aquest producte és complicat determinar un usuari potencial, ja que és un element que pot agradar o ser necessitat per a persones amb edats, estils de vida, personalitats, etc. molt variades. Per concloure, una llista resum de les característiques que tindrien en comú aquestes persones seria:

- Utilitza de forma freqüent en el seu dia a dia un altaveu
- Minimalista
- Persona que li agrada destacar
- Li agrada provar coses noves, experimentar
- Li agrada la tecnologia en general
- Interès per aquelles tecnologies curioses i diferents
- Es mou per impulsos i sensacions

3.4 Conclusions de la fase de recerca

La fase de recerca és de les més importants alhora de desenvolupar un producte. Analitzar l'entorn i tot el que ens envolta és el primer pas. S'ha fet una recerca tècnica, on s'han vist les diferents parts i com funciona un altaveu i el ferrofluid. Gràcies a aquesta anàlisi, disposem de la informació necessària per saber com dissenyar i interactuar amb aquests elements.

Per altra banda, s'ha fet una anàlisi de la competència, eina molt útil que ajuda a conèixer els competidors i entendre com funcionen i quins aspectes els defineix. Amb aquesta informació, tant podem intentar evitar-la per diferenciar-nos de la competència, com ens pot ser d'ajuda per adoptar diferents trets que els ha ajudat a triomfar.

Un altra part important de la recerca és determinar quin és el nostre nínxol de mercat. Al tenir una idea inicial o desenvolupar un producte, és complicat determinar quines característiques tindrà el teu producte. Analitzant la competència tal i com s'ha fet, es pot observar quins sectors del mercat estan saturats i quins estan lliures, per tal d'enfocar el producte cap aquella zona insaturada, on no hi hagi tanta competència, per tal de crear una demanda de part dels clients que només pugui satisfer el teu producte.

I per acabar, gràcies a la recerca centrada a l'usuari hem acotat l'usuari potencial del nostre producte, aquella persona en la que s'ha de pensar que obtindrà el nostre producte i per tant, s'ha de dissenyar tenint-la en compte.

4 Fase de conceptualització

4.1 Proposta de valor

Comencem per acotar el que volem dissenyar, per a qui, com i per què. Aclarir l'objectiu ens ajuda a no desviar-nos del camí i arribar a la meta desitjada.

- Què fa el meu producte: reproduïx música de qualitat, és altaveu intel·ligent, ofereix una experiència audiovisual única representant la música amb el moviment del ferrofluid.
- Per a qui: amants d'escoltar música amb alta fidelitat de so, i aquells que són atrevits i els hi agrada les noves tecnologies i provar coses noves.
- Com: el producte consta d'altaveus d'alta qualitat, a part d'un espai on es mostra el ferrofluid, que està cuidat per garantir el màxim espectacle visual.
- Per què: per lliurar una experiència nova, no tan sols de poder escoltar la música, sinó que també es pugui gaudir d'ella visualment.

4.2 Repàs dels requeriments

Començarem recordant els diferents requisits inicials que s'havien posat en el brief:

- Altaveu amb so d'alta fidelitat
- Respecte a l'espai on vagi el ferrofluid, que no es vegi reduït per causa de l'espai dedicat als components auditius, gaudir de màxima llibertat alhora d'innovar
- Altaveu domèstic, endollat constantment a la corrent
- Altaveu Bluetooth
- Gamma mitja-alta
- Tenir en compte la producció d'una gamma d'altaveus amb altres elements, però d'estètica similar

Després de la fase d'investigació, els requisits establerts es mantenen iguals, però s'afegeixen uns altres requeriments i limitacions ja que s'ha analitzat la competència i s'ha fet una recerca d'usuari.

Requeriments:

- Altaveu intel·ligent (Google Assistant, Alexa, etc.)
- S'ha de veure el ferrofluid des dels màxims punts de vista possible, en la competència només es pot observar des d'una direcció. Tot i que pugui suposar un cost extra, el fet de que sigui un espectacle visual 360° és un punt a favor i que destaca respecte la competència.
- La part visual ha de tenir en compte la línia de productes, que es menciona més endavant, per tal de que doni joc a altres elements i no en limiti les possibilitats. Ja que si en un futur es desenvolupa una línia de productes, aquests hauran de tenir una forma semblant.

- L'altaveu ha de tenir botons tàctils que permetin el seu control des del propi dispositiu i no només a través de Bluetooth.

Limitacions:

- El preu del ferrofluid respecte al total de l'altaveu no pot superar el 40%. És un producte en desenvolupament i car, però no pot suposar un cost excessiu i limitar el correcte funcionament d'altres parts de l'altaveu.
- L'ús de l'altaveu es limita en interiors, ha d'estar pensat per estar en taules, mobles, tauletes de nit, prestatgeries, per lo tant la mida està limitada.
- Possible col·locació en taula central, visualment atractiu des dels màxims punts de vista possibles.
- Forma limitada a un recipient que pugui contenir el ferrofluid o no sigui fràgil ni posi en perill el material.

4.3 Característiques de l'altaveu

Una altra forma d'acotar les característiques és observant quin tipus d'altaveu es vol dissenyar, on s'ubicarà i quins usos se li donaran.

4.3.1 Segons el tipus d'altaveu

Anteriorment s'han analitzat els diferents tipus d'altaveus segons el la seva categoria i professionalitat. (*Apartat 3.1.3 Tipus d'altaveus segons el seu ús*).

Es dividien els altaveus en aquests subapartats:

Altaveus d'us professional:

Per escoltar el tècnic de so
 Altaveus PA
 Monitors d'estudi
 Monitors per a músics

Altaveus domèstics:

Altaveus convencionals
 Altaveus d'ordinador
 Altaveus de peu
 Altaveus Bluetooth
 Barres de so
 Altaveus intel·ligents



Figura 40. Altaveu d'estudi de gravació - Font: [11]

Figura 41. Altaveu Bluetooth JBL - Font: [11]

L'altaveu a dissenyar no serà d'ús professional, sinó d'ús domèstic. Tot i això, a part de garantir la millor experiència visual, s'ha de obtenir una qualitat de so adequada a la qualitat de l'altaveu. Per això, tot i no ser un altaveu dedicat a l'àmbit professional, ha de tenir uns mínims requisits.

L'altaveu es pot definir com a una barreja entre altaveu intel·ligent i un altaveu convencional:

Altaveu intel·ligent:

Un altaveu intel·ligent és el centre de la casa. T'ofereix un ventall d'aplicacions i funcionalitats molt gran. És per això que l'altaveu del projecte incorporarà els components necessaris per ser un altaveu intel·ligent, perquè l'usuari es pugui connectar a ell i controlar des del mòbil no només la música, sinó altres aspectes que es veuran més endavant.

Altaveu convencional:

Obtindria la qualitat que ofereix un altaveu convencional, és a dir, arribar a totes les freqüències. Així doncs, hauria de disposar mínim d'un tweeter, driver i woofer. Mínim perquè és possible que per obtenir una millor qualitat es precisi de més d'un dels elements. Per exemple, els tweeters, emeten un so de manera molt més direccional que els woofers, per lo tant, com més tweeters enfocats cap a diferents sentits, més uniforme es distribuirà el so en l'estança.

4.3.2 Segons la ubicació de l'altaveu

Un dels aspectes dels que depèn la qualitat de so d'un altaveu és la relació entre els seus components i on s'ubica. Un cop queda clar que no es tracta d'un altaveu professional, es defineix que tindrà un ús domèstic, ja que és una barreja entre element decoratiu i funcional. Anem a veure quines estances pot ocupar.

Anteriorment s'han analitzat els diferents tipus d'altaveus segons el la seva ubicació 3.1.4.

Podien estar ubicats en:

Sala d'estar, cuina, dormitoris, despatx, hotels, restaurants...

El disseny de l'altaveu es centrarà en estar ubicat tant en qualsevol d'aquestes estàncies, menys la cuina. De totes maneres, s'ha fet recerca de la possible ubicació ja que en determinarà no només l'ús que se li pugui donar sinó que a més a més, en determinarà la forma. En determinarà la forma ja que dins d'aquestes diferents ubicacions, sala d'estar, despatx, etc. tenen una sub-ubicació. Per entendre'ns:

Dins de la sala d'estar, l'altaveu pot estar ubicat en moltes zones diferents, que limitaran tant la qualitat de so com la visual. Pot estar col·locat en una cantonada, en un moble de paret, inclús en un centre de taula.

En aquesta sala d'estar, per exemple, s'ha col·locat el producte en tres possibles ubicacions. En una taula central, una taula lateral, i un pilar de cantonada. Un dels objectius principals és que es pugui veure el display de ferrofluid des de les màximes vistes possibles, ja que en la competència es caracteritza en part per poder veure el ferrofluid des d'un únic punt de vista frontal.



Figura 42. Possible ubicació en una sala d'estar - Font: pròpia.

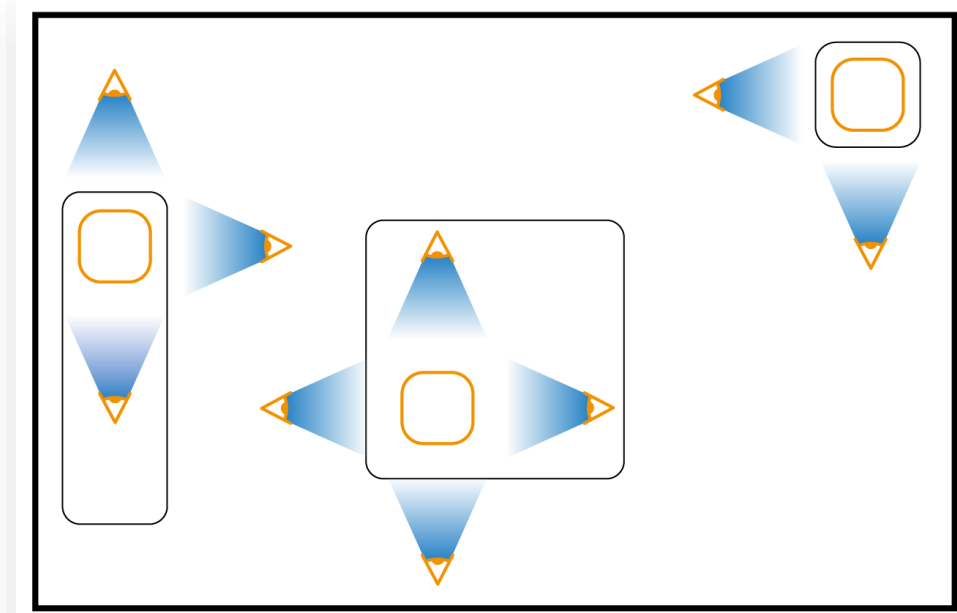


Figura 43. Esquema representatiu dels punts de vista de cada ubicació - Font: pròpia.

1. Model situat a la dreta, té dues restriccions, una cantonada. Per tant, necessita poder mostrar dues cares com a mínim.
2. Model situat a l'esquerra, té una sola restricció, la paret. Per tant, necessita poder mostrar tres de les cares mínim.
3. Model situat al centre, cap restricció.

La ubicació que ens limita és la central, permetent que es pugui veure el display des de 360°. Com que volem que es pugui veure des de totes bandes, l'altaveu tindrà un recipient que permetrà una visió de l'element des de tots els angles.

4.4 Mapa de producte

A partir d'analitzar les característiques basades en categoria, ubicació i us, podem desenvolupar un mapa de producte diferenciant els components i les funcionalitats.

A l'esquerra, hi ha de manera esquemàtica tots els components que haurà de dur el dispositiu, mentre que a la dreta, les diferents funcionalitats que tindrà com es podran aplicar.

S'han dividit els components en quatre subdivisions, els components d'àudio (aquells elements relacionats directament amb la generació de so), els de l'apartat visual (aquells que generen l'espectacle visual del producte), els estructurals (aquells necessaris perquè tot tingui una uniformitat i s'aguanti) i els electrònics (aquells requerits perquè tot el conjunt funcioni).

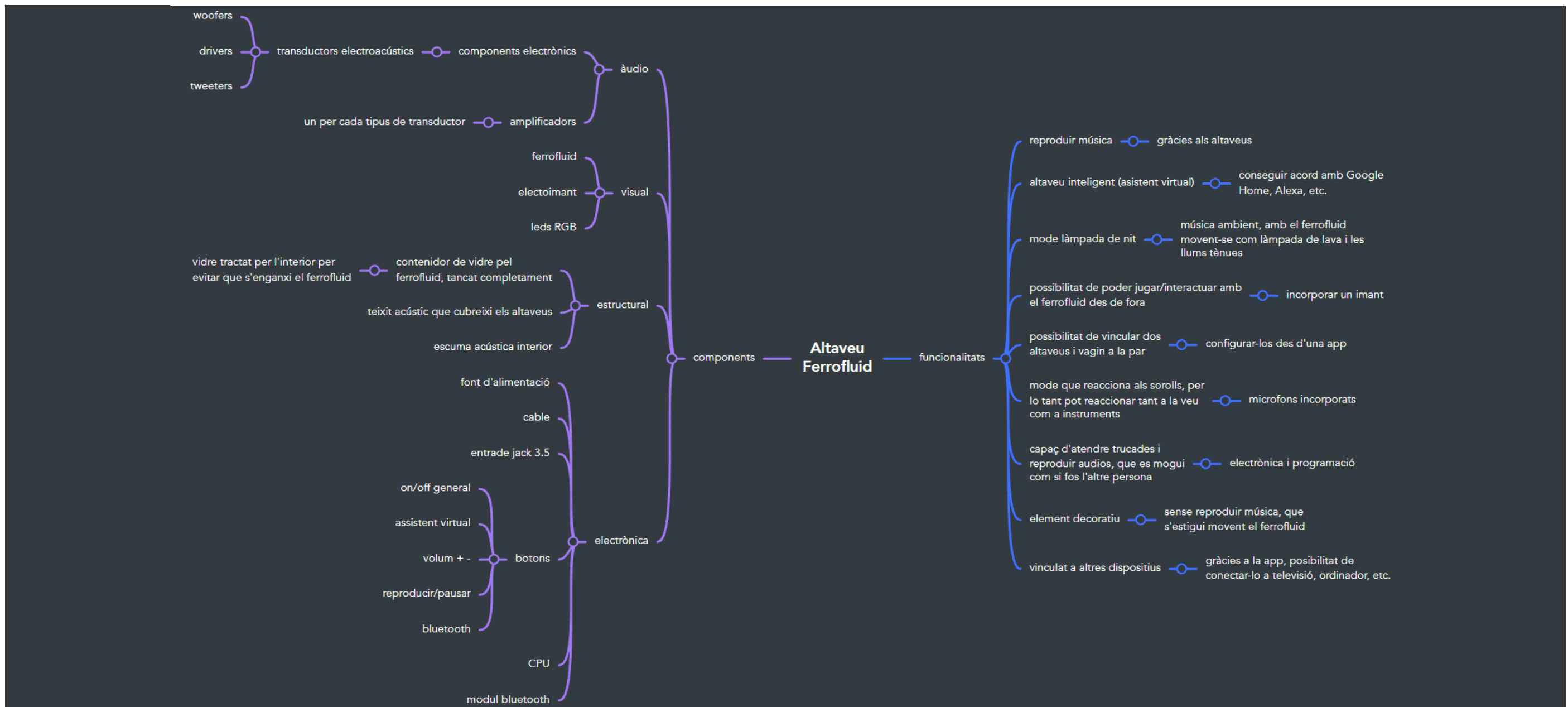


Figura 44. Mapa de producte – Font: pròpia.

4.5 Dinàmiques creatives

4.5.1 Moodboard

La creativitat va acompanyada necessàriament d'inspiració. És molt difícil inventar o dissenyar des de 0, però barrejant i unint diferents idees que ja han estat implementades, podem crear quelcom nou. És per això que la creació d'un moodboard, agafant diferents elements que ja existeixen, pot ajudar a obrir la ment i relacionar conceptes. El moodboard es divideix en dues parts, la secció esquerra i central es centra en la forma estructural, materials i colors, mentre que la secció de la dreta es centra més en formes i maneres d'interactuar amb el ferrofluid.

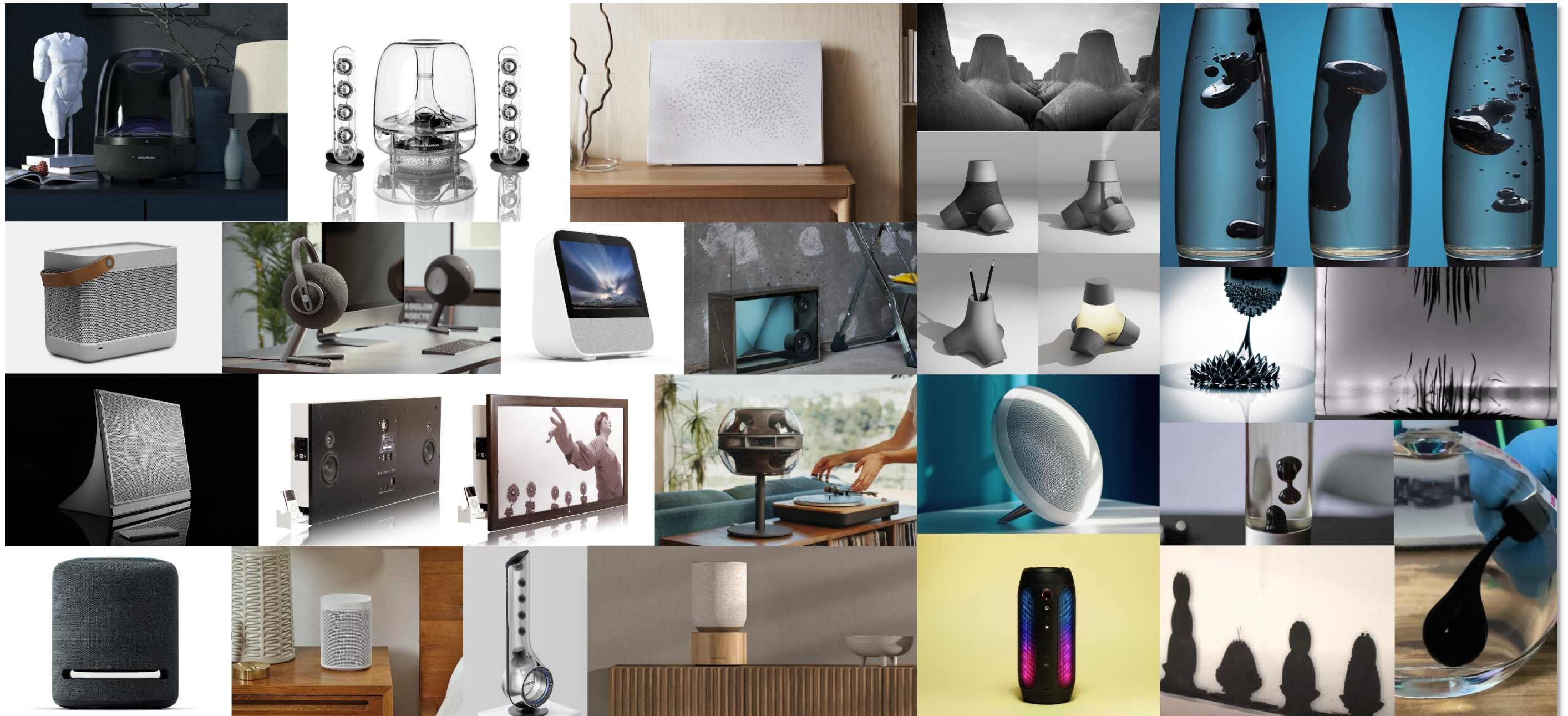


Figura 45. Moodboard - Font: pròpia, imatges extretes de: [3], [5], [11]

4.5.2 Sketching

Un cop s'ha analitzat diferents productes existents, gràcies al moodboard, i s'ha determinat quines formes i quina estètica es seguirà, és necessari portar totes aquestes idees al nostre terreny, complint una sèrie d'aspectes:

- Respectar els requisits inicials
- Tenir en compte les limitacions
- Pensar en la viabilitat del projecte

Tenint en compte aquests factors, una de les metodologies més útils i conegudes és la de sketching. Tracta de plasmar en el paper (o digitalment) totes aquelles idees que es tenen, per tal de donar-li forma a aquella idea que no en tenia. Es pot experimentar tant com es vulgui, però sense deixar de banda el que es vol fer.

Aquesta imatge és un resum dels sketches fets, passats a digital. *La totalitat dels sketches fets a mà es troben a l'Annex.*

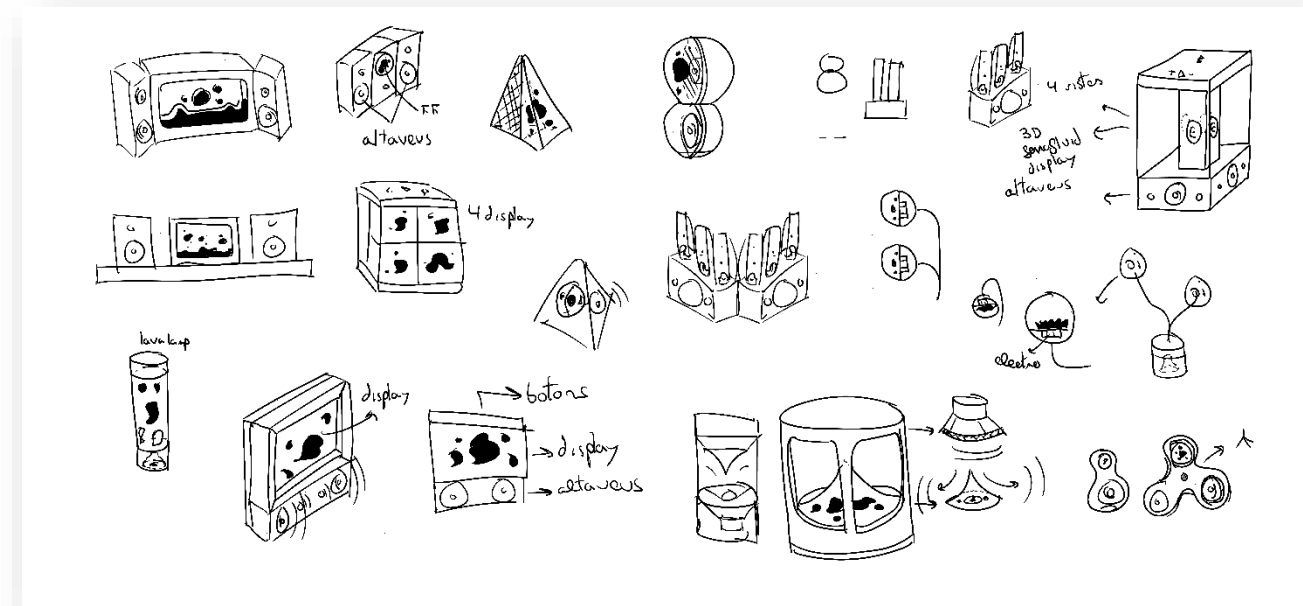


Figura 46. Resum digital de la fase d'sketching – Font: pròpia.

4.5.3 Concepte “Sketch 3D”

Avui en dia la tecnologia ha avançat tant ràpidament que ens permet fer un munt de coses que fa un temps no ens imaginàvem. Un d'aquests avenços ha estat en el desenvolupament de softwares per modelar i renderitzar. Un d'aquests programes s'anomena **Blender**, un software obert al públic que té una infinitat d'opcions relacionades amb modelatge, texturitzat, renderitzat i animació entre d'altres.

Aquesta potent eina ens permet en un sol programa, modelar i renderitzar en un temps rècord. És per això que volia fer menció al que he nomenat “Sketch 3D”. El concepte al qual faig referència és al de perseguir el mateix objectiu que el d'un sketch, però mil cops millor.

L'objectiu d'un sketch és transmetre una idea el més ràpid possible, plasmant-la en dues dimensions.

Aquests programes el que ens permeten, és transmetre una idea de manera ràpida, modelant-la directament en 3 dimensions, de manera que queda molt més clar el concepte, i a més a més permet donar-li una visió realista.

És una eina meravellosa, la de plasmar idees modelant ràpid sense enfocar-se de ple en els components o en altres detalls que no es requereixen en una fase tant verda del producte.

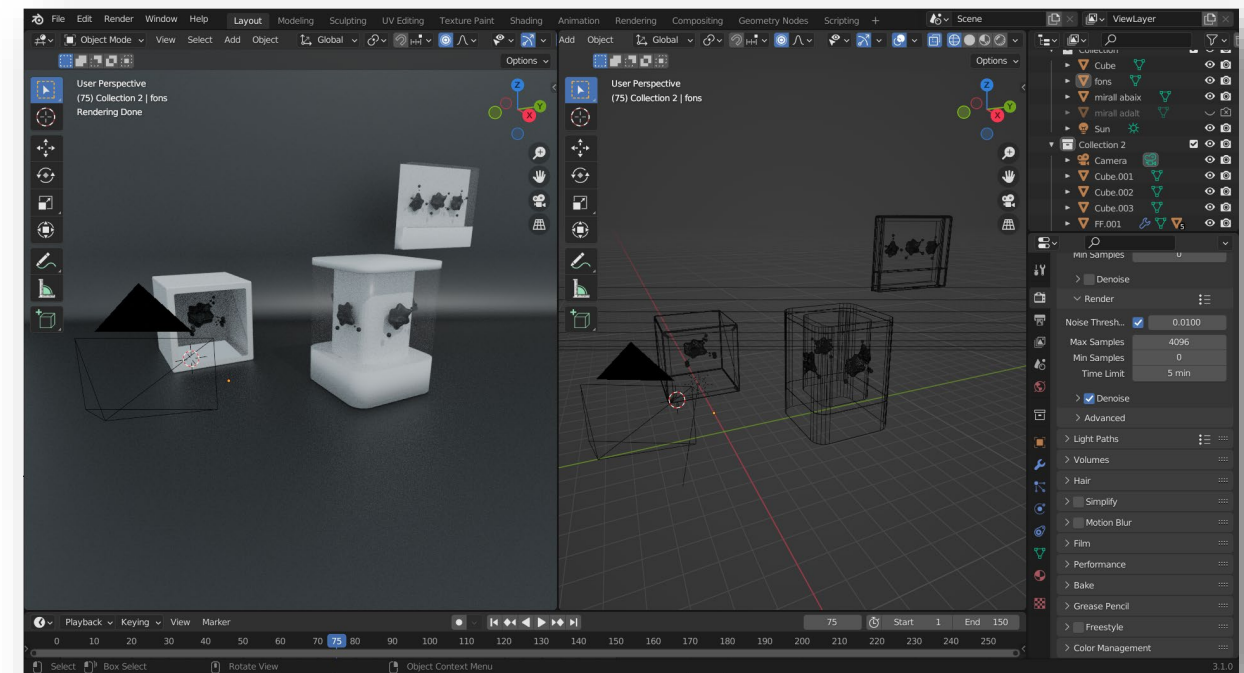


Figura 47. Interfície de Blender – Font: pròpia.

Per seleccionar quina idea era la més vàlida, s'han seleccionat tres de totes les representades durant el procés d'sketching per tal de visualitzar-les en un entorn més "real" que un paper.

MODEL IDEA 1:

Una de les idees sorgeix a partir d'una joguina de la infància, una capsa amb una cara oberta, que a priori semblava buida, i que al llençar una moneda, no apareixia dins la caixa. El truc estava en que la caixa tenia un mirall a 45 graus col·locat en la diagonal de la caixa, de manera que reflectia l'altre meitat de la caixa. Mentre que en realitat, l'altre meitat estava oculta.

La mateixa idea s'aplica en el model d'altaveu, on un mirall inclinat a 45° dona la sensació de que el ferrofluid, flota a l'estar col·locat al mig de la caixa i no estar en contacte amb cap paret.

Aquest model incorporaria els altaveus i l'electrònica a la meitat del cub que tal i com hem dit oculta el mirall.

Punts dèbils:

- Possible falta d'espai per als components
- No és visible des de tots els angles
- No és segur que sigui visualment atractiu l'efecte òptic



Figura 48. "Magic Box" - Font: [3]

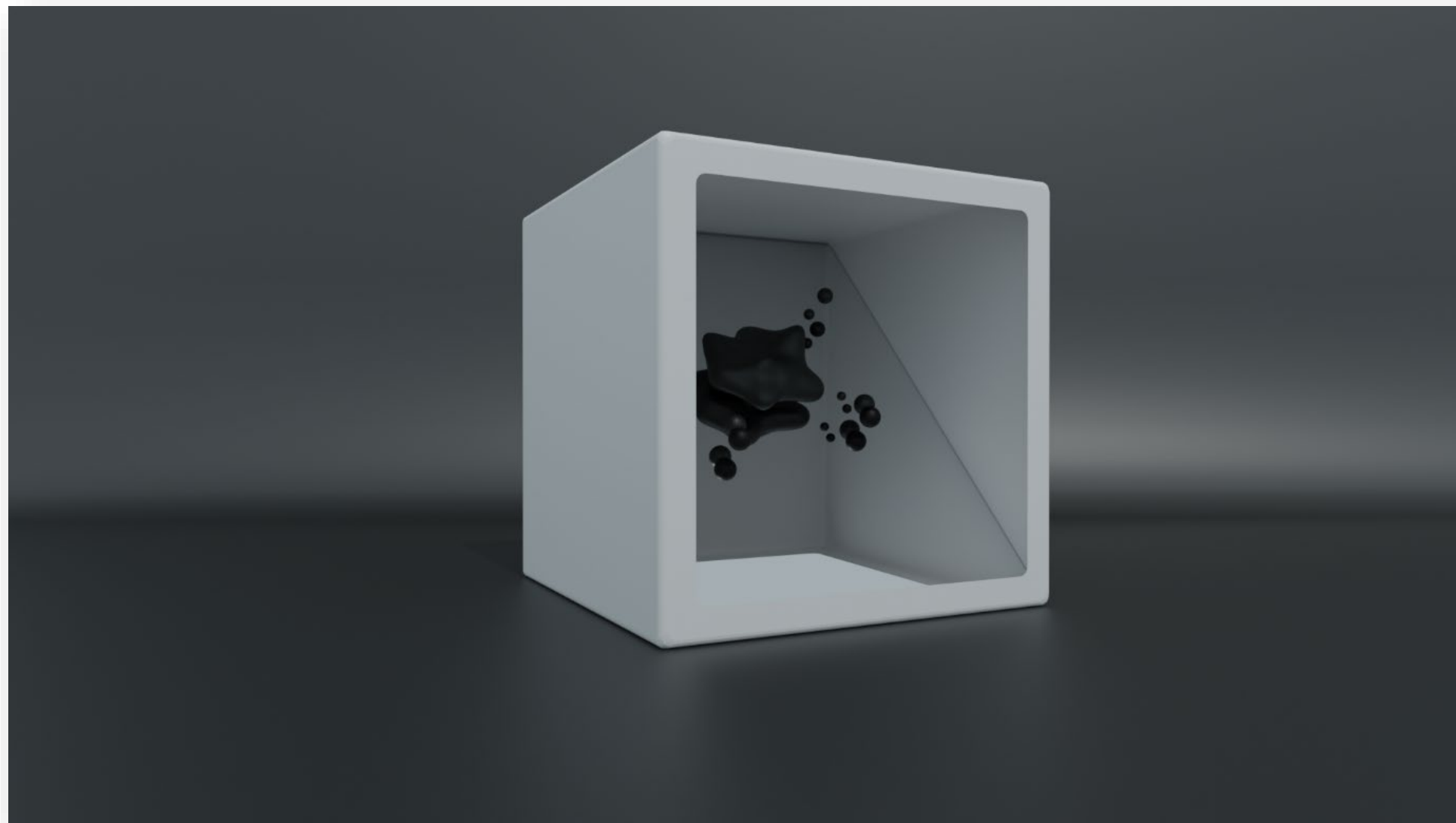


Figura 49. Model idea 1 –
Font: pròpia.

MODEL IDEA 2:

Aquesta idea és molt diferent a les altres, ja que és l'única que proposa un altaveu que no se situa sobre una superfície, sinó que aniria a la paret. Seria semblant a un quadre, però amb moviment, i a més a més inclouria altaveus.

La idea dels altaveus en forma de quadre no és la primera vegada que es veu. Ikea va llençar al mercat en col·laboració amb Sonos un producte revolucionari, un altaveu camuflat sota la imatge de quadre. [11]

Punts dèbils:

- Possible falta d'espai per als components
- Perillositat, massa pes per ser aguantat per la paret si no es clava bé
- Altaveus petits degut a l'intent de minimitzar el pes
- Si cau, el líquid embrutaria tot el que toqués i es molt complicat de netejar



Figura 50. Altaveu SYMFONISK - Font: [11]

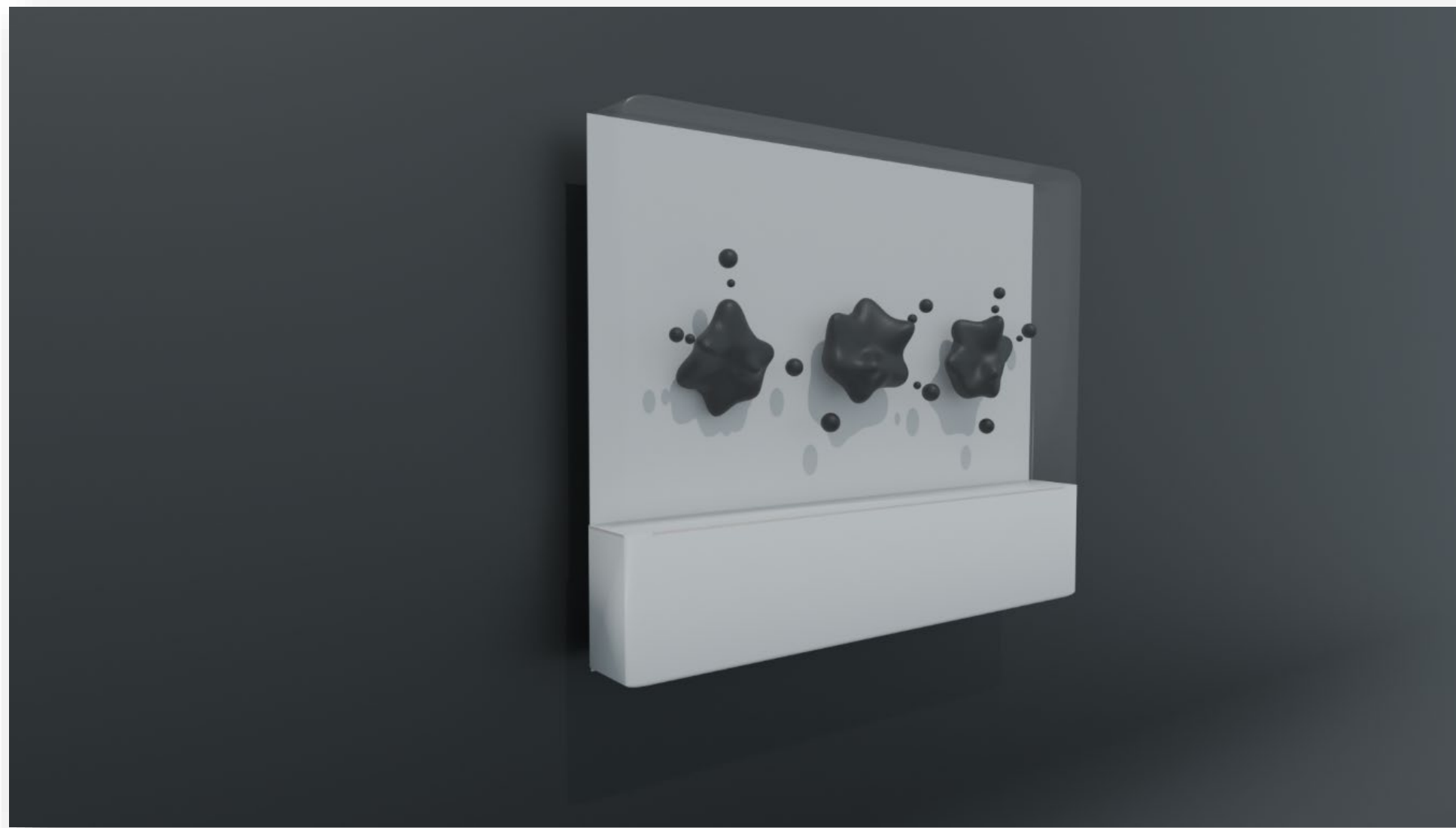


Figura 51. Model idea 2 –
Font: pròpia.

MODEL IDEA 3:

Aquesta idea no es basa en cap model o producte ja existent. Sinó que és la suma d'ajuntar diferents parts que el producte requereix. Una tapa superior, per allotjar els botons, un cos de vidre per poder mostrar el ferrofluid, i una base on allotjar els diferents components electrònics.

Per la separació entre base i cos de vidre, pot semblar-se als altaveus Bluetooth "Harman Kardon Aura Studio 3". Aquest és un altaveu que té una forma similar i materials similars.

Aquest model és el que té més punts respecte a punts forts i punts dèbils, però de totes maneres cal mencionar-los:

Punts dèbils:

- Dificil accés a la tapa si l'altaveu és col·locat a una prestatgeria
- Consum energètic total, mínim es requereixen quatre electroimants, un per cara
- Quatre cares laterals de vidre, perillositat en cas de caigudes
- El producte pot confondre ja que no té la forma característica d'altaveu



Figura 53. Altaveu Harman Kardon Aura Studio 3 - Font: [5]

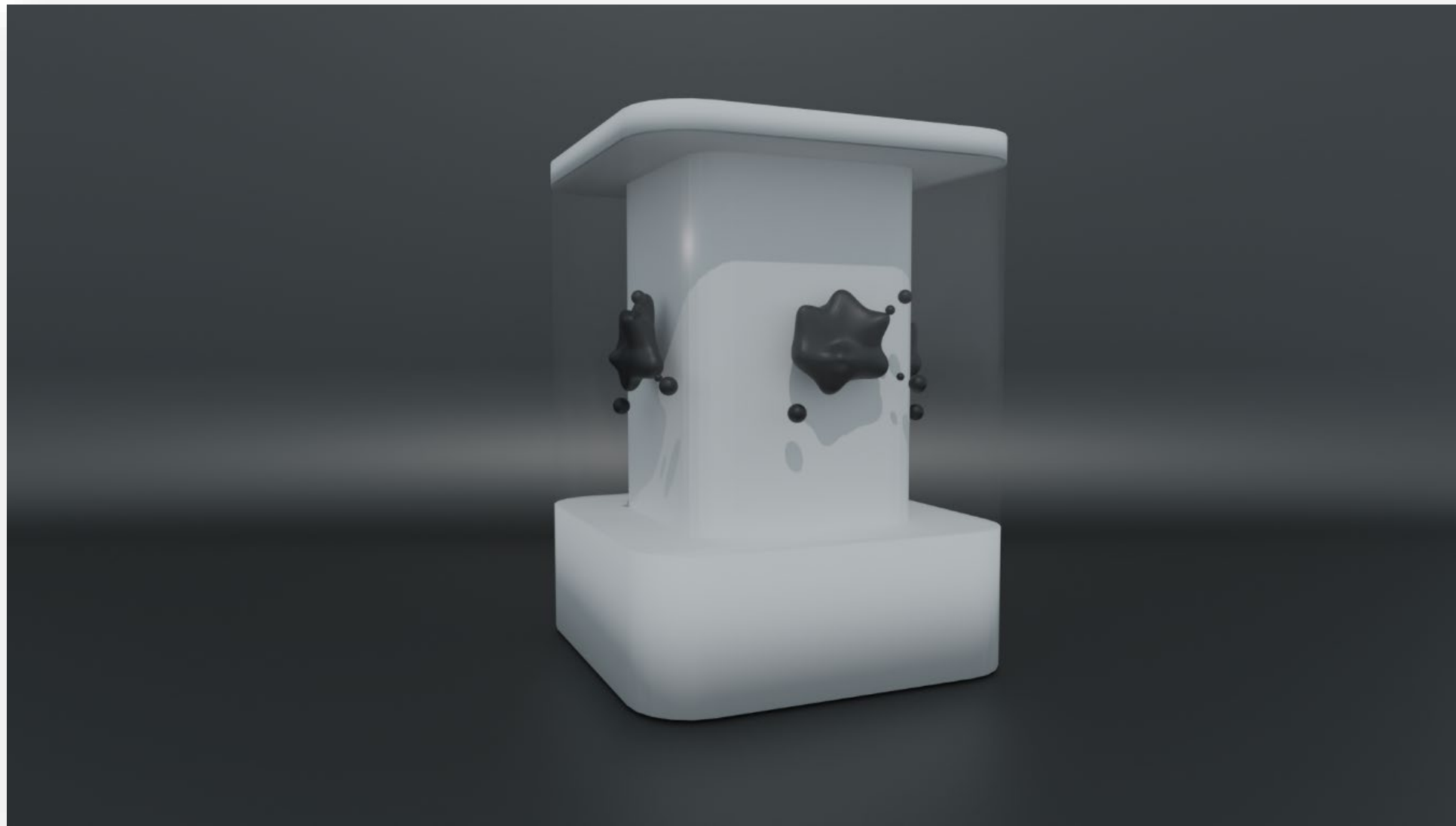


Figura 52. Model idea 3 –
Font: pròpia.

De totes aquestes idees, n'hi ha una que, recordant els requisits i limitacions, n'acapara més que la resta. Es tracta de la tercera.

És un disseny en forma de prisma quadrangular vertical, dividit en tres espais. La part de dalt, on se situarien els botons, la part central, amb un recipient transparent on es veuria el ferrofluid i a baix anirien situats els altaveus.

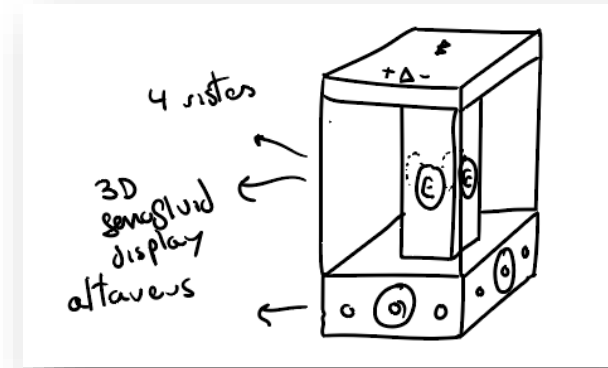


Figura 54. Skech seleccionat – Font: pròpia.

En quant a forma i disposició, compleix la majoria de requisits:

- La prioritat del ferrofluid, ja que més del 50% del producte és espai visual per a mostrar-lo
- Espai a la part inferior per poder col·locar els altaveus i l'electrònica. Aquest espai inclús es pot ampliar, per tant, no limitem l'espai dels altaveus
- Es té en compte la producció futura d'una gamma d'altaveus amb altres elements, ja que en el cub central, al ser un espai en tres dimensions, es podria integrar i dissenyar qualsevol altre mecanisme per interactuar amb altres materials
- Es veu el ferrofluid des de totes les vistes possibles, 360°
- A la tapa es situen els botons per poder controlar l'altaveu fàcilment
- La forma del recipient fa que aquest no sigui fràgil, a més a més, la tapa i la base permeten la protecció superior i inferior del recipient central

Després de seleccionar aquesta forma com a punt de partida, calia fixar-se en la part del ferrofluid. El ferrofluid necessita estar sotmès al camp magnètic que li atorga un electroimant. És per això que cal pensar en la ubicació d'aquests. En una de les cares? En una columna central? En una extrusió que no arribi fins el sostre? Cal tenir en compte que hem de mantenir la possibilitat de que es pugui veure des de tots els punts de vista.

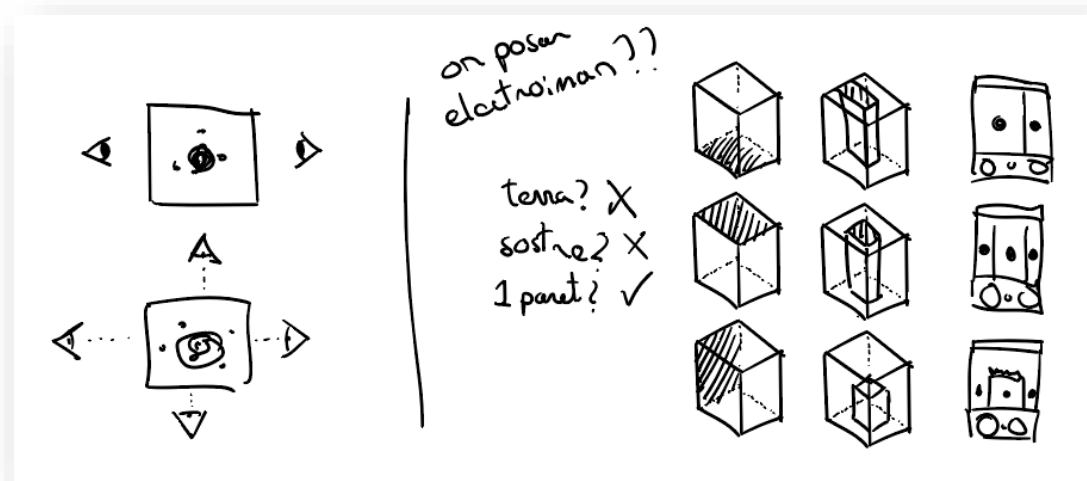


Figura 55. Sketches de la posició dels electroimants – Font: pròpia.

Posant l'electroimant o electroimants en alguna de les cares impedeix que es pugui observar el ferrofluid des de tots els angles, així que queda descartada la idea. La idea d'una estructura central és la que té més sentit si es volen respectar aquests 360°.

És per això que també s'han fet diferents sketches per determinar quins models podrien funcionar i quins no, tenint en compte la creació d'un element central. Els elements dibuixats en el quadrat, són les columnes centrals amb els electroimants interiors. A la base, trobem els altaveus.

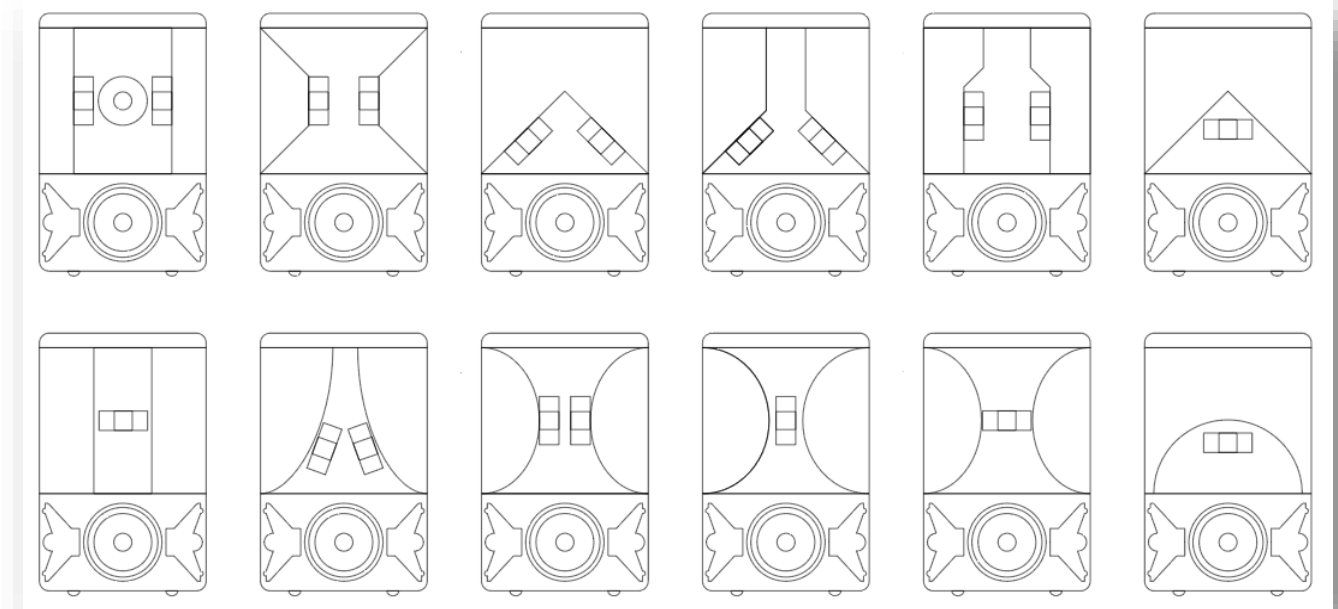


Figura 56. Sketches de la forma de l'element central – Font: pròpia.

No sempre serveix deixar anar la imaginació i crear sense límits. A vegades hem de posar els peus a terra i pensar en el que estem fent. El principal element d'aquest disseny després del ferrofluid, són els electroimants. I aquests no són tant simples com poden semblar. És per això que cal tenir en compte el seu camp magnètic i com aquest interactua amb el fluid. És necessari desenvolupar un model físic real per a dur a terme aquestes comprovacions, però per la limitació del treball ens limitarem a descartar aquells dissenys que:

- La columna central no arriba a la tapa, ja que no hi haurà manera física de connectar els botons amb l'electrònica de la base.
- Tenen electroimants en horitzontal, ja que el camp magnètic no atrauria el ferrofluid cap a dalt sinó que arribaria en un punt mort on el repel·liria.

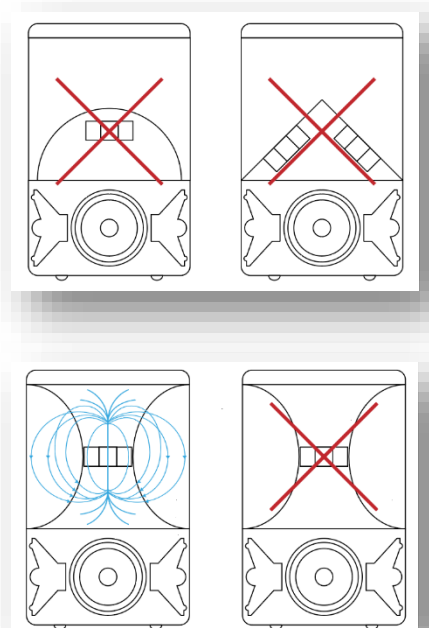


Figura 57. Sketch dissenys de columna rebutjada – Font: pròpia.

Per últim, cal s'han fet uns sketches per representar com quedaria la gamma d'altaveus amb diferents elements, que s'explicarà més detalladament en l'apartat 6.

1. Altaveu amb ferrofluid. Impulsat per electroimants
2. Altaveu de fum. Un raig de fum/vapor cau sobre una membrana d'altaveu
3. Altaveu de plasma. Una caixa de plasma que segueix el ritme de la música
4. Altaveu d'aigua. Un recipient ple d'aigua amb una base que genera bombolles toroidals

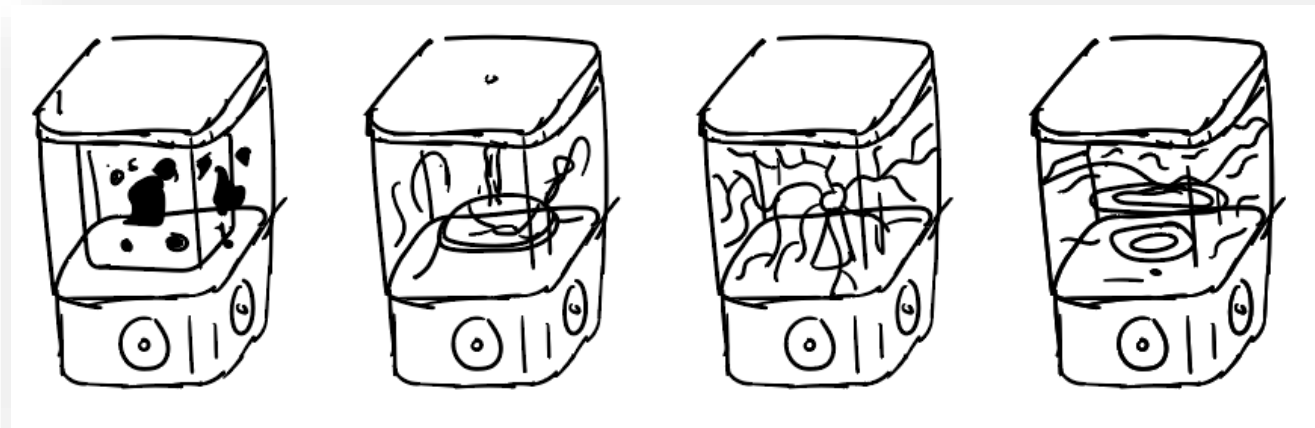


Figura 58. Sketches de la gamma d'altaveus amb elements – Font: pròpia.

Un cop validada la idea, es formalitza el producte per donar-li cara i ulls, ja que amb simples sketches no es pot confirmar que aquesta idea és viable o no. Després de donar-li forma i definir-lo, veurem si realment assoleix els objectius o no.

4.5.4 Formalització de producte

Tal i com s'ha dit, cal definir el model que, tot i que ha passat el primer filtre, necessita més desenvolupament per tal d'acotar el seu disseny final.

Comencem definint diferents paràmetres:

FORMA I DIMENSIONS

Altaveu amb forma de prisma quadrangular vertical dividit en tres parts: tapa, cos, base. Aquest disseny permet deixar un cub de $X \times Y \times Z$, on hi ha un ventall de possibilitats molt gran a l'hora de buscar diferents maneres de mostrar el ferrofluid. També s'ha de tenir en compte que la línia de productes tindrà la mateixa estètica, és a dir tots els altaveus tindran la mateixa forma física tant de la tapa com de la base, i l'únic que canviarà serà l'espai transparent del cos.

La mida es validarà al crear un model 3D, però per tenir una idea inicial cal fer cas a l'estudi de les possibles ubicacions de l'altaveu, on es mencionava tant taules, tauletes, mobles, com prestatgeries. L'alçada no pot superar la distància mitjana que acostuma a haver-hi entre

prestatgeries, que és d'uns 30cm aproximadament. I respecte a l'amplitud, analitzant la mida tant de prestatgeries com de mobles de paret i fent un anàlisi dels altaveus ja existents en el mercat, veiem que no hauria de superar els 20 x 20 cm.

TAPA

És la part de l'altaveu que inclou els botons de control amb l'usuari. Fem un repàs dels botons que ha de portar:

- Play/Stop
- Anterior cançó/Següent cançó
- Volum Pujar/Baixar
- Bluetooth
- Google Assistant

Alguns d'aquests botons, com per exemple el del volum, no te perquè ser un botó polsador. Podria ser un potenciòmetre que regulés el volum girant-lo. Una idea que es descartarà degut a la complicació i augment de preu del producte, seria la següent:

Idea descartada

Una de les principals característiques de l'altaveu és els imants. Clarament sense ells no funciona el sistema. Una de les idees que es pretenien implementar era que l'usuari disposés d'un imant normal, de manera que des de l'exterior ell mateix pogués interaccionar amb el ferrofluid. De fet, la majoria de recipients en el que venen ferrofluid (com a joguina), implementen dos imants per tal de que interaccioni amb ell.



Figura 59. Flasc de ferrofluid (joguina) - Font: [3]

Buscant informació sobre imants i diferents implementació, he descobert una tecnologia que la marca Neff nombra com a TwistPad. La marca Neff es dedica a fabricar electrodomèstics en l'àmbit culinari, i un dels seus punts més forts són les vitroceràmiques. Un dels seus productes que em va fascinar és una vitroceràmica que portava aquesta tecnologia, el TwistPad.

Consisteix en una peça circular que té un imant a l'interior, i que quan la col·loques en un punt específic, interacciona amb la vitroceràmica permetent així pujar o baixar la potència. Aquest element es podria incorporar en l'altaveu, i permetria tant pujar i baixar el volum, com retirar-lo i jugar amb el ferrofluid gràcies a l'imant que porta. [28]

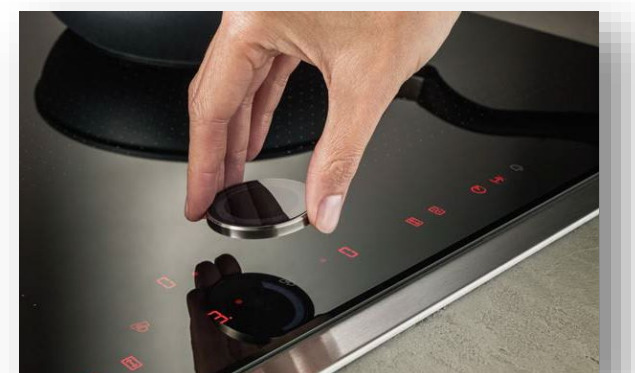


Figura 60. TwistPad, tecnologia de Neff - Font: [28]

COS

El cos incorporaria diferents elements: els electroimants i el contenidor del ferrofluid. Tal i com es mencionava en l'apartat d'sketching, s'implementarà una columna central que incorporarà els electroimants necessaris perquè es mogui el ferrofluid i es pugui observar des de totes direccions.

o Electroimants:

La interacció entre els electroimants i el ferrofluid és la part del procés més complicada i que requereix del mètode de prova i error per comprovar diferents aspectes com: posició, característiques, força d'atracció, voltatge i intensitat necessaris, tamany, etc.

Un simple centímetre d'alçada de diferència entre el ferrofluid i l'electroimant pot suposar que aquest no sigui atret. Per lo tant, tot i la possibilitat de fer càlculs, alguns d'aquests paràmetres seran suposats fins el muntatge del prototip, on es validarà quins paràmetres es necessiten per al seu correcte funcionament.



Figura 61. Electroimant - Font: [11]

o Recipient del ferrofluid

El recipient del ferrofluid té una forma quadrada, però al passar una columna central, no pot ser un cub buit, sinó que és un cub amb un tall vertical central. Per entendre millor el concepte el respaldem amb aquesta figura, veient les seves cares principals i una vista isomètrica.

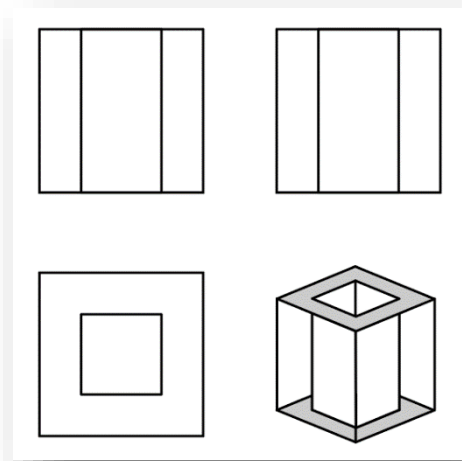


Figura 62. Representació gràfica recipient del ferrofluid - Font: pròpia.

Un cop tenim definida la forma del recipient, veiem quin volum tant de ferrofluid com de líquid contenidor hi entraria. El disseny tal i com passa amb els electroimants, quedaria pendent de validar en la fase de prototipatge, ja que la quantitat de ferrofluid necessària per aconseguir un bon espectacle visual no el podem predir.

BASE

La base és la part que conté els altaveus i la resta d'electrònica. Per una banda, els altaveus han de tenir una mida que permeti tant l'entrada de tots els components, com suficient espai buit per permetre una correcta ventilació i pas de l'aire, ja que molts components dissipen energia en forma de calor.

S'ha de definir quina quantitat d'altaveus i de quin tipus es col·locaran, un cop s'hagi construït un model 3D es podran fer proves per veure quina distribució seria la òptima i quines mides hi entren. Per altra banda, respecte a l'electrònica, aquesta dependrà de quins altaveus col·loquem

principalment. Recordem que hi haurà la CPU, femella de la font d'alimentació, convertidor AC/DC, Jack Auxiliar 3.5 Femella, mòdul Bluetooth per una banda, mentre que el número d'Amplificadors dependran del número d'altaveus i el seu tipus.

És una bona opció valorar les diferents posicions dels altaveus, pensant en possibles distribució dels diferents tipus d'altaveu. En el dibuix podem observar des d'una vista de planta quines configuracions serien les més òptimes. S'ha tingut en compte que hi podrien anar altaveus de mides molt diferents, des de tweeters fins a woofers, passant pels drivers.

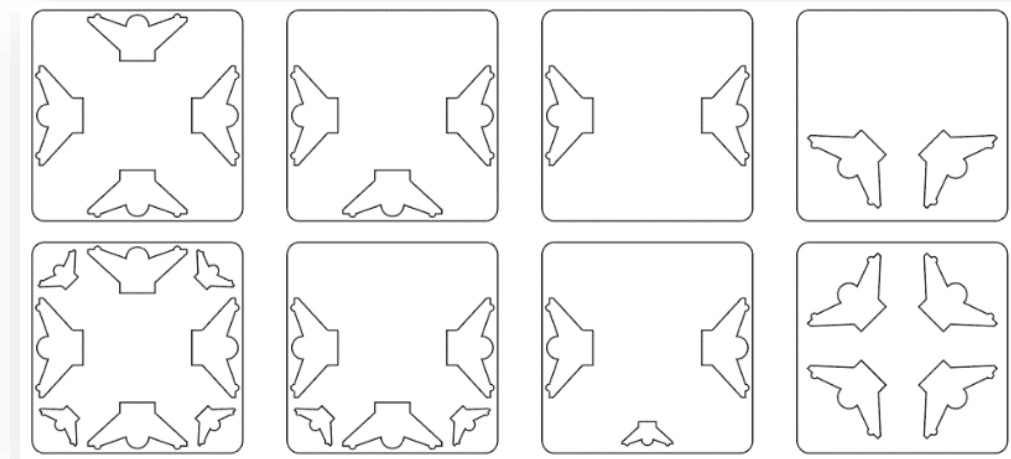


Figura 63. Representació gràfica vista en planta, distribucions dels altaveus - Font: pròpia.

COLORS I TEXTURES

Els colors principals seran el blanc i negre, justificats pels següents motius:

- o Un dels motius principals és el color negre característic del ferrofluid. Les parets de darrere el ferrofluid han de ser d'un color que li faci total contrast, el blanc. Per lo tant, la columna central serà de color blanc.
- o Són colors que combinen i queden bé en la majoria d'espais, són colors bàsics.
- o Transmeten aires futuristes, al final aquest producte és nou, és un producte innovador.
- o Utilitzar més de dos o tres colors pot aconseguir que el producte es vegi saturat o no transmeti bé les sensacions que es pretenen.
- o Utilitzar dos colors, i que siguin el blanc i negre, és característic del minimalisme, tendència que està en auge en els temps d'avui en dia.

Respecte a les textures, s'incorporarà una tela acústica que envoltarà l'altaveu. Aquest element evita que es vegin i quedin amagats, sense perjudicar en la qualitat acústica. El fet d'amagar els altaveus és per centrar la vista de l'usuari únicament en el ferrofluid. Com menys elements extra tingui, més destacarà el ferrofluid.

4.6 Model 3D Versió 1.0

Per donar vida i forma a les idees que s'han anat acotant poc a poc, disposem de diversos softwares per poder modelar en 3D. Aquesta tecnologia ens evita molts mal de caps, ja que evitem haver de prototipar directament, oferint-nos un entorn virtual ple de comoditats. El software utilitzat per a modelar és SOLIDWORKS.

Gràcies a les diferents vistes (vista total, vista transparent, vista seccionada) podem veure les diferents parts del model.

Respecte a la tapa, s'ha dissenyat una peça de plàstic de 170x170x17 mm, que és la part que allotja els botons de l'altaveu. Els botons encara no s'han definit, ja que potser s'agrega alguna funció extra com per exemple un botó per al Google Assistant.

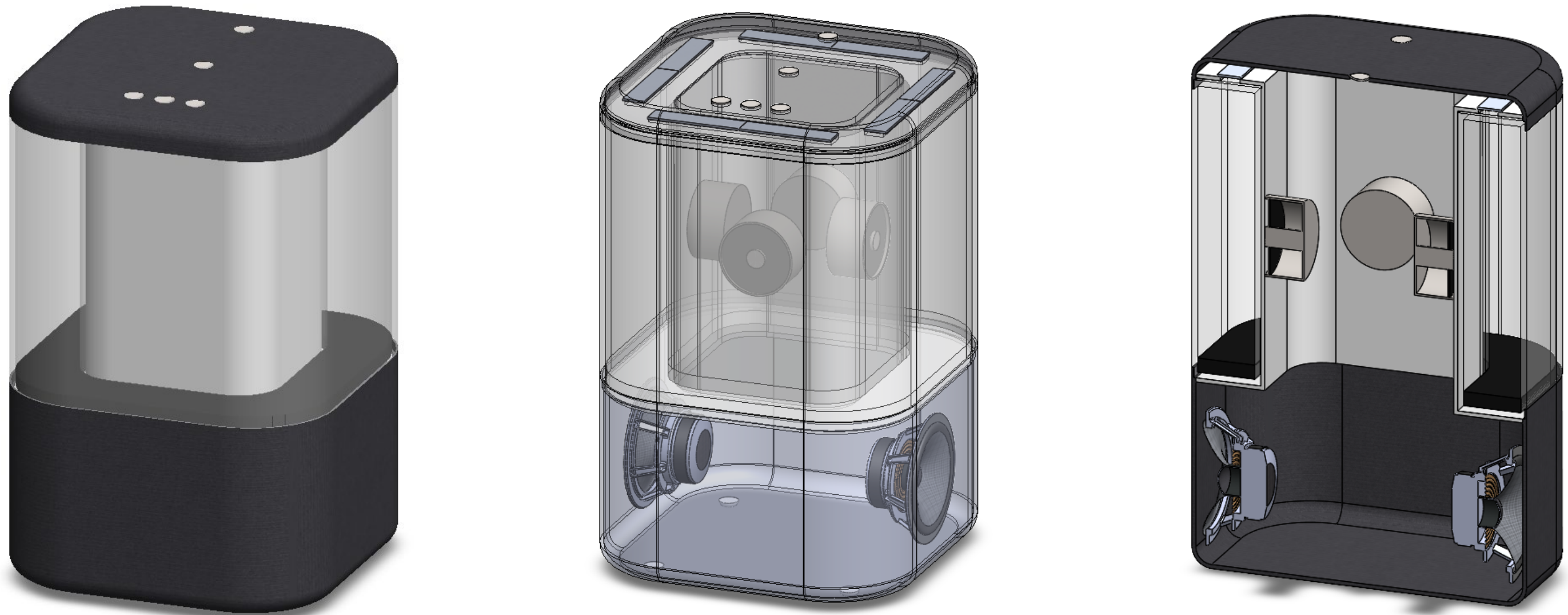
Sota la tapa, s'ubicaran quatre tires LED RGB per tal d'il·luminar des de la part superior al ferrofluid. Tant els cables dels LEDs com els de la placa electrònica dels botons, baixaran per la columna central.

En la mateixa columna central, es troben quatre electroimants, un per cada cara. Aquests s'encarregaran de moure el ferrofluid al ritme de la música de manera que es pugui veure l'espectacle visual des de totes bandes.

Fora d'aquesta columna central trobem el propi envàs de ferrofluid. Aquest, té una forma característica, és com un dònut buidat per dins. Fa 170x170x140 mm, i la columna interior buidada fa 100x100 mm. Per lo tant, té un volum aproximat de 110x110x140. Per lo tant, alberga en el seu interior fins a 2L.

Si seguim baixant, trobem la base de l'estructura, on estaran col·locats els altaveus i la resta de l'electrònica. La mida és de 170x170x100 mm. Un dels components que limiten el seu espai són els transductors acústics. Tot i no haver determinat quins hi aniran, s'ha aproximat un diàmetre de membrana de Ø80 mm.

Per últim, cal mencionar que tant la tapa com la base aniran recobertes de tela acústica.



4.7 Línia de productes

Fem un petit parèntesi entre el 1r model 3D i el 2n. En aquest apartat s'explica més detalladament una idea inicial que s'havia mencionat però no s'avia desenvolupat.

Un dels requeriments mencionats en l'apartat 4.2 fa menció a:

“la part visual ha de tenir en compte la línia de productes, que es menciona més endavant, per tal de que doni joc a altres elements i no en limiti les possibilitats.”

Expliquem la idea:

L'altaveu de ferrofluid és el primer producte desenvolupat que està dins d'una línia de productes. La idea és crear una línia de productes que s'engloben dins d'un mateix concepte: **“altaveu que representa la música visualment a través d'un element físic”**.

La idea és que els diferents altaveus tinguin entre si una semblança física i funcional en l'àmbit acústic, però que l'element que segueix el ritme de la música sigui diferent.

No hem de confondre el concepte de línia de producte amb gama de producte.

En primer lloc, la línia és un conjunt de productes dins una mateixa gamma de productes. Aquests són oferts per l'empresa i presenten similituds entre si. Un exemple podria ser una línia de iogurts dietètics: iogurt baix en greix, iogurt baix en sucre, iogurt sense sucre, iogurt desnatat...

En segon lloc, la gamma de productes és un conjunt de productes, els quals comprenen un segment de mercat determinat. Aquests són oferts, de la mateixa manera, per l'empresa. Un exemple de gamma seria, i en relació amb l'exemple anterior, la gama de iogurts: iogurts dietètics, iogurts grecs...

En aquest cas, la línia de productes seria: altaveus que representen la música visualment a través d'un element físic.

Aquests altaveus tindran les següents característiques:

- Similitud estètica entre els productes oferts.
- Els productes ofereixen funcions semblants.
- S'ofereixen a un mateix tipus de consumidor.
- Es distribueixen mitjançant un mateix canal de distribució.
- El seu preu és semblant, es manté en un interval determinat.
- Dissenyats per assolir diferents gustos

Exemple de concepte del llançament de la línia de producció:

La línia comença amb el llançament d'un únic altaveu, el de ferrofluid. Amb el capital obtingut del primer model, es treu al mercat el següent, i així successivament. El nombre d'altaveus de la línia és indeterminat, això dependrà de la creativitat i de la viabilitat de cada idea.

Exemple diferents altaveus:

Altaveu de ferrofluid:

El que s'està dissenyant, en el qual uns electroimants mouen el ferrofluid al ritme de la música.

Altaveu de fum (concepte):

Cau un fil de fum o vapor des de la tapa, que rebotja contra una membrana d'altaveu de gran diàmetre, que fa que el fum reboti al ritme de la música.

Altaveu de plasma (concepte):

Similar a una bola de plasma, li arriba una potencia acord al ritme de la música, freqüència més baixa = més voltatge = més intensitat lumínica

Altaveu d'aigua (concepte):

Recipient ple d'aigua, te ubicat un forat en el centre que genera bombolles toroidals al ritme de la música.

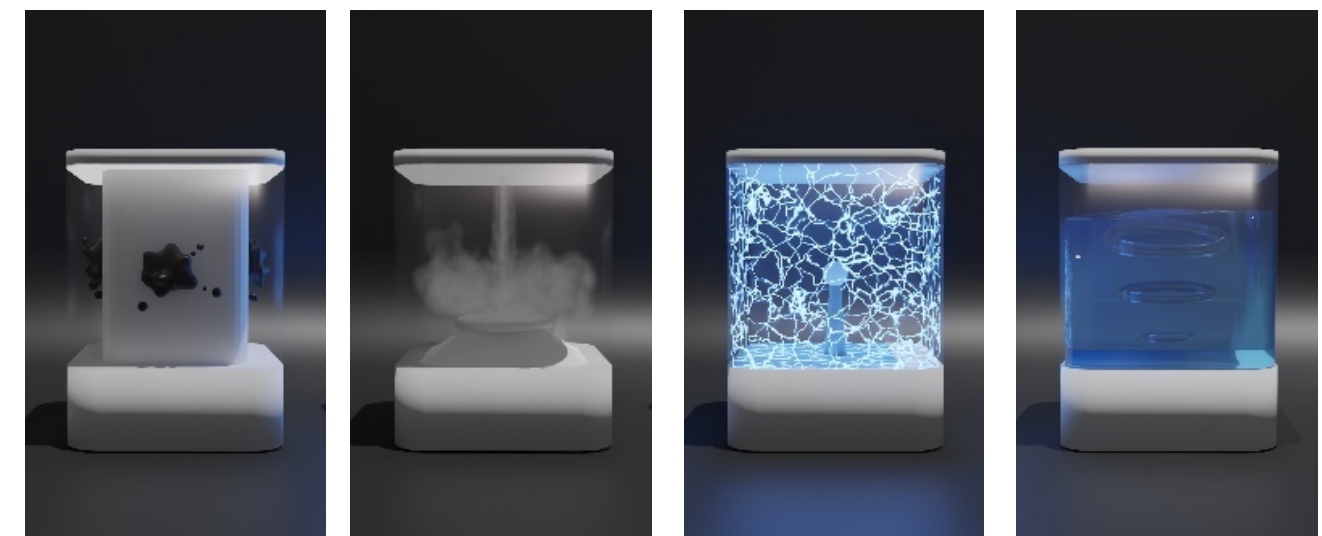
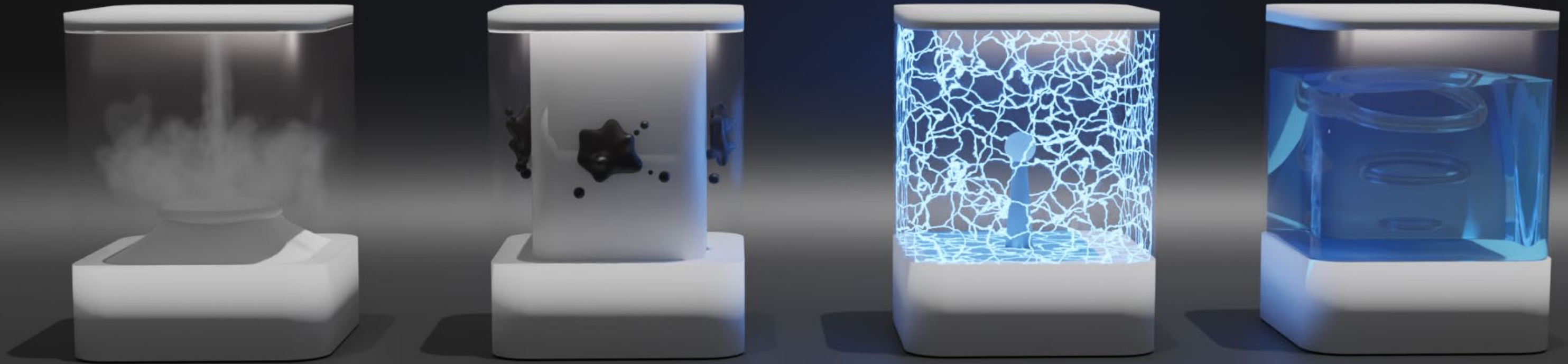


Figura 64. Imatges dels diferents altaveus de la línia de productes – Font: pròpia.

Aquestes són unes idees amb poc anàlisi darrere, simplement són propostes. Com aquests, es podria experimentar amb molts materials més i acabar tenint una gran línia de productes on cada altaveu tindria la seva personalitat. Aquest punt també s'ha de tenir en compte, que cadascun pot estar fet per un tipus de públic o un altre.

En cas de que el projecte seguís endavant, seria bona opció valorar aquesta proposta de línia de productes.



4.8 Conclusions de la fase de conceptualització

La fase de conceptualització ha ajudat a determinar quin camí es tria, i li ha donat cara i ulls al producte. Ara quan parlem de l'altaveu de ferrofluid, ja ens ve una imatge al cap.

Li hem donat un valor, hem respost a les preguntes que, com, per què i per a qui.

Hem repassat els requeriments inicials, molt important ja que acostumen a deixar-se de banda a mesura que avança el projecte. Hem de recordar que l'objectiu principal és satisfer la majoria de requeriments, i en cas de que algun d'ells no es compleixi, justificar el perquè.

Hem determinat quines característiques tindrà el producte segons el tipus d'altaveu es vol dissenyar, on s'ubicarà i quins usos se li donaran. Analitzant i determinant quina serà la seva funció principal, la seva o les seves possibles ubicacions dins de l'habitatge, i quines funcions tindrà.

A més a més de les funcions de les quals disposa, s'ha detallat un llistat principal de components que ha de dur un altaveu d'aquest tipus, per tenir en compte l'espai que requereixen dins del dispositiu.

Un cop determinades les característiques generals, de cara a la fase més creativa, s'han emprat diferents dinàmiques creatives per tal de dur a terme un disseny tant estètic com funcional. Ja que no només s'ha tingut en compte la imatge, sinó que s'ha anat repassant que es complissin els objectius i requisits cada cop que es decidia alguna forma, material, etc.

S'ha fet un primer model 3D per validar tant les formes i com es veuria, com que els components hi entren.

Per últim, s'ha comentat la idea d'una futura línia de productes, un concepte que dins del propi treball no te molt sentit degut a la falta de temps, però que tindria molt potencial.

En conclusió aquesta fase ens ha ajudat a definir encara més el producte, i ara que ja té cara i ulls, toca acabar-lo de definir per complet per obtenir el millor resultat possible.

5 Fase de desenvolupament del producte

5.1 Solució tècnica

En aquest apartat es farà descripció de la solució tècnica adoptada que resol el producte dissenyat. Mencionant tots els aspectes que no han estat aclarits anteriorment.

1. Tapa interior

La tapa ha patit un re-disseny respecte el primer model 3D. En el cas anterior, els botons estaven incrustats en la tela acústica i eren botons físics. De polsar. En aquest cas, el que s'ha fet és retallar la tela acústica per tal de deixar una superfície amb un perfil equidistant, en la qual s'allotgen les diferents icones dels botons. Els botons seran tàctils, per tant amb una senzilla pulsació sense necessitat d'aplicar força, ja s'accionarà.

2. Tela acústica de la tapa

La tela acústica de la tapa tal com hem dit, s'ha vist retallada per deixar espai al panell de control on hi ha els botons. La seva funció de totes formes, segueix sent estètica per compensar la tela acústica de la base.

3. Botons LED

Els botons físics del dispositiu seran LED. És a dir, a la placa electrònica inferior, a part del mecanisme del propi polsador, tindrà un petit LED que il·luminarà la zona. Aquests components es demanarien per produir a un fabricant extern per tal de garantir-ne una bona fabricació. Finalment, ens trobem amb el botó de PLAY/STOP en el centre, a l'esquerra i dreta els d'avançar i retrocedir cançó, a dalt el botó d'ACTIVAR/DESACTIVAR el Bluetooth, a sota el de silenciar els micròfons. Per pujar i baixar el volum, s'ha de lliscar el dit per la circumferència de LEDs que hi ha al voltant del botó central. El nivell de l'altaveu equivaldrà al número de LEDS encesos.

4. Micròfons

Situats a les cantonades de la tapa trobem quatre forats. A la placa electrònica interior s'hi allotgen un total de quatre micròfons. Aquests son els encarregats de captar el so exterior, necessari per les funcions d'altaveu intel·ligent. El botó per silenciar els micròfons mencionat anteriorment és el que s'encarrega de desactivar-los.

5. Arrodoniments

La forma general de l'altaveu no és igual de quadrada que planejada inicialment. Evitar les cantonades vives és necessari tant per estètica com per seguretat, ja que és on acostuma a estar el punt més dèbil de l'estructura, cosa a tenir en compte i més si una gran part és de vidre.

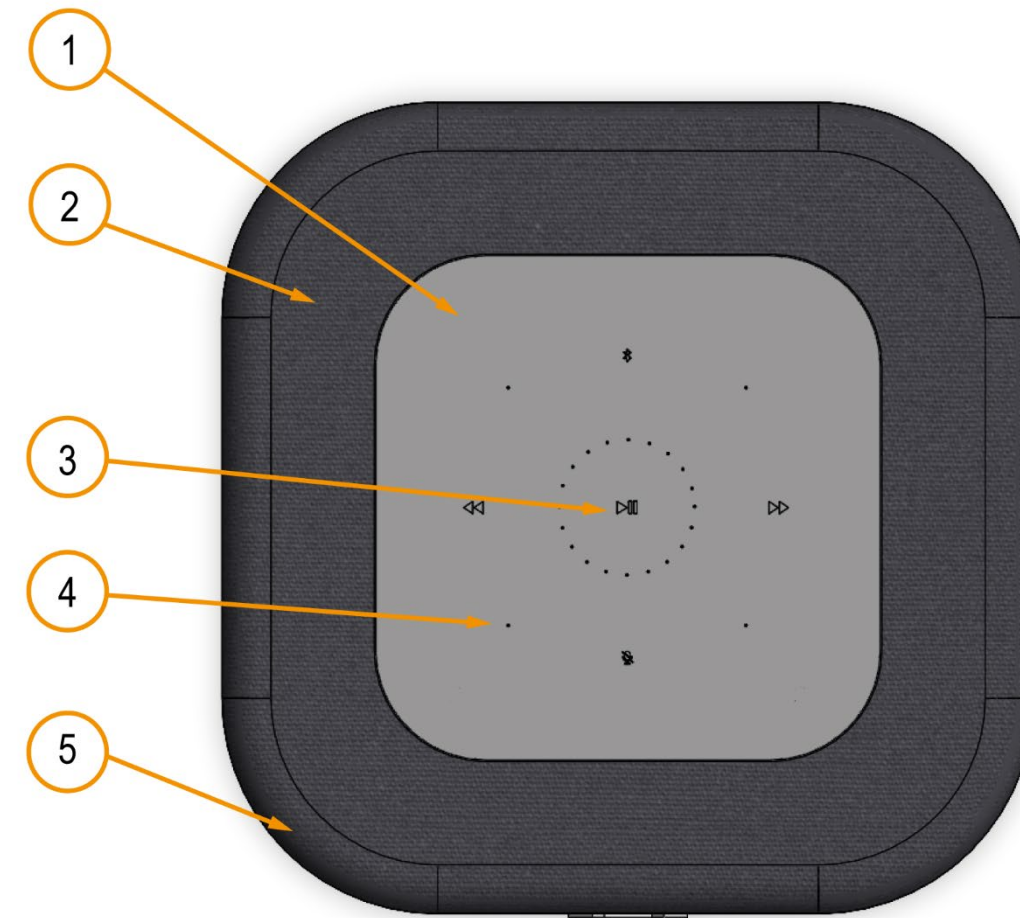


Figura 65. Separació per parts del model. PART 1 – Font: pròpia.

6. Tapa exterior

La tapa exterior és la que s'encarrega de subjectar la tela acústica, i de protegir tota l'electrònica del seu interior. Els radis superiors de 10mm li donen una aparença més orgànica. Per altra banda, en el seu interior té quatre extrusions que encaixen amb la peça de la columna central per tal d'evitar que es puguin separar fàcilment. La idea és que sigui un mecanisme snap-fit, per lo tant un cop muntat sigui una unió rígida.

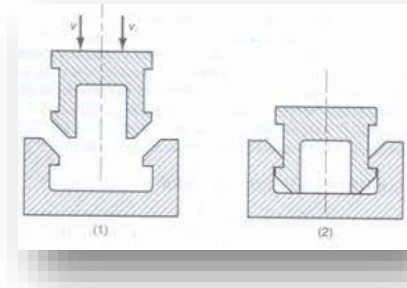


Figura 67. Mecanisme snap-fit -
 Font: [5]

7. LEDS indicadors dels electroimants

Es pot veure que a en la tapa exterior hi ha quatre punts que no es veien en la imatge anterior, això es deu a que són LEDS, que estan coberts per la tela acústica de manera que es veuran però difuminats. El seu objectiu és el de indicar quins electroimants estan en funcionament i quins no. Amb una aplicació externa serà capaç indicar quines cares estan en funcionament i quines no. Això és necessari per un clar motiu: cada electroimant consumeix una gran quantitat d'energia, i imaginem que un usuari col·loca l'altaveu en una cantonada de l'habitació. Hi hauria dues cares que no es veurien pràcticament, per tant, la millor opció seria desactivar els electroimants corresponents per disminuir considerablement l'energia utilitzada.

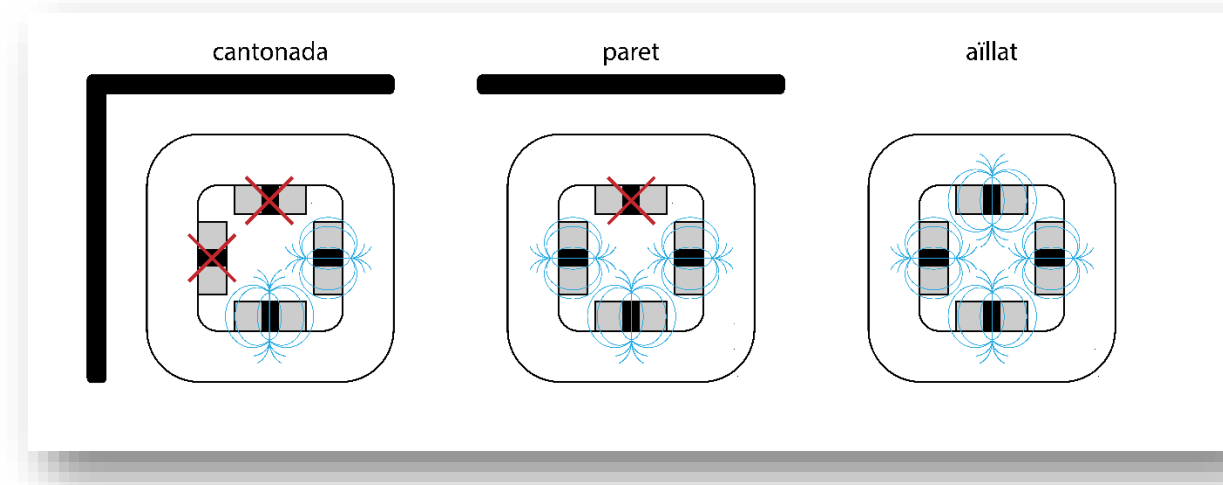


Figura 68. Explicació engegat/apagat dels electroimants – Font: pròpia.

8. Placa electrònica

La placa electrònica, la qual no s'ha detallat, seria una PCB de 100x100 mm, el circuit integrat que portaria tal i com s'ha mencionat anteriorment, seria demanat a un client extern. Aquesta PCB² és connectada amb la resta del circuit elèctric mitjançant diferents cables que baixaran pel centre de la columna.

² PCB: En electrònica, una placa de circuit imprès és una superfície constituïda per camins, pistes o busos de material conductor laminades sobre una base no conductora.

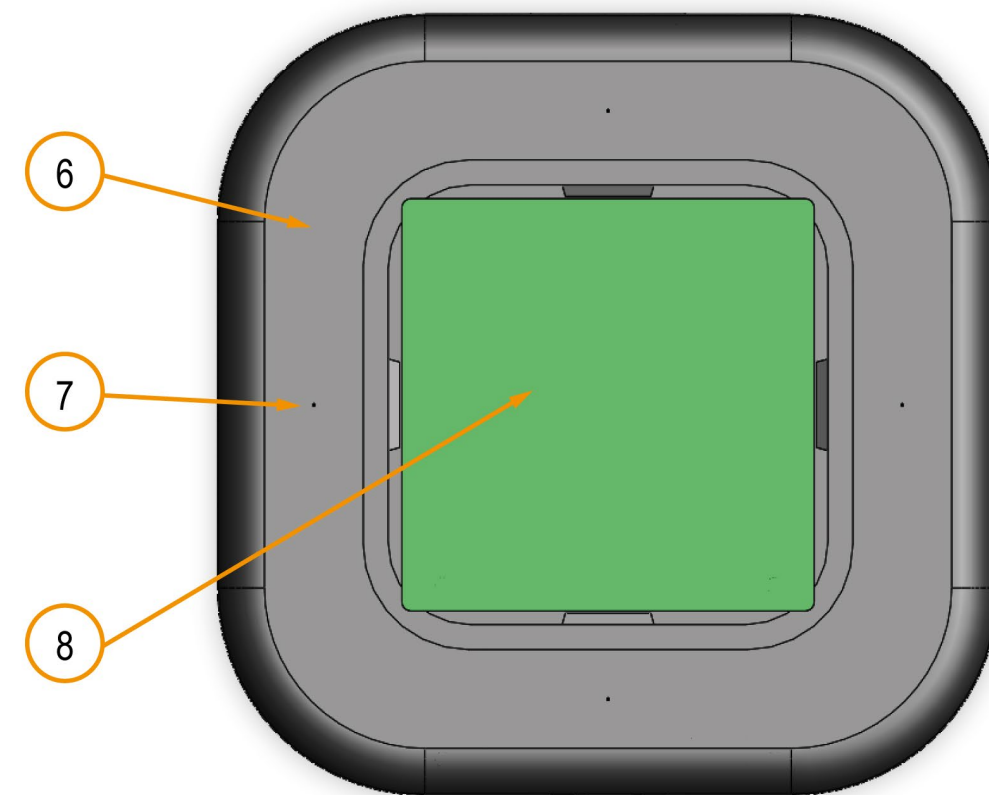
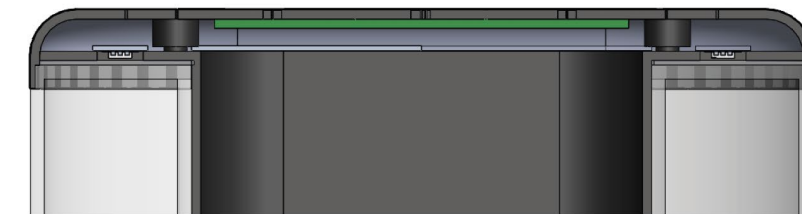


Figura 66. Separació per parts del model. PART 2 – Font: pròpia.

9. Limitador Snap Fit

Ens trobem dins de la columna central, on estan situats els electroimants. Els limitadors son unes extrusions que s'encarreguen de que els electroimants i les parts que els rodegen no es puguin bellugar. És necessari ja que aquests components poden generar vibracions degut als camps magnètics i a les interferències que es poden provocar entre ells.

10. Subjecta-imants

Aquesta peça s'encarrega de mantenir l'electroimant centra, i que respectin una distancia entre si. N'hi ha una que els cobreix per dalt i una per la part de sota. Aquestes parts estan immòbils gràcies a les pestanyes Snap Fit de la columna central.

11. LEDs

Tal i com es menciona en l'estat de l'art, la majoria d'espectacles auditiu han anat sempre acompanyats d'elements lumínics. Això vol dir una cosa, i es que la seva sinergia funciona. És per això que en l'altaveu hi haurà LEDs que il·luminaran el ferrofluid des de la part superior. Ajudaran a també a donar-li profunditat al propi material. S'ha optat per col·locar quatre tires de LED en total, una per cara, que il·luminarà directament el ferrofluid. Una característica important és que són LEDs RGB, així se li pot donar molt de joc. Des de la pròpia aplicació hi haurà diferents modes per controlar-ho, incloent un mode que segueix el ritme de la música com el ferrofluid.

12. Electroimants

Els electroimants són junt a la CPU i als altaveus, el component més important del producte. Que funcionin correctament, atraient una quantitat significativa de ferrofluid, i activant-se i desactivant-se al ritme de la música, serà clau perquè el producte final sigui un resultat de deu. Els electroimants que s'han escollit després de fer varies proves físiques és de diàmetre 40 per 20 de profunditat. Funcionen amb 12V segons el seu datasheet, i la intensitat no es menciona. Com més intensitat més potencia d'atracció, però a la vegada més es consumirà.

Tot i aquestes propostes, cal mencionar que fins que no es desenvolupi un prototip en condicions no es podrà validar si realment funciona. Hi ha molts factors que influeixen en la capacitat d'atracció de l'electroimant, com per exemple, el gruix del recipient de vidre que conté el ferrofluid.



Figura 70. Electroimant de 5kg de Força, treballa a 5V - Font: [11]

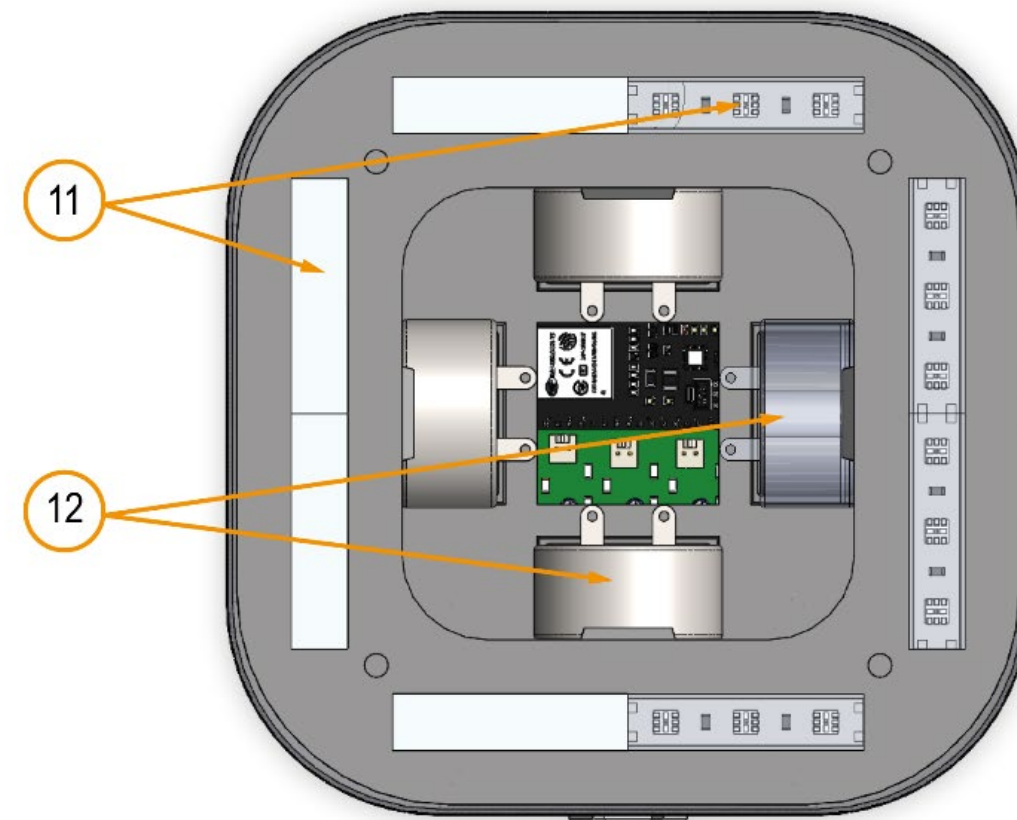
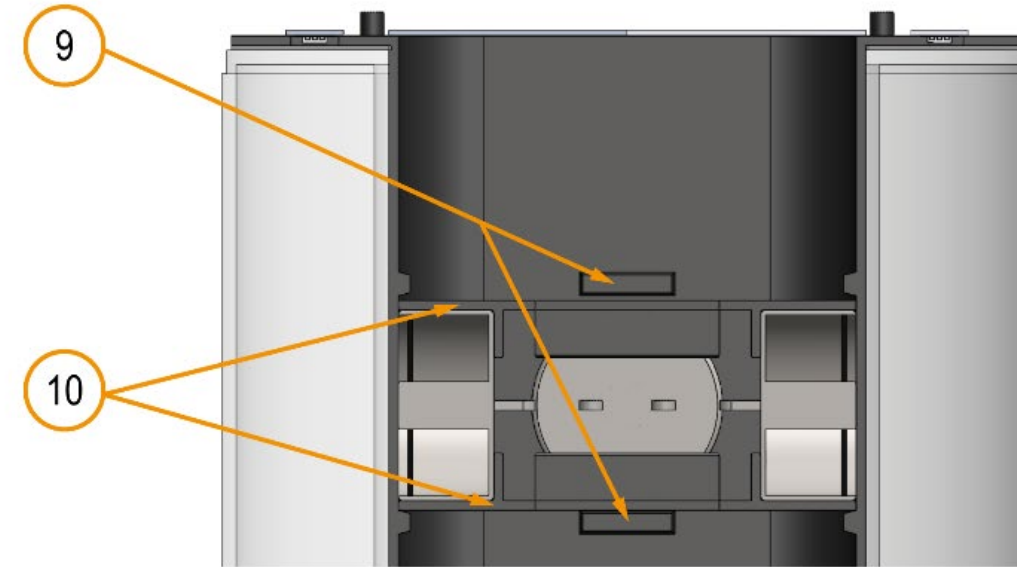


Figura 69. Separació per parts del model. PART 3 – Font: pròpia.

13. Panell difusor

Una estreta làmina de no més de dos mil·límetres s'encarrega d'evitar que els LEDs es vegin directament i difuminen la llum de manera uniforme. Aquest sistema és molt més barat que comprar uns LEDs amb la forma desitjada.

14. Recipient contenidor del ferrofluid

La part central de l'altaveu, aquí dins és on passa la màgia. Els quatre electroimants darrere del contenidor funcionen a l'uníson per garantir un espectacle visual des de totes les direccions. El recipient del ferrofluid és un dels elements més complexos de tot el producte.

La forma tant característica que té és deguda a la necessitat de passar una columna pel seu centre. De no ser així, seria un simple cub. Un dels inconvenients amb aquest disseny és que al ser tant complexa, no es pot fabricar fàcilment i s'hauria de demanar a una empresa externa la fabricació d'una sola unitat, fet que tindria un cost inimaginable.

Un altre aspecte que preocupa és la resistència i seguretat que té el model, ja que al tractar-se d'un objecte d'unes dimensions considerables i contenir un líquid perillós, no per a la salut, però que embruta molt, s'ha d'anar amb compte i en un cas ideal s'hauria de testear la seva resistència i durabilitat. Tot i això, s'ha valorat el requeriment inicial de no limitar-se a l'hora de crear un espai per al ferrofluid, i així ha estat.

El procés de fabricació d'un element de vidre tant complex és una de les labors més complicades. El vidre és un material difícil de modelar, ja que és necessari que estigui en un interval de temperatura molt elevat constantment. Per lo tant, el preu de la peça pot suposar un problema.

15. Perfil estructural d'unió cos-base

Aquesta peça de plàstic permet la unió entre la base i la columna central. Gràcies a aquestes dues, la tapa i el cos del producte estan immòbils.

16. Tapa recipient de vidre

Anteriorment s'han mencionat les dificultats alhora de dissenyar el recipient, i un element que garanteix la seguretat d'aquest recipient és el tap que garanteix el segellat.



Figura 71. Tap d'orifici avançat -
Font: [5]

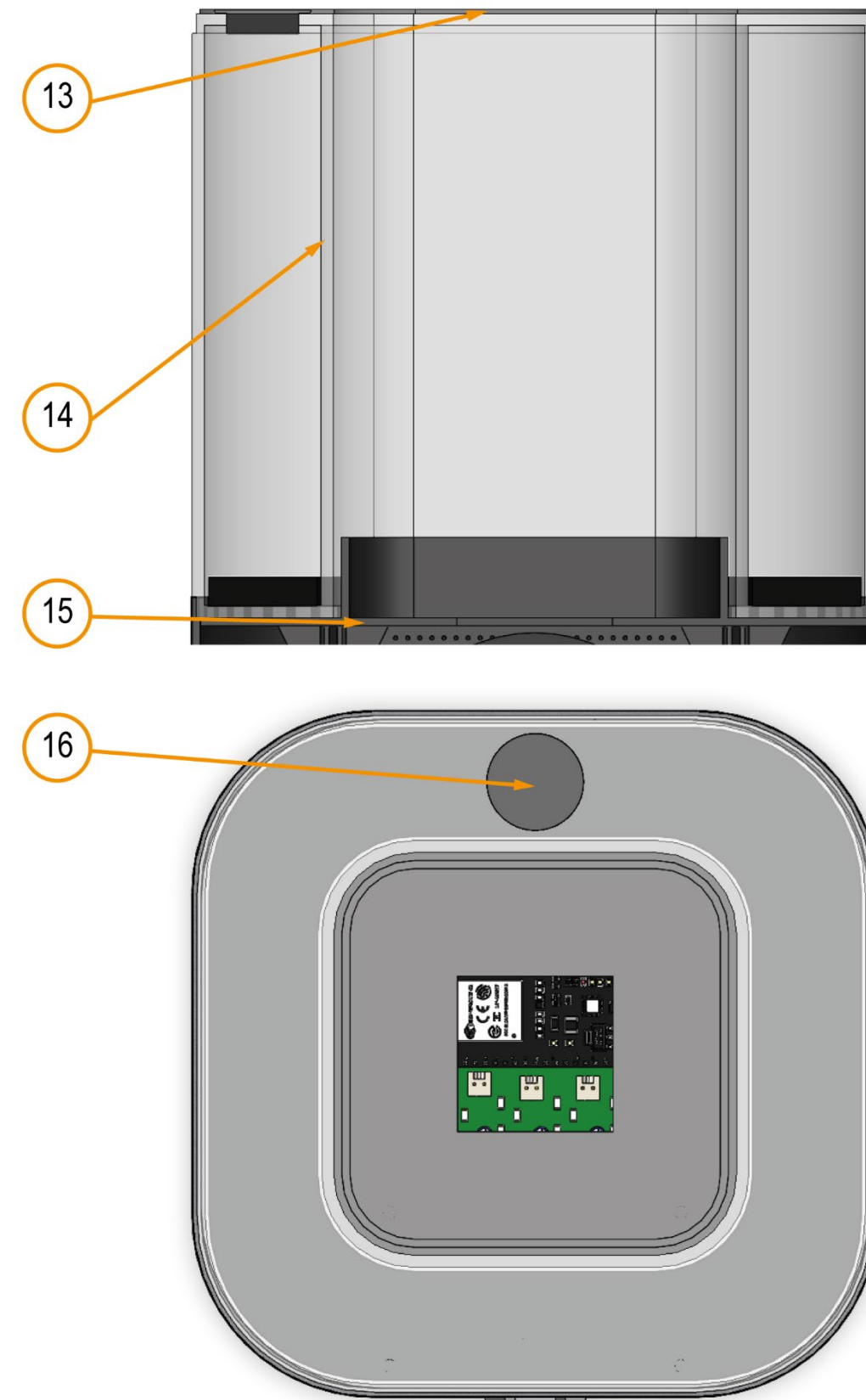


Figura 72. Separació per parts del model. PART 4 – Font: pròpia.

17. Tela acústica base

La tela acústica de la base s'encarrega de cobrir tota la carcassa, deixant a la vista nomeés el logo, les potes, i els connectors de corrent i d'audio. Protegeix els components interns, sobretot de la pols, ja que podria ser que entrés pels orificis laterals. A més a més li dona un toc prèmium al producte.

18. Logotip

Al no profunditzar en relació amb una possible empresa o marca, s'ha optat per posar temporalment el logotip de la meua marca personal, un logotip que utilitzo per "signar" els seus dissenys. El logotip amaga la forma d'una M entre els triangles, fent referència a la M de Marc.

19. Potes antilliscants

Sota la base s'han incorporat quatre potes antilliscants de per tal d'evitar possibles vibracions, ja que no només comptem amb les vibracions dels altaveus, que ja de per si acostumen a ser fortes, sinó que hi ha quatre electroimants que poden provocar un augment de vibracions en comparació amb altaveus convencionals.

20. Altaveus

Els altaveus són el model " Dayton Audio PS958 3 1/2" Point Source Full Range Driver 8 Ohm ".

Han estat escollits per la característica full-range ja que ens permet disposar únicament de dos transductors electroacústics, sense haver de distingir entre tweeters, drivers i woofers, ja que ens proporciona àudio entre 110 i 20000 Hz, uns valors més que acceptables.

Els altaveus estan situats en el mateix eix enfocant cap a diferents sentits. Això permet estalviar una gran quantitat de diners, ja que tenim només dos altaveus però reparteixen el so per tota la sala.

| PARAMETERS | |
|-----------------------------|----------------------|
| Impedance | 8 ohms |
| Re | 7.1 ohms |
| Le | 0.63 mH @ 1 kHz |
| Fs | 119.8 Hz |
| Qms | 7.33 |
| Qes | 0.80 |
| Qts | 0.72 |
| Mms | 2.2g |
| Cms | 0.79 mm/N |
| Sd | 28.3 cm ² |
| Vd | 7.08 cm ³ |
| BL | 3.83 Tm |
| Vas | 0.94 liters |
| Xmax | 2.5 mm |
| VC Diameter | 20 mm |
| SPL | 85.56 dB @ 2.83V/1m |
| RMS Power Handling | 10 watts |
| Usable Frequency Range (Hz) | 110 - 20,000 Hz |

Figura 73. Datasheet – Font: [29]



Figura 74. Dayton Audio PS958 - Font: [29]

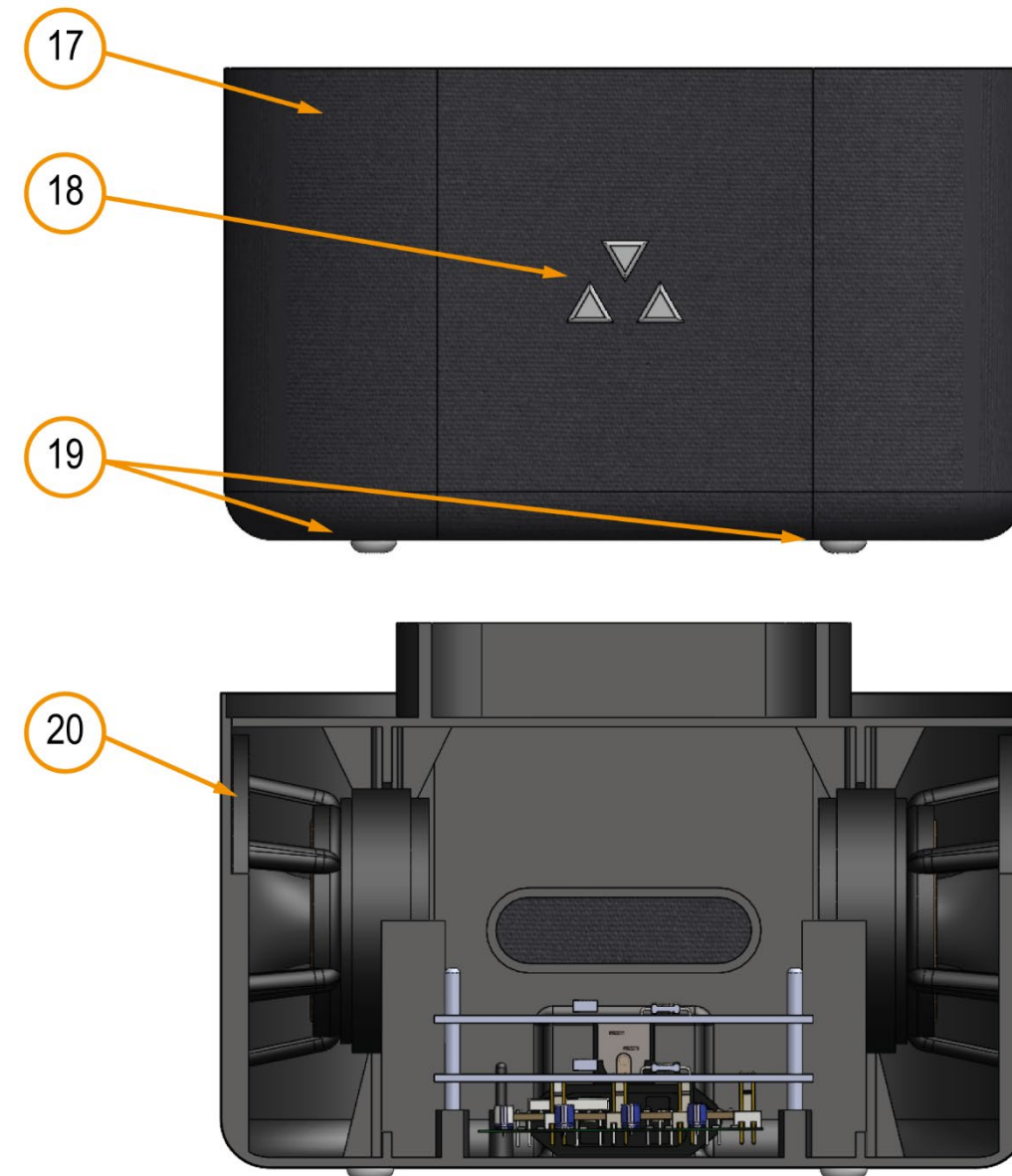


Figura 75. Separació per parts del model. PART 5 – Font: pròpia.

21. Subjecta-altaveus

La funció d'aquest element, inclòs en l'extrusió de la carcassa, fa de suport per als transductors, a més a més els immobilitza per evitar, tal i com hem dit anteriorment, les vibracions, un tema que és necessari tractar.

22. Bass Reflex

Per entendre aquesta part cal recordar l'apartat 3.1.2.2.1, on es mencionen els curtcircuits acústics, que es produeixen quan dues ones iguals però en fases inverses es superposaven, anul·lant-se entre si. Una de les solucions a aquest problema és utilitzar el Bass Reflex. Un orifici que permet el moviment de l'aire de dins cap a fora i viceversa. Aquest moviment de l'aire és un factor que beneficia a la pròpia ventilació interior, la qual és necessària per mantenir els components electrònics a temperatura ambient i evitar així que se sobreescalfin.

23. Femella connector Jack 3.5

El connector està a la cara posterior de l'altaveu. Aniria connectat a la CPU mitjançant un cablejat curt.

24. Femella font d'alimentació

De la mateixa forma que el connector jack 3.5, hi ha un connector per tal de rebre corrent. L'altaveu no disposa de bateries, per lo tant ha d'estar endollat a la corrent per funcionar.

25. Forats per la sortida de l'àudio

De cara a la sortida de l'àudio, s'ha buscat una manera de permetre que flueixi sense afectar a l'estructura, per lo tant no és possible fer un forat del diàmetre del transductor. La solució és implementar una matriu de forats que ocupi tota la zona de la membrana de l'altaveu.

26. CPU

La CPU és el cervell de l'altaveu. Els components que porta en el model 3D són una representació dels components que podria portar, i la mida és una aproximació. Al ser un treball d'enginyeria de disseny industrial no s'ha considerat necessari detallar tant específicament aquestes parts.

27. Amplificadors

Els amplificadors també tenen lloc dins de la carcassa que envolta tota l'electrònica. Aquests components electrònics requereixen de bastanta ventilació ja que s'escalfen molt ràpid. És per això que estan apartats de la resta de components. Que hi hagi suficient espai en l'interior de la caixa és beneficiós ja que l'aire ja fa d'aïllant entre components.

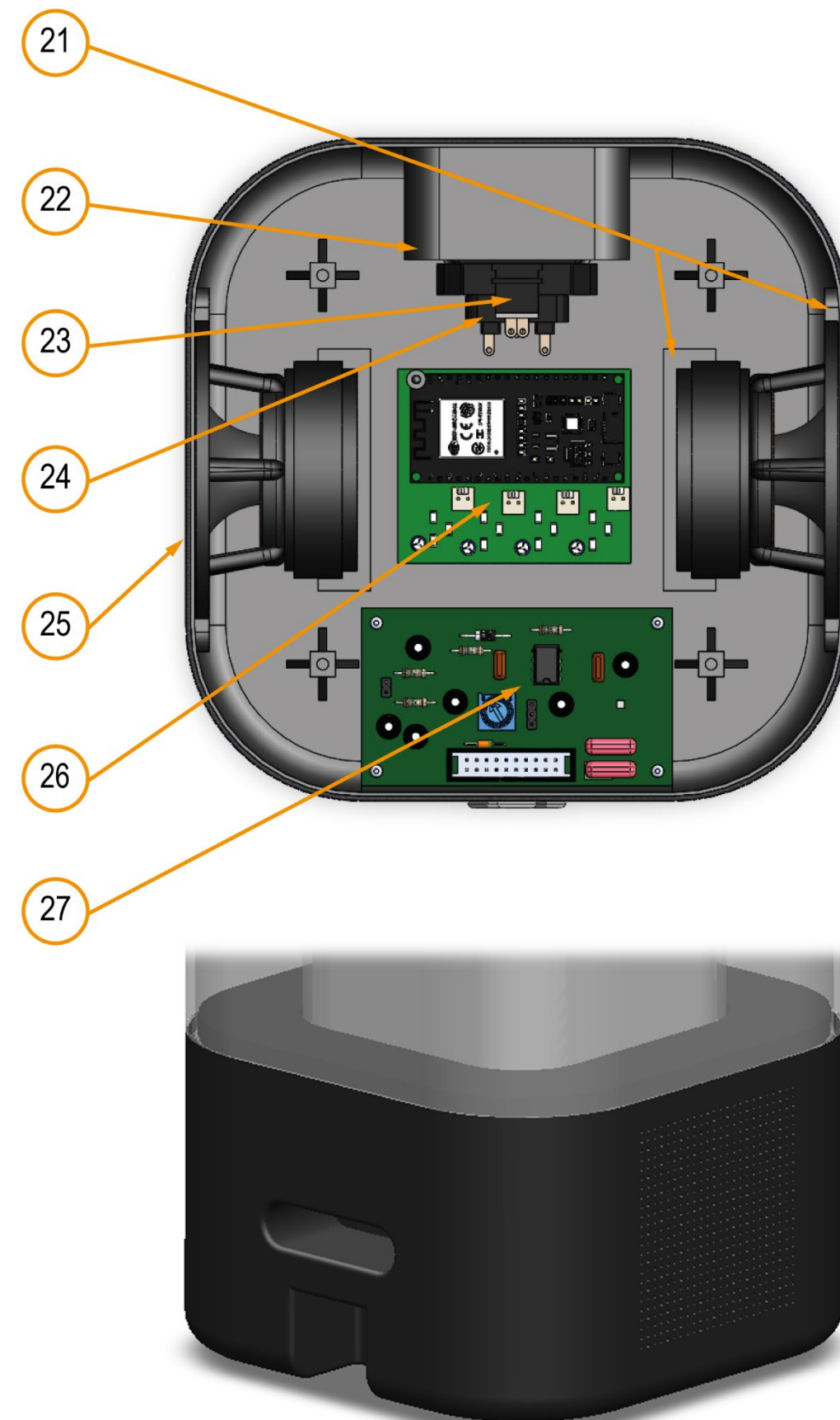
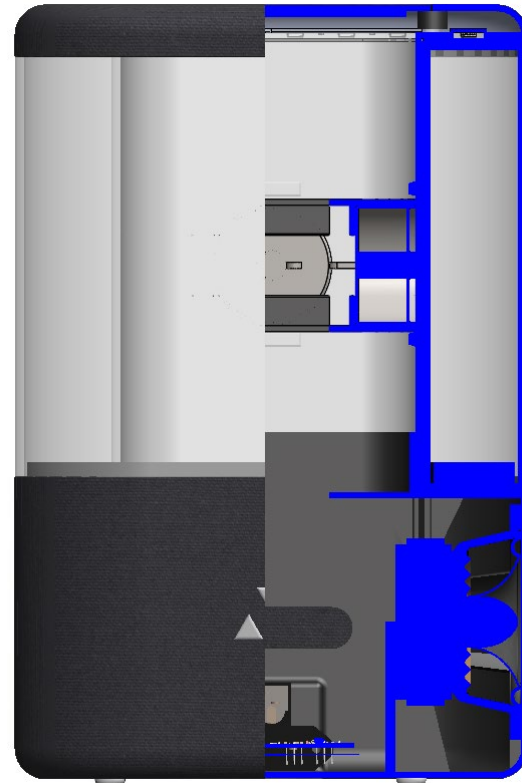
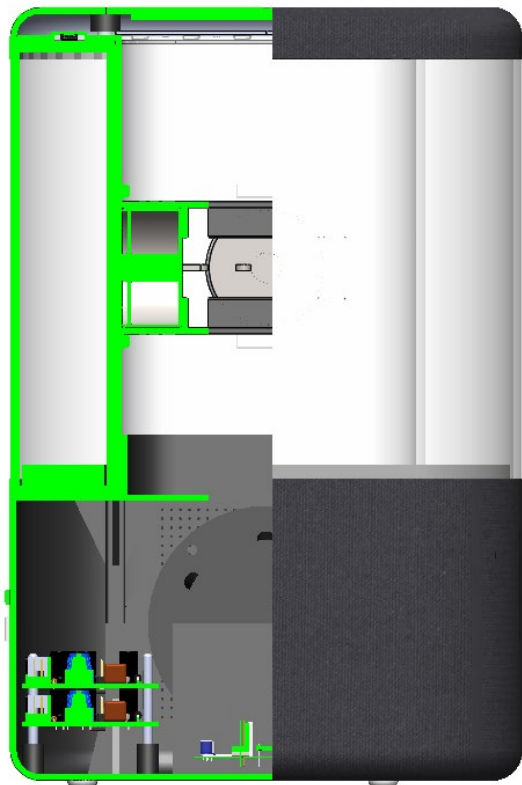
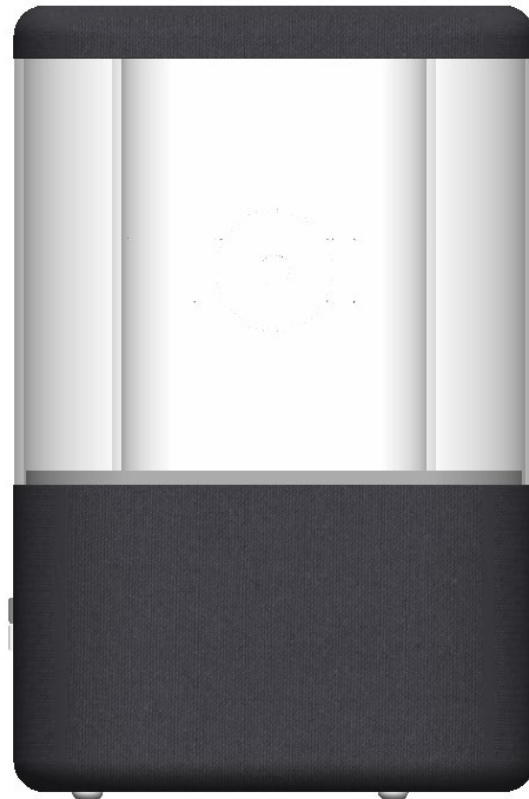


Figura 76. Separació per parts del model. PART 6 – Font: pròpia.

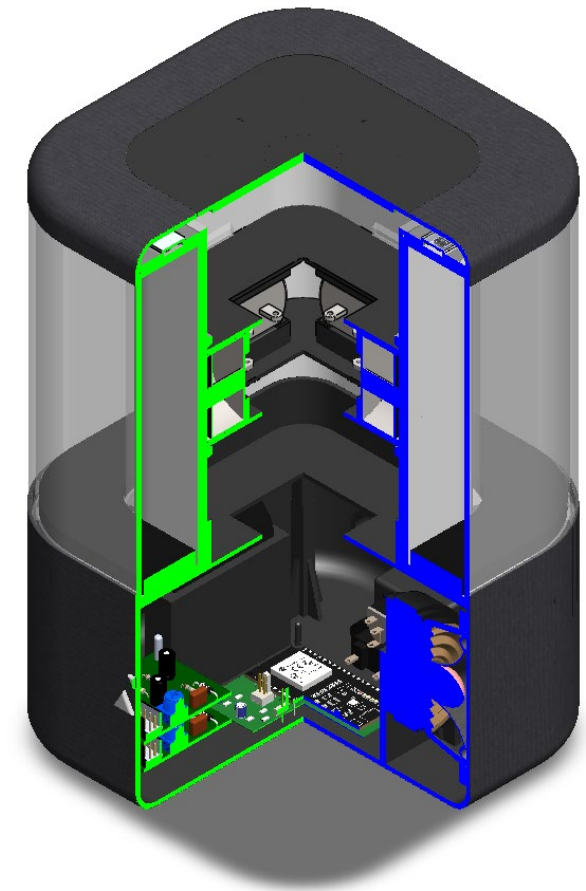
5.2 Vistes generals del model 3D



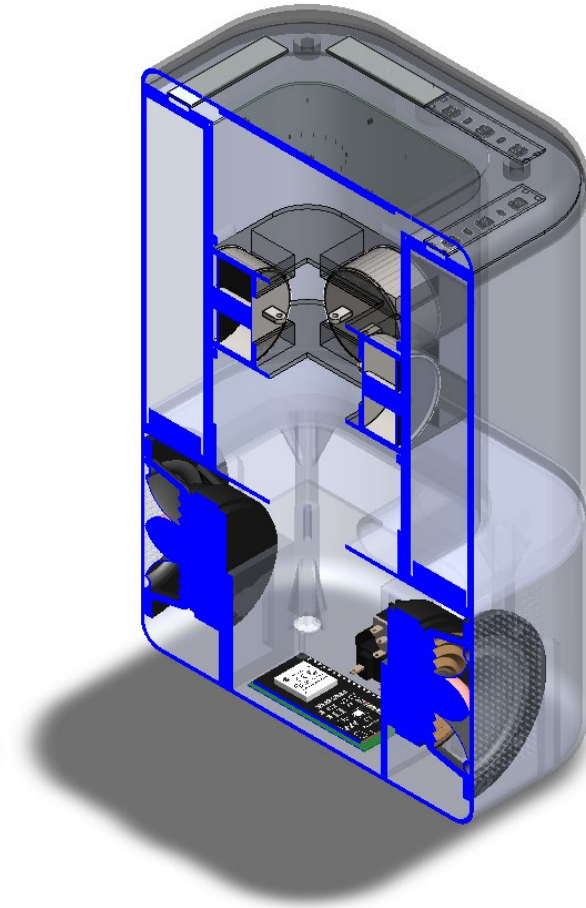
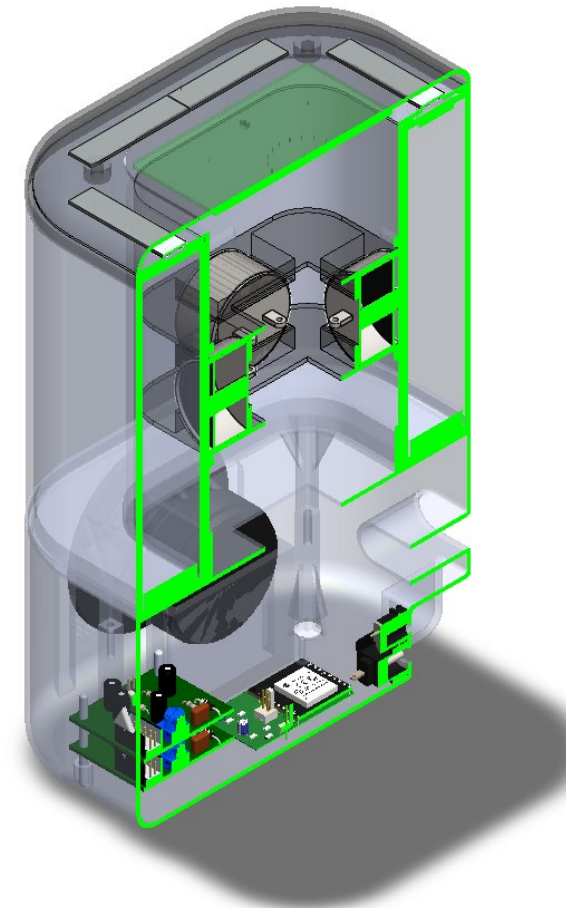
FRONTAL SECCIÓ PARCIAL



LATERAL SECCIÓ PARCIAL



SECCIÓ PARCIAL ISO



SECCIONS MITGES ISO

5.3 Llistat de components

El llistat de components agrupa cada part que inclou l'altaveu per tal d'establir un ordre.

| Element | Secció | Definició | Funció | Producció | Material | unitats |
|----------------------------|--------|---|-------------|---------------------------|---------------|---------|
| Altaveus | Base | Reproduceix l'àudio | Emissor | Compra a externs | - | 2 |
| Placa base (CPU) | Base | Cervell de l'altaveu, envia ordres a tots els components | Electrònica | Compra a externs | - | 1 |
| Tela acústica base | Base | Evita l'entrada de pols i aporta un toc estètic i de qualitat | Decoratiu | Compra a externs | Tela acústica | 1 |
| Amplificador altaveus | Base | Alimenta els altaveus | Electrònica | Compra a externs | - | 2 |
| Amplificador electroimants | Base | Alimenta els electroimants | Electrònica | Compra a externs | - | 4 |
| Jack 3.5 | Base | Permet connectar físicament un dispositiu extern | Receptor | Compra a externs | - | 1 |
| Endoll corrent | Base | Proporciona una energia | Receptor | Compra a externs | - | 1 |
| Convertidor AC-DC 12V | Base | Passa l'energia de corrent alterna a continua | Electrònica | Compra a externs | - | 1 |
| Potes | Base | Eviten el lliscament degut a les vibracions dels electroimants i altaveus | Estructural | Extrusió | ABS | 4 |
| Carcassa base | Base | Protegeix tots els components electrònics i altaveus | Estructural | Emmotllament per injecció | ABS | 1 |
| Unió carcasses | Base | Assegura l'estructura de la tapa i la de la base assegurant el conjunt | Estructural | Emmotllament per injecció | ABS | 1 |
| Electroimants | Cos | S'activen i es desactiven per moure el ferrofluid | Estructural | Compra a externs | - | 4 |
| Ferrofluid | Cos | Element principal del producte | Decoratiu | Compra a externs | Ferrofluid | 100ml |
| Recipient de vidre | Cos | Conté el ferrofluid | Estructural | Emmotllament per bufat | Vidre | 1 |
| Carcassa central | Cos | Separa el recipient de vidre dels electroimants | Estructural | Emmotllament per injecció | ABS | 1 |
| Subjectar imant | Cos | Bloquegen els electroimants i redueixen vibracions | Estructural | Emmotllament per injecció | ABS | 2 |
| Placa botons tapa | Tapa | Permet a l'usuari pujar volum, activar Bluetooth entre d'altres | Electrònica | Compra a externs | ABS | 1 |
| Tela tapa | Tapa | Evita l'entrada de pols i aporta un toc estètic i de qualitat | Decoratiu | Compra a externs | Tela acústica | 1 |
| Tires LED | Tapa | Il·luminen el ferrofluid seguint el ritme | Emissor | Compra a externs | - | 4 |
| Translúcid | Tapa | Difumina la llum dels LEDs | Decoratiu | Compra a externs | Òpal blanc | 1 |
| Electrònica de la tapa | Tapa | Conté els components electrònics dels botons de la tapa | Electrònica | Compra a externs | - | 1 |
| Carcassa tapa interior | Tapa | Interacció altaveu-usuari. Té els botons d'acció | Interactiu | Emmotllament per injecció | ABS | 1 |
| Carcassa tapa exterior | Tapa | Protegeix tots els components electrònics | Estructural | Emmotllament per injecció | ABS | 1 |

Taula 5. Llistat de components – Font: pròpia.

5.4 Materials

- **ABS (acrilonitril butadiè estirè):**

Tota l'estructura interna de l'altaveu està fabricada amb plàstic, concretament amb ABS. És un plàstic que forma part dels termoplàstics, és a dir, que pertany al grup de polímers que es poden modelar en aplicar calor. Entre les seves propietats destaquen la seva rigidesa, duresa i tenacitat, cosa que li confereix una gran estabilitat i resistència a impactes o vibracions, fins i tot a baixes temperatures. Totes aquestes propietats el converteixen en un plàstic molt utilitzat a diferents sectors, i l'ideal per aquest producte.

El tret més important de l'ABS és la seva gran tenacitat, fins i tot a baixa temperatura (segueix sent tenaç a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). A més, és dur i rígid, té una resistència química acceptable, baixa absorció d'aigua, i per tant bona estabilitat dimensional, alta resistència a l'abració, i es pot recobrir amb una capa metàl·lica amb facilitat.

També és important pensar en el reciclatge del producte, com menys tipus de plàstics, més es contribueix al reciclatge. Per lo tant el plàstic per excel·lència del producte és l'ABS.

| | |
|--|------------|
| Allargament al trencament (%) | 45 |
| Coefficient de fricció | 0,654 |
| Resistència a la tracció (MPa) | 41-45 |
| Resistència a l'impacte Izod (J/m^{-1}) | 200-400 |
| Absorció d'aigua en 24 hores (%) | 0.3-0.7 |
| Densitat (g/cm^3) | 1,07 |
| Resistència a la radiació e | Acceptable |
| Resistència als ultraviolats | Baixa |

Taula 6. Propietats de l'ABS – Font: pròpia.



Figura 77. Matèria prima per a la injecció d'ABS - Font: [5]

- **Vidre:**

El vidre el tenim present només en un element, el recipient que conté el ferrofluid. És necessari que sigui de vidre ja que el ferrofluid té la característica de que s'adhereix a qualsevol superfície amb molta facilitat. És per això que necessitem un recipient d'un material que pugui ser tractat prèviament en el seu interior, per tal d'aconseguir que les parets no presentin rugositats a nivell microscòpic perquè el ferrofluid no s'hi adhereixi a la llarga.

La imatge de la dreta mostra com queda un recipient de PMMA després de retirar el ferrofluid. No s'ha indagat tant, però per a que el ferrofluid no s'adhereixi a les parets s'haurien de tractar amb algun producte especial per tal d'allisar-ne les parets i les rugositats.

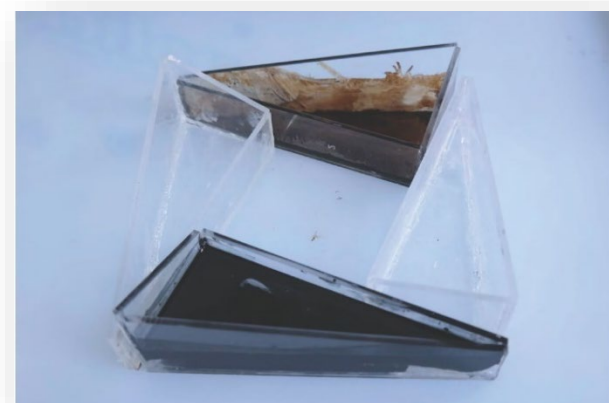


Figura 78. Mostra recipient de ferrofluid - Font: [5]

- **Ferrofluid:**

S'ha analitzat anteriorment el material i les seves propietats. La quantitat de ferrofluid utilitzada s'estima que sigui un 5% del recipient que el conté. Uns 100mL aproximadament. És important tenir en compte que no és un producte espacialment barat, i per això s'hauria de pensar molt bé quina quantitat portaria, ja que d'ella en depèn en gran part el PVP.

- **Salmorra d'aigua salada:**

El dissolvent que està contingut a l'interior del recipient amb el ferrofluid és una dissolució salina. En una situació ideal, es comprovaria la interacció entre les dues substàncies i es farien proves de densitat per aconseguir que el ferrofluid no s'enfonsi molt ràpidament, ja que no donaria tant joc visual. De totes maneres, cal mencionar que tal i com s'ha vist en l'apartat 3.1.5 El ferrofluid, aquest element és un 85% del volum total que hi cap en el recipient.



Figura 79. Flasc de vidre, ferrofluid dissolt en salmorra – Font: pròpia.

- **Tela acústica:**

La tela acústica és un material que s'ha utilitzat per cobrir tant una part de la tapa com tota la base (deixant de banda l'entrada Jack 3.5 i l'entrada de corrent). Aquest element permet aïllar l'interior de l'altaveu de l'exterior, necessari per evitar problemes com per exemple la pols, aportant una estètica molt important, i per altra banda protegeix l'altaveu sense interferir en la qualitat del so.

Està feta de fibra sintètica. És un dels elements que pot variar de color fàcilment, per lo tant si l'altaveu acaba tenint diferents gammes de colors, un dels elements principals en el que afectarà serà la tela.

- **Escuma acústica:**

S'usa en l'interior de l'altaveu, per lo tant l'usuari no la veu. És un element molt important per garantir una correcta qualitat de so. Està feta d'escuma d'alta densitat. En alguns casos, com que els altaveus disposen de Bass Reflex, no val la pena integrar-la ja que tot i millorar la qualitat de so, també suposa un augment en el preu del dispositiu.

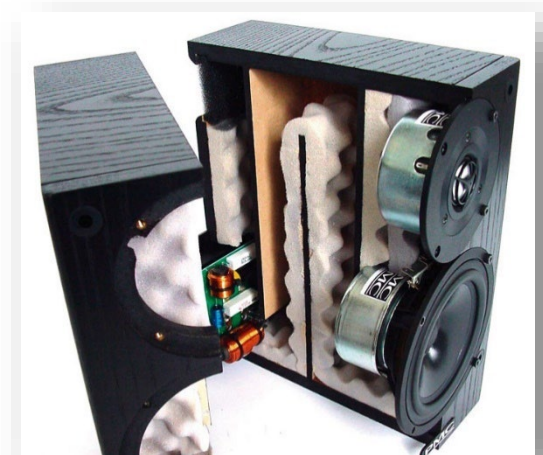


Figura 80. Escuma acústica a l'interior d'un altaveu - Font: [11]

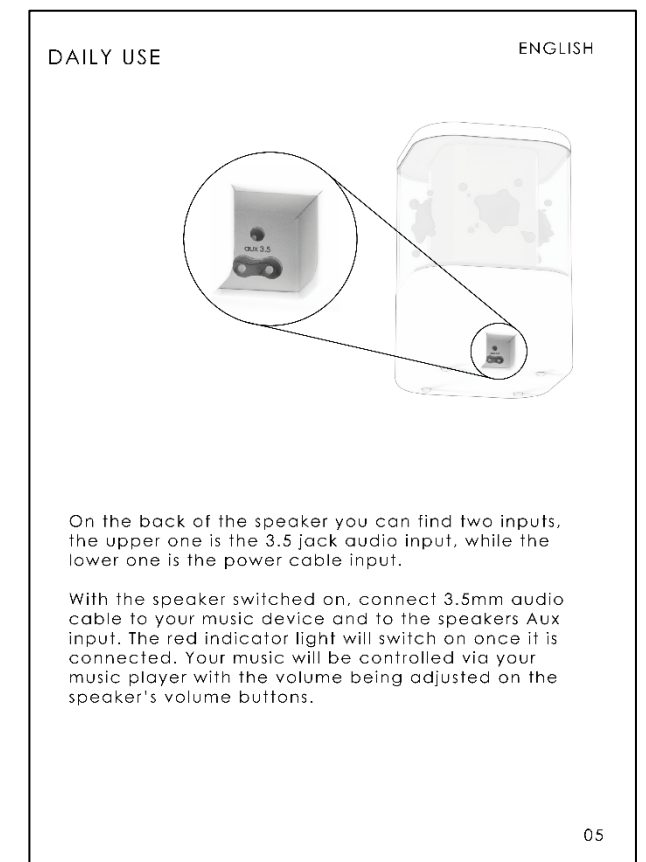
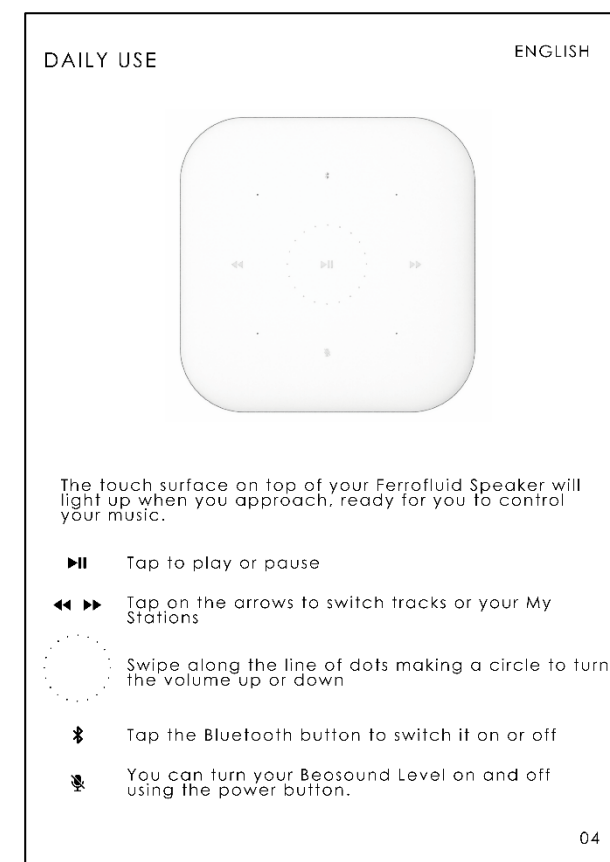
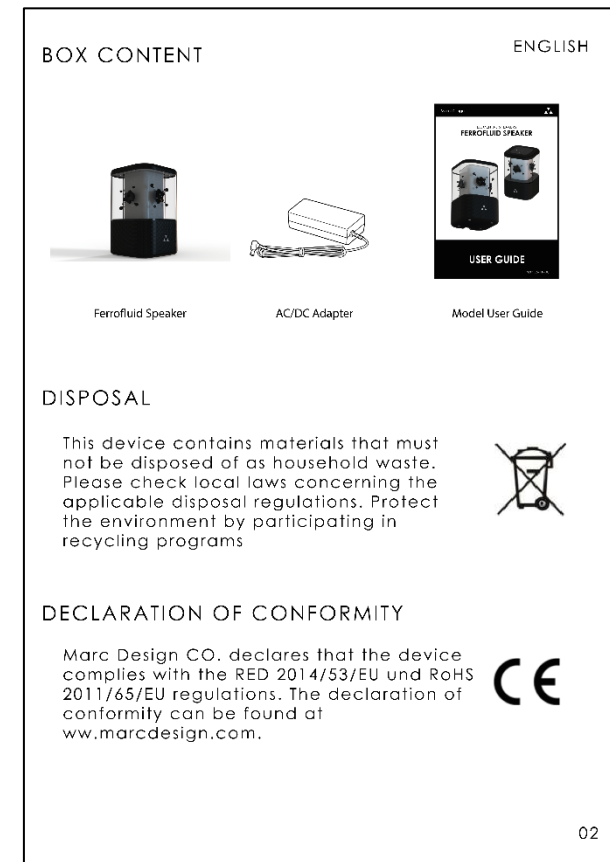
5.5 Guia d'usuari

Per al correcte funcionament del dispositiu, s'incorpora una guia d'usuari, que es recomana llegir abans de posar en marxa per primer cop l'altaveu. S'inclou dins del propi packaging del producte en format A5. També està disponible a la web de venda del producte.

S'ha optat per un estil minimalista i senzill ja que és un element que més que estètic ha d'oferir a informació correcta i necessària. És per això que també s'ha valorat el fet de dissenyar-la només en blanc i negre, ja que quan parlem d'un gran nombre de produccions, un simple fet com imprimir les guies d'us en color o en blanc i negre poden marcar una notable diferència.

La guia d'usuari està en diferents idiomes, per lo tant ha de ser breu per no tenir un volum massa exagerat. Els apartats necessaris que inclou són: els primers passos per començar a utilitzar el producte, informació necessària per a l'ús diari, recomanacions de manteniment i cuidat, el reciclatge, informació de contacte i les especificacions tècniques de l'altaveu. (aquestes últimes no són reals, s'ha posat un número aproximat ja que no s'ha fet un estudi de l'electrònica del producte ni de consum dels components.

La guia d'usuari també s'incorpora en la seva mida original a l'annex per facilitar-n'hi la lectura.



MAINTENANCE AND CARE ENGLISH

Read the following recommendations before using your speaker. By following these points you will be able to enjoy the product for many years.

- Do not let small children play this product
- Do not expose the speaker to liquid, moisture or humidity to avoid the product's internal circuit being affected.
- Do not use abrasive cleaning solvents to clean the speaker.
- Store the speaker out of direct sunlight and extreme temperatures (above 45°C/113°F or below -10°C/-14°F), as this may shorten the battery life, affect the operation or degrade the performance of your speaker.
- Do not dispose of the speaker in a fire as it might result in an explosion.
- Do not expose the speaker to sharp objects as this will cause scratches and damage.
- Do not drop the speaker. This may cause damage to the internal circuitry.
- Do not attempt to disassemble the speaker. This may cause damage to the internal circuitry.

06

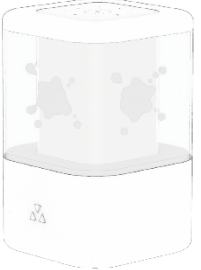
SPECIFICATIONS ENGLISH

Output Power 10 W
Driver 2x 0.75" / 19.05 mm
1x 4" / 101.60 mm
Frequency 110-20,000 kHz
Crossover Frequency 4200Hz
Bluetooth v5.0
Range: Up to 33' (10.06 m)
Music Streaming: Yes
Input/Output 1x 1/8" (3.5 mm) Mini Line-in
Battery Qty: 1
Type:
Power 100-240 VAC
Power Consumption 70 W
Dimensions 9.53 x 5.51 x 5.51" / 242 x 170 x 170 mm (HxWxD)
Weight 6.61 lb / 3 kg

CONTACT

If you have any questions,
please feel free to contact us.

Marc Design
C/Roquetes
08960 Sant Just Desvern
Web: www.marcdesign.com
Mail: info@marcdesign.com
Instagram: [marc_design](https://www.instagram.com/marc_design)



ref: ES-FF-001 07

5.6 Conclusions de la fase de desenvolupament

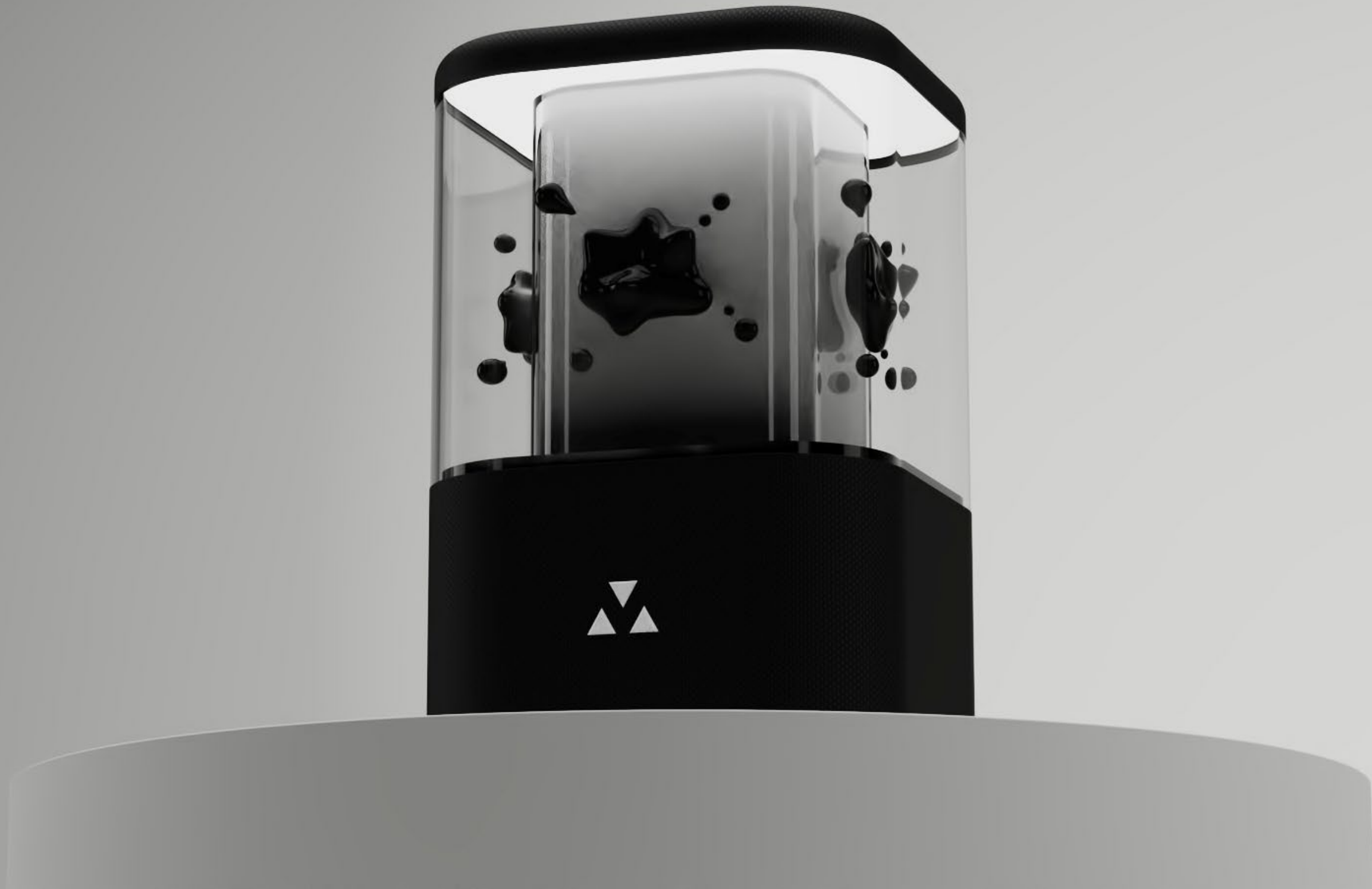
S'ha arribat a l'última fase de disseny prèvia al prototipatge. La fase de desenvolupament ha servit per definir totes aquelles idees i característiques que s'havien ideat en la fase de conceptualització però que els hi faltava donar forma.

Finalment, tenim un producte que podria ser construït i testejat en una següent fase de prototipatge, la qual serviria per validar que realment el producte funciona, no només a efectes pràctics, sinó també en relació amb la estètica, mida, estabilitat, etc. El fet de construir un model 3D ens serveix no tan sols per fer els plànols necessaris per a construcció, sinó que ens ajudarà a l'hora de fer un primer prototip ja que es podran imprimir moltes parts amb impressora 3D a partir del model del qual ja disposem.

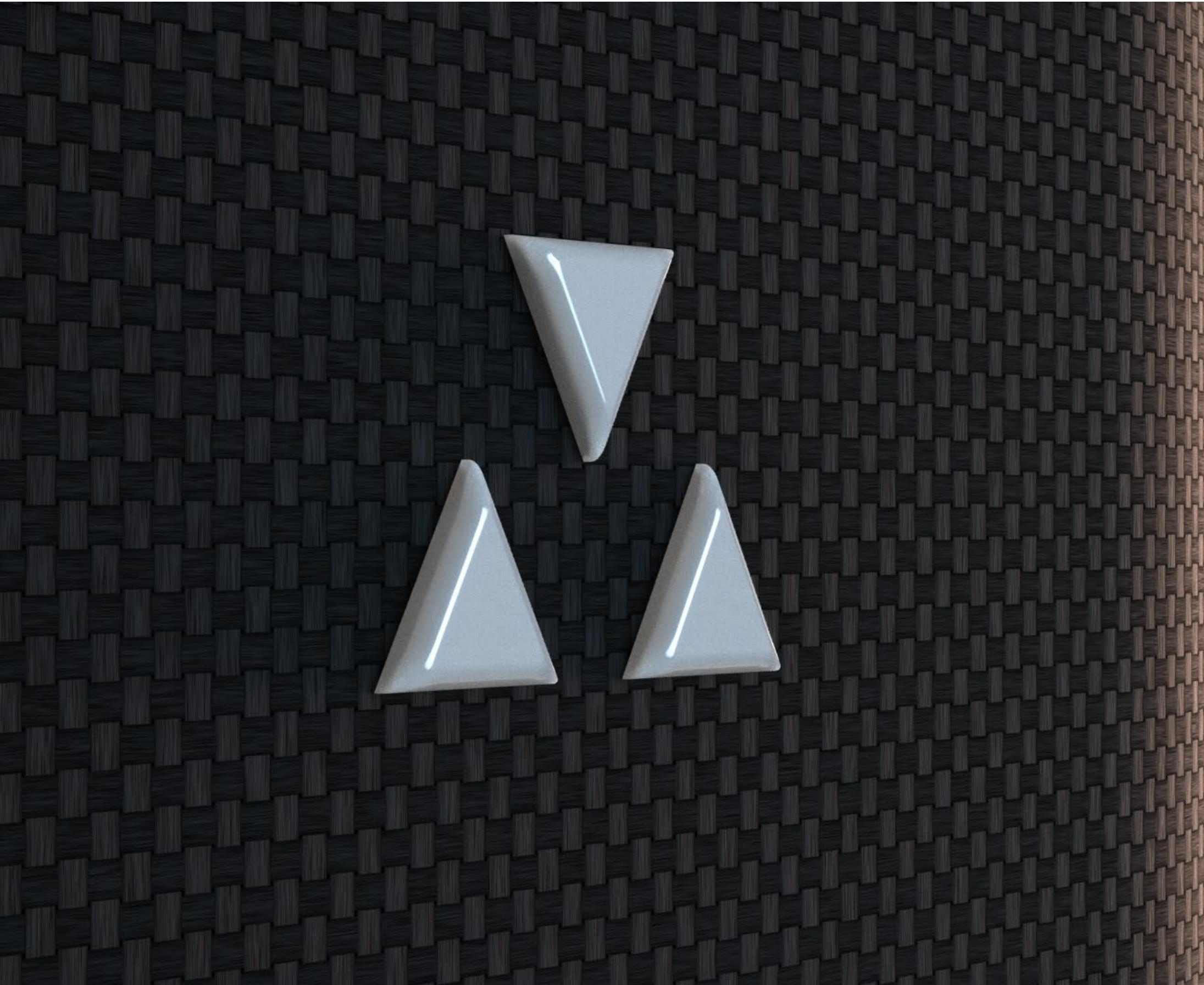
Figura 81. Guia d'usuari – Font: pròpia.

A continuació es mostren una sèrie de renders per mostrar el producte acabat després de la fase de desenvolupament. La resta estaran col·locats en els annexos.

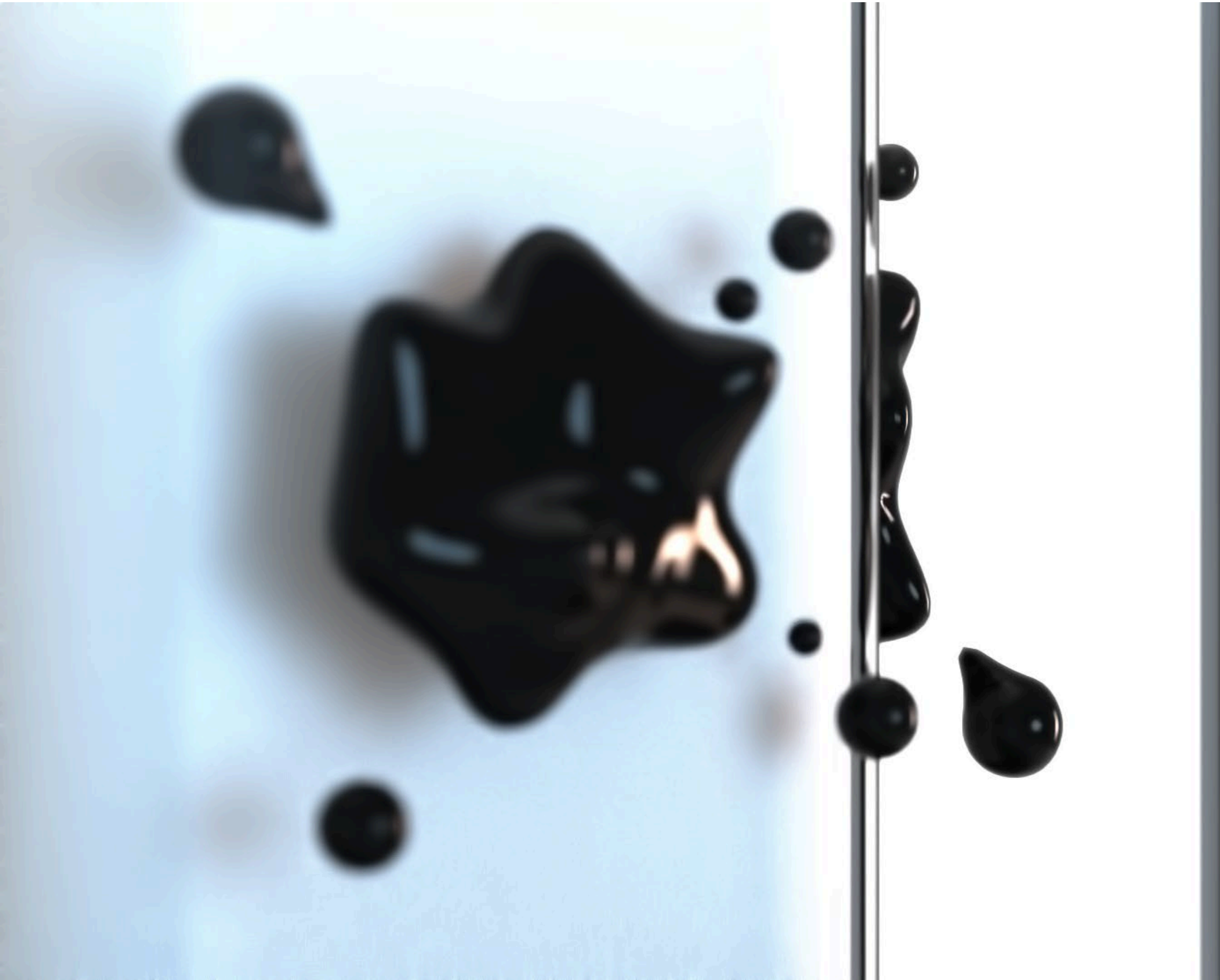














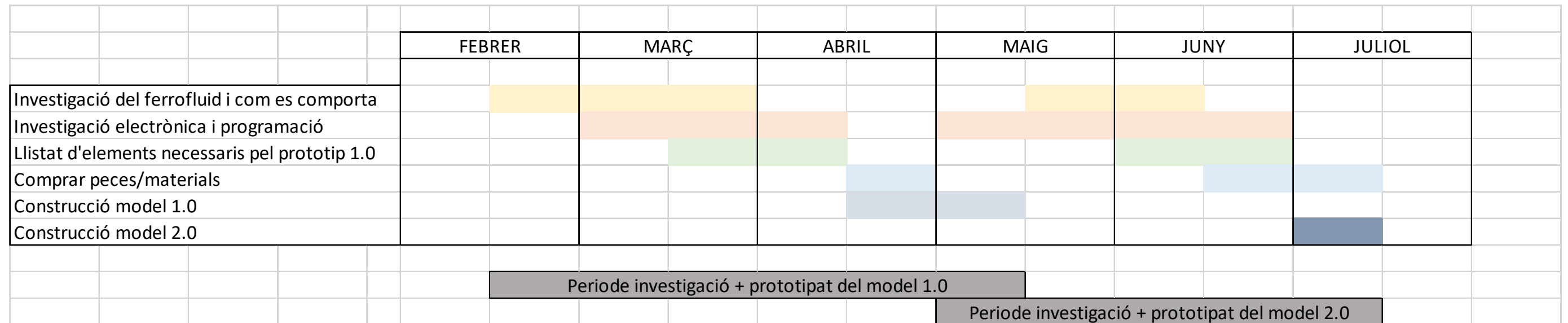






6 Fase de prototipatge

Tots els apartats de la memòria estan ordenats cronològicament, ja que és el procés que s'ha anat seguint per desenvolupar el producte (*Design Thinking*). La fase de prototipatge, en canvi, ha seguit un camí paral·lel al desenvolupament del producte. La imatge del Gantt ens ajudarà a entendre-ho. El que es vol dir és que no es va començar a desenvolupar el prototip després de la fase de desenvolupament, sinó que des de febrer que es va escollir la temàtica, ja es va començar en paral·lel a investigar i desenvolupar el prototip.



Taula 7. Gantt fase de prototipatge – Font: pròpia.

Abans d'explicar el procés que s'ha seguit, recordem els objectius inicials:

- Elaborar un primer prototip en el qual el que es busca és el correcte funcionament del ferrofluid i l'electroimant, és a dir, el sistema complet de la connexió del telèfon mòbil via Bluetooth a l'altaveu, que acaba fent que el ferrofluid es mogui al ritme de la música. Aquest prototip no tindrà en compte el correcte so de la música, ni la estètica del propi producte. Serà simplement funcional.
- Elaborar un segon prototip que s'assembli al màxim amb el producte final. Aquest, hauria d'incloure els mateixos elements que la versió 1.0, però també tindrà en compte que soni bé i la estètica final.

Comencem explicant el primer prototip:

Es va començar analitzant, com no, la competència i tota la informació que es podia extreure d'ella. Com ja s'ha comentat, la idea és pràcticament nova, i es va trobar poca informació al respecte. Les dades extretes, de forma resumida, eren que es necessitava un electroimant, el ferrofluid i trobar una manera de passar una senyal electrònica d'àudio a 1 i 0, per indicar-li a l'electroimant quan s'havia d'activar i desactivar.

Aquesta última és la part més complexa i complicada, ja que no és el meu camp d'estudi. Ha suposat molts maldecaps però a la vegada ha sigut una fase d'autoaprenentatge molt important. Primerament, es va buscar alguna manera d'obtenir ferrofluid, resultat més complicat de l'esperat. Un dels problemes era la difícil manipulació del material. Requeria entrar en el camp de la química, però era inviable estar fent per una part la investigació i conceptualització, per l'altra investigar i

experimentar amb l'electrònica, i a més a més endinsar-se dins del món de la química. Tot i això, m'hagués agradat molt poder experimentar amb les meves pròpies mans un producte com aquest.

Així que, tal i com s'ha comentat, el primer pas va ser obtenir el ferrofluid però no en grans quantitats, ja que el preu era excessiu, sinó que es va trobar un producte que contenia ferrofluid però que era venut com a joguina.



Figura 82. Pots de ferrofluid (1L + 100mL) - Font: [5]

Aquest producte era un flasc de ferrofluid, una ampolleta de vidre de 7x5x3 cm. En el seu interior podem trobar una petita quantitat de ferrofluid. La quantitat no es menciona en cap dels proveïdors, ja que el producte és comprat a través d'Aliexpress. Tot i que tardés un més en arribar, era la manera d'aconseguir-lo el més barat possible.

Gràcies al flasc i dos imants que venien amb el producte, es va poder investigar i provar diferents maneres d'interactuar amb el ferrofluid. Adjunto un link per mostrar un petit resum de les possibles interaccions formes que es poden aconseguir, apropant i allunyant l'imant, portant el ferrofluid cap a una cantonada perquè es separi en boles més petites, etc.

https://youtube.com/shorts/v9JEsT_nex4?feature=share



Figura 83. Flasc de ferrofluid - Font: pròpia.

ferrofluid no es pot trobar tant fàcilment, però hi ha un element que actua pràcticament igual que si que és més comú. Estic parlant dels LEDs que van al ritme de la música. Investigant, vaig veure que un gran percentatge de persones que feien projectes d'aquest tipus, utilitzaven una placa Arduino la qual connectaven a l'ordinador, per tal d'enviar-li un codi, copiat o fet per ells, per tal de donar-li ordres. Així que el segon pas va ser fer-se amb un set de principiant d'Arduino. Tot i que partia de 0, ja que no havia entrat mai en el món, em venia de gust aprendre'n, i el TFG ha sigut una gran oportunitat. Així que tant d'hora com vaig poder, em vaig fer amb un set de principiant i em vaig posar a fer els cursos que incloïa.



Figura 85. Unboxing del paquet de principiant d'Arduino - Font: pròpia.



Figura 84. Primera adquisició del prototip. Flasc de ferrofluid - Font: pròpia.

Un cop es va adquirir el flasc, calia investigar com moure'l al ritme de la música. El primer que es va fer va ser comprar un electroimant de 5V. Era el component 100% necessari per començar. I com que també tardava en arribar, el vaig encarregar sense saber certament si el model era adequat o no (Iman que treballava a 5V i tenia una força de 50N, 5kg).

Un dels meus grans professors no tan sols en aquest treball sinó que en la vida en general, és Youtube. Exacte, la xarxa social on es penegen vídeos de tot tipus i és coneguda mundialment. En aquesta plataforma vaig trobar diferents vídeos que em van ajudar a entendre com havia de funcionar i per on començar a investigar. Ja que el sistema de funcionament d'un altaveu amb

A mesura que anava fent els cursos i aprenent cada cop més sobre l'entorn d'Arduino, vaig rebre l'apreciat Electroimant. No estava en les millors condicions, ja que tenia una part oxidada, però al testear-lo va funcionar perfectament, així que no vaig optar per retornar-lo ja que hagués perdut dues setmanes, i no hi havia temps a perdre.

Un cop teníem tots els elements necessaris, el ferrofluid, l'electroimant, la placa Arduino Uno, components electrònics bàsics i un ordinador, ja podíem començar a fer proves. Primer de tot, calia comprovar que l'electroimant funcionava i amb quina eficàcia. Connectant-lo a l'Arduino i enviant-li un voltatge de 5V, poca cosa es va aconseguir. Això és degut a la poca intensitat que li arribava.

<https://youtu.be/XV2pJrTTHBQ>

Es van anar fent diverses proves, provant nous codis i modificant-ne alguns extrems de la web, adaptant-los a l'ús que necessitava. Adjunto link i imatges del punt màxim on es va arribar, abans de que l'electroimant seguis el ritme de la música, es clar. Fins aquest punt aconseguia activar-lo i desactivar-lo a un ritme que se li assignava, però no tenia el poder d'analitzar l'audio.

<https://youtube.com/shorts/KVxFDZ00Bao?feature=share>

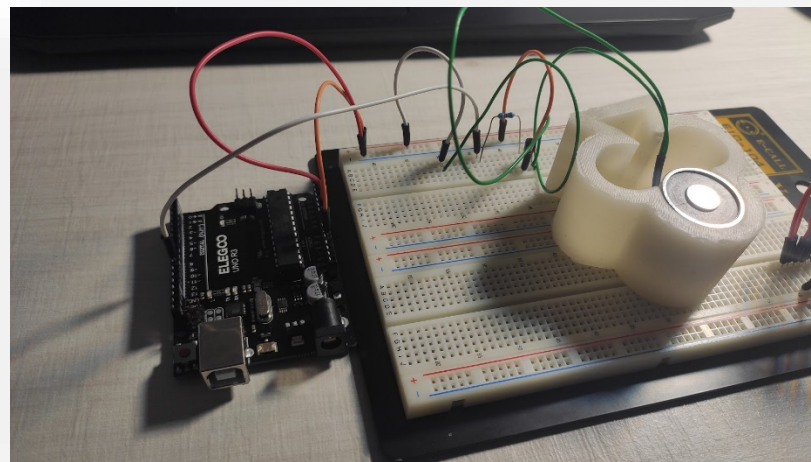
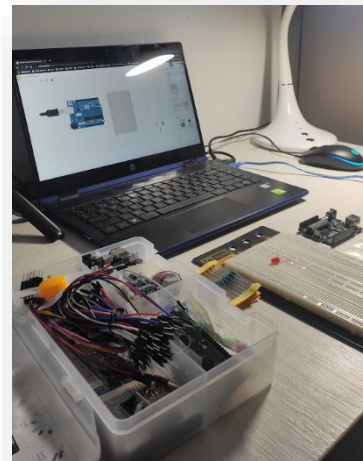


Figura 87. Proves amb Arduino – Font: pròpia.



Figura 86. Electroimant - Font: pròpia.



Després de varies investigacions, vaig trobar un component que podia ser el que em solucionés el problema d'analitzar la música. Un component electrònic que analitza freqüències. S'anomena MSGEQ7.

L'MSGEQ7 és un xip equalitzador gràfic que gestiona el procés de mostreig i mesura de les freqüències d'àudio que se li proporciona automàticament. La font d'alimentació del xip pot ser d'entre 2,7 i 5,5 volts, dels quals 5 volts poden oferir el millor rendiment.

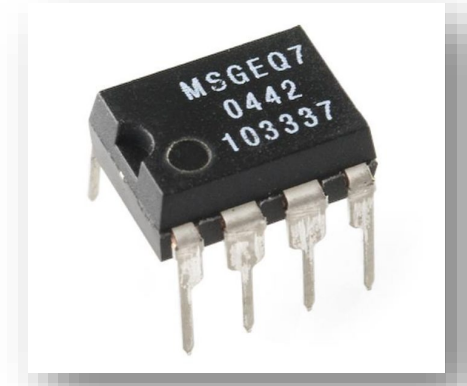


Figura 88. Xip MSGEQ7 - Font: [5], [30]

Aquest component agafarà l'entrada i l'executarà a través d'un filtre de pas de banda, que elimina totes les freqüències excepte la banda de freqüències particular assignada a aquest filtre.

Ens podria servir, ja que a l'entrar-li una freqüència d'àudio, en separaria les freqüències en 7 bandes diferents, i mitjançant un codi d'Arduino podríem filtrar únicament les freqüències més baixes, que és on acostumen a estar els "beats" de la majoria de cançons. Ens interessaria agafar les freqüències dels tres primers detectors, és a dir, de 63Hz a 400Hz, ja que si fos de 63 Hz a 160Hz seria massa limitat i potser no funcionaria amb algunes cançons.

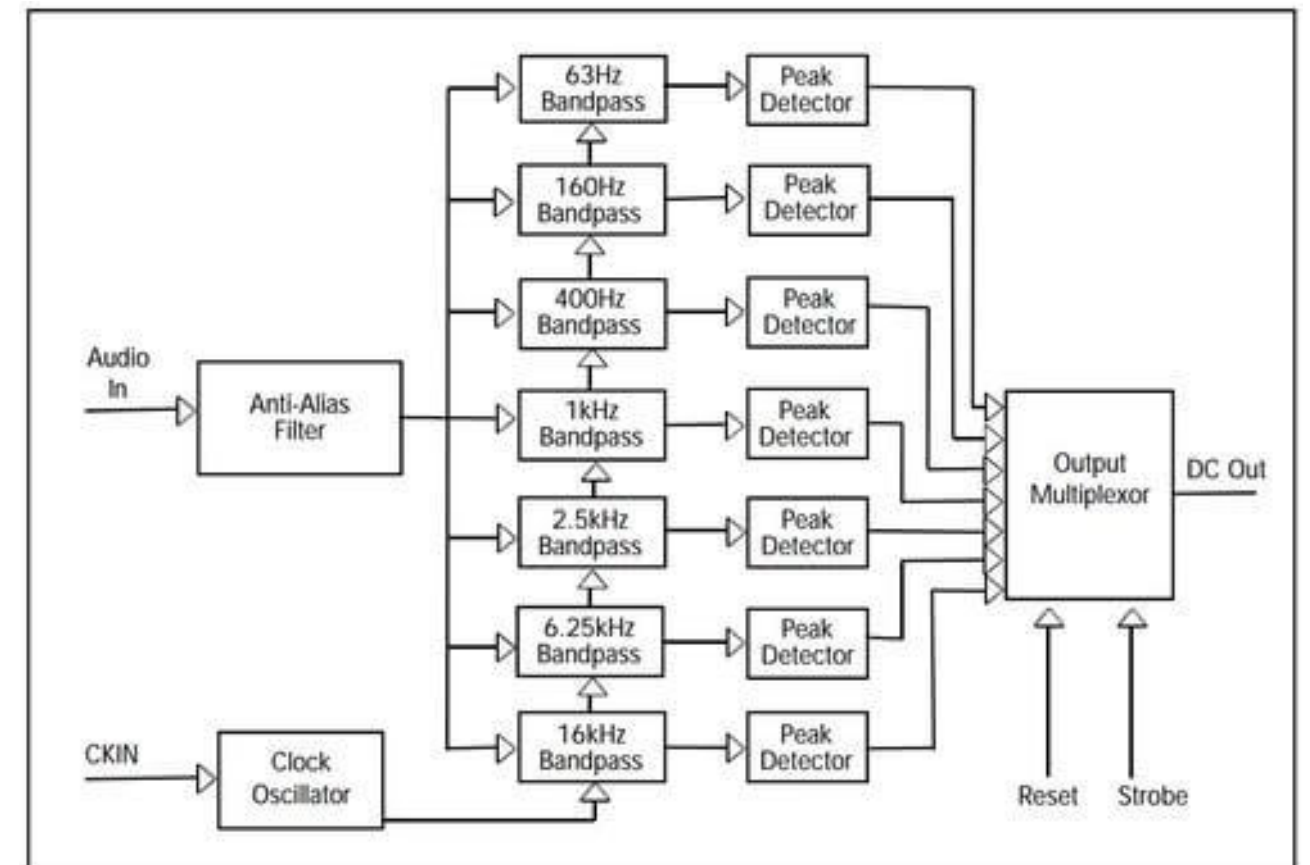


Figura 89. Diagrama de blocs de l'MSGEQ7 - Font: [5], [30]

Després d'analitzar el component que ens podia donar la solució, vaig buscar-lo per internet per tal de comprar-lo. Al ser un component molt específic i, a més a més, per culpa de la meua falta de coneixement i experiència de botigues online de compra de components electrònics a espanya, el més barat que vaig trobar-lo era per Amazon, amb un preu de 32 euros. Tocava buscar alguna alternativa més barata i amb un termini d'entrega més curt, ja que com més tardés en arribar, més temps estaria en "standby" el projecte.

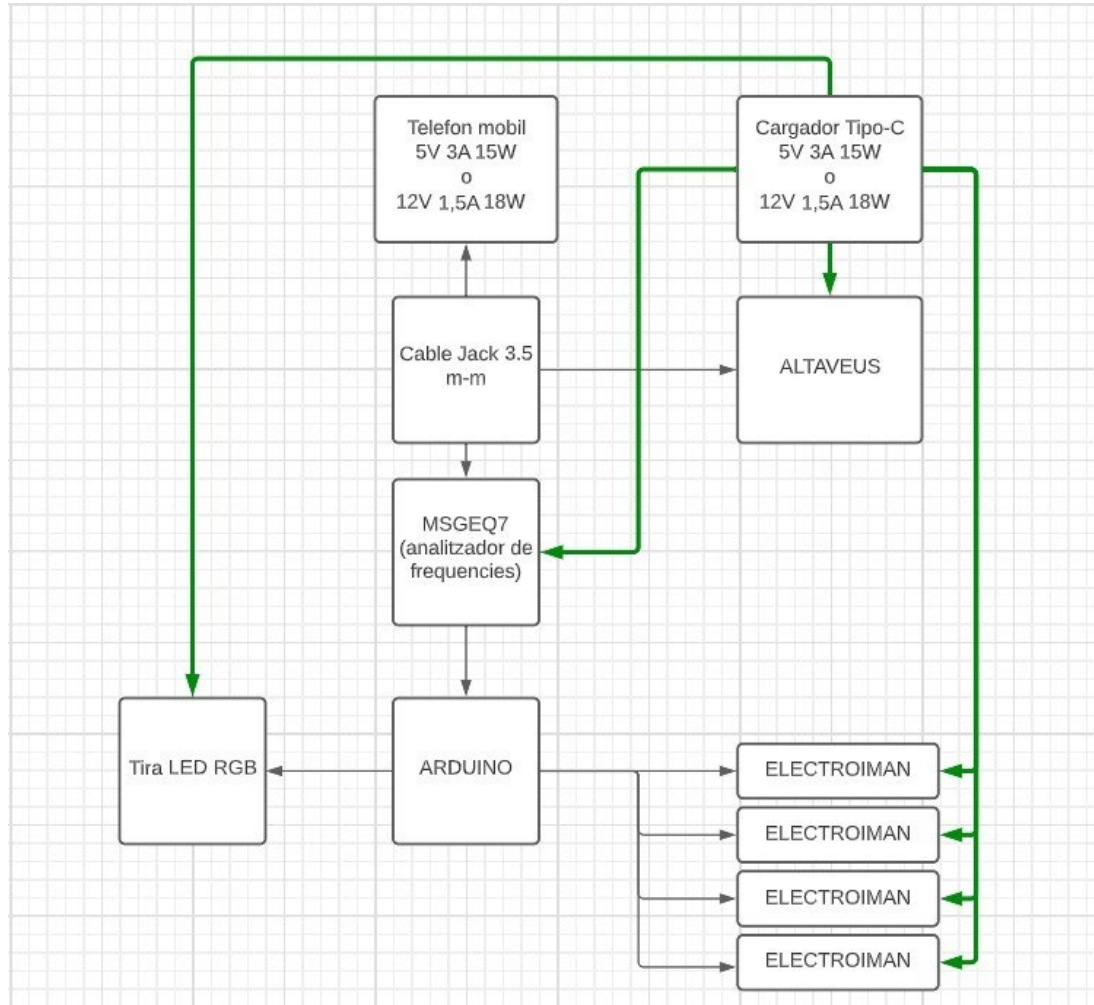


Figura 90. Esquema del circuit elèctric – Font: pròpia.

En aquest punt, el cotutor Ignasi Esquerra em va ensenyar una manera d'analitzar àudio i enviar-li a Arduino, de manera que entre els dos programes es podria aconseguir enviar-li a l'electroimant el beat. Després d'una gran "masterclass" de l'Ignasi i d'uns quants tutorials a Youtube, es va aconseguir barrejar codis d'Arduino i Processing per arribar a analitzar àudio. Aquest mètode permetia deixar de banda molts components electrònics, que a part de ser costosos, tardaven en arribar i retardaven el procés de prototipatge. De totes maneres, el resultat amb el codi de Processing no era ni molt menys l'esperat, i calia perfeccionar el codi ja que no analitzava correctament totes les cançons.

<https://youtu.be/xcFV4BRLBG8>

<https://youtube.com/shorts/X5JwWwtkkk?feature=share>

Després de bastanta recerca, sobretot en codi, es va aconseguir trobar i modificar un codi que, després de molts intents, aconseguia analitzar els beats i enviar-los a l'Arduino correctament. El que aquí es redacta en un paràgraf de tres línies, a la realitat van estar tres setmanes.

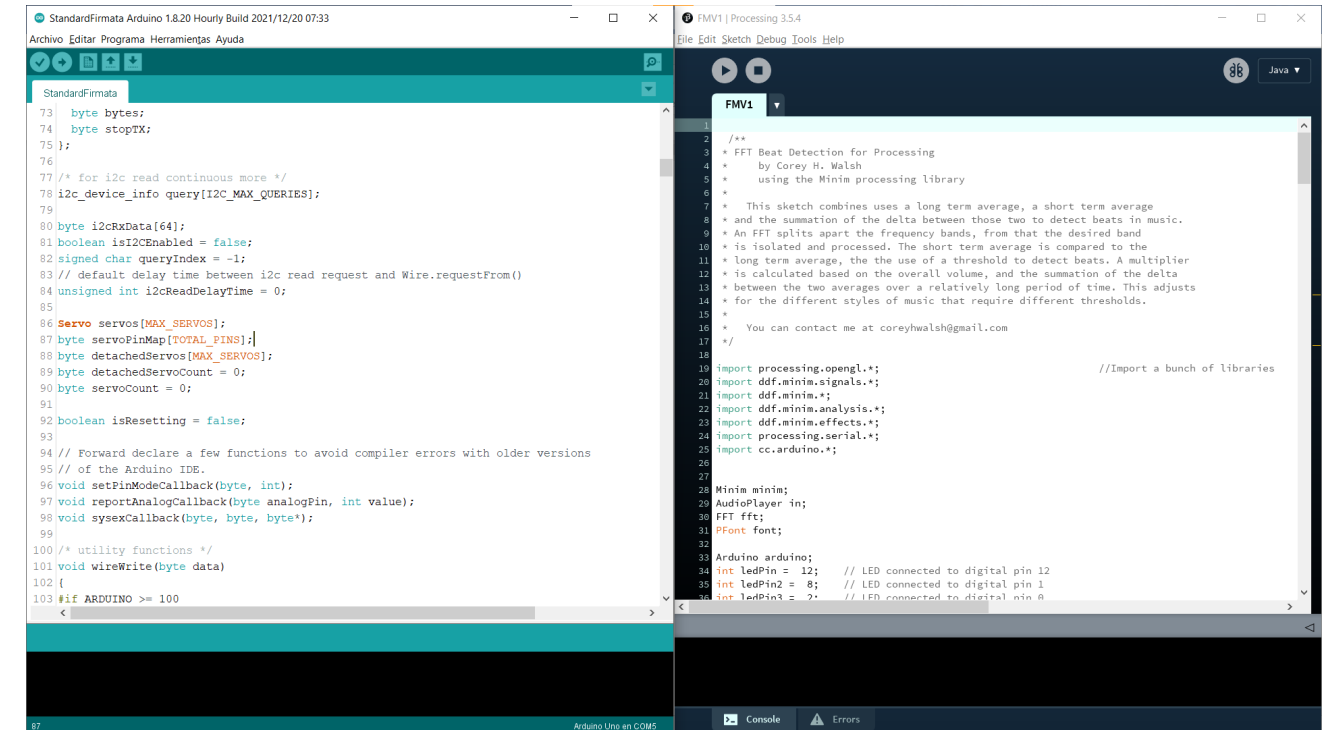


Figura 91. A l'esquerra, el codi d'Arduino i a la dreta el de Processing – Font: pròpia.

<https://youtube.com/shorts/nN2gxFTAFvg?feature=share>

<https://youtube.com/shorts/aan1pyfHP94?feature=share>

Un cop arribat a aquest punt, es va considerar superada la primera fase, la de construcció d'un prototip funcional. La interacció musica-electroimant-ferrofluid funciona, tot i que no s'aconsegueix la força d'atracció que s'esperava. Caldrà augmentar la intensitat a través d'una font d'alimentació externa. Els links s'adjunten per fer-se una idea de com quedaria el producte final, ja que representar el caràcter del ferrofluid en un entorn 3D és molt complicat, i de fet no n'hi ha ni a internet. Per lo tant, el producte final seria tal i com es veu en els renders però el ferrofluid actuaria com es veu en els vídeos, inclús amb una potencia molt major, de manera que visualment queda molt bonic.

Prototip 1.0 finalitzat

Inici Prototip 2.0

Degut al limit de temps i la inexperiència inicial en electrònica, el prototip 1.0 es va fer més tediós de l'esperat. De totes maneres, estic molt feliç no només amb el resultat final, ja que validem que pot funcionar, sinó que també ha suposat una gran experiència sortir de la limitació que tenen les pantalles i haver pogut trastejar i experimentar amb el mon real.

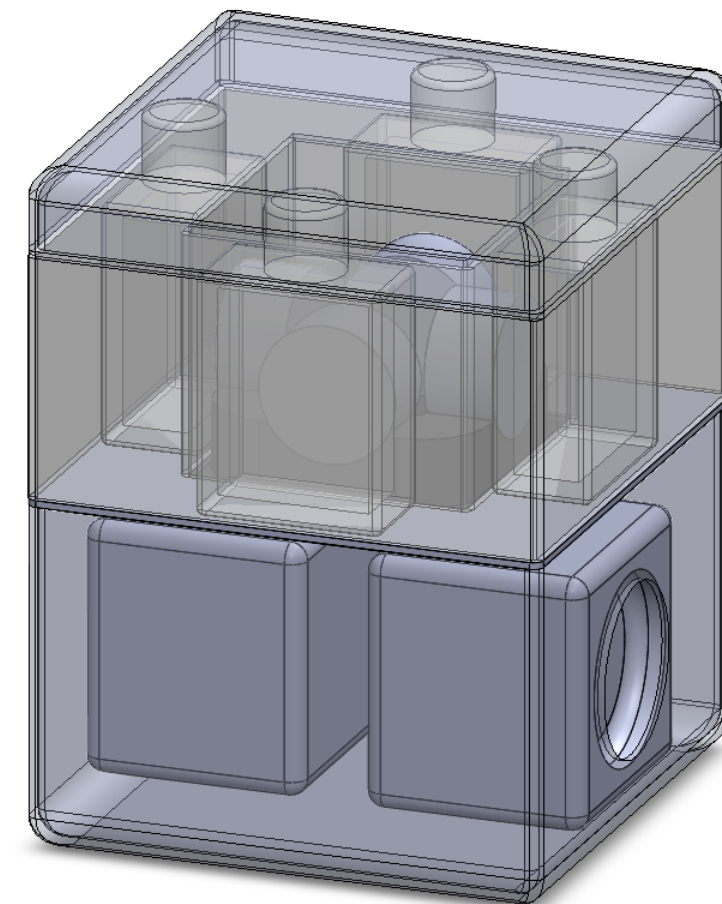
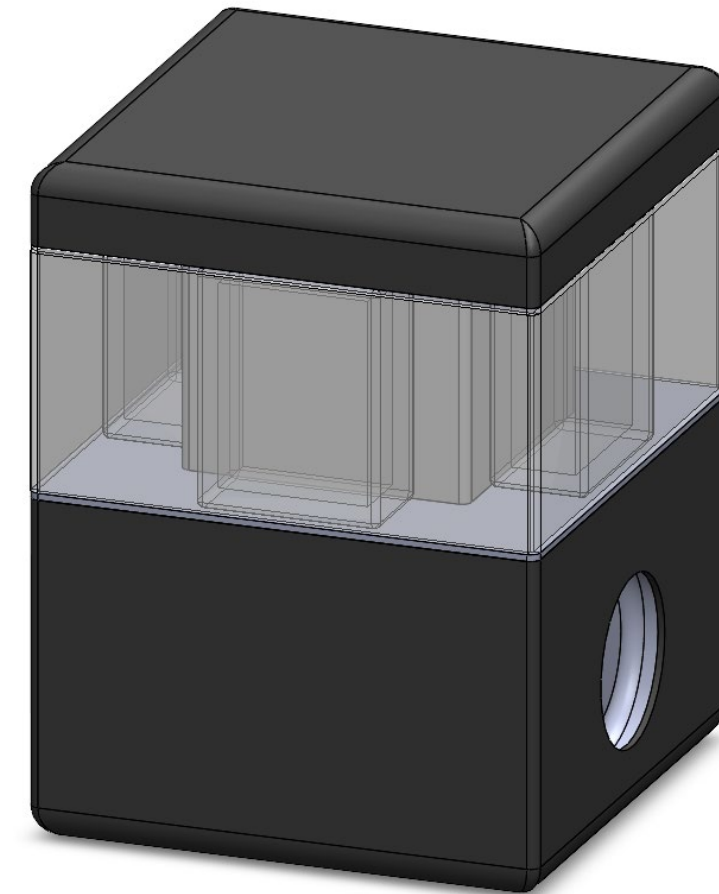
De totes maneres, s'ha seguit desenvolupant i investigant una nova forma de seguir el ritme de la música sense la necessitat de codi, sinó que utilitzant simplement components electrònics. Aquest sistema ens permetrà, si surt bé, connectar directament el mobil al dispositiu per enviar-li la música a l'altaveu, i aquest analitzarà i es mourà al ritme de la música.

Tal i com es pot observar en el GANTT d'aquest apartat de prototipatge, la fase de construcció del prototip 2 serà durant el Juliol, és a dir, entre l'entrega de la memòria i la presentació del TFG. És per això que no es poden donar més detalls del prototip, ja que no se sap si acabarà funcionant o no. De totes maneres, s'ha fet un redisseny del model 3D per tal de simplificar-lo de cara al prototip, ja que no podrà tenir els mateixos components i característiques que el model construït virtualment.

Com podem observar, el model consta de tapa, recipient i base. Al no ser possible obtenir un recipient amb la forma que s'havia dissenyat, i per la complicació que suposaria endinsar-se en el tractament del ferrofluid, s'ha fet una simplificació usant els propis flascs de ferrofluid per representar com quedaria el resultat final.

La tapa no tindria botons, ja que complicaria i allargaria el desenvolupament del prototip. I a la base s'incorporaran dos altaveus compactes i amb un so estandard. A la columna es situaran els quatre electroimants que mouran el ferrofluid.

Encara no s'ha dut a terme el muntatge així que, aquest apartat és un "spoiler" del que es veurà en la presentació.



7 Fase de validació

Després d'haver desenvolupat i definit el producte i tot el que l'envolta, cal validar que realment es viable. Ens centrarem en tres aspectes per tal de validar si seria possible llençar el producte al mercat. Primerament, farem un anàlisi de l'impacte ambiental, seguit d'un estudi de la viabilitat econòmica.

7.1 Impacte ambiental

7.1.1 Cicle de vida

Deponent dels materials dels quals estiguin fets i de les condicions ambientals d'on s'utilitzi l'equip, els altaveus d'alta qualitat solen durar fins a 40-50 anys abans de mostrar cap signe de dany. Això en condicions òptimes, entenent que no han patit cap cop, ni tracte brusc, ni cap condició atmosfèrica que pugui danyar els seus components. Però com que un altaveu és un aparell d'interacció pràcticament nul·la (més avui en dia, amb connexió Bluetooth), podem confirmar un cicle de vida d'entre 40 i 50 anys.

Tot i tenir un càlcul aproximat de la vida útil d'un altaveu des del seu inici fins al seu final, aquest altaveu té un element que perjudica notòriament el seu cicle de vida. El ferrofluid.

Avui en dia aquest material està en ple desenvolupament, per lo tant, cada dia va millorant el seu procés de fabricació i la seva capacitat de aguantar més temps sense desgastar-se. El ferrofluid és un material que si no es de bona qualitat i ha estat fabricat correctament, te un desgast molt notable, per lo tant el temps que es mantingui en la totalitat de les seves qualitats dependrà molt d'on s'obtingui el material.

Suposant que obtenim el millor ferrofluid possible (dins del pressupost establert), aproximem una durada màxima de 10 anys abans de que baixi del 80% de les seves propietats ferromagnètiques.

És a dir, l'altaveu pot seguir funcionant fins a 5 cops més temps que el ferrofluid. Seria una bona opció tenir la possibilitat de que l'usuari pugui desmuntar el producte per canviar-li únicament el contenidor de ferrofluid. D'aquesta manera, l'usuari podria anar canviant entre els diferents displays de la línia de productes.

En definitiva, el punt crític del cicle de vida de l'altaveu és el ferrofluid, i de la seva qualitat dependrà que s'acabi o no la vida del producte.

7.1.2 Les tres R

Reciclar

Tot producte té una data límit, i pel benestar del planeta i tenint en consideració l'impacte ambiental que pot provocar, s'ha de reciclar. És per això que s'ha de tenir en compte a l'hora de dissenyar un producte. S'ha intentat mantenir el mínim número de peces en cada fase del disseny. Tot i això, podria optimitzar-se molt més, de manera que si es seguís endavant amb el projecte seria un aspecte a canviar.

Tot i que el producte tingui el mínim número de peces possible, trobem un altre problema a l'hora de reciclar el producte. El numero de diferents materials que hi anirien: PS, vidre, ferrofluid i components electrònics. Per lo tant és un producte que de cap de les maneres es pot llençar a un contenidor, sinó que s'ha de portar a una deixalleria o punt de reciclatge especialitzat.

Els components de **PS** es poden separar i reciclar sense problema, i el mateix amb el **vidre**. No necessiten cap tractat ni procés especial.

Per altra banda, el **ferrofluid** és un element que necessita un tractament especial. Aquest líquid te en el seu interior nanopartícules extremadament petites amb una mida de tan sols 0,000001mm (10 nanòmetres). El líquid portador d'aquestes partícules solen ser fluids orgànics o aigua.

Els ferrofluids són líquids una mica complexos d'entendre i de processar, quan els manipulem hem d'utilitzar ulleres protectores i guants. Pot deixar taques a la pell difícils de treure així que quan experimentem amb ell devem portar a més de les ulleres i els guants un davantal o roba vella.

Les botigues que venen els ferrofluids recomanen quan tanquem a llençar o rebutjar aquests fluids que es processin de forma similar a com es fa amb l'oli del motor dels cotxes. Per lo tant la millor opció és portar el ferrofluid a un Punt Net, encara que no a totes les localitats existeixen. També hi ha contenidors industrials on es poden abocar els olis usats.

Per últim, queda per reciclar els **components electrònics**. La manera més senzilla de reciclar els components electrònics que ja no ens serveixin és dipositar-los en aquells llocs on puguin dividir-los, tractar-los, reciclar-los i/o recuperar-los correctament. Als punts de lliurament específics es realitzen diversos processos de reciclatge que ofereixen una segona vida als residus electrònics. D'aquesta redistribució s'encarreguen majoritàriament els propis punts de reciclatge. Per lo tant, tornem a recalcar que l'usuari l'únic que ha de fer és dur-lo, com qualsevol altre producte electrònic, a la deixalleria/punt de reciclatge.

Cal mencionar que l'emalatge (packaging), consta d'una caixa de cartró de doble canal, protegit interiorment amb una estructura de "porexpan" (poliestirè expandit) per tal de protegir l'estructura dels cops. Aquests dos materials no estaran units, per lo qual es poden reciclar cadascú al seu contenidor corresponent, blau i groc.

Reparar

Un punt fort de l'altaveu és la seva modularitat. I es que tal com es menciona anteriorment, està dividit en la tapa, el cos, i la base. En el model dissenyat, no s'ha especificat de quina manera s'uniran exactament les tres parts, però de cara a un seguiment del projecte, es redissenyaria per tal d'aconseguir un fàcil desmuntatge d'aquests tres components.

Aquest fet ens ajudaria també a allargar la vida del producte. Com hem mencionat, el cicle de vida depèn notòriament de la vida del ferrofluid. En cas de que aquest es fes malbé, es podria desmuntar el conjunt per tal de substituir/arreglar només una de les parts, mantenint les altres de l'original, sense la necessitat de comprar un producte totalment nou.

Reutilitzar

En el cas d'aquest producte, es podria reutilitzar tota l'electrònica, en el cas de que no hagués patit cap desgast en el seu temps d'ús. Per altra banda, l'envàs de vidre és un altre element que es podria intentar reutilitzar, tot i que com ja s'ha mencionat el ferrofluid és un material que s'adhereix a qualsevol superfície, i treure'l del seu recipient podria ser perillós.

Tot i això, cal mencionar que aquest seria un cas molt utòpic, ja que és molt difícil gestionar un cicle tancat per tal que alguns elements d'un producte que es llença arribin al fabricant perquè en reutilitzi les seves parts.

7.2 Estudis de la viabilitat econòmica

7.2.1 Pressupost prototip 2.0

El primer estudi que es va fer és el del preu aproximat de producció del prototip. Ja que a partir d'aquí es validaria si es feia o no, ja que el resultat d'un preu massa elevat suposaria deixar de banda el desenvolupament d'un prototip per falta de capital.

Es va analitzar quins components es necessitarien, i de quina manera es podríem obtenir més barates però a la vegada que no tinguessin un termini d'entrega exagerat, ja que depenent de quina web enviava el producte al cap de un o dos mesos, inviable per a un projecte per al qual es te tant poc temps.

El pressupost és una aproximació del prototip 2.0, és a dir, s'entén que tot aquell material que s'hagi utilitzar per a fabricar el 1r prototip serà inclòs novament en el segon prototip, sempre i quan funcioni.

| COMPONENT | UD. | PREU/UD. | PREU TOTAL |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| COMPONENTS ELECTRONICS | | | |
| Woofers full-range | 2 | 20,07€ | 40,14€ |
| Amplificadors | 2 | - | - |
| Modulo Bluetooth | 1 | 5€ | 5€ |
| Cable alimentació | 1 | 5€ | 5€ |
| Botons control manual altaveu | 1 | 7€ | 7€ |
| Ferrofluid | 103 mL 5% | 40€/100ml | 40€ |
| Electroimants 25kg | 4 | 14€ | 56€ |
| Tira LEDs RGB | 1 | 10€ | 10€ |
| SUBTOTAL | | | 163€ |
| COMPONENTS FÍSICS | | | |
| Contenedor de vidre | 2,334 mm ² | 13€ | 13€ |
| Estructura tapa i base (impressió 3d) | - | - | 20€ |
| Tela acústica | | | 14€ |
| Espuma acústica | | | 5€ |
| SUBTOTAL | | | 52€ |
| TOTAL | | | 215€ |

Figura 93. Taula de components prototip 2.0 – Font: pròpia.

El preu total aproximat per al desenvolupament del prototip és de 215€. Cal remarcar que és una aproximació anticipada, de fet, s'ha intentat anar a la alça amb els components per evitar una sorpresa i que acabi sent superior a l'establert. De totes formes, també va be alçar-lo ja que no s'ha tingut en compte el procés d'experimentació i de prova i error, ja que sempre passa que hi ha components o materials que no acaben de funcionar tal i com es pensava i se n'han de comprar de nous i diferents.

7.2.2 Pressupost del producte, estudi econòmic

Es realitzarà un estudi econòmic per saber si el projecte és rentable abans de desenvolupar-lo. Per això, analitzarem els diferents aspectes que influeixen en el preu final del producte.

Els càlculs i l'estudi econòmic en general del projecte s'expliquen més detalladament en el document de pressupostos, en aquest apartat se n'extreuen els costos totals. És a dir, tota la informació d'aquest apartat és un resum de l'anàlisi del pressupost.

COSTOS DE DESENVOLUPAMENT

Es contemplen les següents premisses:

- La feina de desenvolupament de 600 hores de treball i 8 EUR/hora (remuneració TFG)
- Elaboració de prototip (prototipatge TFG)
- Futur desenvolupament de 1200 hores a 10 EUR/hora (enginyer de disseny industrial).

El subtotal del desenvolupament és d'uns **17.015 €**

PUNT D'ARRANCADA (DIA 0)

El punt d'arrancada, també conegut com el dia 0, l'establim en el moment en que comença l'activitat pròpiament dita, i ja han d'estar complertes les següents premisses:

- El model a produir ja està dissenyat
- El mercat potencial està estudiat
- S'han homologat peces i proveïdors
- Es disposa de l'espai on s'efectuarà l'activitat
- S'ha escollit l'equip que portarà a terme el projecte

COSTOS VARIABLES:

COSTOS DE PRODUCCIÓ

En aquest apartat es té en compte el que costa produir una unitat. Es té en compte la suma de preus de tots els components que té l'altaveu, i com s'han fabricat.

COST PECES D'EMMOTLLAMENT PER INJECCIÓ

Hi ha un total de 6 peces de plàstic que es fabricaran amb emmotllament per injecció. En el càlcul de variables es considera el cost dels motlles. S'estableix una vida útil de cada motlle de 5000 peces. I un cost mig de 10000 EUR per motlle. L'impacte d'aquesta despesa en el cost unitari de cada altaveu es calcula de dividir el cost dels 6 motlles necessaris entre les 5000 peces que es podran fabricar amb ells.

El subtotal dels elements emmotllats és de **15,28€** per unitat de producte

COST COMPONENTS ELECTRÒNICS

Els costos s'han valorat, en aquesta secció, invariables durant els 3 anys. És obvi que a mesura que la producció augmenta, també ho fa la necessitat de materials i, per tant, els costos de compres per volums cada cop més grans repercuteix directament en una reducció d'aquest cost. De totes maneres, no es té en compte en aquest estudi.

El subtotal dels components electrònics és de **68,85€** per unitat de producte

COST ALTRES ELEMENTS

En aquesta última taula es mencionen tots els altres elements de l'altaveu que no estan formats per motlle d'injecció ni són components electrònics.

El subtotal de la resta de components és de **31,11€** per unitat de producte.

Si sumem els valors obtinguts en els càlculs anteriors, el cost total de la "matèria primera" d'una unitat és de:

$$15,28 + 68,85 + 31,11 = \mathbf{103,24 \text{ €}}$$

COST DEL PACKAGING

En aquest apartat només es calcula el cost de l'emballatge físic. Es valora en 2€. El cost de disseny del packaging s'ha valorat en l'apartat de costos inicials de desenvolupament.

El subtotal dels costos de packaging és de **2€** per unitat.

COSTOS LOGÍSTICS (MAGATZEM, PICKING I TRANSPORT)

Un cop es té el producte fabricat, s'ha de tenir en compte tant l'emmagatzematge, per tal de tenir un "stock", la preparació de la comanda (picking) i l'enviament fins al comprador:

- L'emmagatzematge s'ha establert que es farà en el propi local, que a part de la oficina i la zona de muntatge tindrà una zona dedicada a l'emmagatzematge, on es guardaran els productes preparats per ser enviats.
- El cost del picking s'inclou dins el salari dels treballadors de l'empresa
- El transport, s'ha establert en uns 18 € per enviament a través d'una empresa externa de transport. En aquesta primera fase només es contemplen enviaments nacionals

El subtotal dels costos logístics és de **18€** per unitat.

El cost total de producció i enviament d'una unitat d'altaveu de ferrofluid és de:

$$115,24 + 18 + 2 = \mathbf{135,24 \text{ €}}$$

COSTOS FIXES

Els costos fixes són aquells que no varien segons el número d'unitats venudes, i es llisten a continuació:

| COSTS FIXES/MES | DEFINICIÓ | COST UNITAT | Nº | COST TOTAL |
|-------------------|--|-------------|----|-----------------|
| EMPLEATS MUNTATGE | Dos empleats amb sou de 2000€/mes bruts | 2.000 € | 2 | 4.000 € |
| EMPLEATS OFICINA | Administrador, al ser startup s'encarrega de múltiples tasques | 2.000 € | 1 | 2.000 € |
| SERVEIS | Lloguer, llum, aigua, assegurança, permisos, gestió de residus, etc. | 2.250 € | 1 | 2.250 € |
| MÀRQUETING | Publicitat de cara a la comercialització, col·laboracions, etc. | 3.000 € | 1 | 3.000 € |
| 1R ANY | | | | 11.250 € |
| 2N ANY | Augment de plantilla, màrqueting, etc. | 20,00% | | 13.500 € |
| 3R ANY | Augment de plantilla, màrqueting, etc. | 20,00% | | 16.200 € |

Taula 8. Costos Fixes – Font: pròpia.

El cost fix del primer any surt a 11.250€ al mes. Per no entrar massa en detall, s'ha establert que en un suposat 2n i 3r any aquest cost s'incrementaria un 20% respecte l'any anterior, tenint en compte un augment tant en personal, com en el màrqueting i, potencialment, en algun servei.

Per poder calcular l'impacte econòmic unitari respecte als costos fixes, hem considerat que:

- Hi ha diàriament dos empleats muntant unitats
- Cada empleat fabrica dues unitats al dia
- Suposem 22 dies laborables al mes

Això ens dona una productivitat de 88 altaveus al mes

Si les despeses fixes, el primer any, s'han avaluat en 11250 EUR, el cost fixe per cada unitat fabricada és de $11250 / 88$, ens dona un total de 127,84 €/u.

Per tant, el cost final per cada altaveu, sumant els costos fixes i variables, és de:

$$127,84 \text{ €} + 135,24 \text{ €} = \mathbf{263,08 \text{ €}}$$

CÀLCUL DEP PVP

Es consideren dos escenaris de venda: el primer és venda directe a client via plataforma virtual de venda. La segona és venda a través de distribuïdor (botiga especialitzada del sector)

Per avaluar el PVP de la botiga, assumim un marge comercial d'un 40% per l'intermediari. I un 15% de benefici pel fabricant. Això ens dona un PVP de:

$$263,08 \text{ EUR} + 15\% = 302,54 \text{ €}$$

$$302,54 \text{ EUR} + 40\% = 423,55 \text{ €}$$

Així donaríem un PVR a la botiga, arrodonint, de 425 €

Per calcular el PVP via plataforma digital, volem donar un preu lleugerament més econòmic que la botiga, però sense quedar-ne lluny. Així, agafem un PVP de 420 €

$$\mathbf{PVP = 420 \text{ €}}$$

$$\mathbf{PVR = 425 \text{ €}}$$

8 Conclusions

El disseny d'un altaveu amb ferrofluid que es mogui al ritme de la música ha estat tot un repte que ha passat per les fases pròpies de la metodologia del disseny: recerca, conceptualització, desenvolupament, prototipatge i validació. Aquests quatre punts han quedat enregistrats en els apartats 3, 4, 5, 6 i 7 de la memòria. I finalment, després de passar per cadascuna d'aquestes fases, s'ha assolit l'objectiu principal del treball. La creació d'un altaveu que transmeti la música utilitzant el ferrofluid.

Cada pas d'aquesta travessia ha suposat un repte, que s'ha transformat al cap i a la fi en un aprenentatge continu. Aquesta formació indirecta, basada en molts casos en prova i error, és tant satisfactòria com haver assolit l'objectiu inicial.

Per arribar a crear l'Altaveu de Ferrofluid, s'ha hagut de passar per una fase de recerca, on s'ha analitzat que existia avui en dia relacionat amb el producte que volíem dissenyar. També s'ha investigat i conegut com funcionen els altaveus i el ferrofluid. S'ha passat per una fase de conceptualització, on s'han determinat les característiques generals que té el producte, tant estètiques com funcionals. I a més a més, s'ha desenvolupat la idea d'una futura línia de productes. S'arriba a una fase de desenvolupament, on s'acoten totes aquelles característiques desenvolupades en la fase anterior. D'aquesta manera l'altaveu ja té cara i ulls, i gràcies al 3D i els plànols, ja se'n podria construir un primer prototip real. La següent fase és la de prototipatge, en la qual es testeja si realment funcionaria el model dissenyat. En aquesta fase no s'ha pogut arribar on es pretenia, tot i això el resultat és grat. Finalment la fase de validació, on s'ha comprovat l'impacte ambiental del producte i la viabilitat econòmica del projecte en general.

Després d'aquest resum de les fases del projecte, cal repassar quins dels objectius inicials s'han complert i quins no, justificant el perquè.

- ✓ Conceptualitzar, dissenyar i prototipar l'altaveu per tal de que sigui funcional i pugui ser comercialitzat.
- ✓ Dissenyar pensant en una futura col·lecció d'altaveus d'una estètica similar, en la que cada altaveu utilitza un element diferent per representar la música
- ✓ Dissenyar tenint en compte l'elaboració d'un prototip a escala 1:1.
- ✓ Que el focus del producte sigui el ferrofluid.
- ✗ Aconseguir que el ferrofluid es mantingui estable en el seu contenidor sense embrutar-lo, ni perdre les seves propietats.
- ✓ Desenvolupar un programa i un mecanisme que transformi la informació acústica en freqüències que actuïn sobre el ferrofluid.
- ✗ Que el ferrofluid es mogui en el seu recipient de forma estètica i satisfactòria.

- ✓ Dissenyar l'altaveu per tal de que compleixi realment la funció d'aquest, és a dir, que tot i que l'element principal sigui el ferrofluid, que l'altaveu tingui una bona qualitat de so.
- ✓ Elaborar un primer prototip que no tindrà en compte el correcte so de la música, ni la estètica del propi producte. Serà simplement funcional.
- ✓ Elaborar un segon prototip que s'assembli al màxim amb el producte final, i a diferència del prototip 1.0, aquest també tindrà en compte que soni bé i la estètica final.

Dels 10 objectius principals, se n'han complert 8. A més a més, els dos objectius que no s'han acabat de complir estan relacionats amb el ferrofluid, fet que implicaria haver-se endinsat en un àmbit químic. La dificultat tant per aconseguir com per manipular el ferrofluid no era coneguda en el moment de posar els objectius inicials, és per això que es van establir. De totes maneres, si els obviem, podem veure que tots els altres s'han assolit de manera satisfactòria, per lo tant es confirma que el projecte ha estat eficaç, productiu i beneficiós.

A nivell personal, aquest projecte ha sigut una oportunitat de creixement i aprenentatge personal, en el qual s'han dut a terme les competències assolides durant el grau de Disseny Industrial. Si li presentés aquest treball al Marc de fa quatre anys, a punt d'iniciar la carrera, no hagués dit mai que podria arribar fins on he arribat. He pogut adquirir coneixements no tan sols de disseny, sinó sobre camps de l'enginyeria molt diversos. I respecte el treball, molt content i satisfet, i tot i que sempre hi ha ganes de fer més i més (perquè es podria millorar infinitament el projecte), s'ha arribat fins a un resultat molt bo del qual estar orgullós.

8.1 Planificació i programació del treball futur proposat

Un dels apartats que es menciona en l'estudi de la viabilitat econòmica, és el cost de desenvolupament. En aquell apartat, es suma el cost total de desenvolupament del producte abans de l'inici de la seva producció. Es mencionen les 600h invertides en el desenvolupament d'aquest projecte, i a més a més, es mencionen unes altres 1200h de futur desenvolupament.

Per que explico això? Doncs perquè tot i que s'hagin arribat a assolir els objectius inicials, encara queda molta recerca i molta experimentació per tal de que el producte arribi a sortir al mercat en un futur.

Hi ha diferents punts de millora que caldrà tenir en consideració durant la futura continuació del projecte.

Respecte al ferrofluid, lo ideal seria experimentar amb aquesta substància i descobrir nous mètodes d'interaccionar amb ella. Caldria per una banda trobar alguna mena de finançament, ja que el material no és precisament barat. També es requeriria una persona amb coneixements o estudis basats en química, i es valoraria notablement que ja hagués treballat anteriorment amb aquesta substància. Amb aquesta pràctica, s'aconseguiria solucionar els problemes del recipient de ferrofluid i la seva interacció amb els electroimants.

Relacionat amb aquests, els electroimants, caldria estudiar i fer un anàlisi meticulós de consum d'energia. Com que el prototip només s'ha fet amb un electroimant i amb altaveus d'una potencia limitada, no s'ha arribat a testear realment quina potencia consumirà l'altaveu. Ja que al tenir electroimants sumats als altaveus i als LEDs, pot ser que s'hagi de descartar algun d'aquests components.

Els altaveus, al no tenir coneixements d'àudio molt extensos, no s'ha determinat un bon sistema de so en la base del model. Per lo tant, en un futur seria necessari tenir en l'equip a un enginyer de so i acústica, per tal de que es pugui dissenyar una bona caixa acústica, amb els elements necessaris per garantir un so de qualitat.

Un altre apartat de millora és l'estètica general del producte. Fer una barreja entre funcional i estètic pot arribar a ser una tasca complicada. Tot i que s'ha arribat a un resultat el qual és satisfactori i personalment el trobo estèticament elegant i minimalista, crec que seria una bona línia de futur seguir investigant i experimentant amb nous conceptes estètics.

Respecte a la seguretat i reciclatge, és un apartat que preocupa ja que el producte te molts components i de diferents característiques, per lo tant tal i com s'ha indicat, s'hauria de portar a la deixalleria. Caldria doncs pensar en un disseny general amb una relació muntatge-desmuntatge més fàcil per a aquesta fase final de reciclatge, sense interferir en la seguretat del producte.



Figura 94. Render general altaveu de ferrofluid. – Font: pròpia.

9 Bibliografia

- [1] "Analizador de espectro - Wikipedia, la enciclopedia libre." https://es.wikipedia.org/wiki/Analizador_de_espectro (accessed Feb. 21, 2022).
- [2] "Fuente Magica de Montjuic | De resena 'Las Fuentes Más Espectaculares en el Mundo' | OrangeSmile.com." <https://www.orangesmile.com/extreme/es/fuentes-espectaculares/fuente-magica-de-montjuic.htm> (accessed Feb. 21, 2022).
- [3] "Google Images." <https://www.google.com/imghp?hl=EN> (accessed Feb. 21, 2022).
- [4] "Playmodes: investigación audiovisual y creatividad digital." <https://graffica.info/playmodes/> (accessed Feb. 23, 2022).
- [5] "Fotos." <https://www.canva.com/photos/> (accessed Feb. 25, 2022).
- [6] "Altavoces con agua a ritmo de tu música - No Puedo Creer." <https://www.nopuedocreer.com/20509/altavoces-con-agua-a-ritmo-de-tu-musica/> (accessed Feb. 26, 2022).
- [7] "[Vídeo] Lo que pasa cuando sometes un chorro de agua a un altavoz que emite sonidos a 24 Hz." <https://www.xatakaciencia.com/fisica/video-lo-que-pasa-cuando-sometes-un-chorro-de-agua-a-un-altavoz-que-emite-sonidos-a-24-hz> (accessed Mar. 03, 2022).
- [8] "Water Speaker Proyectos | Fotos, vídeos, logotipos, ilustraciones y marcas en Behance." https://www.behance.net/gallery/96697653/Vibrato?tracking_source=search_projects%7Cwater%20speaker (accessed Mar. 03, 2022).
- [9] "Fire-dancing Bluetooth speaker pulses to your music." <https://newatlas.com/fireside-audiobox-bluetooth-speaker/44875/> (accessed Mar. 06, 2022).
- [10] "Van der Waals - speaker with 9 inch ferromagnetic visualizer by Sergey Kuznetsov — Kickstarter." https://www.kickstarter.com/projects/skuznetsoff/van-der-waals?utm_source=www.youtube.com&utm_medium=kickbooster&utm_content=link&utm_campaign=05e0cfcb (accessed Mar. 06, 2022).
- [11] "Fotos de stock gratis, imágenes libres de regalías y sin derechos de autor." <https://www.pexels.com/es-es/> (accessed Mar. 08, 2022).
- [12] "Altavoz - Wikipedia, la enciclopedia libre." <https://es.wikipedia.org/wiki/Altavoz> (accessed Mar. 09, 2022).
- [13] "What Is a Speaker Baffle? | Techwalla." <https://www.techwalla.com/articles/what-is-a-speaker-baffle> (accessed Mar. 09, 2022).
- [14] "Baffle infinito." <https://www.studio-22.com/blog/enciclopedia/baffle-infinito> (accessed Mar. 15, 2022).
- [15] "La reproducción de la música y los sonidos. 'El transductor electroacústico' | El Cedazo." <https://eltamiz.com/elcedazo/2011/05/12/la-reproduccion-de-la-musica-y-los-sonidos-el-transductor-electroacustico/> (accessed Mar. 15, 2022).
- [16] "Transductores." <https://www.ehu.es/acustica/espanol/electricidad/transes/transes.html> (accessed Mar. 16, 2022).
- [17] "Crossover Networks for Loudspeakers." <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Audio/cross.html> (accessed Mar. 16, 2022).
- [18] "Types of speakers - A complete guide - Descriptive Audio." <https://descriptive.audio/types-of-speakers/> (accessed Mar. 018, 2022).
- [19] "Altavoces inteligentes - Xataka Smart Home." <https://www.xatakahome.com/tag/altavoces-inteligentes> (accessed Mar. 18, 2022).
- [20] "What is a ferrofluid?" <https://www.magcraft.com/blog/what-is-a-ferrofluid> (accessed Mar. 24, 2022).
- [21] R. E. Rosensweig, "Ferrofluids: Introduction," *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*, 2016, doi: 10.1016/B978-0-12-803581-8.02477-2.
- [22] "Ferrofluids - an overview | ScienceDirect Topics." <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/ferrofluids> (accessed Mar. 28, 2022).
- [23] K. Raj, "Ferrofluids: Applications," *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, pp. 3083–3087, 2001, doi: 10.1016/B0-08-043152-6/00548-9.
- [24] "Altavoces Bose." https://www.bose.es/es_es/shop_all/speakers/speakers.html (accessed Apr. 05, 2022).
- [25] "Sony España | Últimas noticias y tecnología | Electrónica | Entretenimiento | Sony ES." <https://www.sony.es/> (accessed Apr. 05, 2022).
- [26] "Bang & Olufsen - Auriculares, altavoces y televisores de alta gama." <https://www.bang-olufsen.com/es/es> (accessed Apr. 08, 2022).
- [27] "¿Qué es un cliente potencial y cómo convertirlo en cliente real?" <https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-cliente-potencial/> (accessed Apr. 05, 2022).
- [28] "NEFF Electrodomésticos, electrodomésticos integrables para tu cocina." <https://www.neff-home.com/es/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [29] "Dayton Audio - PS95-8 3-1/2" Point Source Full-Range Driver 8 Ohm." <https://www.daytonaudio.com/product/1241/ps95-8-3-1-2-point-source-full-range-driver-8-ohm> (accessed Apr. 10, 2022).
- [30] "What is MSGEQ7? Features and Projects - Latest Open Tech From Seeed." <https://www.seeedstudio.com/blog/2020/09/30/introduction-of-msgeq7/> (accessed Apr. 16, 2022).
- [31] "HomePod mini - Apple." <https://www.apple.com/homepod-mini/> (accessed Apr. 16, 2022).

