



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

**TÍTOL: ESTUDI DE VIABILITAT I DESENVOLUPAMENT D'UN SISTEMA
ALTERNATIU DE GENERACIÓ D'ENERGIA. HUNTER**

AUTORS: ARMENGOL NICOLÀS, MÒNICA

DATA DE PRESENTACIÓ: Juliol, 2017

COGNOMS: Armengol Nicolàs

NOM: Mònica

TITULACIÓ: Enginyeria de Disseny Industrial i Desenvolupament de Producte

PLA: EEES. Espacio Europeo de Educación Superior

DIRECTOR: JOAN JOSEP ALIAU PONS

DEPARTAMENT: ENGINYERIA EXPRESSIÓ GRÀFICA

QUALIFICACIÓ DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA: Dimarts 11 de Juliol del 2017

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: Sí No

RESUM

En aquest comunicat es presenten els resultats del projecte "Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'Energia", desenvolupat per Mònica Armengol I Nicolàs.

L'objectiu d'aquest projecte és engendrar un dispositiu que generi electricitat a través del so que emet l'ésser humà de forma totalment autònoma i, conscienciar de que som un recurs apte, però poc explotat, per a crear una energia renovable fent el que solem fer diàriament, soroll.

El projecte pretén innovar en base a investigacions de camp i dissenys d'objecte, en un àmbit actualment desconegut, proporcionant una base de dades amb la que es pugui avaluar la viabilitat del producte creat, mitjançant una investigació i recerca exhaustives, proves experimentals i càlculs.

Després d'un estudi íntegre i una indagació profunda dels conceptes necessaris, van començar a efectuar-se les primeres proves empíriques per tal d'extreure resultats i conclusions reals.

Totes i cada una de les proves efectuades, han donat pas a una combinació de components que finalment han creat el dispositiu motiu d'aquest projecte. Es van dur a terme amb els components que es tenien més a l'abast, sense tenir ocasió d'emprar altres elements més específics a causa del poc temps i de que el pressupost s'escapava de les possibilitats existents.

Posteriorment, un cop es va idear i dissenyar el cos del producte, es va poder observar que l'energia produïda pel so és molt baixa i extreure una quantitat suficient sense emprar cap font d'alimentació complementaria és molt complicat. Per aquest motiu, a fi efecte de millorar, s'hauria de continuar investigant i enfocar-lo més aviat en un àmbit de caire més elèctric per tal de que acabés de cobrir tots els requeriments establerts al projecte.

A tall de recopilació, cal esmentar que es va confeccionar el dispositiu de

forma satisfactòria i podent dir que funciona, que s'ha obert una cletxa la qual genera un espai entre tanta foscor deixant pas a un a una llum molt minsa. No obstant, més endavant aquesta esquerda anirà allargant-se més i partint en dos els conceptes actuals de l'electricitat, deixant pas finalment un món ple de llum generada a partir del so que ha generat aquesta fissura.

Paraules clau (màxim 10):

Investigació	Proves	Ésser humà	So
Engendrar	Electricitat	Dispositiu	Autònom
Energia	Renovable		

ABSTRACT

In this Abstract, the results of the project "Study on the feasibility and development of an alternative Energy generation system" with Mònica Armengol as the author are presented.

The goal of this project is to create a device which generates electricity by meanings of the autonomously emitted sound by the human being. The project also seeks to raise awareness about the fact that the daily and naturally human-generated noise is an underused but apt source of renewable energy.

The innovation of the project is methodically ensured by field tests and objects design. Even though the field of study is not well known, the project provides a database to assess the technical viability of the resulting product. Research, calculations and experimental tests have been use methodically to create the before mentioned database.

After a deep research of the concepts involved on the subject, the first field tests were made being the goal to obtain empirical results and therefore conclusions.

Each and every one of the carried out tests have led to a combination of components and parts with the goal device of the project as a result. Due to budget and time constraints, the components used were those more on hand and cheap

Finally, and after the design of the product main features, a very low output of naturally generated energy was observed making a this type of generation method an extremely challenging energy source. We therefore suggest that a deeper and wider research has to be done, especially in the field of electrical engineering, in order to fulfil the project requirements. We would like to emphasize that a working prototype has been created allowing a first light spot on this widely unknown field and establishing the first path to move further the investigation.

Keywords (10 maximum):

Research	Testing	Human being	Sound
Create	Electricity	Device	Autonomous
Energy	Renewable		

SUMARI

PART I. MEMÒRIA	8
1. INTRODUCCIÓ	9
1.1 Objectiu	9
1.2 Abast.....	10
1.3 Motivació.....	11
1.4 Especificacions	11
2. MEMÒRIA DESCRIPTIVA. ESTAT DE L'ART	12
2.1 Energia elèctrica i el seu impacte mediambiental.....	12
2.2 Ciència del so vs l'energia.....	13
2.2.1 Conceptes inicials	13
2.2.2 Propietats i característiques del so	17
2.2.2.1 Propagació de l'ona	17
2.2.2.2 Difracció del so	19
2.2.2.3 Reflexió d'ona.....	21
2.2.2.4 Refracció d'ona.....	21
2.2.2.5 Efectes dels graus de temperatura en la propagació del so	22
2.2.2.6 Efectes de la humitat en la propagació del so	24
2.2.2.7 El decibel.....	25
2.2.2.8 Concepte del benefici acústic	26
2.3 Estudis previs	27
2.3.1 Micròfon.....	27
2.3.2 Altaveus	28
2.3.3 Panells Acústics Miralles	31
2.3.4 HUB Barcelona	32
2.3.5 Projecte mòbil carregat mitjançant el so que desprèn l'entorn	33
2.3.6 Projecte Nokia carregat mitjançant la veu	34
2.3.7 Auditoris.....	34

2.4	Briefing.....	36
2.5	Mind Map	40
3.	PROVES EXPERIMENTALS	41
3.1	Prova 1	43
3.2	Prova 2	47
3.3	Prova 3	50
3.4	Prova 4	53
3.5	Prova 5	56
3.6	Prova 6	57
3.7	Prova 7	58
3.8	Prova 8	62
3.7	Conclusions de les proves.....	64
4.	PROPOSTA.....	66
4.1	Conceptes inicials i evolució	66
4.2	Disseny final	70
4.3	Forma-funció del producte	72
4.3.1	Forma	72
4.3.2	Funció	74
4.4	Funcionament	78
5.	DISSENY GRÀFIC	81
5.1	Nom	81
5.2	Logotip	81
6.	PROTOTIPATGE	83
6.1	Prototip inicial.....	83
6.2	Prototip final	84
	PART II. PLEC DE CONDICIONS	87
7.	PLEC DE CONDICIONS	88

7.1	Condicions generals.....	88
7.2	Especificacions de materials i components.....	89
7.3	Especificacions d'execució.....	90
7.4	Especificacions tecnològiques	91
7.5	Manteniment	92
7.6	Normativa	92
PART III. PRESSUPOST		94
8.	PRESSUPOST	95
8.1	Costos d'enginyeria	95
8.2	Costos de producte	96
8.3	pressupost total	96
8.4	Estudi d'amortització	96
PART IV. CONCLUSIONS.....		97
9.	CONCLUSIONS	98
9.1	Conclusions del projecte	98
9.2	Conclusions personals	99
9.3	Possibles millores.....	99
PART V. AGRAÏMENTS		101
10.	AGRAÏMENTS	102
PART VI. RECOLLIDA D'INFORMACIÓ.....		103
11.	BIBLIOGRAFIA.....	104

SUMARI DE FIGURES

IL·LUSTRACIÓ 1. PROPIETATS D'UNA ONA	18
IL·LUSTRACIÓ 2. DUES ONES SINUS DIFERENCIADES EN AMPLITUD	18
IL·LUSTRACIÓ 3. DUES ONES SINUS DIFERENCIADES EN RELACIÓ DE FASE	18
IL·LUSTRACIÓ 4. GENERACIÓ D'EFFECTES D'INTERFÍCIE	19
IL·LUSTRACIÓ 5. D'ONES PLANES A CIRCULARS AL TOPAR AMB ESCLETXA ESTRETA	19
IL·LUSTRACIÓ 6. ONES QUE AL TOPAR AMB UNA ESCLETXA AMPLA ES PROPAGUEN EN LÍNIA RECTA.....	20
IL·LUSTRACIÓ 7. DIFRACCIÓ DEL SO AL VOLTANT D'UN OBSTACLE	20
IL·LUSTRACIÓ 8. INTERPRETACIÓ DE LA REFLEXIÓ MITJANÇANT EL PRINCIPI DE HUYGENS.....	21
IL·LUSTRACIÓ 9. EFFECTES DE LA TEMPERATURA A LA PROPAGACIÓ DEL SO	23
IL·LUSTRACIÓ 10. PROPAGACIÓ DEL SO EN TEMPERATURES BAIXES.....	23
IL·LUSTRACIÓ 11. PROPAGACIÓ DEL SO EN TEMPERATURES BAIXES.....	23
IL·LUSTRACIÓ 12. ABSORCIÓ DEL SO EN L'AIRE VS. HUMITAT RELATIVA	24
IL·LUSTRACIÓ 13. CÀLCULS DE BENEFICI ACÚSTIC	27
IL·LUSTRACIÓ 14. PANELLS ACÚSTICS MIRALLES.....	32
IL·LUSTRACIÓ 15. PANELLS ACÚSTICS MIRALLES.....	32
IL·LUSTRACIÓ 16. BRUUMRUUM! DE DAVID TORRENTS & ARTEC3.....	33
IL·LUSTRACIÓ 17. DIRECCIONALITAT D'UN AUDITORI PER A UNA BONA AUDICIÓ.....	36
IL·LUSTRACIÓ 18. MIND MAP	40
IL·LUSTRACIÓ 19. ALTAVEUS DE 8 Ω I 2 W	41
IL·LUSTRACIÓ 20. ALTAVEU 32 Ω -2 W	41
IL·LUSTRACIÓ 21. SONÒMETRE PCE-MSM3	42
IL·LUSTRACIÓ 22. TESTER MASTECH	42
IL·LUSTRACIÓ 23. CABLES ELÈCTRICS.....	42
IL·LUSTRACIÓ 24. ALTAVEU 8 Ω - 2 W	43
IL·LUSTRACIÓ 25. TESTER TEK DMM157	44
IL·LUSTRACIÓ 26. ALTAVEU MARSHALL.....	44
IL·LUSTRACIÓ 27. PROVA A 100 CM DE DISTÀNCIA.....	45
IL·LUSTRACIÓ 28. PROVA A 50 CM DE DISTÀNCIA.....	46
IL·LUSTRACIÓ 29. PROVA A 25 CM DE DISTÀNCIA.....	46
IL·LUSTRACIÓ 30. PROVA EXPERIMENTAL AMB AURICULARS.....	47
IL·LUSTRACIÓ 31. COL·LOCACIÓ DELS COCODRILS PROVA 2.....	47
IL·LUSTRACIÓ 32. RESULTAT PROVA 2 A 100CM IL·LUSTRACIÓ 33. RESULTAT PROVA 2 A 25CM	48
IL·LUSTRACIÓ 34. CÀLCULS PROVA 2.....	50
IL·LUSTRACIÓ 35. ALTAVEUS DE 32 Ω -2 W I 8 Ω -0.5 W SOLDATS EN SÈRIE	51
IL·LUSTRACIÓ 36. PROVA AMB ALTAVEUS DE 40OHM.....	51
IL·LUSTRACIÓ 37. PROVA AMB ALTAVEUS DE 40 Ω I UN PONT RECTIFICADOR	52
IL·LUSTRACIÓ 38. PONT RECTIFICADOR	52
IL·LUSTRACIÓ 39. ALTAVEU 50 Ω -1,4 W	53
IL·LUSTRACIÓ 40. ALTAVEU 50 Ω -2 W	53
IL·LUSTRACIÓ 41. DOS DÍODES DE 2 V.....	53
IL·LUSTRACIÓ 42. PROVA AMB ALTAVEU DE 50 Ω I 2W	54
IL·LUSTRACIÓ 43. PROVA EXPERIMENTAL AMB PARÀBOLA DE 360 \circ	57
IL·LUSTRACIÓ 44. IDEA INICIAL DE PARÀBOLA	58
IL·LUSTRACIÓ 45. DISPOSICIÓ DE LES PARÀBOLES EN L'IDEA INICIAL	58
IL·LUSTRACIÓ 46. COSTELLES PROTOTIP IL·LUSTRACIÓ 47. CONCEPTE PROTOTIP	59
IL·LUSTRACIÓ 48. CONJUNT PROTOTIP	59
IL·LUSTRACIÓ 49. FORMA INTERIOR DE LA PARÀBOLA LINEAL.....	60
IL·LUSTRACIÓ 50. TEMPTEIG DEL PROTOTIP INICIAL FUNCIONAL.....	62
IL·LUSTRACIÓ 51. TEMPTEIG DEL PROTOTIP INICIAL FUNCIONAL.....	63
IL·LUSTRACIÓ 52. TEMPTEIG DEL PROTOTIP INICIAL FUNCIONAL.....	63
IL·LUSTRACIÓ 53. RESULTATS PROVA 8.....	64
IL·LUSTRACIÓ 54. PROVA DE TRES ALTAVEUS CONNECTATS EN SÈRIE AMB UN TRANSFORMADOR	64
IL·LUSTRACIÓ 55. ALTAVEU I DÍODES	66
IL·LUSTRACIÓ 56. PARÀBOLA, ALTAVEU I DÍODE	66
IL·LUSTRACIÓ 57. PARÀBOLA LINEAL, ALTAVEU I DÍODES.....	67

IL·LUSTRACIÓ 58. PARÀBOLA LINEAL + INTERIORS, ALTAVEUS I DÍODES	67
IL·LUSTRACIÓ 59. PARÀBOLA LINEAL + INTERIORS, COSTELLES, ALTAVEUS I DÍODES	68
IL·LUSTRACIÓ 60. MARC-SUPPORT DELS ALTAVEUS	69
IL·LUSTRACIÓ 61. DISPOSITIU AMB TRANSFORMADOR	69
IL·LUSTRACIÓ 62. ESQUEMA 2 D'UN ALTAVEU	78
IL·LUSTRACIÓ 63. ESQUEMA DEL FUNCIONAMENT D'UN TRANSFORMADOR.....	79
IL·LUSTRACIÓ 64. ESQUEMA D'UN LED	80
IL·LUSTRACIÓ 65. PRIMER NOM DEL PRODUCTE	81
IL·LUSTRACIÓ 66. NOM DEL PRODUCTE.....	81
IL·LUSTRACIÓ 67. ESBOSOS DEL LOGOTIP	82
IL·LUSTRACIÓ 68. LOGOTIP FINAL	82
IL·LUSTRACIÓ 69. COLORS EMPRATS PEL LOGOTIP DEL PRODUCTE	82
IL·LUSTRACIÓ 70. EXECUCIÓ DEL PERFIL DE LA PARÀBOLA.....	86

SUMARI DE TAULES

TAULA 1. TAULA DE GRAUS I VELOCITAT DEL SO	22
TAULA 2. TAULA DE LA USABILITAT DEL DB	25
TAULA 3. TAULA DE LA USABILITAT DEL DB AMPLIADA	26
TAULA 4. MATRIU DAFO	37
TAULA 5. TAULA EXPERIMENTAL 1.....	45
TAULA 6. TAULA EXPERIMENTAL 2.....	48
TAULA 7. TAULA EXPERIMENTAL 3.....	49
TAULA 8. TAULA EXPERIMENTAL 4.....	54
TAULA 9. QUADRE FUNCIONAL DE LES COSTELLES	74
TAULA 10. QUADRE FUNCIONAL DE LA PARÀBOLA	75
TAULA 11. QUADRE FUNCIONAL DEL MARC-SUPPORT PER ALS ALTAVEUS.....	76
TAULA 12. QUADRE FUNCIONAL DEL PRODUCTE	77
TAULA 13. TAULA D'ESPECIFICACIONS DE MATERIALS I COMPONENTS.....	90
TAULA 14. TAULA COSTOS D'ENGINYERIA.....	95
TAULA 15. TAULA DE COSTOS DE PRODUCTE	96

GLOSSARI DE SIGNES, SÍMBOLS, ABREVIATURES, ACRÒNIMS I TERMES

ABREVIATURES

- **A:** Amper. Sistema Internacional de mesura de la intensitat del corrent.
- **A:** Amplitud d'ona.
- **B:** Bel. Mesura de relació (raó) entre dues potències.
- **CA:** Corrent Alterna.
- **CC:** Corrent Continua.
- **cm:** Centímetre
- **dB:** Decibels. Unitat emprada per expressar la magnitud del canvi de nivell d'una senyal elèctrica o de la intensitat del so.
- **ddp:** diferència de potencial.
- **Hz:** Hertz. Unitat del Sistema Internacional de freqüència, igual a un cicle per segon.
- **I:** Corrent.
- **I:** Intensitat.
- **kHz:** Quilo Hertz.
- **KVa:** potència aparent expressada en mil volts-ampers.
- **m:** Metre
- **mA:** Mili-Amper. Sistema Internacional de mesura de la intensitat del corrent que equival a la mil·lèsima part d'un amper.
- **Mohm:** Ohmímetre. Instrument de mesura de la resistència elèctrica.
- **ms:** Mil·lisegons. Temps
- **P:** Pressió
- **R:** Resistència.
- **s:** Segons. Temps
- **T:** Tesla. Sistema internacional de mesura de la inducció magnètica.
- **T:** Període d'ona.
- **V:** Volt. Tensió.
- **W:** Watt. Amb mesures de corrent alterna, la potència eficaç (mesurada en watts) és igual al producte de la tensió per el corrent i per el factor de potència.
- **wb:** Weber. Sistema internacional de mesura del flux magnètic.
- **X:** Reactància expressada en Ohms.
- **Z:** Impedància.

ACRÒNIMS

- **EAD:** *Effective Acoustical Distance*
- **LED:** *Light-Emitting Diode.*

SÍMBOLS

- °C: Graus Centígrads. Graus Celsius. Unitat de temperatura.
- β : Inducció magnètica.
- \varnothing : Diàmetre.
- λ : Longitud d'ona.
- Ω : Ohm. S'usa per calcular la caiguda de tensió, les corrents d'error i altres característiques d'un corrent elèctric.
- %: Tant per cent.

PART I. MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ

Existeixen pavellons i estadis destinats a competicions esportives els quals empen energies renovables per millorar la sostenibilitat en les ciutats on estan situats i per ser respectuosos amb el Medi Ambient, i d'aquesta manera orientar-se cap a una màxima eficiència energètica. No obstant, cap d'ells usa ni aprofita la peça essencial en aquesta situació per complir aquest objectiu, l'afició.

Aquesta va ser la idea inicial per a tirar endavant aquest projecte, ara bé, després de donar-li un parell de voltes al contingut, es va expressar la possibilitat de poder extrapolar-ho a d'altres espais que generessin els decibels necessaris per a poder activar el producte que es vol dissenyar i així poder abastar un ventall d'usuaris major, ja que si arribés a concloure's de forma positiva, estaríem parlant d'una nova energia renovable la qual, amb una major nombre d'estudis i aprofundiment per acabar de culminar-ho de forma correcta, hauria de ser incorporada a la societat.

A tall de cloenda, cal esmentar que en aquest projecte s'ha efectuat un estudi exhaustiu de conceptes conjuntament amb una gran recerca d'informació científica. A part, s'ha dut a terme una altra part totalment experimental i empírica, és a dir, que s'han efectuat una sèrie de proves i extret un conjunt de resultats que han portat a una conclusió satisfactòria, però per causes de temps i pocs recursos, hauria de tenir una continuïtat posterior a l'entrega del TFG per tal de consolidar-lo de forma correcta i definitiva.

1.1 OBJECTIU

Les energies renovables han constituït una part molt important de l'energia emprada pels humans des de temps remots, i amb el pas del temps, han anat millorant usant noves tecnologies i innovant en quan a nous sistemes per extreure'n més.

L'ús generalitzat de l'electricitat, obtinguda sobretot a partir de la ignició¹ de combustibles fòssils o nuclears, va contribuir a fer que el percentatge d'energies renovables dins del consum total energètic fos cada vegada menor, alhora que aquest augmentava vertiginosament. No obstant no es va tenir en compte que tots aquests recursos naturals acabarien sent explotats i inclús, en un futur hi hagués el temor de

¹ Ignició (*nom*). Temperatura mínima necessària perquè un combustible cremi autònomament, sense necessitat de mantenir una energia d'activació

que poguessin escassejar en algun moment o altre.

És per aquest motiu, que es va pensar en cercar un mètode que no inclogués l'agressió del medi ambient per tal d'extreure'n cada cop més, i si fos possible, que no suposés un elevat cost per a produir-lo.

En aquest cas, la peculiaritat de l'ésser humà de generar soroll amb tot el que fa, és el que es vol conrear en aquest projecte per tal de fer entendre que nosaltres, els humans, podem arribar a ser els protagonistes de l'engendrament d'un dispositiu que generi electricitat de forma totalment autònoma, i conscienciar de que som un recurs infravalorat i molt poc explotat.

En el cas de que aquest treball arribés a consolidar-se positivament, es podria extrapolar a d'altres espais que generessin també molt de soroll, com per exemple, discoteques, estacions de metro, cinemes, carrers, etc. Ja que actualment existeix una contaminació acústica molt elevada, una pol·lució que passa desapercibuda però que existeix sobretot a les gran ciutats. Dia rere dia el so del tràfic, les obres i altres, creen una "banda sonora" urbana que no són més que ones sonores que desapareixen sense ser aprofitades.

1.2 ABAST

En aquest projecte es proposen i es validen mitjançant un estudi de cas, dos metodologies diferents aplicables. Per una part es mostra una metodologia per l'avaluació de la viabilitat del treball, i per l'altra, una per a l'avaluació del desenvolupament d'aquest. Més específicament es realitzarà:

- Revisió de l'estat de l'art de productes ja existents que produeixen el mateix efecte.
- Revisió de l'estat de l'art d'alternatives ja existents que complementin els productes ja existents per poder extreure el màxim profit d'aquests.
- Disseny i estudi d'un nou producte que creï el mateix efecte que els anteriors però a una major escala.
- Es proposa un prototip que pugui generar dades per tal de que posteriorment es pugui extrapolar al terreny d'aquest projecte.

1.3 MOTIVACIÓ

Després de realitzar quatre anys d'estudis a la UPC de Vilanova i la Geltrú he tingut la oportunitat de fer el TFG en la mateixa universitat, relacionat amb el camp d'Enginyeria de Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte i l'Elèctrica. Degut al meu perfil acadèmic i les meves inquietuds personals, aquest projecte representa una gran oportunitat per començar a tenir ponts professionals cap al tipus de treball que vull de exercir en la indústria.

1.4 ESPECIFICACIONS

- En aquest projecte, el plantejament òptim seria *top to bottom* per a l'obtenció dels objectius descrits anteriorment.
- Les metodologies proposades han de respondre a les especificacions de la Universitat en la que es realitza l'estudi i el desenvolupament del projecte.
- Les metodologies proposades no han de tenir un alt grau de complexitat, i han de poder ser usades amb una explicació mínima.

2. MEMÒRIA DESCRIPTIVA. ESTAT DE L'ART

Abans de començar amb la base empírica del projecte cal fer un estudi i recerca exhaustiva de la part teòrica per tal de tenir clars els conceptes que es tractaran durant el treball.

2.1 ENERGIA ELÈCTRICA I EL SEU IMPACTE MEDIAMBIENTAL

L'electricitat es genera amb turbines i alternadors, i es produeix en centrals elèctriques, sent les hidroelèctriques, tèrmiques de combustió i nuclears les de major producció.

Aquesta energia s'ha d'ajustar al consum donada la seva impossibilitat d'emmagatzematge. Es distribueix a través de les xarxes elèctriques les quals estan formades per línies d'alta tensió i estacions de transformació.

Es pot obtenir a partir de combustibles fòssils com el carbó mineral, productes petrolífers i gas natural, obtenint-se els dos últims de pous d'extracció els quals es distribueixen amb barques, oleoductes i gasoductes.

Si bé l'electricitat es una forma essencialment neta de l'energia, tots els sistemes generadors i les activitat extractives de les matèries primes usades, exerceixen efectes negatius sobre el Medi Ambient.

Les causes principals d'incidència ambiental d'aquest sector són la ocupació d'espai per a l'establiment d'instal·lacions, utilització i consum de recursos renovables i no renovables, generació de residus materials (gasos, líquids i sòlids) o energètics (soroll, calor), i modificacions físiques, socioeconòmiques i culturals en les zones d'implantació o influència.

Com a resultat pot produir-se una sèrie d'impactes potencials sobre l'atmosfera, les aigües o els sòls i, naturalment, sobre els ecosistemes o les propietats relacionades amb aquests medis.

És per aquest motiu que aquest dispositiu, si arribés a produir-se a gran escala podria complementar aquesta energia, convertint-la a mitges en una renovable, i si acabés desenvolupant-se de forma positiva, transformar-la al cent per cent.

2.2 CIÈNCIA DEL SO VS L'ENERGIA

2.2.1 Conceptes inicials

EL SO

Es compon d'una producció, una propagació i finalment, d'una extinció.

- Producció: comença per una trepidació de molècules d'aire deguda a l'aparició periòdica de remolins (sons de flux), o és obtinguda posant en vibració un cos material
- Propagació: aquesta està lligada a diferents fenòmens com la refracció, pas d'un cos a un altre, la reflexió, incidència sobre un cos reflectit, la difracció, trobament amb un obstacle, la difusió, quan els tres fenòmens es produeixen en un cos no homogeni, la ressonància, augment de l'amplitud de les vibracions, quan les característiques del medi estan lligades a la longitud d'ona de so, i les interferències, variacions regulars d'intensitat que es manifesten en una superfície en la que interfereixen dos o més ones sonores, produïdes per dos o més fonts favorables situades.
- Extinció: si l'energia absorbida o radiada durant la vibració no és restituïda a l'oscil·lador, l'amplitud del moviment disminueix i finalment, s'anul·la

EL BEL

És la unitat base, en homenatge a Graham Bell, igual al logaritme decimal de la raó de dues potències.

$$n^{\circ} belis = \log \frac{W_2}{W_1}$$

Com que el bel és una unitat molt gran, la unitat que s'empra i la més coneguda és el decibel (dB)

$$1 \text{ bel} = 10 \text{ dB}$$

$$n^{\circ} decibles = 10 \log \frac{W_2}{W_1}$$

Aquest és la unitat per a mesurar relacions de potències iguals a la desena part del bel.

PERÍODE

El Període (T) es defineix com el temps requerit per un cicle de l'ona.

$$T = 1/f$$

AMPLITUD

Correspon a la elongació màxima que pren una magnitud vibratòria o oscil·lant en un

semiperíode.

FREQÜÈNCIA

Correspon a la inversa del període o, més senzillament, és igual al nombre de moviments periòdics efectuats en un segon.

LONGITUD D'ONA

La longitud d'ona del so d'una freqüència donada, és la distància entre les repeticions successives de la forma d'ona. Aquest es donat per l'equació següent:

$$\lambda = \text{velocitat} / \text{freqüència}$$

Quan el punt es desplaça a una velocitat constant, és fàcil conèixer la seva longitud d'ona, que és igual al producte de la velocitat del so a l'aire (340m/s)u per el seu període.

PRINCIPI DE HUYGENS

Sabem que quan en un punt O d'un medi material indefinit es realitza vibració, aquestes no es limiten al punt original sinó que, en forma d'ones esfèriques, es van propagant a tot el mig i els diferents punts del mateix realitzen vibracions similars a les del punt O. Per tan, és lògic suposar que les lleis que regeixen la propagació del moviment ondulatori podran deduir-se sense més que considerar que els diferents punts afectats per aquest es converteixen en centres d'ona esfèriques analògiques a les de O i que com aquestes, es propaguen en totes direccions.

CORRENT ELÈCTRIC

En un sòlid, els àtoms (o a vegades conjunts d'ells) es col·loquen en els nusos de la xarxa cristal·lina, sent els electrons més externs als nuclis (com els electrons de valència) els que tenen major facilitat per moure's pel sòlid, contribuint a la cohesió de la estructura espacial, així com el transport net de càrrega elèctrica.

Per tant, el corrent elèctric està compost d'un flux d'electrons. La matèria està constituïda per àtoms, formats per un nucli que porta partícules no carregades (neutrons) i d'altres de carregades (protons), i electrons que graviten entorn al nucli, tenint l'electró una càrrega negativa.

DIFERÈNCIA DE POTENCIAL (ddp)

És la diferència de camp elèctric entre dues plaques que posa els electrons en moviment.

INTENSITAT (I)

Es el caudal de corrent. Correspon a una quantitat de corrent per unitat de temps

CORRENT ALTERNA

Corrent intensitat de la qual varia periòdicament en un punt del circuit.

CORRENT CONTINUA

Corrent intensitat de la qual roman constant en tots els punts del circuit.

CAMP MAGNÈTIC

Entitat física generada per la presència de càrregues elèctriques en moviment (com ara els corrents elèctrics), que exerceix una força sobre les altres càrregues que es mouen sota la seva influència. Els camps elèctrics envolten els corrents elèctrics, els dipòls i els camps elèctrics variables.

ELECTROMAGNETISME

Tot electró és solidari d'un camp elèctric i d'un camp magnètic. Sota l'efecte d'un camp magnètic exterior (imant), els electrons orienten el seu camp magnètic elemental en el sentit del camp exterior. La variació del camp magnètic exterior introdueix als electrons a desplaçar-se i a crear, per tant, una corrent elèctrica.

Lleis:

- La intensitat d'un camp magnètic produït mitjançant el pas d'una corrent per un conductor és proporcional a la intensitat de la corrent.
- Neix una corrent en un conductor situat en un camp magnètic quan:
 - o Hi ha una variació del camp magnètic (Llei de Laplace)
 - o Es desplaça el conductor perpendicularment a la direcció del camp (Llei de Lenz)
- Un conductor travessat per una corrent i situat en un camp magnètic pateix una força que tendeix a desplaçar-lo en una direcció perpendicularment plana.
- Una variació del camp produeix el mateix efecte

GENERADOR

És un aparell que produeix un camp magnètic i, per lo tant, una ddp (diferència de potencial), una tensió i una corrent. Transforma una energia donada en energia elèctrica.

- a) Energia mecànica: dinamos, alternadors, micròfons, etc.

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

- b) Energia química: piles, acumuladors.
- c) Energia elèctrica: transformadors, convertidors
- d) Energia calorífica: piles termoelèctriques
- e) Energia lluminosa: fotopiles, cèl·lules fotoelèctriques

RECEPTOR

Produeix, a partir de l'energia elèctrica, una altra energia.

- a) Energia química: electròlisi, galvanoplàstia
- b) Energia elèctrica: transformadors
- c) Energia mecànica: motors, altaveus
- d) Energia tèrmica: calor, llum
- e) Energia lluminosa: tubs fluorescents.

TRANSFORMADOR ELÈCTRIC

El transformador és un aparell elèctric missió del qual és transformar una tensió determinada en una altra, també alterna, d'igual freqüència. La transformació té lloc sense ningun tipus de moviment mecànic i quasi sense pèrdua de rendiment.

Acostuma a constar de tres parts:

- Nucli: de material ferromagnètic que forma un circuit magnètic tancat
- Enrotllament o debanament primari: al qual s'aplica un corrent elèctric
- Enrotllament o debanament secundari: proporciona un corrent elèctric de sortida. En alguns casos n'hi pot haver més d'un, de secundari.

El seu principi de funcionament es basa en la variació de la inducció magnètica sobre un conductor elèctric que genera càrregues elèctriques en moviment.

El corrent altern aplicat al primer circuit, el primari, crea un camp magnètic variable; aquest camp magnètic indueix una força electromotriu al segon circuit, el secundari. Entre el circuit primari i el secundari no hi ha cap connexió, l'energia es transmet a través del flux magnètic que es crea dins del nucli.

CORRENT DE FOUCAULT

Fenomen elèctric que apareix quan un conductor és sotmès a un camp magnètic variable a causa del moviment relatiu entre el camp i el conductor, o a les variacions del camp amb el temps. Això causa un flux d'electrons o corrents circulars dins del conductor, els quals creen electroimants amb camps magnètics que s'oposen al camp original.

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Aquestes també poden causar moltes pèrdues d'energia en forma de calor i també crear forces repulsives entre el conductor i el camp originari.

IMPEDANCIA ELÈCTRICA

La impedància és l'única propietat elèctrica inherent a tots els materials o components, i descriu l'oposició que presenten al flux de corrent altern, a una freqüència donada. Es defineix, a partir de la llei d'Ohm, com el quocient entre la tensió aplicada al materials o component i el corrent resultant:

$$Z = V/I$$

I pot calcular-se com:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

sent:

- Z: impedància en Ohms
- R: resistència en Ohms
- X: reactància en Ohms

Recíprocament, es pot parlar també de la caiguda de tensió V, que apareix en un material quan s'hi fa passar un corrent I, de freqüència determinada. Aquest paràmetre s'anomena admitància:

2.2.2 Propietats i característiques del so

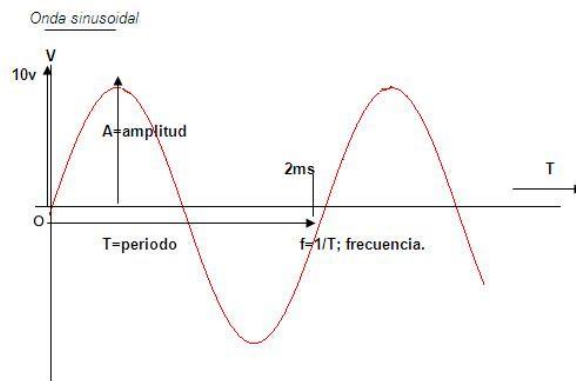
2.2.2.1 Propagació de l'ona

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, el so és una successió de canvis de pressió (compressions i dilatacions) en un medi sòlid, líquid o gasos, provocats per una vibració que es transmet en forma d'ones sonores. Aquestes viatgen aproximadament 344 m/s a través de l'aire, tanmateix, aquest fet està condicionat per varis conceptes com la temperatura, la pressió, el vent i la humitat.

El so audible cobreix la gamma de freqüència d'aproximadament 20Hz a 20kHz. Els més baixos tenen una longitud d'ona en l'ordre de 10 (30ft), i aquells més alts en tenen tan curts com 20mm (0.8in). La gamma és bastant llarga, i com podem observar, té a veure amb el comportament del so.

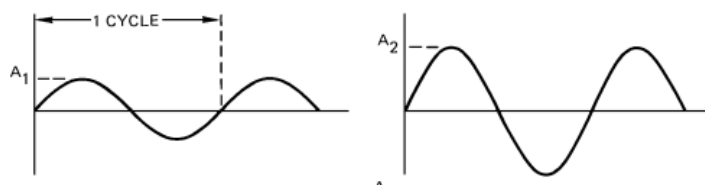
Les ones de les que s'han estat parlant són les ones de sinus o ones sinusoïdals, aquelles components bàsiques de totes les conversacions o exposicions de classe, les

quals representen una oscil·lació periòdica i suau.

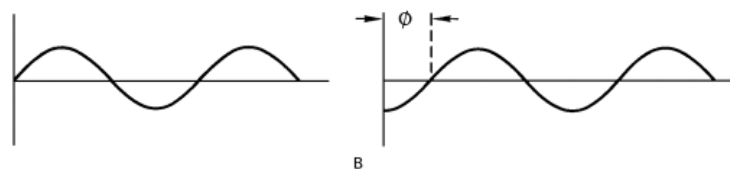


Il·lustració 1. Propietats d'una ona

Tal i com podem observar en la Figura 2 i 3, aquestes ones d'igual freqüència poden diferenciar-se tant en l'amplitud com en l'angle de fase. Aquestes dues determinen com ells es combinen acústicament i elèctricament.



Il·lustració 2. Dues ones sinus diferenciades en amplitud



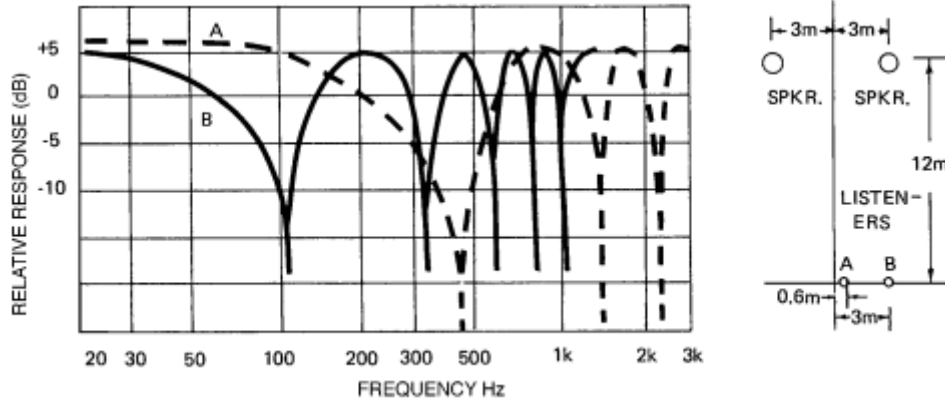
Il·lustració 3. Dues ones sinus diferenciades en relació de fase

Un exemple típic de la combinació de senyals retardades i coherents és la mostrada en la figura 1-5. Consideri un sistema familiar exterior PA en el qual un micròfon només es amplifica per un par d'altaveus idèntics separats. Suposi que els altaveus en qüestió estan localitzats en cada una de les cantonades frontals a l'escenari, separats per una distància de 6m (20 peus). A qualsevol distància de l'escenari al llarg de la línia de centre, les senyals dels dos altaveus arriben simultàniament.

Però en qualsevol altra posició, les distàncies dels dos altaveus són desiguals, i el so d'un d'ells arriba lleugerament més tard que el so procedent de l'altre. La il·lustració mostra la resposta freqüencial dramàticament diferent, resultat del canvi de posició de l'oient de només 2,4m (8 peus). Utilitzant el soroll arbitrari com una senyal de prova, si nosaltres ens caminéssim del punt B a l'A i continuéssim a través de la línia del centre

, escoltaríem un pronunciat efecte de murmurí, quasi com una sirena.

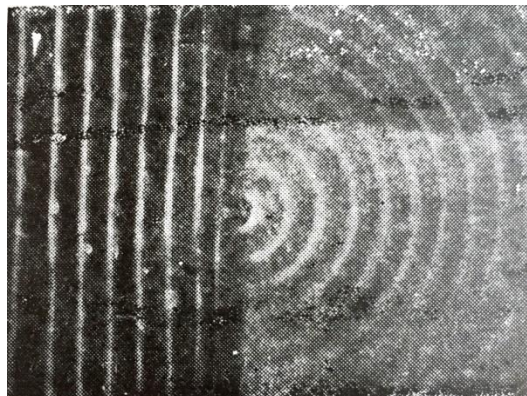
El canvi de qualitat de so és més pronunciat al costat de la línia de centre, ja que en aquesta àrea els pics de resposta i pendents, són propagats més separats en freqüència.



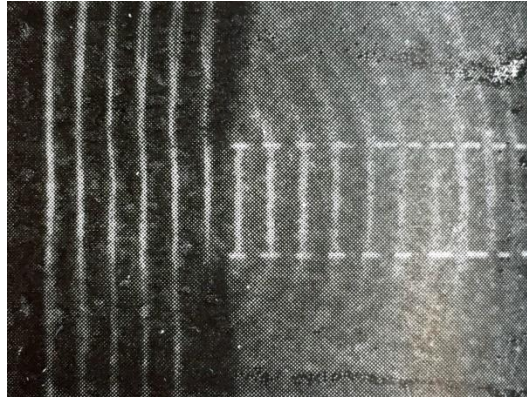
II·lustració 4. Generació d'efectes d'interfície

2.2.2.2 Difracció del so

Són fenòmens de difracció els que no poden explicar-se considerant que el moviment ondulatori es propaga rectilíniament, i s'explica, en canvi, admeten el principi de Huygens. Aquests fenòmens apareixen sempre que un moviment ondulatori troba al seu camí obstacles grandària del qual no és gran en comparació amb la corresponent longitud d'ona, o bé pantalles proveïdes d'orificis de dimensions comparables a les de λ . Aquest és el cas de la il·lustració 5; en canvi, si la ranura s'eixampla, els fenòmens de difracció perden importància i s'observa propagació rectilínia del moviment ondulatori darrera de la paret, com pot veure's en la il·lustració 6.



II·lustració 5. D'ones planes a circulars al topir amb esclatxa estreta



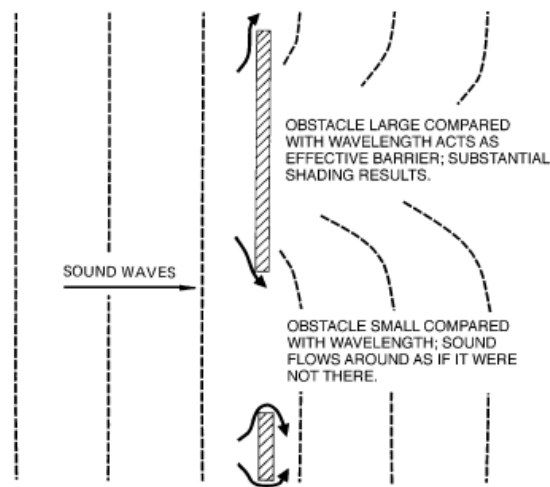
Il·lustració 6. Ones que al topiar amb una esclera ampla es propaguen en línia recta

Gràcies a la difracció de les ones sonores escoltem un so encara que al seu camí s'interposi un obstacle; d'acord amb el principi de Huygens, les vores d'aquest últim actuen com a centres d'ones elementals i aquestes arriben a nosaltres donant-nos la impressió de que el so ha envoltat el cos interposat.

És a dir, la difracció es refereix al doblegament de les ones de so quan es mouen al voltant dels obstacles depenent de la mida de l'obstacle en relació amb la longitud d'ona.

S'ha de tenir en compte que al mesura de l'obstacle i la longitud d'ona, ja que si l'obstacle és més llarg que la λ , aquest actua com una barrera efectiva, reflectant molt el so i repartint unes ombres substancials darrera l'objecte.

D'altra banda, si és petit comparat amb la longitud d'ona, el so simplement es doblega al voltant de l'obstacle com si no hi fos.



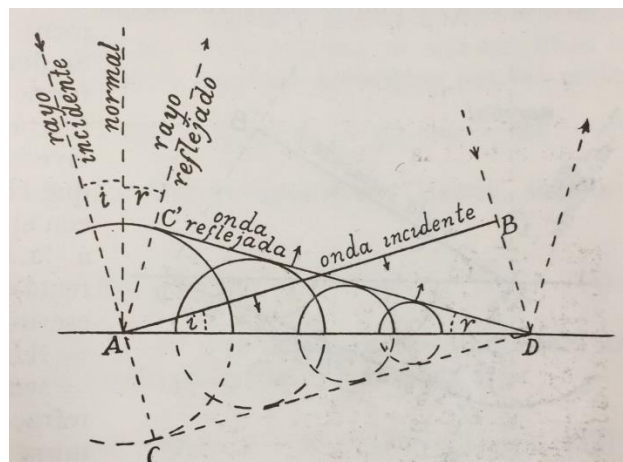
Il·lustració 7. Difracció del so al voltant d'un obstacle

Les freqüències, la longitud d'ona de les quals són petites comparades amb l'espai entre perforacions, molt del so és reflectit. En canvi, pel que fa a les freqüències inferiors, (aquelles que la longitud d'ona de les quals són llargues comparades amb l'espai entre les perforacions), molt del so passa a través de les obertures.

2.2.2.3 Reflexió d'ona

Quan una ona arriba a la superfície de separació de dos medis, part de l'energia del moviment ondulatori es retornat al primer medi. Aquest fenomen pot interpretar-se amb ajuda del principi de Huygens.

En la il·lustració 8 es representa una ona plana AB que arriba a la superfície de separació AD de dos medis isòtrops. En absència de dita superfície, la ona avançaria sense canviar de direcció i, transcorregut cert interval de temps, arribaria a la posició CD; però la presència de la superfície límit ocasiona un canvi de direcció en les ones incidents.



Il·lustració 8. Interpretació de la reflexió mitjançant el principi de Huygens

2.2.2.4 Refracció d'ona

No tota l'energia ondulatoria que incideix en la superfície de separació de dos medis es retornada al primer en forma d'ona reflectida. Part de dita energia penetra al segon medi. Es diu que, a més de la reflexió, es produeix una refracció de l'ona. La relació entre les energies reflectides i refractades vari entre límits molt amplis que depenen de les característiques físiques d'ambdós medis.

S'ha de tenir en compte que la velocitat canvia al passar d'un medi a l'altre i que els angles d'incidència i de refracció estan en un mateix pla i són tals que:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{u_1}{u_2}$$

Sent u_1 i u_2 les velocitats de propagació de les ones en el primer i segon medi respectivament, i la seva divisió és igual a n , índex de refracció del segon medi respecte el primer.

2.2.2.5 Efectes dels graus de temperatura en la propagació del so

Si el so és propagat a través de llargues distàncies a l'exterior, el seu comportament pot semblar erroni, ja que depèn de varis factors, com pot ser la temperatura sobre el nivell de la superfície, per exemple el terra.

Per tant, la velocitat de propagació de l'ona sonora depèn de les característiques del medi en el que es realitza dita propagació i una de les característiques de l'ona o de la força que genera. En el cas de l'aire, és directament proporcional a la seva temperatura específica i a la seva pressió estàtica, així com també inversament proporcionals a la seva densitat.

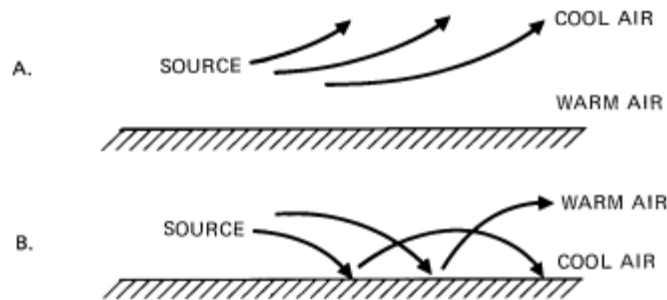
Es pot assegurar que quan major és la temperatura de l'aire, major és la velocitat de propagació, augmentant 0,6 m/s per cada grau d'augment en la temperatura.

Aclarint conceptes, la velocitat del so en l'aire és aproximadament de 344 m/s, el que equival a 1.200 km/s a 20° (1.238,4 km/h per ser precisos), el que significa que necessita 3 segons per recórrer 1 km. Resumint,

TEMPERATURA °C	VELOCITAT DEL SO
0°	331 m/s
20°	344 m/s
30°	360 m/s

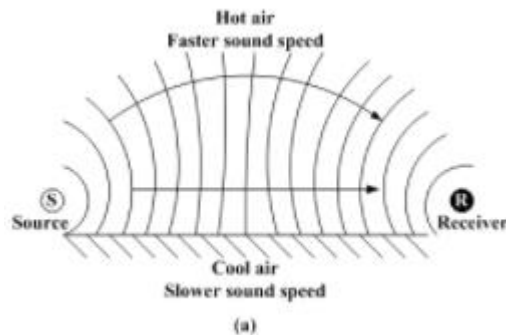
Taula 1. Taula de graus i velocitat del so

A la il·lustració 10-A podem observar una situació on normalment ocorre quan la nit cau i el terra (superfície) està a temperatura ambient o més aviat, tirant cap a fred. Per contra, la il·lustració 10-B mostra un cas produït a primera hora del dia, on la temperatura ja és més elevada.

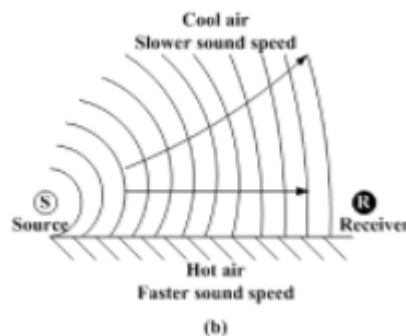


II-Il·lustració 9. Efectes de la temperatura a la propagació del so

Tal i com s'ha explicat en l'apartat anterior, degut a que el so es desplaça més ràpid en l'aire calent que en l'aire fred, la variació de temperatura genera una curvatura en la propagació del so tal com mostra en la il·lustració 10 i 9.



II-Il·lustració 10. Propagació del so en temperatures baixes



II-Il·lustració 11. Propagació del so en temperatures baixes

D'altra banda, cal esmentar que el so es propaga a diferents velocitat en medis de diferent densitat. En general, es propaga a major velocitat en líquids (1.440 m/s a l'aigua) i en sòlids (5.000 m/s en l'acer). És per això, que arribats a aquest punt, cal introduir la refracció del so, la qual, com ja s'ha fet esment anteriorment, és un fenomen que afecta a la propagació del so desviant les seves ones quan aquest passa a un medi diferent on la velocitat és desigual i com a conseqüència, l'angle de refracció ja no és igual al de la incidència.

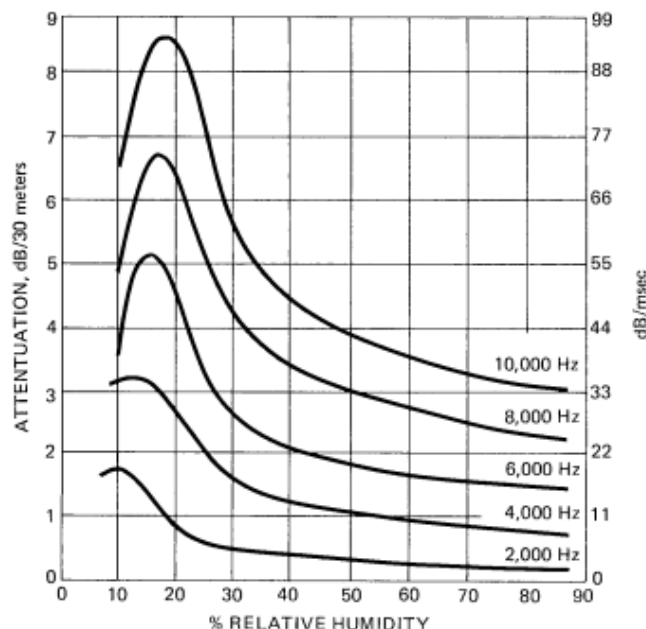
Altrament, aquest succés també pot efectuar-se en un mateix medi quan les característiques en aquest no son homogènies, és a dir, quan d'un punt a un altre augmenta o disminueix la temperatura.

2.2.2.6 Efectes de la humitat en la propagació del so

L'aire pot considerar-se com un filtre d'absorció d'altres freqüències. Aquesta absorció depèn en major mesura de la humitat relativa de l'ambient.

Al gràfic es pot observar la atenuació generada per l'aire a 30 m de distància en funció de la humitat i de la freqüència. Cada línia representa un rang de freqüències, des de 10 kHz fins a 2 kHz. Es pot veure que a mesura que disminueix la freqüència, la atenuació també disminueix, és a dir, hi ha menys pèrdues per absorció. A més a més, s'observa que l'atenuació augmenta a mesura que es redueix la humitat relativa.

Per tant, contràriament al que molta gent creu, hi ha més atenuació de so en aire sec que en aire humit. En la gràfica també es pot observar que l'efecte és significatiu només a freqüències al voltant de 2 kHz, el que significa que les altes freqüències poden ser més atenuants amb una distància que les baixes freqüències podrien ser, i que la atenuació pot ser millor quan la humitat relativa és 20% o menys.



Il·lustració 12. Absorció del so en l'aire vs. Humitat relativa

Per exemple, un ambient sec (20% d'humitat) genera una atenuació de -9 dB a 30 m de la font per freqüències en el rang dels 10 kHz. Aquests -9 dB han de sumar a la

atenuació que generen 30 m de distancia per la llei del quadrat invers:

$$20 \cdot \log \frac{1}{30} = -29,5 \text{ dB}$$

Per lo tant, a 30 m de distancia de la font emissora i amb un 20 % d'humitat, l'atenuació serà de -38,5 dB per freqüències properes als 10 kHz.

2.2.2.7 El decibel

En totes les fases de la tecnologia d'àudio, el decibel és usat per expressar els nivells de senyals i les diferències de nivell de pressió de so, d'energia, voltatge i corrent. La raó per la que el decibel és una mesura tan útil és perquè ens permet usar una gamma relativament petita de nombres per expressar quantitats grans i sovint quantitats indòcils.

Aquesta unitat també té sentit des del punt de vista psicoacústic en el que està directament relacionat amb l'efecte de màxima estimulació sensorial.

La taula següent mostra la usabilitat del concepte:

WATTS (W)	NIVELL EN DECIBELS (dB)
1	0
10	10
100	20
1000	30
10.000	40
20.000	43

Taula 2. Taula de la usabilitat del dB

La conveniència d'usar decibels és aparent; cada un d'aquest rangs d'energia poden ser expressats per el mateix nivell, 10 dB. Amb aquests 10 dB es pot anivellar la diferència, independentment de les energies reals.

Es pot ampliar la taula de decibels d'energia:

WATTS (W)	NIVELL EN DECIBELS (dB)
1	0
1,25	1
1,60	2
2	3

2,5	4
3,15	5
4	6
5	7
6,3	8
8	9
10	10

Taula 3. Taula de la usabilitat del dB ampliada

Un exemple seria: quin nivell d'energia representen 80W? Primerament, s'ha de localitzar els 8W a la columna de l'esquerra i anotar que el nivell corresponent és 9dB. Posteriorment, anotar que 80 són 10 vegades 8, donant altre cop 10dB. Així,

$$9 + 10 = 19 \text{ dB}$$

Un altre exemple seria que es demanés quin nivell d'energia és representat per 1 mW. 0,1 W representen un nivell de menys 10dB i 0,01 W, representen una disminució addicional de nivell a 10dB. D'aquesta manera,

$$-10 - 10 - 10 = -30 \text{ dB}$$

2.2.2.8 Concepte del benefici acústic

El benefici acústic és definit com l'increment de nivell que un oient donat de l'audiència percep amb el sistema connectat, comparant amb el nivell que l'oient sent directament del parlador quan el sistema està desconnectat.

Si posem per exemple que el sistema està desconnectat i que hi ha un parlador a 7m del receptor, el nivell de dB que rebrà l'oient és de 53, ja que:

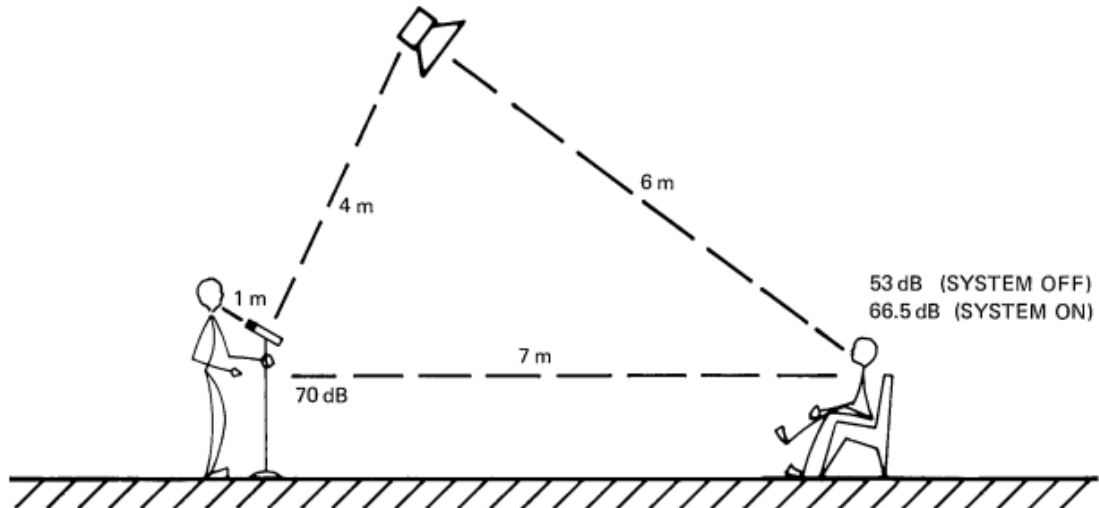
$$70\text{dB} - 20 \log(7/1) = 70 - 17 = 53\text{dB}$$

Ara, si connectem el sistema i l'altaveu produeix un nivell de 70dB al micròfon, produirà un nivell al oient de 66.5dB

$$70 - 20\log(6/4) = 70 - 3.5 = 66.5\text{dB}$$

Sense marge de seguretat, el màxim benefici que pot generar aquest sistema és de:

$$66.5 - 53 = 13.5\text{dB}$$



Il·lustració 13. Càlculs de benefici acústic

Una manera d'especificar un sistema en el qual s'expressi el màxim rendiment de benefici és especificant una distància acústica eficient (*EAD*). En aquest cas, que es requereix d'un ambient sorollós, hauríem d'usar una distància acústica efectiva més curta entre l'emissor i el receptor, no obstant, el sistema ja no tindria suficient benefici.

Una conversació normal a un metre del emissor a l'oient, es requereixen de 65dB, aquest fet, en un ambient sorollós de 50dB, necessitaríem de 75 a 80dB per un audició confortable, lo qual requereix una distància acústica efectiva de 0.25 metres.

2.3 ESTUDIS PREVIS

2.3.1 Micròfon

El micròfon és l'objecte que recull el so per convertir-lo en electricitat, només llavors es pot amplificar per a que tot el món pugui escoltar-lo.

L'actuació del micròfon es basa en l'electromagnetisme, que és l'encarregat de passar per el cap de micròfon i el mànec d'aquest.

Té una carcassa de metall molt robusta, la reixa és bastant espessa ja que protegeix les parts interiors. Dins d'aquesta hi ha una espuma que serveix per eliminar els sorolls de vent i tamisa els sons explosius d'algunes consonants, com la 'B' o la 'P', quan arriben al micròfon.

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Al centre del cap del micròfon hi ha una càpsula que alberga una bobina mòbil i un camp magnètic. La posició dels forats de la coberta, determina si el micròfon és direccional, és a dir, que el micròfon només capta els sons a través d'una zona, o cardioide, lo qual significa que recull els sons procedents de la part frontal i tot just les del voltant.

Quan es treu la coberta, és quan comença l'espectacle. Un diagrama de plàstic molt fi, està unit a la bobina de coure. A la base de la càpsula del micròfon hi ha un imant permanent que crea un camp magnètic. Aquest camp és el que li permet al micròfon, transformar les ones sonores en corrent elèctric. Llavors, els filferros que estan units a la bobina, transmeten la corrent elèctric als que hi ha fora de la càpsula al mànec del micròfon. Aquests filferros són els que porten la corrent a l'amplificador.

En resum, el micròfon és una imitació molt intel·ligent de com viatja el so a l'oïda. El so viatja en forma d'ona, mentre es mou per l'aire creant ones de pressió o vibracions i desplaçant l'aire que hi ha al seu voltant. Quan arriba al timpà, fa vibrar-lo convertint les ones en senyals elèctriques que arriben fins al cervell per tal de que aquest les processi. Doncs el mateix passa amb el micròfon. El prim diafragma de plàstic recull la pressió de les ones entrants, el seu moviment concorda amb la intensitat i la freqüència de cada ona sonora entrant, la bobina es mou de la mateixa forma, va de davant cap a enrere a l'interior del camp magnètic, i aquest moviment crea un camp elèctric.

El camp magnètic creat per l'imant, és la clau de la transformació del pur moviment mecànic en elèctric. Segons les lleis de l'electromagnetisme, quan una bobina es mou dins d'un camp magnètic induïx de forma automàtica una corrent elèctric.

El to vari segons lo ràpida que vibri la bobina i això depèn de la freqüència de les ones sonores entrants. Per exemple, un so de baixa freqüència crea ones que oscil·len molt a poc a poc, fent que el diafragma també es mogui molt lent. En canvi, les ones de so agudes, creen oscil·lacions a gran velocitat i de nou el diafragma i la bobina portaran el mateix ritme. No obstant, la corrent elèctric en la bobina és molt dèbil, per lo que s'ha d'amplificar per a que sigui un so audible.

2.3.2 Altaveus

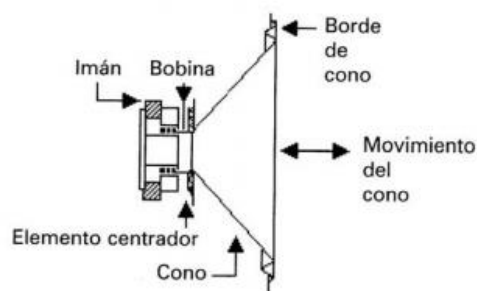
Els altaveus es divideixen en dos sistemes, el d'excitació i l'acústic. El primer, també

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

El principi bàsic es basa en que al circular una corrent elèctrica 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 accelerament dins del camp magnètic en que està situada, o el que és el mateix, es desplaça en sentit longitudinal a la pròpia bobina.

El sistema acústic té per finalitat transmetre un moviment a l'aire que el rodeja. Aquest moviment és l'ideal per convertir en so la senyal elèctrica entregada a l'altaveu per l'equip amplificador. La senyal elèctrica fa que es desplaci la bobina i aquesta mogui el con. Muntat en una carcassa metàl·lica i a la seva vora exterior subjectat a un element flexible, el con posseeix en el seu centre un dispositiu (centrador) encarregat de que la bobina es mantingui al centre del camp magnètic.

A la hora de construir el con de l'altaveu es tindrà en compte la mesura del diàmetre d'aquest, degut a la influència que té el diàmetre de l'altaveu amb respecte a la longitud d'ona de la freqüència emesa per el mateix i a la direccionalitat que s'obté en la reproducció sonora. Per tal motiu, són de dimensions reduïdes els altaveus preparats per emetre elevades freqüències.



Il·lustració 1. Esquema d'un altaveu

Tipus d'altaveus i funcionament

- Altaveu dinàmic d'imant permanent: aquest tipus d'altaveu posseeix l'imant fixe, sense necessitar la bobina de camp com en l'anterior. En la seva construcció s'han empleat aliatges de ferro alumini, níquel i cobalt per generar un camp magnètic de gran intensitat. Amb la unió per pressió de pols de ferro i cobalt,

s'obtenen imants de forma geomètrica. L'imant està situat de tal forma que les peces polars concentren el seu flux al voltant de la bobina mòbil, sent el funcionament igual al de l'altaveu electrodinàmic. Donada la perfecció assolida en els elements que l'integren, la facilitat de la seva connexió i el gran rendiment que proporcionen en la seva sortida, el converteixen en el més usat per equips de HI-FI. (Té aplicació dins del món industrial món d'alta fidelitat. S'ha especialitzat en freqüències elevades i baixes. Les elevades tenen una membrana de diàmetre petit i els de freqüències baixes que tenen que dissipar més energia, tenen una membrana de més superfície. Es fan servir sistemes electrònics per enviar a l'altaveu corresponent les freqüències amb les que treballa millor. Aquest sistema s'anomenen divisors de freqüències, que són circuits electrònics basats en bobines i condensadors que separen el espectre de freqüències amb altes mitges i baixes).

- Altaveu piezoelèctric: el seu funcionament està basat en la propietat que tenen alguns vidres de deformar-se quan se'ls aplica una tensió. Aquestes deformacions es transformen en vibracions, que donen lloc a la sonorització. La massa del diafragma és molt lleugera i el rendiment d'aquest tipus d'altaveu és molt petit, degut a que els seus moviments són microscòpics per lo que només s'usen per les altes freqüències, sent necessari l'ús de trompetes per un major aprofitament. (es fonamenta amb la deformació de cristalls piezoelèctrics quan hi poses una tensió, i es fa servir en freqüències elevades)
- Altaveu electrostàtic: constituït per un diafragma de polièster (per lo que resulta molt lleuger), que es troba situat en mig de dues plaques polaritzades, com si es tractés 'un condensador. Al mateix temps el diafragma es troba polaritzat respecte als dos elèctrodes o plaques. Quan a les plaques els hi arriba la tensió procedent del amplificador, el diafragma es desplaça en funció de la polaritat present en cada una d'elles, generant així la pressió sonora necessària per l'audició.

Característiques de l'altaveu

- Impedància: és el valor d'ohms que presenta a la seva entrada l'altaveu i per tant representarà el valor de carga sobre la sortida de l'amplificador. Com en realitat és una reactància inductiva o capacitiva, el valor en ohms d'aquesta variarà amb la freqüència de la senyal de sortida. Se sol facilitar les característiques d'impedància amb una corba realitzada a la freqüència d'1 kHz presentant un primer pic pronunciat que correspon a la freqüència de ressonància pròpia de l'altaveu, iniciant una caiguda de la corba amb una

prolongació bastant horitzontal, per després anar pujant lentament conforme augmenta la freqüència. Els valors d'impedància més comuns que podem trobar als altaveus de HI-FI oscil·len entre 4 i 8 ohms.

- Sensibilitat: indica la capacitat que posseeix l'altaveu per generar la senyal acústica. La sensibilitat de la pantalla determina la potència mínima de l'altaveu, ja que serà aquesta la mínima potència que haurà de posseir l'amplificador que es connecti a l'altaveu, quan major sigui el valor de la sensibilitat major serà la potència emesa per l'altaveu. Ve determina com la pressió sonora que proporciona un altaveu a 1 metre de distància del seu eix horitzontal quan se li subministra una potència d'1 W.
- Resposta de freqüència: ve representada mitjançant una corba caracteritzada, i ens informa del comportament de l'altaveu a les diferents freqüències de l'espectre acústic. Aquest paràmetre s'obté col·locant en l'eix d'abscisses les diferents freqüències reproduïbles i en l'eix d'ordenades, les intensitats sonores en decibels.

2.3.3 Panells Acústics Miralles

Els arquitectes Miralles i Tagliabue van construir, del 1999 al 2002, varis panells acústics per la Gran Via de Barcelona amb un disseny original que compta amb vidres translúcids de colors per tal de reduir l'impacte visual als conductors que circulin per la carretera i als habitants de la zona.

Els mòduls consisteixen en dues figures superposades amb una inclinació cap a l'interior del vial, amb un cos de dos i mig metres d'ample i quatre, quaranta-dos d'altura amb una projecció vertical.

L'objectiu d'aquesta construcció és reduir el soroll que s'emet diàriament d'uns 77 fins als 63,7 decibels, ja que a vegades superava el màxim permès per la llei i segons els veïns, eren els pisos més alts els que patien aquest soroll tan molest.



Il·lustració 14. Panells acústics Miralles



Il·lustració 15. Panells acústics Miralles

2.3.4 HUB Barcelona

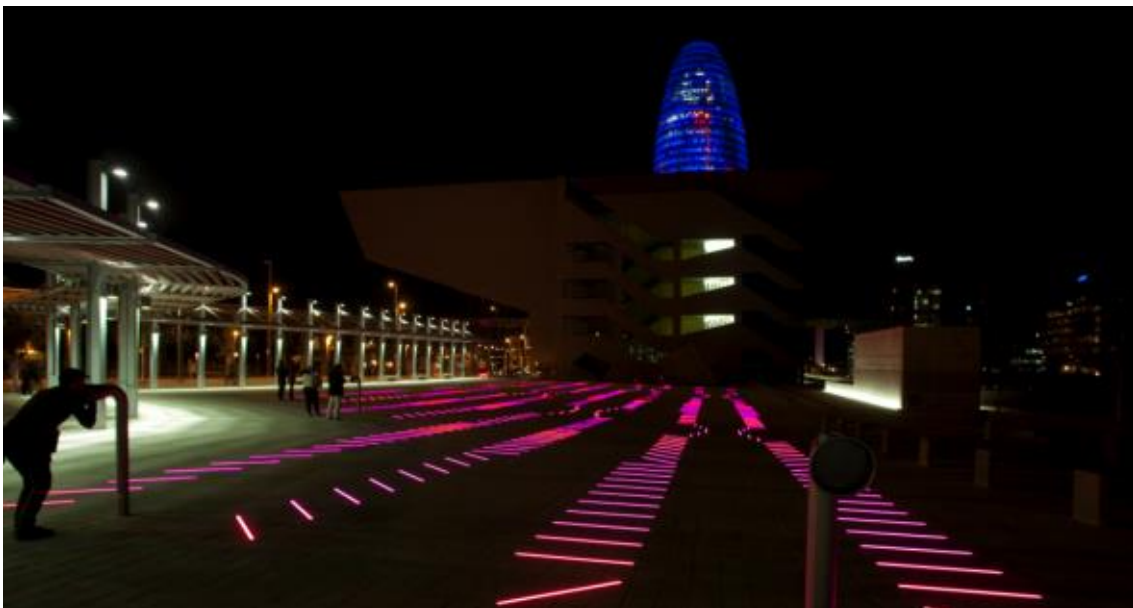
Instal·lació interactiva anomenada *Bruumruum!* a la plaça adjacent al Disseny Hub

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Barcelona creada per David Torrents & artec3 amb la col·laboració de LEDsCONTROL, basat en un grafisme lluminós a nivell de terra que planteja un diàleg especial entre ciutadà i espai públic a través del soroll i la llum.

Consisteix en llums de color en moviment constant, les quals es belluguen gràcies als sensors que perceben el soroll de l'entorn, tan les estridències de la ciutat com les converses dels vianants que passen pel carrer. No obstant, també són sensibles als sorolls més suaus, els quals són traduïts també en la trama lumínica.

Aquest fet és possible gràcies a una mena de periscopi que escolta i reacciona a les paraules i sons esmentats anteriorment. La instal·lació interacciona amb la intensitat de les veus que a través d'uns sensors instal·lats a la plaça, i també amb el soroll ambiental que es genera a la ciutat, fan canviar de forma i color el dibuix creat pels llums. La intervenció combina color i so per mitjà de 550 LEDs encastats al pla de terra ocupant una superfície de 3.300 m².



Il·lustració 16. Bruumruum! de David Torrents & artec3

2.3.5 PROJECTE MÒBIL CARREGAT MITJANÇANT EL SO QUE DESPRÈN L'ENTORN

Un estudiant xinès, Xiaowan Wang, es va fixar també en la contaminació acústica existent actualment i va decidir donar-li un gir positiu a aquest sorolls molestos generant una energia que pot no ser molt elevada però si abundant, lo que el va portar a començar quelcom relativament assequible com és aconseguir l'energia suficient per

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

carregar el mòbil captant el so de l'entorn.

El seu carregador es basa en un nano-generador que transforma les senyals acústiques en energia elèctrica mitjançant un procés nombrat transducció. Dins del carregador, el so fa que una fina pel·lícula d'un material anomenat politetrafluoroetilè vibri, provocant una fricció que és la responsable de produir l'energia.

Un nano-generador és un petit xip electrònic que pot usar moviments mecànics d'un cos, com per exemple l'espetic dels nostres dits, per generar electricitat. El xip té integrat un circuit que va sobre una superfície flexible.

Els components claus dins del nano-generador són els nano-cables o una estructura similar feta d'un material ceràmic piezoelèctric, els quals poden generar una corrent elèctrica simplement per ser doblegats o estirats.

El procés de transducció és la transformació d'un tipus d'energia en senyal elèctrica, o viceversa, per mitjà d'un transductor, el qual és es un dispositiu capaç de transformar o convertir una determinada manifestació d'energia d'entrada, en una altra de sortida, però de valors molt petits en termes relatius amb respecte a un generador.

Aquest projecte, no obstant, encara està en fase de desenvolupament, però s'espera que arribi lluny en un futur molt proper, sobretot per l'aparent simplicitat que tindria la seva aplicació comercial.

2.3.6 Projecte Nokia carregat mitjançant la veu

En aquest cas, l'institut de nano-tecnologia de la universitat Sungkyunkan de Séul, empenen òxid de zinc intercalat entre dos elèctrodes. Un petit coixinet situat sobre ells vibra degut a l'impacte de les ones sonores, el que provoca que els filaments d'òxid de zinc s'estirin i es comprimeixin varies vegades, generant corrent elèctrica.

Està clar, que a l'igual que el projecte anterior, només està en una primera fase d'investigació havent generat ja un prototip que fins ara ha aconseguit generar 50 milivolts a partir d'un soroll superior als 100 dB.

Òbviament, això no és suficient per carregar la bateria d'un telèfon adequadament, no obstant, l'equip científic esperen que al alterar el material que estan fets els filaments, el disseny serà capaç de produir més energia amb una intensitat menor de soroll.

2.3.7 Auditoris

La construcció dels auditoris ve condicionada per l'experiència de l'home primitiu a la

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

caverna al escoltar els sons produïts per ell mateix, trobant possiblement una font de recreació i expressió nova.

A l'actualitat el disseny dels diferents tipus d'auditori s'han convertit en un problema complicat en la pràctica arquitectònica contemporània.

És necessari integrar varis i conflictius requeriments; estètics, funcionals, tècnics, artístics i econòmics.

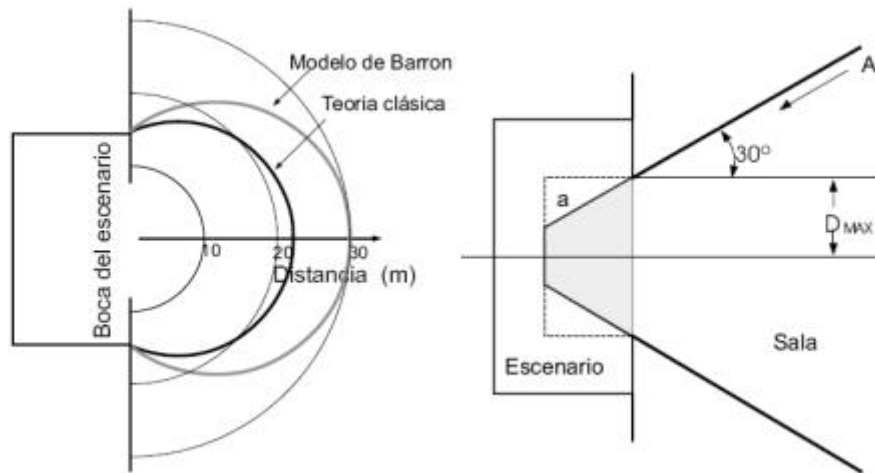
Decisions de caràcter arquitectònic afecten les condicions auditives d'un auditori:

- Forma
- Dimensions
- Color
- Disposició i tractament de les diferents superfícies
- Equipament interior i distribució de la butaques
- Volum d'audiència

Per tal de construir-lo de forma adequada, s'han de complir uns requisits acústics determinats com assegurar un nivell sonor adequat en tot el sector de l'auditori, particularment, als seients més remots, havent una distribució uniforme de l'energia sonora dins del recinte.

L'auditori ha de projectar-se de forma que la font sonora i l'audiència es trobin el més a prop possible, reduint així la distància a recórrer per les ones sonores. S'ha d'eleva la font sonora tan com sigui viable per tal d'assegurar la lliure propagació de les ones sonores directes a cada oient. D'altra banda ha d'estar rodejada de superfícies reflectants per tal de proporcionar energia sonora addicional cap a tota la porció de l'audiència. S'ha de remarcar que la resposta de les superfícies reflectants, dependrà de les longituds d'ona de les ones sonores incidents.

El seu angle s'estableix d'acord a les lleis de reflexió de so i resulta essencial el bon ús del sostre i tancaments laterals per la provisió de la major quantitat de primeres reflexions que són les beneficioses.



II-Il·lustració 17. Direccionalitat d'un auditori per a una bona audició

El terra on es troben els seients dels oients ha de tenir una inclinació adequada degut a que el so és més fàcil d'absorbir per l'audiència quan es propaga de forma rasant, com a regla general, i tenint en compte la seguretat, la pendent al llarg dels passadissos no ha de ser major a 12%, incrementant-se fins un màxim de 35% en l'àrea de l'audiència.

No és aconsellable la ubicació de passadissos al llarg de l'eix longitudinal, on les condicions de visió i audició són les més favorables.

2.4 BRIEFING

Quina és la situació de partida?

Es realitza aquest *briefing* per tal de generar una base de dades on es reflexa el material de referència i es detalla un conjunt clar d'objectius que ha de complir el disseny plantejat, per tal de que totes les parts implicades al projecte puguin entendre clarament la finalitat i els requisits del projecte en qüestió.

Estudiant de Disseny Industrial i Desenvolupament de Producte que està desenvolupant el Projecte Final de Carrera, el qual consisteix en la creació d'un producte capaç de convertir el so en energia aprofitable, com és l'electricitat, per a establiments en els quals hi hagi una gran quantitat d'aquesta font.

Amb aquest objectiu es pretén explotar el so que produeix l'ésser humà i així crear una altra energia inesgotable per tal de cobrir i satisfer moltes de les necessitats vigents

actualment en aquest àmbit. No obstant, es tracta d'un projecte copiós pel fet de que fins l'actualitat no hi ha hagut cap indicati de la creació d'un producte capaç de transformar el so en electricitat per tal d'abastir un espai concret o varis, simplement petits projectes que usen aquest mètode però a petita escala, com ja hem pogut observar en el punt 1 (*Introducció*).

La matriu DAFO d'aquest projecte és la següent:

DEBILITATS	AMENACES
<ul style="list-style-type: none">- Baix nivell d'inversions.- Poca informació en la que basar-se.- Camp d'estudi complex.- El so genera molt poca energia.	<ul style="list-style-type: none">- Despeses més elevades que el rendiment.- Baix pressupost per la generació del projecte.- Primera persona que ho estudia.
FORTALESES	OPORTUNITATS
<ul style="list-style-type: none">- Font d'energia inesgotable.- Nombre alt d'espais amb gran quantitat de gent.	<ul style="list-style-type: none">- No hi ha competència propera.- Laboratoris de la universitat per poder dur a terme el projecte.

Taula 4. Matriu DAFO

Quin és el públic objectiu al que vols arribar?

El *target group* d'aquest projecte és l'ésser humà, és a dir, qualssevol persona, sigui home o dona, petit, jove o adult, de diferent origen o diferent classe social, podran fer possible aquesta conversió amb l'ajuda d'aquest nou producte que es vol crear.

Quins són els objectius d'aquest projecte?

- Convertir el so en electricitat
- Crear un producte inexistent actualment.
- Generar una alternativa a les energies renovables actuals o un mètode més per anar de la ma d'aquests.
- Oferir un model de treball rentable.

Què vols comunicar amb aquesta campanya?

El que es pretén comunicar amb aquest projecte és que en aquest cas, som nosaltres qui fem possible la generació d'energia, sigui per mitjà de soroll o per la pròpia veu, som nosaltres qui creem aquest fet sense l'ajuda ni la necessitat de dependre de cap altra cosa.

A més, aquest projecte, des d'un primer moment ha estat enfocat per a estadi de futbol, no obstant, en el cas de que l'estudi donés el seu fruit, es podria emprar en qualssevol lloc amb molt soroll creat per els éssers, i d'aquesta manera, complementar les altres energies renovables o inclús com a nova alternativa.

Quina és la data de llançament?

La data de llançament serà el dia 3 de Juliol ja que és quan s'ha d'entregar el treball final de carrera, no obstant, es pretén continuar amb el projecte més endavant per tal de seguir desenvolupant-lo i d'aquesta manera arribar més lluny amb la investigació.

Algun condicionant que haguem de tenir en compte?

En aquest projecte hem de tenir en compte el fet de que el so genera molt poca energia, per lo que s'ha de calcular i estimar si la inversió econòmica i de petjada ecològica que s'ha de fer, compensa la que s'ha gastat per fabricar-ho.

Pressupost

Actualment, per a efectuar aquest projecte no s'estima molta inversió en quan a diners, ja que la universitat proporciona tallers i estris suficients per a que es pugui dur a terme. No obstant, si es contempla el fet d'haver de comprar el material necessari per dur a terme el prototip inicial i el final un cop s'hagin efectuat les proves requerides i sigui un producte vàlid per al projecte, el pressupost augmenta.

Com ja s'ha esmentat, per al prototip no és necessària una gran quantitat de diners al ser un primer exemplar del producte final per tal de dur a terme els assajos i comprovacions suficients, però també cal sumar-li les hores invertides en efectuar aquest projecte i el producte.

Per a la maqueta final s'estima haver de dur a terme més processos, el que suposa una major inversió de diners. A més a més, són necessaris diversos altaveus per tal d'engendrar i completar l'objecte, així que depenent del tipus que urgeixi, s'haurà de destinar una quantitat de diners o una altra.

Aquestes qüestions estaran resoltes i desglossades en l'apartat de pressupostos, efectuant els diferents càlculs necessaris per a saber la inversió real que s'ha efectuat per executar aquest PFC.

Agrega qualssevol aclariment d'utilitat per l'elaboració de la proposta.

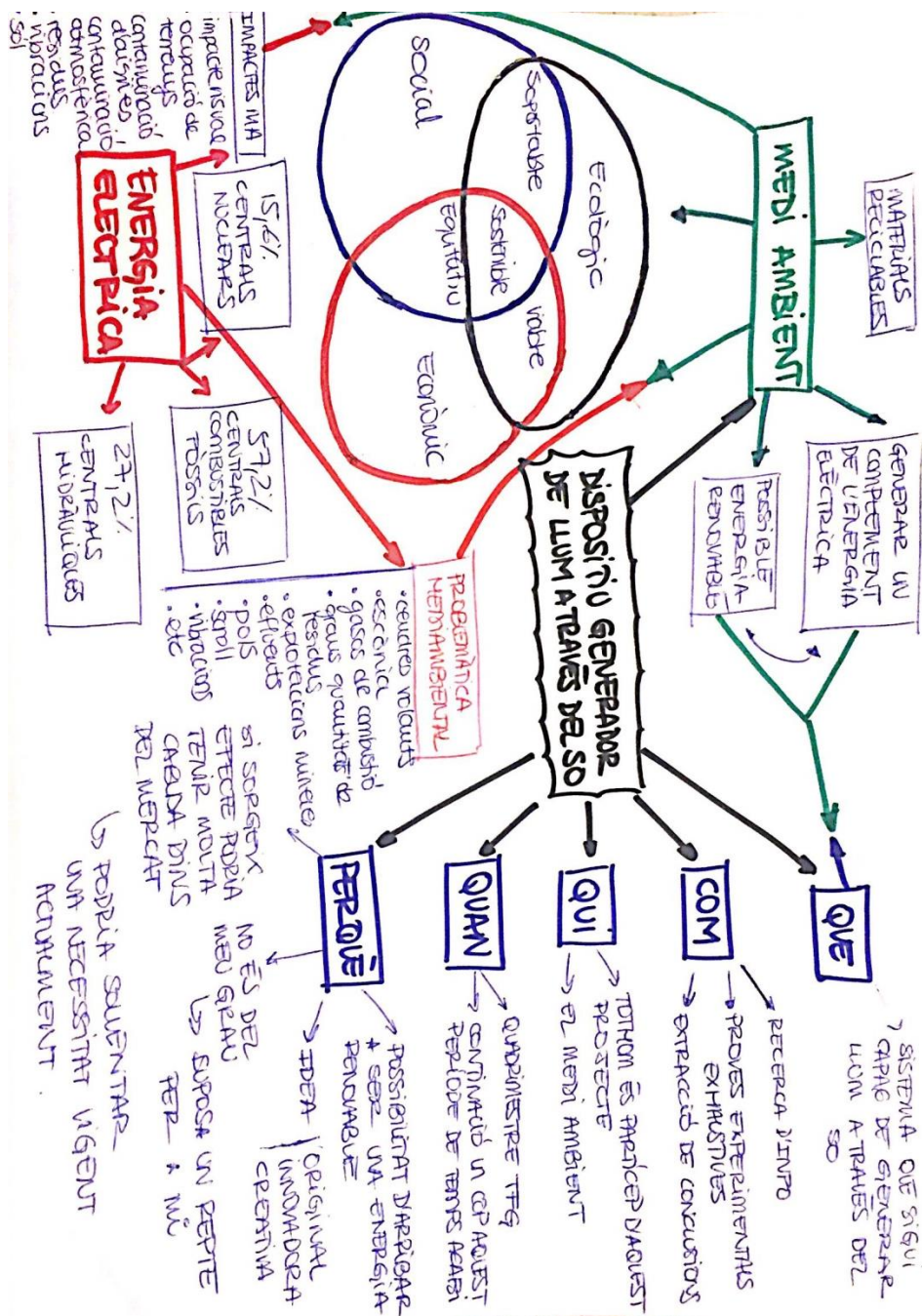
Actualment no existeix cap tipus de producte que s'assimili al que es pretén desenvolupar en aquest projecte, ni tan sols un prototip funcional, sinó que només n'hi ha de conceptuals. És per això que es fa més enrevessada la invenció d'aquest nou objecte i la investigació sobre tal.

Les tècniques emprades per la cerca d'informació són articles científics vinculats amb l'àmbit, bases de dades recollides per professionals destacats en aquest temes i experiències extretes gràcies al prototip realitzat.

2.5 MIND MAP

El *Mind Mapping* és una creació de mapes mentals o conceptuals per a l'exploració de problemes i contextos, i la visualització d'oportunitats, és a dir, és una alternativa al pensament lineal.

És un mètode de *brainstorming* per a explorar l'extensió d'un problema a través de representar pensaments i associacions que no resulten obvis quan la informació està organitzada.



Il·lustració 18. Mind Map

3. PROVES EXPERIMENTALS

Al ser un tema quasi bé desconegut, sense tenir cap concepte clar i haver de partir de zero, després de donar moltes voltes al mateix tema, intentar extreure solucions per tal de crear un producte que pogués complir l'objectiu del projecte i no haver obtingut cap resultat viable, es va optar per deixar de banda la base teòrica i començar a explotar la experimental per tal d'extreure resultats reals, poder comparar i finalment, treure conclusions profitoses per a poder consolidar el producte final.

El material que es disposava en un primer moment era molt escàs: un altaveu de 8 Ω i 2 W de cotxe, un tester d'en Joan Sangra, ex-professor de l'escola, i un sonòmetre de la fórmula 1 de la EPSEVG.



Il·lustració 19. Altaveus de 8 Ω i 2 W

Altaveu de 32 Ω i 2 W



Il·lustració 20. Altaveu 32 Ω -2 W

Sonòmetre PCE-MSM 3

- Micròfon electret: rang de freqüència de 31,5 Hz a 8 kHz
- Precisió $\pm 1,4$ dB

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

- Ponderació temporal: ràpid 125 ms i lent 1s



II-lustració 21. Sonòmetre PCE-MSM3

Tester Mastech



II-lustració 22. Tester Mastech

Cables elèctrics



II-lustració 23. Cables elèctrics

3.1 PROVA 1

Després de recopilar totes les eines necessàries, es va efectuar la primera prova amb un altaveu prestat de 32 Ω i 2 W, per tal d'esbrinar quanta energia proporcionava en comparació amb el de 8 Ω i 2 W.

Aquest tempteig consistia en connectar primer un altaveu al tester i emetre un soroll constant des dels altaveus per tal d'esbrinar quins eren els Volts (V) que proporcionaven. Es va poder observar que el primer donava més bon resultat que el segon, fet incompreensible des d'aquell punt de vista ja que en un primer moment es pensava que l'altaveu del cotxe, al tenir un diàmetre més gran i major superfície de membrana per captar el so, seria aquest qui proporcionés més bons resultats.

Per tant, al descobrir que aquest fet no influïa en els resultats, sinó que depenia dels Ohms (Ω) i la potencia (W) que disposava l'altaveu, es va comprar un altre altaveu amb les mateixes propietats però d'un diàmetre inferior, més o menys d'igual mesura que el de 32 Ω , per tal de descobrir si la conclusió extreta era certa.

Altaveu de 8 Ω i 2 W nou



Il·lustració 24. Altaveu 8 Ω - 2 W

Es va buscar un altre tester per tal de poder-lo tenir les vint-i-quatre hores i d'aquesta manera que fos més fàcil fer proves a casa. Gràcies al servei STIC de la Universitat va ser possible obtindre'n un.

Tester TEK DMM157

- AC Corrent: 2 mA – 10 A
- AC Rang de Voltatge: 2 V – 600 V
- DC Corrent: 2 mA – 10 A
- DC Rang de Voltatge 200 mV – 600 V
- Interfície: 200 Ω
- Rang de Resistència: 20 Mohm



II-lustració 25. Tester TEK DMM157

Per un altra banda, es necessitava un dispositiu que emetés de forma continua els sons que es precisaven i que es tingués a l'abast per tal de poder-lo usar de forma permanent. Aquest va ser el següent:

Altaveu MARSHALL

- Rang de Volts: 100 V – 240 V
- Rang de Freqüència: 50 Hz – 60 Hz
- Watts: 70 W



II-lustració 26. Altaveu Marshall

D'acord amb l'esmentat anteriorment, amb aquesta prova experimental, es volia comprovar amb dos altaveus d'igual potència i diferents ohms, quin donava més bon resultat energètic i d'aquesta manera també corroborar la primera conclusió extreta dels diàmetres.

Per dur-lo a terme, es va emprar el *pink noise*, una senyal amb un espectre de freqüències tal que la seva densitat espectral de potència és proporcional al recíproc de la seva freqüència. És un so constant lo qual representa una característica perfecta per tal d'estudiar el comportament dels altaveus en qüestió. A més a més, és un so que representa de forma exacta el que podria ser el rebombori que existeix en un

camp de futbol.

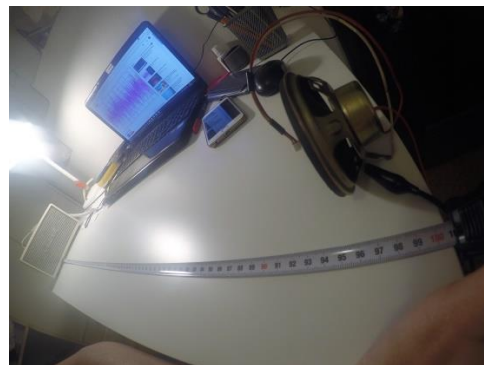
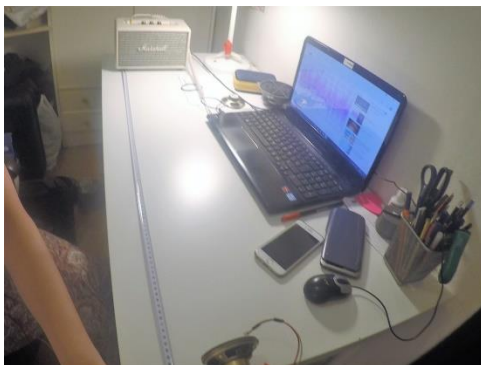
El volum amb el qual es va projectar aquest so, mitjançant l'altaveu Marshall, era el mateix en totes les proves, 107,61 dB, i a banda d'això, es van anar canviant les distàncies per tal d'assolir varis resultats.

EXPERIMENT 1	OHMS	WATTS	DISTANCIA	dB ALTAVEU	dB RECEPTOR	VOLTS
	32	2	100 cm	107,61	95,7	.004 V
			50 cm	107,61	99,8	.005 V
			25 cm	107,61	104,02	.010 V
	8	2	100cm	107,61	95,7	.002 V
			50 cm	107,61	99,8	.002 V
			25cm	107,61	104,02	.003 V

Taula 5. Taula Experimental 1

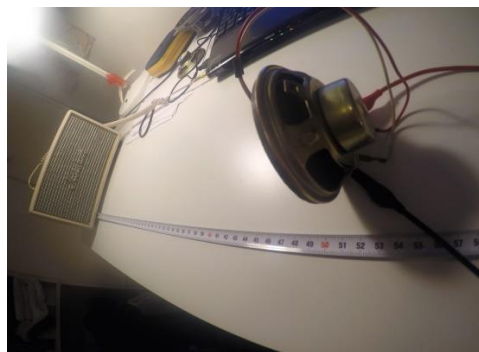
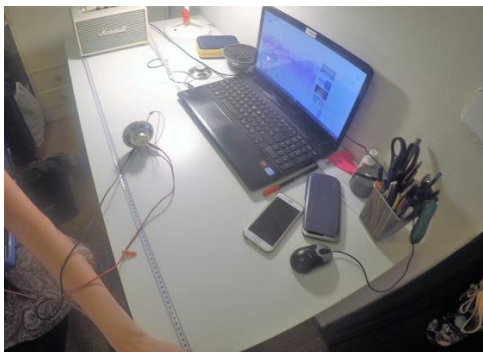
Es pot observar que ens dona, per poc, més bons resultats els altaveus de 32 Ω que els de 8, amb els mateixos decibels, so i distàncies.

És evident que aquesta provatura no és del tot vàlida ja que realment els decibels calculats d'un estadi, a l'igual que en molts altres establiments, ja són 100 dB, i d'un màxim de 130 dB, per lo que s'hauria d'efectuar a una distància de 0m de l'altaveu emissor per tal de recrear la situació real. Ara bé, per crear un marge d'error es va preferir emprendre l'assaig a varies distàncies i en conseqüència, tenir un ventall més ampli de situacions per a varis casos.



II-lustració 27. Prova a 100 cm de distància

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica



Il·lustració 28. Prova a 50 cm de distància



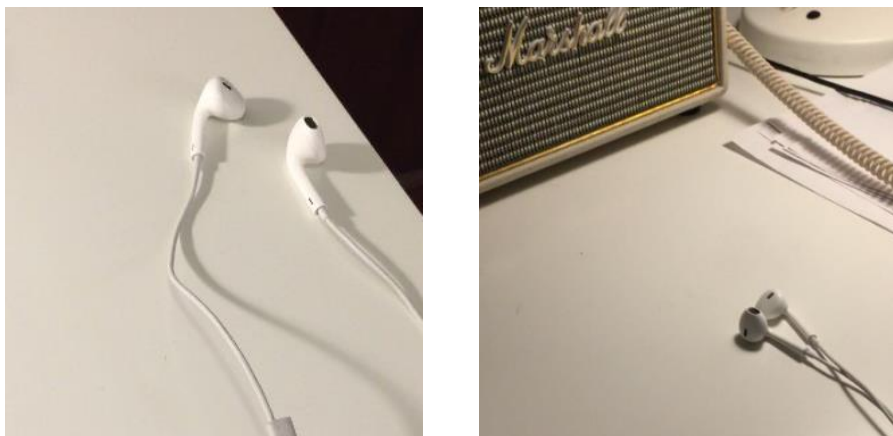
Il·lustració 29. Prova a 25 cm de distància

3.2 PROVA 2

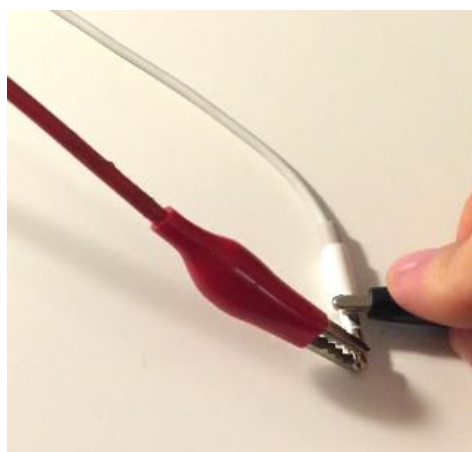
Després de la primera prova i abastar els resultats mostrats a la “Taula experimental 1”, es va crear el dubte de si amb altres dispositius que no fossin altaveus s’obtidria més bons resultats.

És per aquest motiu que es va optar per provar amb els auriculars que venen amb l’*iPhone* els quals tenen uns altaveus interiors que redueixen al mínim la pèrdua de so al temps que augmenten la potència acústica.

Altrament, també tenen incorporat un comandament al cable per ajustar el volum, controlar la reproducció de música, vídeo i respondre o penjar trucades, per lo que també porta incorporat un micròfon. Aquest fet va comportar que al fer l’intent, s’hagués de tapar aquest últim per tal de que el dispositiu només captés el so emès pels auriculars i no per el micròfon. En el cas de que no s’hagués fet així, els resultats haguessin sigut majors del que realment son.



Il·lustració 30. Prova experimental amb auriculars



Il·lustració 31. Col·locació dels cocodrils Prova 2

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
 HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Es va haver d'estudiar on posar els cocodrils de forma correcta per tal de connectar-los només als auriculars i no al micròfon. És per això que estan als extrems de l'endoll, ja que corresponen a l'auricular dret i esquer respectivament.

Com es pot observar, en aquest cas també es va realitzar altre cop la mateixa prova que en els anteriors casos, respectant les distàncies per crear un marge d'error i els mateixos decibels per totes, assolint els següents resultats:



Il·lustració 32. Resultat Prova 2 a 100cm



Il·lustració 33. Resultat Prova 2 a 25cm

EXPERIMENT 2	OHMS	WATTS	DISTANCIA	dB ALTAVEU	dB RECEPTOR	VOLTS
	16	2	100cm	107,61	95,7	.065V
			50 cm	107,61	99.8	.120V
			25cm	107,61	104,02	.208V

Taula 6. Taula experimental 2

Com s'aprecia a la "Taula experimental 2", es van obtenir uns resultats molt positius pel fet de que un amb aquests es podria arribar a encendre un LED de 2 V. Va ser tal la sorpresa que es va tornar a repetir l'experimentació al despatx del tutor del projecte per tal de mostrar els resultats obtinguts a casa.

Desconcertadament, al tornar-ho a provar van donar uns altres resultats molt més inferiors que els primers, fet que va desilusionar als presents pel fet de que encara no

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

s'havia trobat la forma de realitzar l'objectiu d'aquest projecte. Els resultats van ser els següents:

EXPERIMENT 2	OHMS	WATTS	DISTANCIA	dB ALTAVEU	dB RECEPTOR	VOLTS
	16	2	100cm	107,61	95,7	.001V
			50 cm	107,61	99.8	.005V
			25cm	107,61	104,02	.007V

Taula 7. Taula experimental 3

A manera de conclusió, per verificar al 100% que els primers resultats no eren correctes, es va descartar aquest dispositiu com a element per a poder realitzar aquest projecte.

3.3 PROVA 3

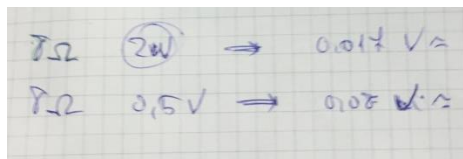
Arribats en aquest punt, sabent que els altaveus, dispositius que tenim més a l'abast, són els més adequats per dur a terme aquest projecte, que no perquè tingui un diàmetre més gran significa que hagi de donar més bons resultats, i que com major sigui la impedància més Volts ens donen com a resolució, quedava per saber si tenint una major potència o menor també influïa en els resultats i de quina forma.

Per lo que es va executar la mateixa provatura que les anteriors, però en comptes de tenir iguals potències i diferents ohms, en aquest cas es va executar de forma inversa.

En aquesta, es va usar l'altaveu de 8 Ω i 2 W anterior i un de 8 Ω i 0,5 W nou perquè eren els que es tenien més a l'abast, i els resultats extrets, amb la mateixa distancia i decibels que les anteriors proves, van ser els següents:

$$8 \Omega - 2 W \rightarrow 0,017 V$$

$$8 \Omega - 0,5 W \rightarrow 0,08 V$$

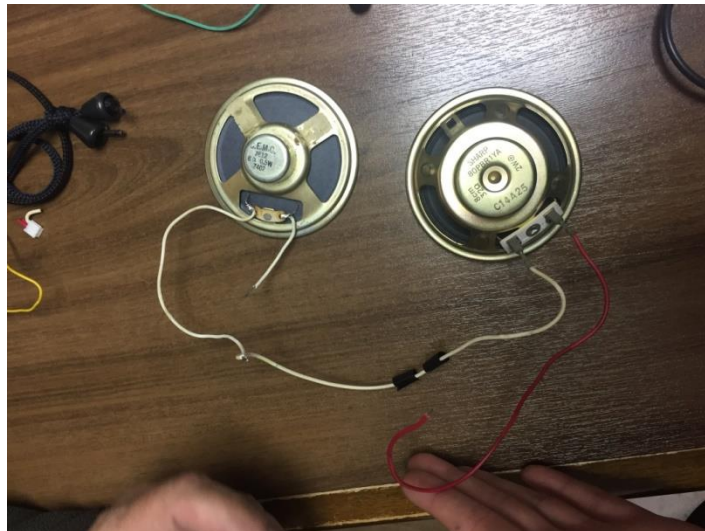


Handwritten calculations on graph paper:

$$8\Omega \quad (2W) \rightarrow 0,017 V$$
$$8\Omega \quad 0,5W \rightarrow 0,08 V$$

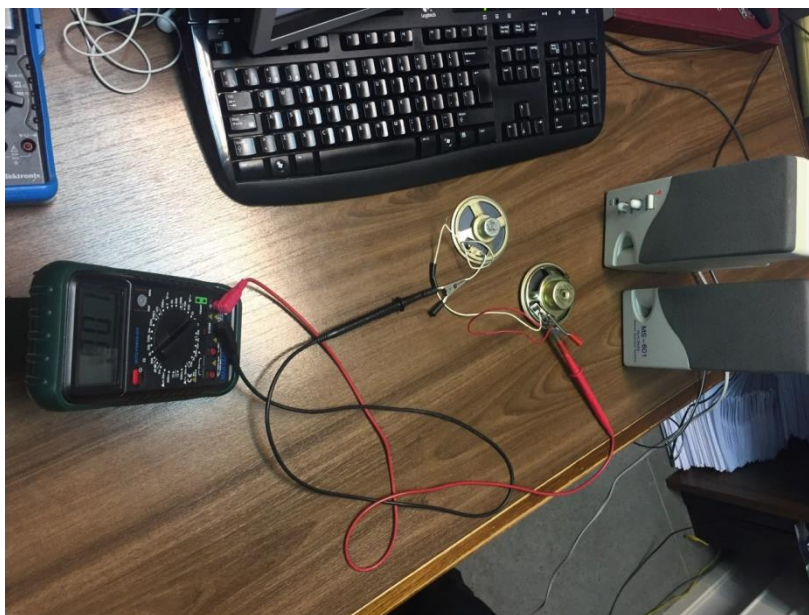
Il·lustració 34. Càlculs prova 2

Per tant, es va poder extreure que amb menys Watts i més Ohms s'adquireixen més bons resultats, pel que al no disposar en aquell moment d'uns altaveus amb uns Ohms més elevats que 32, es van soldar en sèrie el de 32 Ω - 2 W i 8 Ω - 0.5 W per tal d'adquirir un de 40 Ω i 2,5 W.



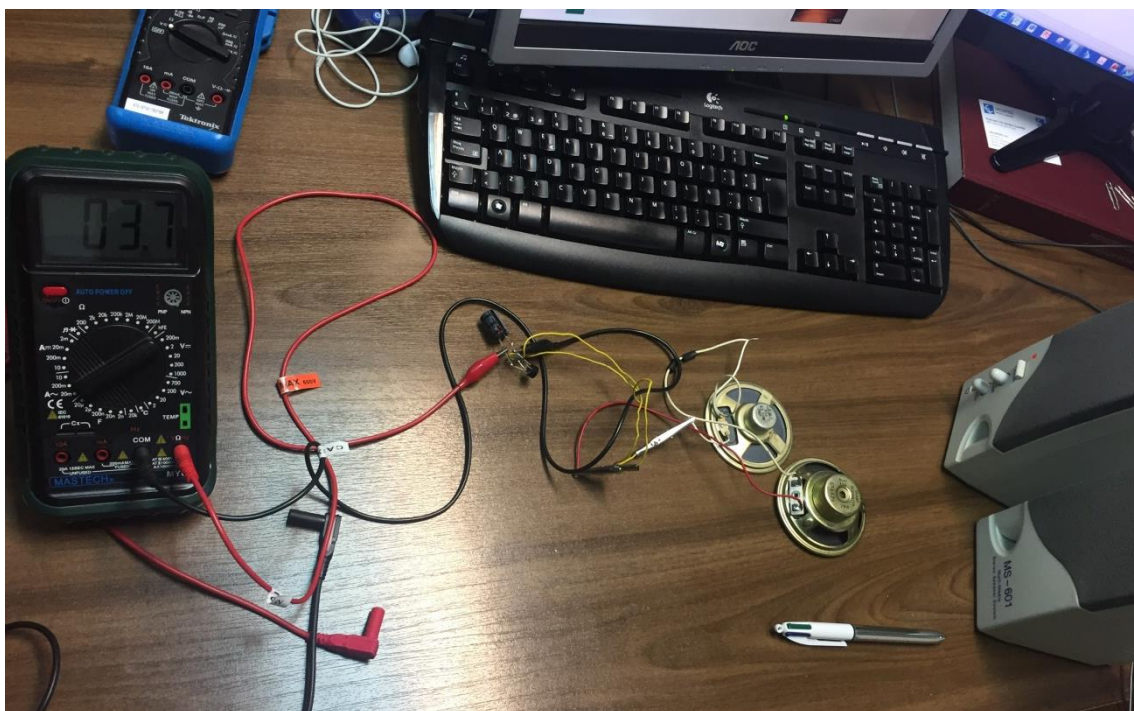
II-lustració 35. Altaveus de 32 Ω -2 W i 8 Ω -0.5 W soldats en sèrie

Es va tornar a realitzar el test amb iguals dB que les anteriors proves, connectant els altaveus al tester i observant quin era el resultat que proporcionaven, emprant altre cop el *pink noise*. Finalment, encara que no fossin els Watts esperats a usar, va ser el millor resultat que es va adquirir en temps, proporcionant 0.158 V (sense deixar cap tipus de distancia), el que significava que si s'aconseguís un altre altaveu de 50 Ω i 0.5 W obtindríem un efecte major.



II-lustració 36. Prova amb altaveus de 40ohm

Així mateix, al veure que s'estava anant per bon camí, es va incorporar un pont rectificador fet manualment per tal d'obtenir un voltatge en corrent continua. No obstant, no es va aconseguir el resultat esperat ja que la tensió alterna d'entrada no era suficient, és a dir, no es van arribar als 0,5 V necessaris que han de tenir els díodes per començar a conduir.



II-lustració 37. Prova amb altaveus de 40 Ω i un pont rectificador



II-lustració 38. Pont rectificador

3.4 PROVA 4

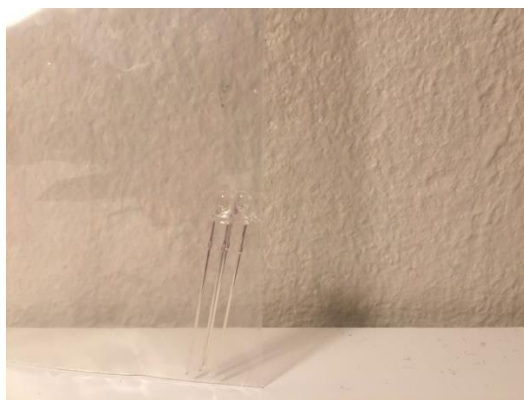
Tal i com s'ha esmentat anteriorment, després d'aconseguir uns resultats tan positius es van comprar dos altaveus de 50 Ω amb potències diferents i del menor valor que hi havia (1.4 W i 2 W) per tal de comparar entre ells i verificar altre cop que el fet de tenir major impedància i menor potència és igual a un bon resultat en Volts.



Il·lustració 39. Altaveu 50 Ω -1,4 W



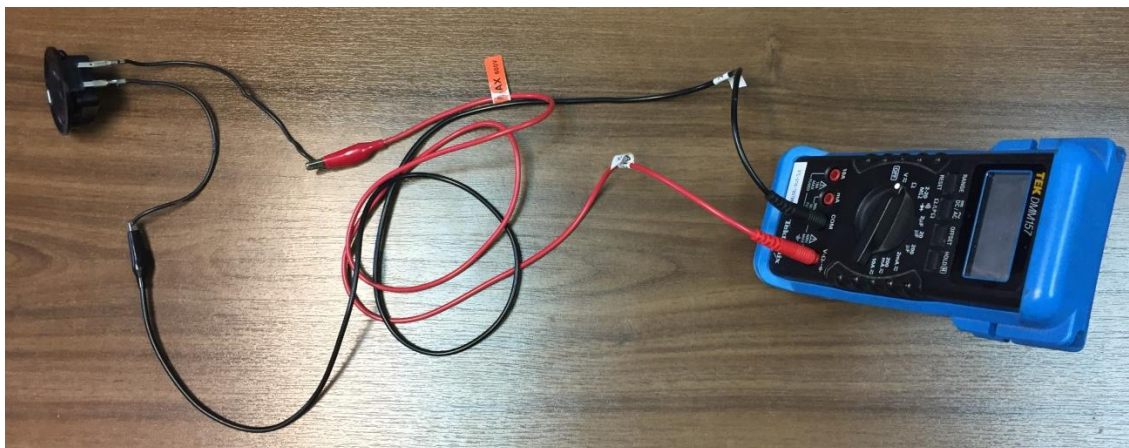
Il·lustració 40. Altaveu 50 Ω -2 W



Il·lustració 41. Dos díodes de 2 V

Aquests no tenien cables, així que es van haver de soldar i efectuar altre cop la prova experimental de les distàncies i decibels amb ajuda del *pink noise* per cada un d'ells.

El resultat van ser els següents:



Il·lustració 42. Prova amb altaveu de 50 Ω i 2W

$$50 \Omega / 2 \text{ W} - 0.055 \text{ V}$$

$$50 \Omega / 1,4 \text{ W} - 0.009 \text{ V}$$

Com es pot apreciar, i per sorpresa altre cop, es va demostrar que en aquest cas, les conclusions extretes anteriorment de que com menor sigui la potencia millors resultats, no eren reals.

Per aquest motiu, tot seguit es va efectuar un altre tempteig amb tots els altaveus que més bons resultats van proporcionar, recopilats anteriorment, per tal d'assegurar quin era el més adequat per aquest projecte i d'altra banda, col·leccionar més resultats:

\varnothing cm	Ω	W	Greus (106dB)	Aguts (112dB)
Diàmetre	Ohms	Watts	Volts	Volts
8	32	2	0,1	0,06
8	8	0,5	0,078	0,055
5	50	2	0,09	0,055
3,5	50	1,4	0,01	0,009

Taula 8. Taula experimental 4

Al fer aquest tanteig, es va poder extreure una altra dada molt interessant, la qual demostrava que els decibels varien depenent de si el to és greu o agut, donant un valor més baix al primer i més alt amb el segon. Per contra, tal i com es pot observar, els valors en quan a volts són més elevats amb greus que en aguts.

Aquest fet és degut a que físicament l'altaveu, per emetre freqüències greus (baixes), la membrana es mou amb molt més recorregut però més lent. En canvi les freqüències

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

agudes, el desplaçament de la membrana és més ràpid i de menys trajecte, el que ens fa evident que per reproduir freqüències baixes fa falta més energia.

És a dir, l'energia consumida per l'altaveu per donar greus és superior que la que fa servir per donar freqüències altes i en aquest cas ens trobem amb l'aplicació inversa, és a dir, que l'altaveu ens proporciona un voltatge més elevat quan hem aplicat freqüències baixes.

Altrament, es pot observar que els que millor resultat han donat són els altaveus de 32 Ω i el de 50 Ω amb 2 W, donant el segon un valor menor per mil·lèsimes. No obstant, se sap que tenen diàmetres diferents (de 8 el primer i 5 el segon) per lo que sent un valor tan ínfim el que els diferencia en quan Volts, i una diferencia més gran respecte a la dada anterior en quan a diàmetre, el millor per usar és el de 50 Ω , ja que podem optimitzar l'espai gràcies al volum que ocupa i proporcionant l'energia que subministra.

3.5 PROVA 5

Amb la conclusió extreta de l'assaig anterior, es va voler comprovar quants altaveus eren necessaris per tal d'encendre un LED de 2 V, voltatge inferior al que solen necessitar normalment els díodes (3,7 V), amb aquest altaveu de 50 Ω i 2 W.

$$\text{Altaveu de } 50 \Omega \text{ i } 2 \text{ W} = \frac{Greus + Aguts}{2} = \frac{0.09 + 0.06}{2} = \mathbf{0.075 \text{ V/unitat}}$$

$$2.0 \text{ V} \rightarrow x \text{ altaveu(s)}$$

$$0.075 \text{ V} \rightarrow 1 \text{ altaveu}$$

$$\frac{2.0 \text{ V}}{0.075 \text{ V}} = \mathbf{26.66666667 \text{ altaveus}}$$

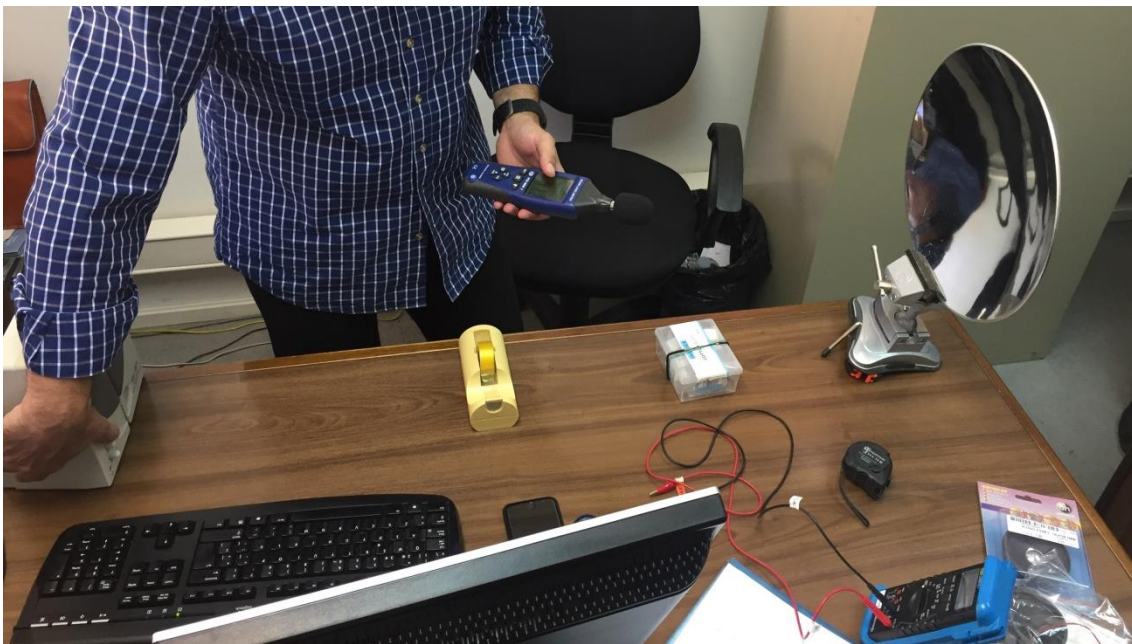
Per tan, per tal d'encendre els LED's que es desitgi, amb un voltatge de dos, i de forma pura i totalment autònoma, es necessiten vint-i-sis altaveus de 50 Ω i 2 W, lo qual no era una mala resposta, ja que després de molts assajos es va poder comprovar que era possible l'objectiu que planteja aquest projecte.

Tanmateix, a falta de pressupost, ja que 27 altaveus (7.32 €/u) costarien uns 197.64 €, es va voler continuar endavant i intentar reduir el nombre d'altaveus per tal d'optimitzar l'espai i que econòmicament fos més rentable.

3.6 PROVA 6

Després de tenir clar quin era el dispositiu a emprar i quants en feien falta, es va pensar que el fet d'incorporar una paràbola al sistema podria amplificar el so, augmentar els Volts i no necessitar tants altaveus per tal d'aconseguir encendre els LED's.

Per consegüent, aquest cop es va fer ús d'una paràbola per tal d'esbrinar si realment amplifica el so i efectuar proves amb l'altaveu seleccionat.



Il·lustració 43. Prova experimental amb paràbola de 360s

Es va poder concretar que amb aquest tipus de paràbola, la qual tenia un diàmetre de 360, en aguts i a 91 dB, el focus ha d'estar a 13 cm del centre per tal de que l'altaveu capti el màxim so possible.

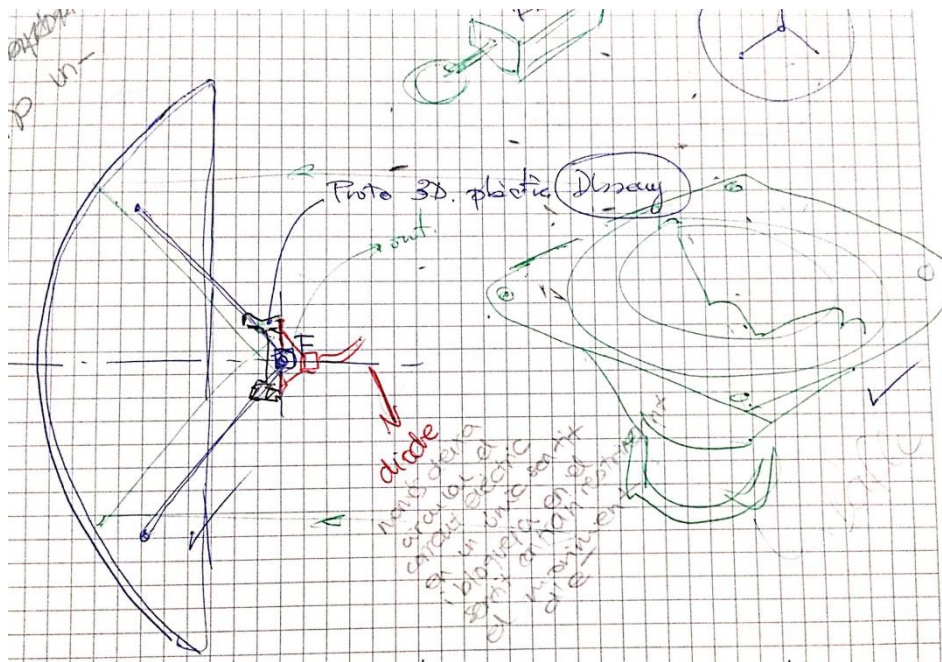
En canvi, en aguts i a 94 dB, el focus hauria d'estar ubicat a 3 cm del centre, ja que com s'ha explicat anteriorment, encara que doni un major nombre de dB, el resultat en quan a volts és inferior.

D'altra banda, no es van extreure molts bons resultats usant aquest artefacte, fet que va desanimar ja que sol ser un reflector d'alt guany. No obstant es va arribar a la conclusió de que poder, per aquest projecte, el més convenient seria dissenyar un objecte amb característiques similars a la paràbola per tal de que s'adeqüi al cent per cent i d'aquesta manera poder extreure el seu màxim rendiment.

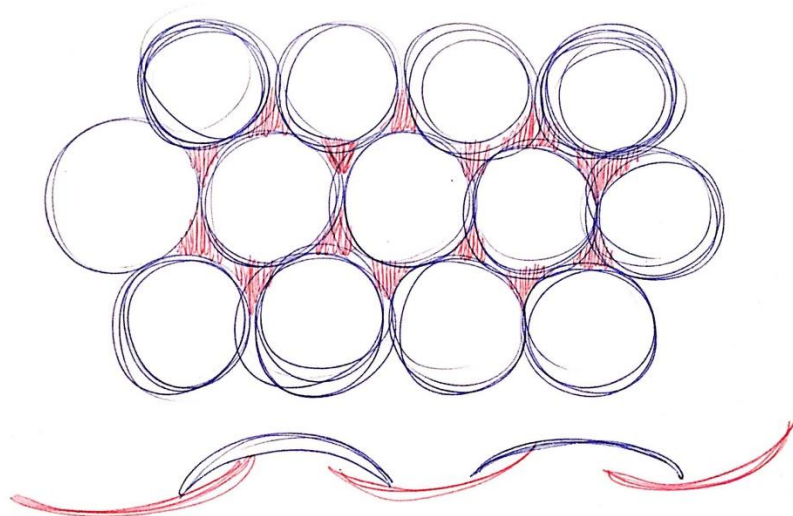
3.7 PROVA 7

Es van estar enginyant molts disseny per a crear un artefacte que complís els requisits necessaris per tirar endavant aquesta última part del producte.

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, inicialment es confiava en la paràbola normal per tal de que augmentés els resultats i poder crear un conjunt que ocupés poc espai, no obstant, gràcies a la prova 6 es va poder concloure de que no era un bon disseny per a la exigència d'aquest projecte



II-lustració 44. Idea inicial de paràbola

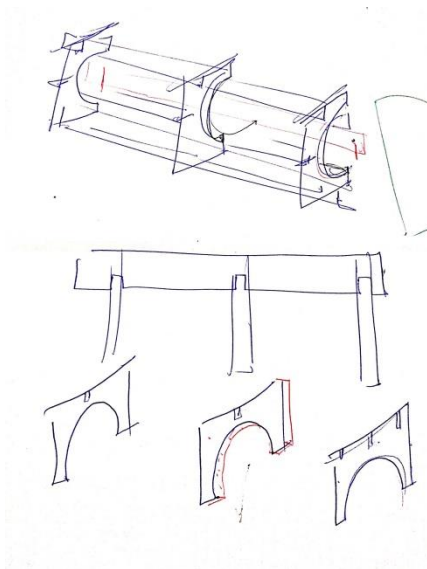


II-lustració 45. Disposició de les paràboles en l'idea inicial

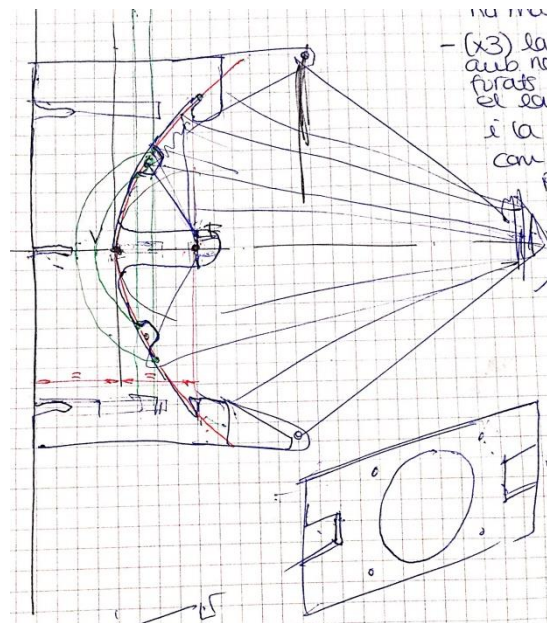
Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Com es pot observar es pretenia emprar una paràbola com les que es fan servir d'antena intercanviant el focus per l'altaveu escollit, i disposant-los com en la segona imatge per tal de que no quedessin espais on el so pogués passar de llarg. No obstant, es va poder observar que col·locant-los d'aquesta forma perdiem també superfície de paràbola i per tant, també so, per lo que, sumant aquest fet i els resultats de la prova 6 es va descartar per complet aquesta idea.

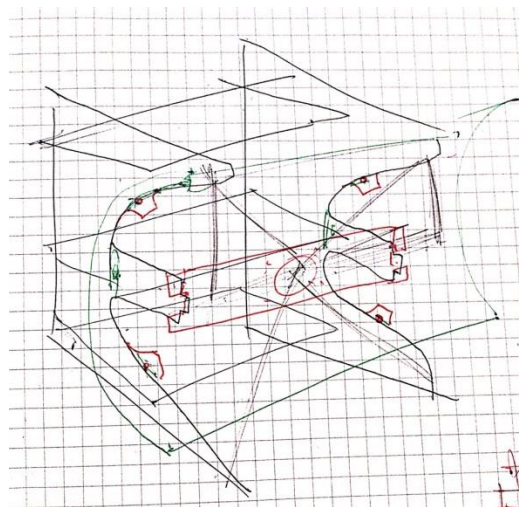
Tot seguit van anar sorgint més dissenys encarats a una paràbola lineal per tal de poder disposar més d'un altaveu en la mateixa, amb unes costelles de suport per tal de que es pugui mantenir de peu.



Il·lustració 46. Costelles prototip



Il·lustració 47. Concepte prototip



Il·lustració 48. Conjunt prototip

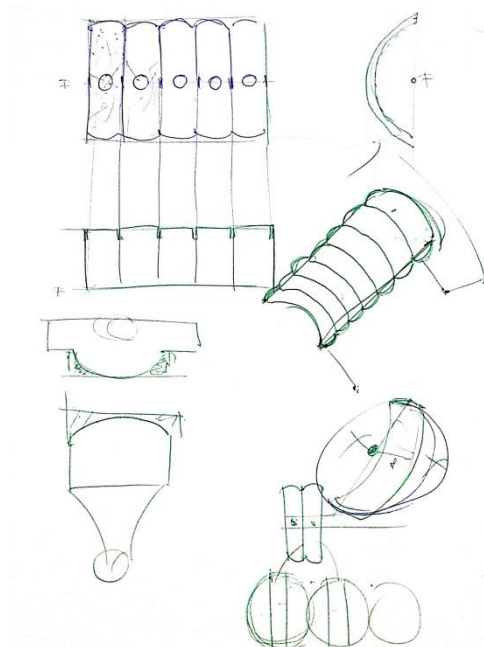
Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Com podem observar, és un disseny senzill el qual disposa de tres o dues costelles, depenent de la grandària que es desitgi, les quals disposen de tres fissures per on passaran tres estructures rectangulars les quals proporcionaran equilibri al sistema.

Aquestes costelles disposen d'una subjecció als extrems per tal de poder posar la paràbola lineal i que quedi clavada sense haver de grapar-la o pegar-la amb algun altre mètode. D'aquesta forma, s'estalvien passos d'execució, temps i culmina amb un disseny que ajuda al muntatge, simple i complet.

Malgrat això, el fet d'haver d'incorporar un altre sistema per tal de subjectar l'altaveu per a que estigui al focus de la paràbola lineal, va suposar un problema pel fet de que en aquesta segona idea, es va plantejar un rectangle que disposes d'un forat on poder clavar-lo, però es torna al punt de partida amb el problema de que d'aquesta forma es perd so al haver quelcom que impedeix el seu camí. Ara bé, més endavant en l'apartat de prototipatge es desglossa i es soluciona aquest inconvenient.

Altrament, el fet de fer servir una paràbola lineal no acaba de solucionar el problema que es tenia principalment amb la paràbola normal, per lo que es va arribar a un nou concepte innovador.



Il·lustració 49. Forma interior de la paràbola lineal

Aquest re-disseny mostra el conjunt de paràboles dins de la paràbola lineal esmentada anteriorment, fent incrementar la possibilitat de captar tot el so emès en l'establiment on estigui situat aquest artefacte, podent col·locar un altaveu per cada paràbola

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

individual incorporada en una de lineal i augmentar els resultats de l'energia elèctrica final.

Per acabar, cal esmentar que aquest procediment està explicat més detalladament a l'apartat de prototipatge amb les respectives evolucions, canvis i disseny final.

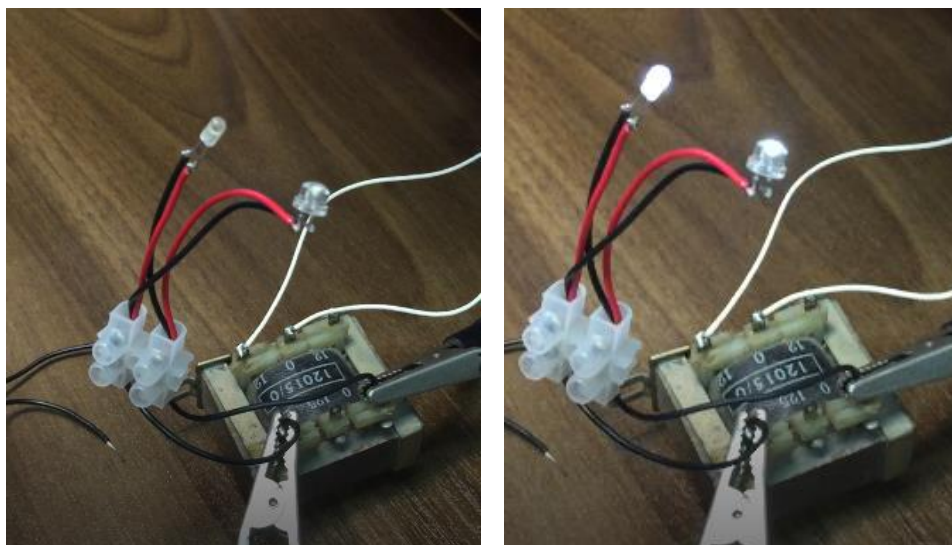
3.8 PROVA 8

Com a últim recurs, i per tal d'aconseguir emprar un menor nombre d'altaveus, es va incorporar al sistema un transformador convencional d'uns quinze Watts, de forma que l'entrada de l'altaveu estigués connectada a la part de baixa tensió, concretament al debanat de baixa tensió, 12 V, a fi de que el valor més elevat sortís del debanat de tensió més alta, 230 V.

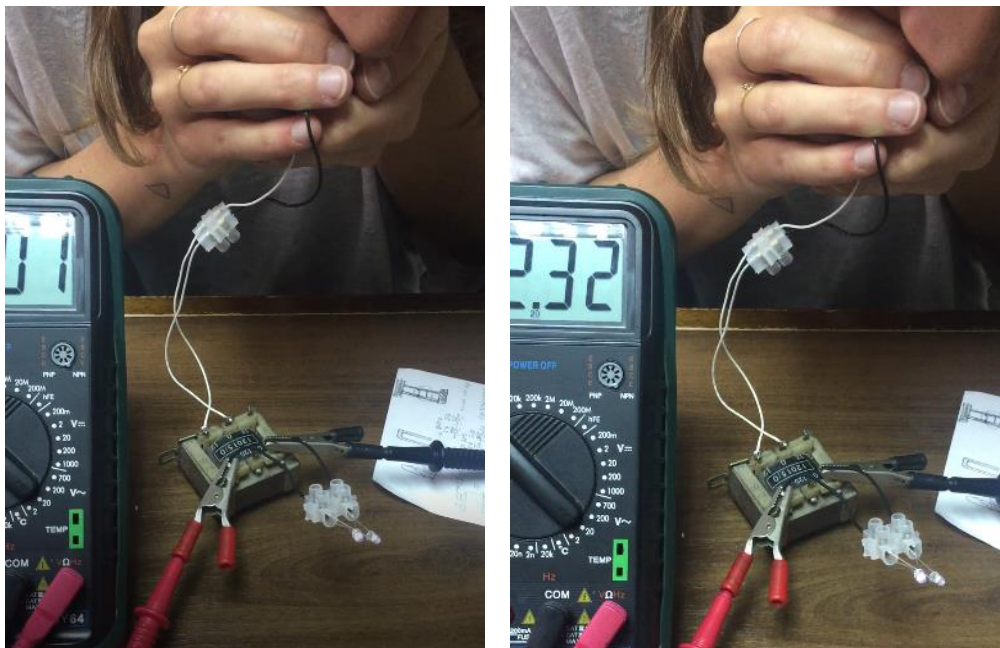
A continuació, a la sortida de dos-cents vint Volts es va apreciar que el resultat era deu vegades superior el voltatge que es va assolir anteriorment sense aquest dispositiu elèctric d'inducció electromagnètica.

Per tant, es pot afirmar que va ser la solució adequada per poder obtenir uns valors de Voltatge més elevats que els que directament sortien de la bobina de l'altaveu, ja que el que fa el transformador és treballar amb la corrent alterna que genera el so i la multiplica. No obstant, cal remarcar que hi ha pèrdues d'energia degut a que disposa d'un nucli magnètic de ferro, i en aquest també s'indueix una corrent que s'anomena "Corrent de Foucault" la qual produeix un consum de la minsa energia que se'ns ha produït, però la relació de transformació dels debanats del primari i secundari del transformador ens augmenta el valor de la tensió produïda per l'altaveu.

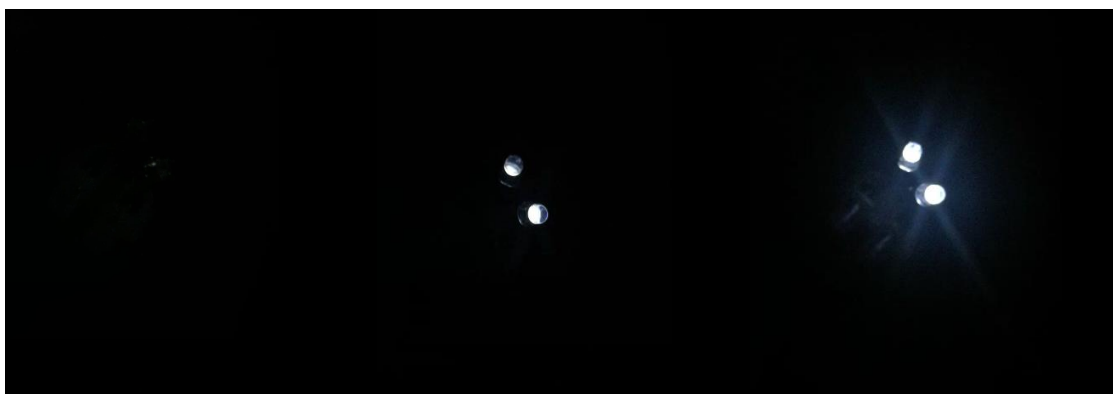
Així doncs, emprant aquest transformador soldat a l'altaveu i procedint fent un crit a aquest últim, es va aconseguir que s'engegés el LED de 2 V, proporcionant un voltatge de 2.5 V, lo qual va ser un fet transcendent ja que es va descobrir l'element que engendrava, finalment, sentit i coherència al projecte.



Il·lustració 50. Tempteig del prototip inicial funcional



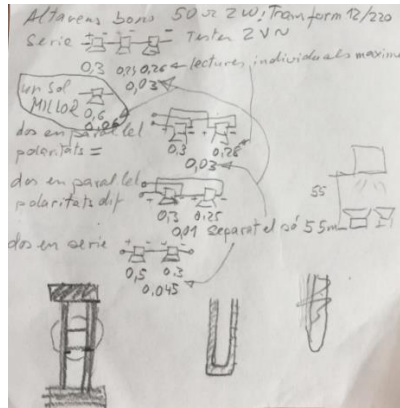
Il·lustració 51. Tempteig del prototip inicial funcional



Il·lustració 52. Tempteig del prototip inicial funcional

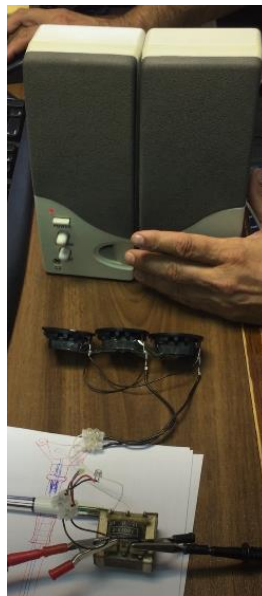
Per acabar, es van fer unes quantes proves més per tal d'esbrinar si connectant un altaveu amb el seu respectiu transformador, en sèrie amb un altre igual i així successivament, donaria un resultat encara més satisfactori. Malauradament, es va assolir un resultat menor que efectuant l'assaig tan sols amb un, a causa també de que les condicions de la font de so no eren les mateixes que en les altres proves, i per tant, no eren les adequades per fer una d'aquesta mena, ja que era puntual i solament es podia dirigir a un dels dos altaveus emissors que es disposava, per lo que quan s'intentava posar els dos receptors en un dels anteriors, el valor de la pressió sonora era més baixa ja que no abastava pels dos.

Altrament, també es van connectar en paral·lel, però tampoc es va aconseguir cap resultat més bo del que es va aconseguir fent-ho amb un de sol.



Il·lustració 53. Resultats prova 8

Una altra prova va ser connectar tres altaveus en sèrie amb un mateix transformador, però altre cop els resultats van ser inferiors als esperats



Il·lustració 54. Prova de tres altaveus connectats en sèrie amb un transformador

3.7 CONCLUSIONS DE LES PROVES

Després d'un estudi exhaustiu i una recerca acurada de conceptes es va poder començar a efectuar les primeres proves experimentals per tal d'anar traient conclusions a cada una d'elles i poder avançar el projecte.

No obstant, durant aquest camí van haver moltes decepcions ja que la teòrica estava clara però les proves no sortien tal i com s'esperava, per lo que es va arribar a un punt en que es donava el projecte per perdut, fins que finalment es va trobar la solució a tots els problemes, i d'aquesta forma es va poder culminar podent dir que s'havia pogut complir l'objectiu d'aquest projecte, crear un sistema alternatiu d'energia renovable.

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Totes i cada una de les proves prèvies que es van efectuar, van donar pas a una combinació d'elements que finalment van engendrar el dispositiu. Malauradament no es va tenir ocasió d'usar altres components més específics i tenir en compte la fidelitat que presten a causa del poc temps i perquè s'escapava de les possibilitats de llavors.

Tot i això, gràcies a tots aquests mesos invertits en una investigació teòrica-empírica i gran quantitat de proves experimentals s'ha pogut confeccionar el dispositiu de forma satisfactòria, demostrant que, si s'inverteix temps, i el que encara és més important, una bona actitud, es pot arribar a complir allò que un creu que és impossible.

4. PROPOSTA

4.1 CONCEPTES INICIALS I EVOLUCIÓ

Com s'ha pogut observar en els dos apartats anteriors, hi ha hagut una evolució de producte en quan a components i disseny de peces que formen el sistema:

1. Altaveus i díode

En un primer moment només es disposava d'uns altaveus i un díode prestats per tal de començar a experimentar amb aquest després d'esbrinar que podria ser un dels dispositius que millor s'adaptés als objectius marcats i als requeriments d'aquest projecte



Il·lustració 55. Altaveu i díodes

2. Antena parabòlica, altaveus i díodes

Posteriorment, es va arribar a la conclusió de que una antena parabòlica podria arribar a augmentar les ones sonores i d'aquesta manera l'altaveu recolliria més energia per tal d'arribar a encendre els LED's que es volguessin.

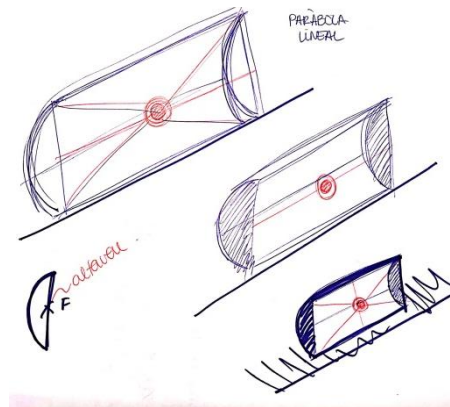


Il·lustració 56. Paràbola, altaveu i díode

3. Paràbola lineal, altaveus i díodes

Després d'efectuar les proves necessàries amb l'antena parabòlica de 360 es

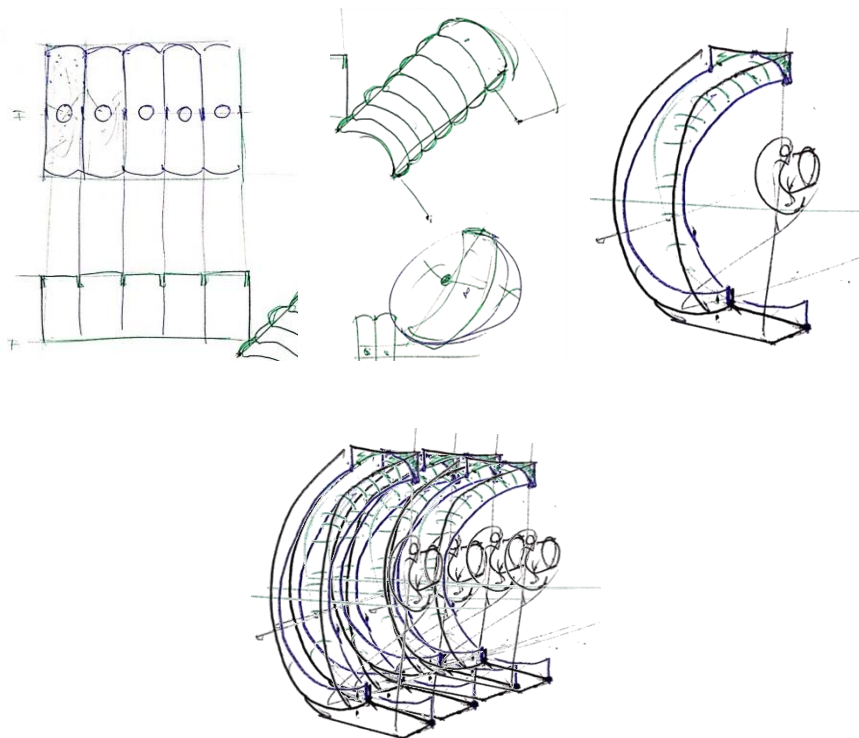
va esbrinar de que realment no acabava d'encaixar en el projecte per tal de cobrir les necessitats que el projecte tenia en aquell moment, per el que es va optar per dissenyar una nova paràbola reflectora, la qual es va creure que la més idònia era la lineal.



II-lustració 57. Paràbola lineal, altaveu i díodes

4. Paràbola lineal amb paràboles interiors, altaveus i díodes

Més tard, es va extreure la idea de que poder, en una paràbola lineal tampoc acabàvem de millorar el disseny anterior a aquest i que per a una millor captació del so i a fi de posar més dispositius recaptadors (altaveus) doncs de crear paràboles petites dins d'aquest, depenent dels altaveus que hi vulguis posar, per tal de que cadascuna tingui la seva i d'aquesta manera aprofitar tot el so que passa pel voltant o que va directa.

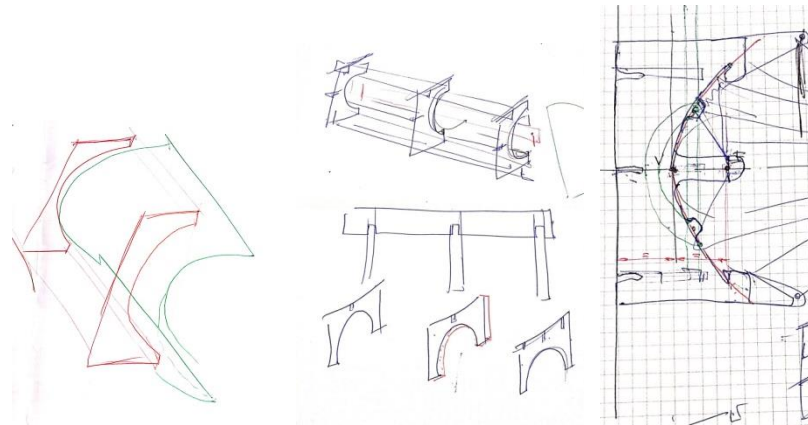


II-lustració 58. Paràbola lineal + interiors, altaveus i díodes

5. Paràbola lineal amb paràboles interiors, costelles, altaveus i díodes

Després d'haver trobat aquesta solució es van confeccionar unes costelles per tal de fer una estructura sòlida que tingués la silueta de la paràbola exacta i d'aquesta forma només haver de col·locar el reflector ben encaixat i que es quedi ben subjectat.

Disposa de dues ranures a la part posterior per tal de poder col·locar dues planxes de fusta en horitzontal i d'aquesta forma unir les costelles que fessin falta segons el tipus de mesura que es desitgi de la paràbola lineal.



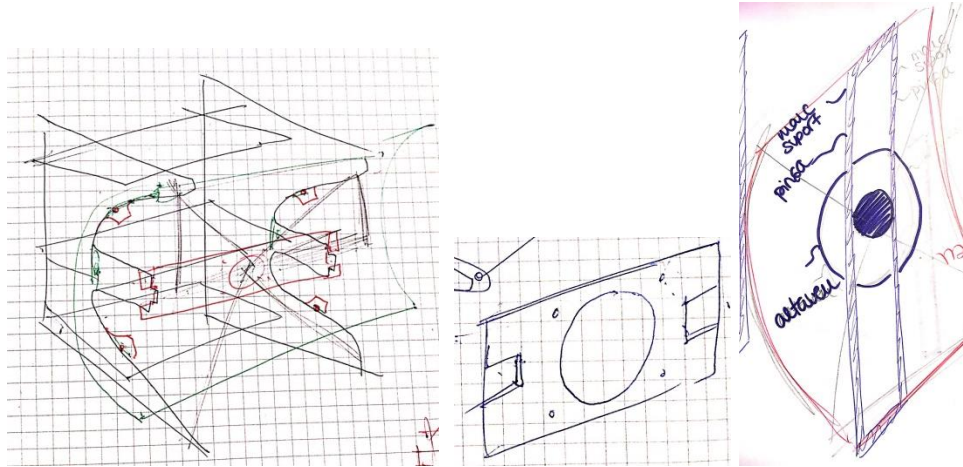
II-lustració 59. Paràbola lineal + interiors, costelles, altaveus i díodes

6. Paràbola lineal amb paràboles interiors, costelles, marc-suport altaveu, altaveu i díodes

Posteriorment es va confeccionar un suport per als altaveus. Aquets en un principi estava pensat per a que fos una placa rectangular de fusta sencera amb els forats que fossin necessaris per tal de cargolar el nombre d'altaveus que es requerissin per cada paràbola lineal. No obstant es va veure ràpidament que aquest disseny no seria possible pel fet de que, al ser així ocuparia una gran quantitat d'espai i d'aquesta forma suposaria un obstacle per a les ones sonores lo qual faria reduir-les i obtenir uns resultats inferiors als esperats.

Per tant, es van confeccionar una altres en forma de marc amb una concavitat al mig el qual fa funció de pinça per tal de no aplicar cap altre element per ancorar, cargolar o enganxar els altaveus. És una peça encaixada a aquella costella que millor convingui segons el tipus de paràbola lineal que desitgi, si la petita o la gran, i la qual pots posar i treure per tal de poder desmuntar el sistema.

D'altra banda també es va trobar un altra funció per aquest element del sistema el qual consisteix en fer de guia per portar els cables elèctrics cap a l'element que s'exposa en el següent punt (7).



Il·lustració 60. Marc-suport dels altaveus

7. Paràbola lineal amb paràboles interiors, costelles, marc-suport d'altaveu, altaveu, transformador i díodes

Per últim, a tot el sistema es va incorporar un transformador, sent l'element clau per acabar el projecte definitivament.



Il·lustració 61. Dispositiu amb transformador

4.2 DISSENY FINAL

PARÀBOLA LINEAL + COSTELLES

A part de la idea original, el que desenvolupa aquest treball és una feina de disseny del que seria un sistema amplificador, del so que arriba a l'altaveu. A fi efecte d'amplificar aquesta senyal, i com que un dels conceptes del treball és que no hi hagi cap aportació d'energia exterior, s'ha considerat la possibilitat d'amplificar-ho mitjançant un reflector parabòlic (com ja s'ha mencionat en l'apartat de proves).

Al ser una paràbola lineal, la construcció més pràctica és dissenyant unes costelles que tinguin la forma i les mesures del reflector parabòlic per tal de només haver d'acomodar el reflectant en aquest que ja adoptarà la forma adequada per a que les ones sonores vagin directes al focus on hi serà l'altaveu per tal d'absorbir-les.

La funció d'aquesta paràbola lineal és concentrar el so al seu punt focal que es on està col·locat l'altaveu, sistema receptor del so i convertidor d'aquest en energia. No obstant, com ja s'ha mencionat en apartats anteriors, no era útil una paràbola convencional, pel que es va dissenyar una lineal la qual posseeix en el seu interior metàl·lic reflectant, tantes paràboles com altaveus s'hi vulguin posar.

Aquest disseny va ser confeccionat pel fet de que emprant només tota la superfície d'una paràbola lineal per un sol sistema recaptador del so, s'efectuaven ínfimes pèrdues d'ones sonores pel camí, lo qual, treballant amb la poca energia en la que s'ha executat aquest projecte, suposa no recaptar suficient so per tal d'encendre els LED's.

D'aquesta manera, es pot fabricar una paràbola lineal de la mesura desitjada depenent de l'establiment on es vulgui incorporar, i incorporar tants altaveus com es precisi en la part focal de cada una de les paràboles que hi ha creades en l'interior de la lineal.

MARC-SUPORT DELS ALTAVEUS

Un altre aspecte a considerar és el suport dels altaveus, el qual tracta d'un rectangle foradat per dins, també en forma rectangular, una dècima més petit que el quadre de l'imant de l'altaveu per tal de que al col·locar-lo aquest sistema exerceixi de pinçador i l'aparell recaptador de so quedi atrapat sense caure i sense haver d'emprar d'altres elements per ancorar.

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Aquesta peça del sistema també ha estat confeccionada, a part de ser el suport dels altaveus, com a estructura per portar els conductors elèctrics soldats al recaptador de so, cap als transformadors de forma dissimulada i per tant, polida.

S'ha culminat amb aquest disseny ja que era el plantejament que suposava menys material pel mig del reflector parabòlic lineal i d'aquesta manera, no sorgeixen distorsions en el viatge de les ones sonores al topar amb un obstacle i el sistema pot captar el màxim possible aprofitant tota l'energia que aquest proporciona.

En darrer terme, cal fer esment de que, en el cas de que es desitjés un prototip amb un sol altaveu, el pinçador aniria de forma vertical ja que aquesta seria la seva posició òptima, però en el cas de que es volgués un producte a gran escala, hauria d'anar disposat de forma horitzontal, ja que d'aquesta forma es podrien disposar en un de sol, tots els altaveus desitjats. Si no es fes d'aquesta forma s'haurien de posar, per cada altaveu, un pinçador ocupant lloc, obstaculitzant el trajecte de les ones sonores, disminuint l'energia que podria ser recaptada i gastant en material.

Aquesta va encaixada a les costelles just en el punt on ha d'haver el focus, es a dir, les costelles s'han confeccionat per tal de que el suport, i consegüentment els altaveus, quedin exactament al punt focal de la paràbola

LED'S

En aquest cas, és essencial el fet de que, com s'ha esmentat anteriorment, el reflector parabòlic té dues funcions, amplificar el so que arriba de l'entorn on està situat el sistema i amplificar, per una altra banda, la llum emesa pels díodes.

S'ha buscat aquesta doble funcionalitat pel fet de que en aquest projecte s'ha treballat amb LED's de baix voltatge per tal d'arribar a encendre'ls, ja que com s'ha mencionat en varies ocasions, aquest projecte s'ha regit en les proves experimentals executades durant aquest quadrimestre, per lo que l'energia extreta era tan ínfima que per tal d'obtenir més bons resultats es va optar per disminuir el voltatge d'aquests i d'aquest forma, guanyar camp en aquest sentit.

No obstant, quan es precedeixi a continuar aquest projecte, s'espera crear un dispositiu més complet que proporcioni uns millors resultats, d'aquesta manera poder usar uns díodes d'alta qualitat, no haver d'amplificar la seva llum i que siguin ells mateixos qui la proporcionin directament sense haver d'amplificar-la.

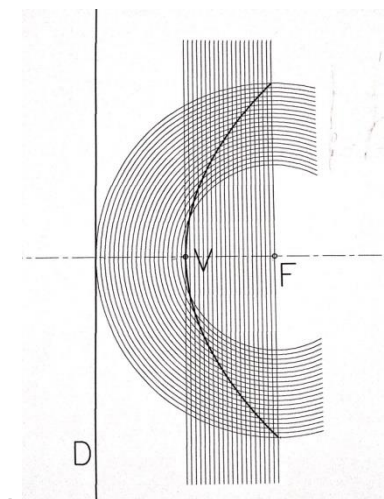
4.3 FORMA-FUNCIÓ DEL PRODUCTE

4.3.1 Forma

Forma de la paràbola lineal i les costelles

Com ja s'ha fet esment anteriorment, per tal de que l'element reflectant encaixi al 100% a les costelles, en aquestes es van perfilar la silueta d'una paràbola, la qual consisteix en una curvatura formada per els punts que estan a la mateixa distància que del punt focal (on va situat l'element receptor, el so), i d'una recta concreta anomenada matriu. Per tant per tenir la determinada paràbola simplement es necessita saber on està situat el focus i la directriu de la mateixa.

D'altra banda, s'aprecia com té un eix de simetria, el qual és la recta que passa per el seu focus i per el punt més baix (o més alt, segons la posició de la directriu respecte del focus) de la paràbola.



Il·lustració 46. Creació de la silueta de la paràbola

Per una altra part, les costelles inicialment eren una taula de fusta quadrada la qual es van anar tallant la silueta de la paràbola, com hem dit anteriorment, i dos talls rectangulars de 5 mm per tal de poder-hi posar les dues planxes, de fusta també, que faran equilibrar el sistema.

Forma del marc-suport dels altaveus

Aquest element del sistema és un marc rectangular de fusta amb una cavitat en l'interior on s'hi encaixarà l'altaveu, el qual s'aguantarà gràcies a la pressió que efectuen les varetes al tenir una amplada d'una a l'altra de 31,4 mm, quan el quadrat de l'imant de l'altaveu és de 31.5 mm.

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

Té aquesta forma per tal de complir la funció esmentada anteriorment i per tal de que, estan col·locada junt davant de la paràbola lineal (part focal), no sigui un obstacle tan tosc i que l'impediment de que arribin totes les ones sonores al sistema sigui inferior.

4.3.2 Funció

- Funció de les costelles

QUADRE FUNCIONAL	TIPUS	JUSTIFICACIÓ	AVALUACIONS
FUNCIONS PRINCIPALS	ESENCIALS	<ul style="list-style-type: none"> - Cos del sistema - Crear la forma exacta de la paràbola 	Crítica (imprescindible)
FUNCIONS DERIVADES	DERIVADES DE LES PRINCIPALS	<ul style="list-style-type: none"> - No deixar que es mogui el panell reflector 	Crítica Major
FUNCIONS COMPLEMENTARIES	DE COMUNICACIÓ	<ul style="list-style-type: none"> - Instruccions gràfiques de muntatge - Instruccions escrites d'ús 	Menor
	ESTÈTIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Simple - Adaptable al medi - Part de la paràbola, mesures estandarditzades 	Major
	SOCIALS	<ul style="list-style-type: none"> - Senyalització - Llums enceses 	Menor
	TÈCNIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - Muntar-ho - Desmuntar-ho 	Major
	INDUSTRIALS	<ul style="list-style-type: none"> - Producció 	Menor
	MANUTENCIÓ	<ul style="list-style-type: none"> - Recanvis de les peces - Eines per poder manipular en cas d'averia 	Major
	NORMATIVES	<ul style="list-style-type: none"> - No cantonades vives - Que pugui ser instal·lat al major llocs possibles - Que compleixi les mesures necessàries per a varis usuaris - Que pesi poc 	Major

Taula 9. Quadre funcional de les costelles

- Funció de la paràbola

QUADRE FUNCIONAL	TIPUS	JUSTIFICACIÓ	AVALUACIONS
FUNCIONS PRINCIPALS	ESENCIALS	- Amplificador del so	Crítica (imprescindible)
FUNCIONS DERIVADES	DERIVADES DE LES PRINCIPALS	- Enviar les ones sonores a la zona focal (altaveu)	Crítica Major
FUNCIONS COMPLEMENTÀRIES	DE COMUNICACIÓ	- El seu material metàl·lic - Instruccions gràfiques d'ús - Instruccions escrites d'ús	Menor
	ESTÈTIQUES	- Forma parabòlica - Adaptable a les costelles - Mesures estandarditzades	Major
	SOCIALS	- Material i color metàl·lic	Menor
	TÈCNIQUES	- Posar-la - Treure-la	Major
	INDUSTRIALS	- Producció	Menor
	MANUTENCIÓ	- Recanvis - Eines per poder manipular en cas d'averia - Muntable i desmuntable	Major
	NORMATIVES	- Mesures normalitzades - Que compleixi les mesures necessàries per a varis usuaris	Major

Taula 10. Quadre funcional de la paràbola

- Funció del marc per als altaveus

QUADRE FUNCIONAL	TIPUS	JUSTIFICACIÓ	AVALUACIONS
FUNCIONS PRINCIPALS	ESENCIALS	- Pinçar els altaveus sense haver d'ancorar-los o enganxar-los	Crítica (imprescindible)
FUNCIONS DERIVADES	DERIVADES DE LES PRINCIPALS	- Que no actuï com a obstacle per les ones sonores	Crítica (Major)
FUNCIONS COMPLEMENTARIES	DE COMUNICACIÓ	- Instruccions gràfiques d'ús - Instruccions escrites d'ús	Menor
	ESTÈTIQUES	- Disseny simple - Adaptable al medi - Mesures estudiades	Major
	SOCIALS	-	-
	TÉCNiques	- Posar-lo - Treure'l	Major
	INDUSTRIALS	- Producció	Menor
	MANUTENCIÓ	- Eines per poder manipular en cas d'averia - Fàcil extracció per a la manipulació	Major
	NORMATIVES	- No cantonades vives - Que pesi poc	Major

Taula 11. Quadre funcional del marc-suport per als altaveus

- Funció del producte complet

QUADRE FUNCIONAL	TIPUS	JUSTIFICACIÓ	AVALUACIONS
FUNCIONS PRINCIPALS	ESENCIALS	- Convertir el so en electricitat	Crítica (imprescindible)
FUNCIONS DERIVADES	DERIVADES DE LES PRINCIPALS	- Captar el màxim so possible - Emmagatzemar l'energia un cop creada - Generar-ne més de la que s'ha captat	Crítica Major
FUNCIONS COMPLEMENTARIES	DE COMUNICACIÓ	- Simbologia - Instruccions gràfiques d'ús - Instruccions escrites d'ús	Menor
	ESTÈTIQUES	- Forma còncava - Adaptable al medi - Mesures estandarditzades	Major
	SOCIALS	- Senyalització	Menor
	TÉCNiques	- Transportable - Muntable - Desmuntable	Major
	INDUSTRIALS	- Producció	Menor
	MANUTENCIÓ	- Recanvis de les peces - Eines per poder manipular en cas d'averia - Muntable i desmuntable	Major
	NORMATIVES	- No cantonades vives - Que pugui ser instal·lat al major llocs possibles - Que compleixi les mesures necessàries per a varis usuaris - Que pesi poc	Major

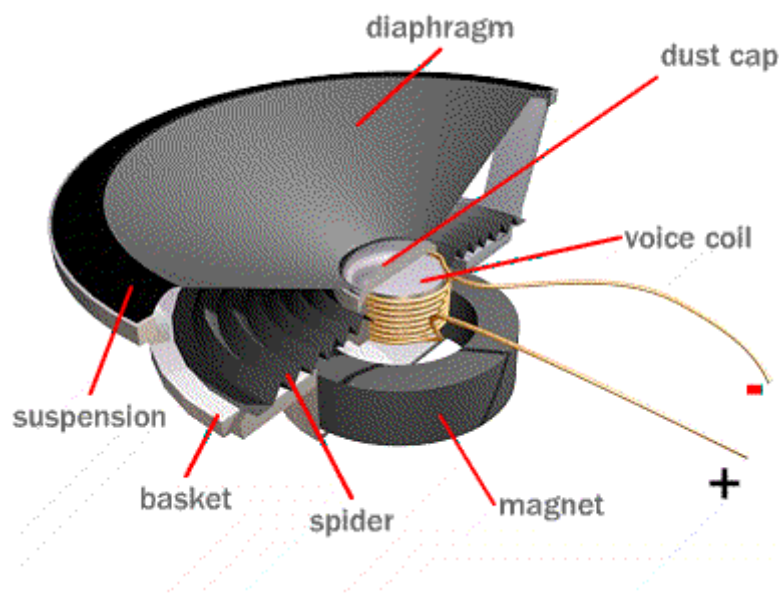
Taula 12. Quadre funcional del producte

4.4 FUNCIONAMENT

Els emissors emeten un so, molècules d'aire que generen ones que viatjaran a través de l'espai com ones de freqüència acústiques, fins arribar al captador.

Primerament, toparà amb la paràbola lineal reflectora, concentrant totes aquestes ones al seu punt focal gràcies a la seva forma característica, on hi haurà situat l'altaveu. Les ones sonores el que faran serà moure la membrana plàstica d'aquest, cap endavant i cap enrere a una velocitat determinada depenent de la quantitat de pressió sonora (determinarà el desplaçament de la membrana) i la freqüència que exerceixen les ones sonores sobre aquesta (determinarà la velocitat del moviment), generant una energia mecànica gràcies al moviment d'aquesta.

La membrana està connectada, mitjançant l'anomenada aranya (element que centra la bobina mòbil amb el tub cilíndric de cartró), amb el debanat de coure, el qual està muntat sobre aquest entreferro. La bobina ha de suportar els esforços que s'originen durant la duració del so, així com els esforços que fa l'aranya durant el moviment vibratori. Amb aquest moviment li transmet a l'imant permanent una força contrària a la normal creant una corrent elèctrica a la bobina.



Il·lustració 62. Esquema 2 d'un altaveu

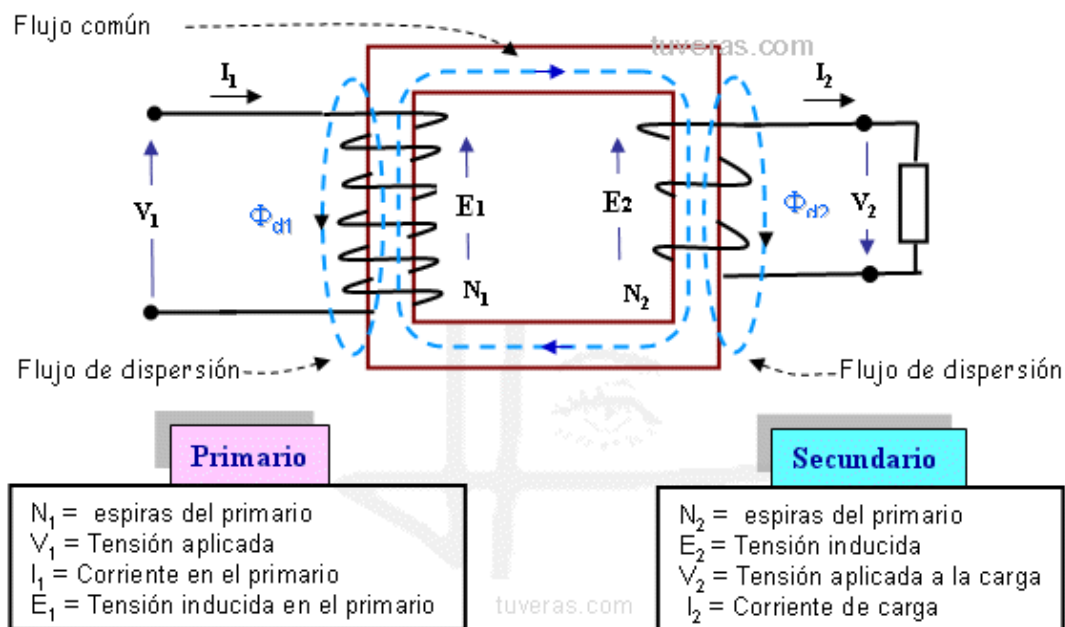
Aquest imant, part del nucli del qual està introduït dins de la bobina, crearà un flux magnètic, dins del qual es mou la bobina.

Posteriorment, el voltatge generat en la bobina es conduit fins al transformador. Aquest consisteix en un nucli de ferro que porta dos debanats, els quals constitueixen el circuit

primari i secundari, sent el primer aquell que rep la tensió que volem transformar, i el segon el que proporciona la tensió ja transformada, i elevada a un valor més convenient.

Es crea el flux que circula sobre el circuit magnètic i al arribar al bobinat secundari indueix en aquest una altra tensió elèctrica alterna de diferent valor però amb la mateixa freqüència (aquesta variació de tensió depèn del nombre d'espores de les bobines).

Un cop està generada la tensió mencionada anteriorment pel bobinat secundari del transformador, circularà pels circuits elèctrics fins arribar als díodes que emetran la llum tan esperada.



Il·lustració 63. Esquema del funcionament d'un transformador

Els díodes emissors de llum són components electrònics que permeten la circulació d'energia a través d'ells en un sol sentit. Per tant, un cop arriba la tensió generada per tot el sistema anterior, viatjant gràcies als circuits elèctrics disposats entre ells, s'envien electrons a través de la banda de conducció a la de valència produint una pèrdua d'energia manifestar-se en forma d'un fotó. D'aquesta manera la circulació d'energia fa que es generi llum.

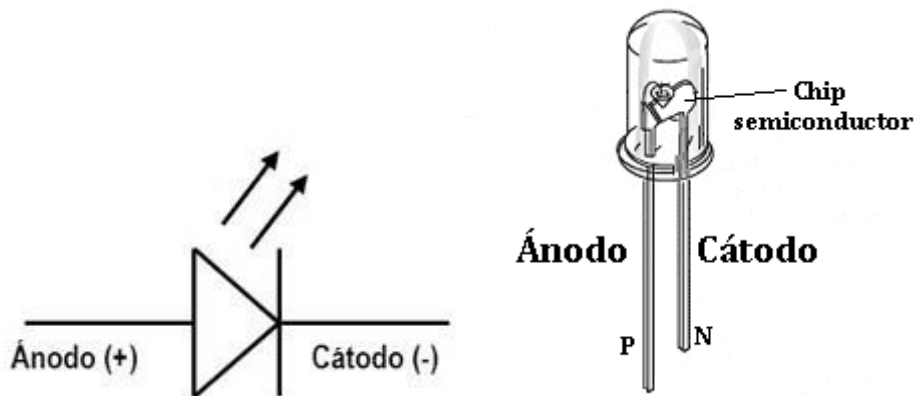
No obstant, no tota aquesta energia genera llum, sinó que també es manifesta en forma de calor. Per tant, quan als LED's els hi arriba una tensió superior als 0.5 V (valor normal d'Umbral al que comencen a conduir) s'engeguen, però si aquesta

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

energia dissipada que genera l'escalfament fa superar aquest valor d'Umbral, podria arribar a cremar-se el dispositiu.

Però, com que en aquesta aplicació es treballa amb valors molt baixos d'energia, no hi ha cap perill de que els díodes arribessin a aquest punt i inclús, es podria arribar a posar varis per a que els pics puguin ser més elevats de 0.5 V.

Per una altra part, cal fer menció del fet que s'han muntat els dos LED's en paral·lel en els dos sentits de conducció, a fi d'aprofitar els canvis de polaritat de la tensió alterna generada.



Il·lustració 64. Esquema d'un LED

5. DISSENY GRÀFIC

5.1 NOM

Hunter ha estat concebut gràcies al joc de paraules que crea amb el producte en sí i el seu principal objectiu, el qual és, caçar el so i convertir-lo en electricitat de forma totalment autònoma.

El fet de que sigui aquest el seu nom fa que el descrigui de forma complerta ja que el que intenta amb el seu disseny és no deixar escapar la seva presa, el so, fet que, com hem dit anteriorment, el fa lligar més amb el nom de *Hunter*, significat del qual és "Caçador".

En un principi s'havia pensat amb el nom de "Hunter's Sound", lo qual significa "El so del caçador". No obstant, aquest no va acabar de convèncer ja que no arriba a concordar del tot amb el significat que es vol transmetre amb el producte. En canvi, *Hunter* encaixa a la perfecció amb l'objectiu i definició d'aquest

1r nom:

The text "Hunter's Sound" is displayed in a light gray, italicized serif font, centered within a white rectangular box.

II-lustració 65. Primer nom del producte

2n i últim nom:

The text "HUNTER" is displayed in a bold, black, uppercase sans-serif font, centered within a white rectangular box.

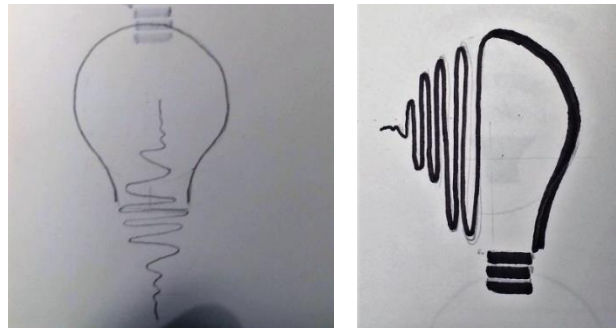
II-lustració 66. Nom del producte

D'altra banda cal remarcar que la tipografia emprada pel primer nom era molt suau, sense força, lo qual va fer que el segon i definitiu nom tingués més cos i fos més negre per ampliar la seva força al veure'l i involuntàriament, al pronunciar-lo.

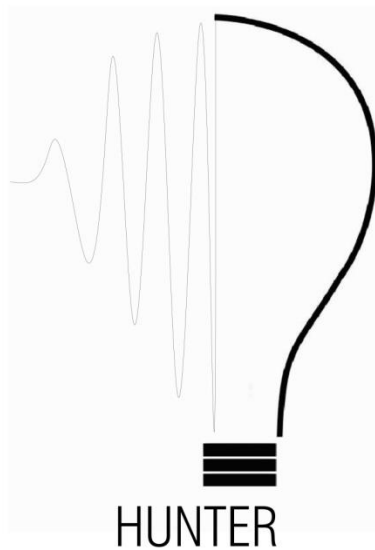
5.2 LOGOTIP

El logotip del producte ha passat per varies etapes, les quals, totes i cada una d'elles, han seguit unes característiques, fent totes referència a l'àmbit del so i la llum. D'aquesta manera, fa que només mirar-ho sàpigues del que va el producte sense

haver de saber res més.



Il·lustració 67. Esbossos del logotip



Il·lustració 68. Logotip final

Finalment, va adoptar aquesta forma pel fet d'aquesta manera, el logotip s'expressa sol, sense haver d'esforçar-se gaire per saber de que es tracta ni preguntar-se el què és, ja que es tracta d'un disseny molt visual

S'han emprat uns colors molt simples, però a la vegada molt elegants i fent referència també a un joc de conceptes, relacionant el negre amb la foscor, i el blanc amb la llum.

Els colors emprats han sigut:

- Negre 240U i Blanc 000C



PANTONE
412 U



PANTONE
11-0602 TCX

Il·lustració 69. Colors emprats pel logotip del producte

6. PROTOTIPATGE

En aquest apartat es detallen els aspectes característics principals dels mètodes de prototipatge que es seguiran al llarg del projecte per aconseguir una maqueta funcional.

Es tindrà en compte els acabats dels materials emprats en la seva realització i el nivell de fidelitat obtingut una vegada acabada dita maqueta.

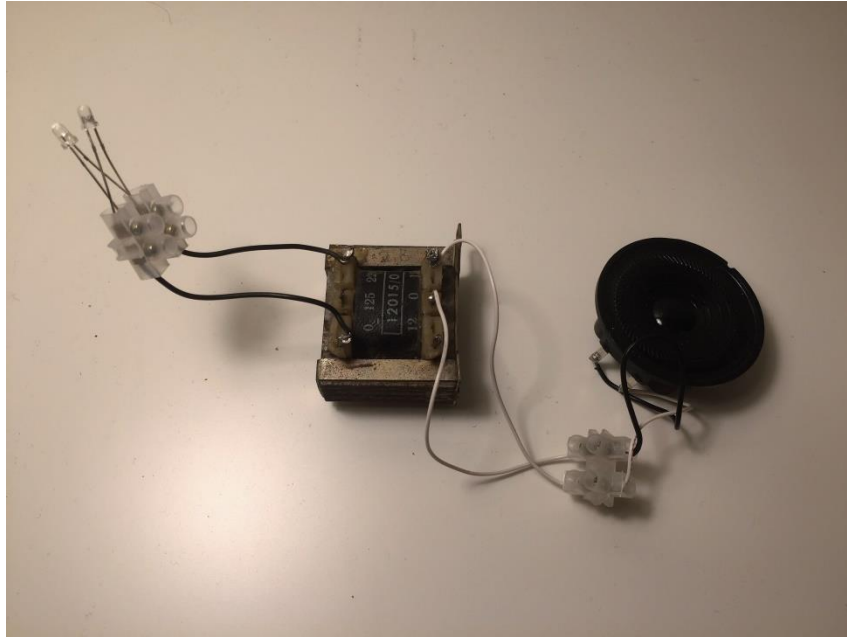
Tot el procés realitzat ha sigut meticulosament treballat, cuidant l'acabat dels materials per tal d'obtenir millors resultats, un prototip net i ordenat. És de vital importància quan es treballa en una maqueta, treballar d'aquesta manera, ja que és molt fàcil i recurrent poder-se equivocar en algun pas, fent malbé el producte final i perdent hores de feina.

6.1 PROTOTIP INICIAL

El primer prototip el qual portés inclòs tots els components que fessin realitat l'objectiu d'aquest projecte era el següent:



II-lustració50. Prototip inicial



Il·lustració 51. Prototip inicial

Com es pot observar, només formava part d'aquest l'altaveu que millor s'adaptava a les condicions del projecte, cables elèctrics, regletes, un transformador i dos díodes.

Aquest funcionava tan sols donant un crit a l'altaveu o posant-lo en contacte amb un altre altaveu emissor de so.

6.2 PROTOTIP FINAL

Com ja s'ha explicat en varis apartats, després d'obtenir els resultats adequats per tirar endavant amb el projecte es va confeccionar un disseny d'una paràbola lineal per tal d'amplificar el so i que el dispositiu proporcionés més bons resultats.

Per tant, aquesta proposta definitiva es va dur a terme mitjançant la talladora làser per tal d'aconseguir una linealitat perfecta i una exactitud en l'encaix de les peces i elements del prototip.

D'aquesta manera, només s'havia de dedicar temps en l'acabat de les peces i en muntar-les per tal de que quedés el conjunt acabat.

Aquest apartat és de vital importància en aquest projecte ja que el prototip final és la imatge de tot el que s'ha estat treballant i exposant durant tot el Treball final de Grau. Juntament amb la memòria i la presentació, formen un conjunt que serà entregat per

Estudi de viabilitat i desenvolupament d'un sistema alternatiu de generació d'energia.
HUNTER _ Armengol Nicolàs, Mònica

tal de defensar la idea proposada.

Després de tenir clar quins serien els materials i components que composarien el producte final, es va decidir fer gran part del cos del prototip final de fusta per tal de que fos una estructura robusta i que generés sensació de solidesa. A la vegada, gràcies a la tècnica emprada per tallar-la a la perfecció (talladora làser), ha fet que fos una maqueta neta i simple, d'utilització fàcil i gran enteniment.

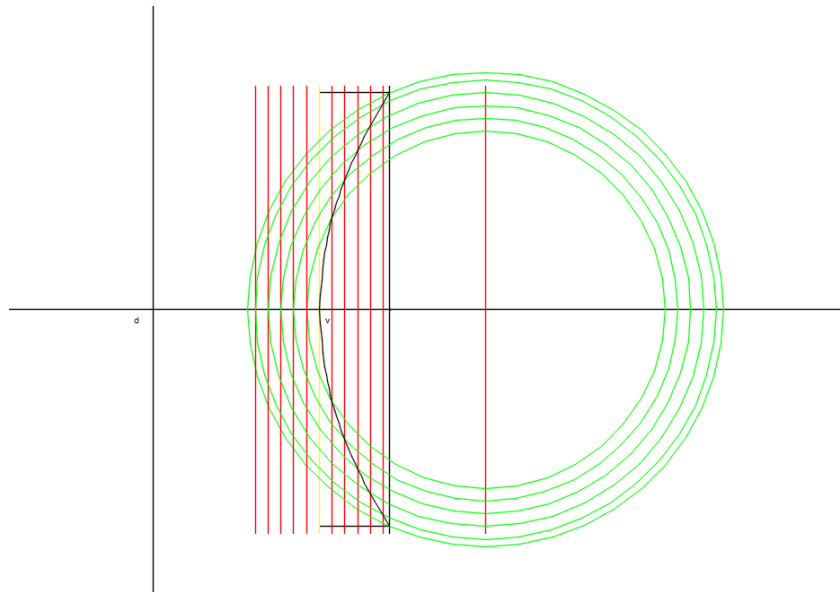


II·lustració 2. Talladora làser

Es van emprar dues fustes de mesures 90x60x0.5 cm per tal de tenir-ne més en cas de produir-se qualssevol error i d'aquesta manera, tenir un marge d'error.

En un primer moment, es va usar una de les dues fustes per tal de fer una prova inicial i veure si les propietats que es van assignar des de l'ordinador a la talladora làser eren les adequades per tallar sense que cremés la fusta ni quedessin irregularitat. També es va executar aquest experiment per tal de veure si s'havia de modificar alguna de les dimensions establertes per tal de que tot encaixés a la perfecció.

Òbviament, es va poder observar que els talls efectuats a la base de la costella per tal d'encaixar la cartolina reflectant i que no es mogui del lloc, eren d'una amplada massa gran i el cartró ballava.



II-lustració 70. Execució del perfil de la paràbola

Al veure aquesta errada es van ajustar els plànols a les mesures adequades i es va fer el prototip final amb la nova fusta. Posteriorment es van polir totes les peces de fusta i es va aplicar tres capes de vernís per tal de que donar una capa protectora i protegir l'estructura de l'acció de l'atmosfera, pols, etc. A més a més, crea una capa impermeable salvaguardant la superfície de la fusta dels agents externs i de les petites erosions, donant-li un toc més brillant i estètic.



II-lustració 53. Envernissat de la fusta

Finalment, un cop secades totes les peces, es va muntar el cos del producte i posteriorment, després d'haver millorat els prototip inicial introduint uns cables elèctric més llargs, més altaveus amb els seus respectius transformadors i 20 LED's, es van anar incorporant fins acabar amb el prototip final.

PART II. PLEC DE CONDICIONS

7. PLEC DE CONDICIONS

7.1 CONDICIONS GENERALS

Tot el projecte està basat en recerca, investigacions i proves les quals han permès que es trobés la combinació final per tal de poder complir l'objectiu d'aquest projecte.

Les condicions inicials d'aquest projecte no eren del tot satisfactòries ja que es partia de zero i no es tenia cap tipus d'informació sobre el tema, pel que va haver un ampli període de temps de recerca científica per tal de tenir clars els conceptes i d'aquesta manera, poder començar amb la part empírica.

Posteriorment, no es disposava del material adequat per efectuar-ho, per lo que es va haver de comprar i demanar prestat tots els objectes i dispositius necessaris per dur a la pràctica totes les bases teòriques que s'havien consolidat en un principi.

A continuació les coses van anar transcorrent de forma lenta ja que els conceptes van quedar clars però a l'hora de posar-los en pràctica no sortien els resultats esperats, per lo que s'havien de repetir una i una altra vegada per tal d'anar esbrinant, de mica en mica, que era el que fallava i com s'havia de reemplaçar aquell error per tal d'aconseguir lo esperat.

Finalment, a les portes d'entregar el TFG es fa trobar la peça que faltava per acabar el puzle i poder culminar de forma satisfactòria aquest projecte, procedint a l'execució del prototip.

A continuació es definiran les diferents especificacions del projecte detallant la forma amb la que s'ha previst la seva execució.

7.2 ESPECIFICACIONS DE MATERIALS I COMPONENTS

Els materials i components emprats per a dur a terme aquest projecte han estat els següents:

MATERIALS	CARACTERÍSTIQUES
Altaveu de cotxe	8 Ohm – 2 Watts
Altaveu ràdio	32 Ohm – 2 Watts
Sonòmetre PCE-MSM 3	<ul style="list-style-type: none"> • Micròfon electret: rang de freqüència de 31,5 Hz a 8 kHz • Precisió $\pm 1,4$ dB • Ponderació temporal: ràpid 125 ms i lent 1s
Tester Mastech	-
Tester TEK DMM157	<ul style="list-style-type: none"> • AC Corrent: 2 mA – 10 A • AC Rang de Voltatge: 2 V – 600 V • DC Corrent: 2 mA – 10 A • DC Rang de Voltatge 200 mV – 600 V • Interfície: 200 Ω • Rang de Resistència: 20 Mohm
Altaveu MARSHALL	<ul style="list-style-type: none"> • Rang de Volts: 100 V – 240 V • Rang de Freqüència: 50 Hz – 60 Hz • Watts: 70 W
Altaveu	8 Ohm 3"2 W 87 dB 75 mm
Auriculars iPhone	16 Ohm – 2 Watts
Altaveu	8 Ohm – 0.5 Watts
Altaveu	<ul style="list-style-type: none"> • K50WP Altaveu Visaton 2"50H • 3 unitats
Altaveu	K50WP Altaveu Visaton 1.4"50H
Díodes	<ul style="list-style-type: none"> • LED (<i>Light-Emitting Diode</i>) • Llum blanca de càpsula transparent • 22 unitats
Transformador	<ul style="list-style-type: none"> • 12 V – 230 V • 3 unitats
Cablejat elèctric	<ul style="list-style-type: none"> • Cables conductors de coure

	<ul style="list-style-type: none"> • Recobert de plàstic aïllant
Cartolina Reflectant	<ul style="list-style-type: none"> • 420 x 297 mm • 2 unitats
Regletes elèctriques	<ul style="list-style-type: none"> • 4 entrades • Plàstic • 6 unitats
Fusta	<ul style="list-style-type: none"> • 90 cm x 60 cm x 0.5 cm • 2 unitats
Talladora làser	Universitat Politècnica de Vilanova i la Geltrú
Maquinaria i eines	Tallers de disseny de la ESPEVG
Pela-cables	-
Soldador	-
Estany	Per soldar

Taula 13. Taula d'especificacions de materials i components

Tots aquests materials es van canviar molt sovint ja que per cada prova s'usava un dispositiu diferent per tal d'anar extraient conclusions i descartant components que no eren els adequats per efectuar aquest treball.

Va ser molt complicat trobar els dispositius amb les característiques desitjades ja que a vegades els establiments comercials no disposaven del component desitjat per lo que s'havia de fer una recerca exhaustiva o simplement comprar-ne de similars quan no n'hi havia, per lo que va ser complicat poder disposar de tot allò que es requeria al moment.

7.3 ESPECIFICACIONS D'EXECUCIÓ

Com s'ha pogut observar en l'apartat de proves, s'han efectuat molt canvis fins arribar al producte final.

Pel que respecta al prototip, es va efectuar gran part a la Universitat, emprant la talladora làser i usant moltes de les màquines i eines localitzades als tallers de disseny. Tot va començar, tan sols, amb uns quants altaveus, passant per una antena parabòlica, fabricant una de lineal i acabant amb un altaveu connectat a un transformador i emprant la paràbola lineal per amplificar encara més les ones sonores.

El que va suposar un seguit de passos de fabricació va ser la paràbola lineal i el cos per aguantar-la. Aquesta va estar confeccionada mitjançant una talladora làser per tal de fer el seu perfil i d'aquesta manera només haver d'incorporar la cartolina reflectant.

A la mateixa vegada i igual peça, es van efectuar altres talls per tal d'incorporar els rectangles que estabilitzen el cos i les vetes per tal d'introduir el marc-suport dels altaveus. Finalment, es van arrodonir les cantonades per tal de que no hi haguessin vores punxants i els usuaris no tinguin risc de prendre mal.

7.4 ESPECIFICACIONS TECNOLÒGIQUES

Com ja s'ha mencionat amb anterioritat, les eleccions dels components que formen el conjunt del producte, van anar sorgint a mesura que s'efectuaven les diferents proves per tal de justificar, descartar i avançar en el treball.

D'aquesta forma s'anaven renovant els components segons convenien en aquell moment:

- En quan a l'elecció dels altaveus, com ja s'ha pogut observar pas a pas en l'apartat de proves, va estar basat en l'experimentació que va permetre trobar la combinació més adequada de potència i impedància d'aquests dispositius, que donava un valor més elevat de voltatge de captació.
- Pel que fa al transformador, va ser d'igual manera que l'anterior, amb l'única diferència que va ser al final d'aquest quadrimestre que es va incorporar al conjunt, fent que aquest acabés fent llum i s'arribés a complir l'objectiu d'aquest projecte. Aquest és un d'antic el qual té com a voltatge d'entrada 12 V i de sortida 230 V.
- En un principi s'efectuaven les proves amb díodes de 3,7 V ja que són els convencionals. No obstant, al veure que l'energia que proporcionava el so era tan ínfima, es va optar per comprar LED's de 2 V per tal de que fos més assequible encendre'ls. D'altra banda, cal mencionar que finalment es van muntar en paral·lel els dos sentits de conducció, a fi d'aprofitar els canvis de polaritat de la tensió alterna generada.
- Fent referència a la maqueta, s'ha efectuat gran part a la Universitat emprant una fusta de 0.5 mm. Altrament, en un principi es volia usar un tros de cartró folrat amb paper d'alumini com a paràbola reflectant, però més endavant es va creure més convenient utilitzar una cartolina reflectant per tal de que fos un sistema més simple i rígid sense haver d'efectuar més d'un pas.

7.5 MANTENIMENT

Com que estem parlant tota la estona d'un producte encara novell no es pot parlar amb claredat del manteniment d'aquest, ja que, pel que s'ha conclòs en aquest projecte, només requereix de peces re-canviables com per exemple, cables elèctrics, altaveus, transformadors i díodes.

En el cas de l'esquelet, per tal de que tingués una garantia, s'hauria de tractar la seva superfície com ja s'ha mencionat anteriorment en l'apartat de "Prototipatge". En el cas del producte en sí, si s'emprés en algun lloc descobert, s'hauria de tapar amb una mena de plàstic per tal de que no es fessin malbé els components del sistema.

No obstant, al no ser el disseny definitiu, un cop s'hagi investigat i experimentat més, totes aquestes coses es tindrien en compte per tal de que no es fes malbé i pogués ser incorporat en gairebé tots els espais.

7.6 NORMATIVA

Com aquest projecte es troba en una fase principiant, és molt complicat parlar de normativa, a més de que no hi ha cap element que requereixi de tal formes institucionals. No obstant, quan aquest projecte sigui continuat i desenvolupat per a tot tipus d'espais s'haurà d'aplicar i tenir en compte tot el ventall de normativa que això suposa, fent els respectius canvis que facin falta del producte actual.

No obstant, es pot fer menció de quatre aspectes importants en aquest apartat:

- D'entrada s'ha fet servir una informació buscada per tal de saber en quins nivells de so s'havia de treballar.
- Aquesta està basada en mesuraments fets a varis camps de futbol (idea inicial) a peu de gespa i sonòmetres perfectament calibrats, que han donar un valor màxim de 135 dB. No obstant en aquest cas s'ha optat per emprar un valor de 110 dB com a dada més formal ja que els primers decibels no estaven presents durant tota l'estona, sinó que estava en un rang de 100-120 dB.
- Si bé en aquest projecte s'ha fet servir energia elèctrica, es pot afirmar que aquesta és d'una potència i d'un valor tan baix que no hi ha perill de que tothom qui manipuli el producte pugui prendre mal.
- L'aïllament dels cables elèctric són de plàstic, pel que són totalment

adequats pels valors d'energia que s'han estat tractant. Altrament, cal especificar que son de seccions estàndards.

- En els moments que s'havien de soldar cables amb la pistola soldadora i l'estany, sempre ha estat present una persona per tal d'evitar que s'efectuï algun pas incorrectament o que simplement pugui detectar el perill.
- Totes les eines que s'han fet servir no han suposat una amenaça de perill ja que totes i cada una posseïa la protecció necessària.

PART III. PRESSUPOST

8. PRESSUPOST

En aquest apartat s'estudiarà el pressupost total que caldrà invertir per tal de fer el prototip del producte engendrat.

Només es calcularan les hores invertides en efectuar el treball, el prototip i les despeses que han suposat els materials per tal de dur-ho a terme ja que no es tracta d'un projecte on es pretengui vendre el producte a gran escala i que ja es pugui fabricar de forma ràpida, sinó que com ja s'ha mencionat anteriorment, es tracta d'un projecte en estat embrionari el qual, actualment, a causa del poc temps, diners i coneixements, només s'ha pogut realitzar el que s'ha exposat fins ara.

Per tant, no tindria sentit calcular quelcom que encara no s'ha efectuat. No obstant com que cap la possibilitat de que en un futur es continuï aquest projecte, llavors es faria un estudi de mercat acurat amb un pla d'empresa exhaustiu amb tots els càlculs per tal de poder-ho vendre i que aportés beneficis.

8.1 COSTOS D'ENGINYERIA

COSTOS	CONCEPTE	TIPUS	Quantitats (Hores o Unitats)	Preus (€/h o €/u)	Total (€)
COSTOS DE DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE	Elaboració Tècnica del Projecte	Reunions	45 h	20 €/h	900 €
		Proves experimentals	220 h	30 €/h	6600 €
		Recerca	110 h	30 €/h	3300 €
		Investigació	110 h	30€/h	3300 €
		Disseny	80 h	30 €/h	2400 €
	Prototipatge	Realització maqueta	100 h	30 €/h	3000 €
	TOTAL	/	705 h	/	19500 €

Taula 14. Taula costos d'enginyeria

Aquests càlculs estan fets en base a que el preu del temps empleat en efectuar el projecte està valorat en 30 euros, lo qual és el que hauria de cobrar un enginyer en el món laboral. No obstant, en l'apartat de reunions s'ha trobat convenient disminuir el preu ja que no suposa el mateix que la resta de processos.

Tenint en compte que el TFG està compostat per 24 ETCS crèdits, se suposa que s'haurien d'efectuar 600 hores totals dedicats al projecte durant els mesos establerts. Per tant, per tal de fer-ho de forma correcta, s'haurien d'aplicar 7,5 hores diàries durant

els cinc dies de la setmana.

No obstant, al treballar, estar cursant encara assignatures i no tenir tot el temps disponible per al TFG, s'han distribuït les hores de diferent manera, obtenint un total de 705 hores dedicades, el que signifiquen una mitja de 8,8 hores diàries durant la setmana, sense contar els caps de setmana.

8.2 COSTOS DE PRODUCTE

Sumatori de tots els costos invertits en materials per tal d'efectuar el producte

TIPUS	CONCEPTE	Quantitats (Hores o Unitats)	Preus (€/h o €/u)	Total (€)
MATERIALS	K50WP Altaveu Visaton 2" 50H	3 u	7,32 €/u	21,96
	K36WP Altaveu Visaton 1,4" 50H	1 u	4,32 €/u	4,32
	Altaveu 8 Ohm 3" 2W 87dB 75mm	1 u	2,2 €/u	2,2
	Díode LED	22 u	0,5 €/u	11
	Transformador	3 u	20 €/u	60
	Cablejat	1 u	6 €/u	6
	Cartolina Reflectant	2 u	0,75 €/u	1,5
	Regleta	6 u	0,9 €/u	5,4
	Fusta	2 u	5,65 €/u	11,3
	TOTAL	/	/	123,68 €

Taula 15. Taula de costos de producte

8.3 PRESSUPOST TOTAL

Després d'haver calculat totes les hores invertides en efectuar el projecte, tant teòric com experimental, l'elaboració del prototip i les despeses en materials que això ha suposat, es pot extreure que el pressupost total del prototip és de 19623,68 euros.

$$19500 \text{ €} + 123,68 \text{ €} = 19623,68 \text{ €}$$

8.4 ESTUDI D'AMORTITZACIÓ

En aquest projecte no es contempla aquest estudi ja que normalment s'efectua quan es fan grans inversions de material (maquines) en negocis que es pretén que durin molt.

Com que actualment només s'ha pogut executar el prototip del producte al qual s'ha arribat amb el temps i diners que es disposava no es calcularà, però si més endavant es continués el projecte i es venguessin per productes, ja s'aplicarien els altres costos i es calcularia tot en base d'això.

PART IV. CONCLUSIONS

9. CONCLUSIONS

Gràcies als coneixements adquirits durant els quatre anys de carrera en Enginyeria de Disseny Industrial a la Universitat Politècnica de Vilanova i la Geltrú, s'ha pogut realitzar aquest Projecte Final de Grau i el que em permetrà poder continuar-lo, ja que el dispositiu que s'ha concebut durant aquest quadrimestre podria tenir cabuda a la vida real, més endavant, mitjançant una investigació més profunda.

9.1 CONCLUSIONS DEL PROJECTE

Si bé l'objectiu principal d'aquest projecte era engendrar un dispositiu capaç de generar electricitat a través del so sent un dispositiu totalment autònom, es pot afirmar que ha sigut exitosament validat i s'ha observat que per futures investigacions, seria convenient desenvolupar més el producte per tal de que pogués, a part de captar i amplificar el so, que l'emmagatzemés i alimentés tots els espais existents.

S'ha trobat que l'energia produïda pel so és molt baixa i que extreure una quantitat suficient sense emprar cap font d'alimentació complementaria, dona uns valors molt baixos per activar els díodes emissors de llum o qualssevol dispositiu de senyalització. No obstant, mitjançant tota la recerca prèvia, s'han arribat a aconseguir unes combinacions que si generaven valors suficients per tal d'arribar a emetre.

Tal i com s'ha fet esment anteriorment, tot i haver trobat uns altaveus i transformadors adequats per a aquest projecte, a fi efecte de millorar, s'hauria de continuar investigant i enforçar-lo més aviat en un àmbit de caire més elèctric per tal d'aconseguir dissenyar i engendrar aquest dispositiu de forma que quadressin al cent per cent als requeriments d'aquest projecte i que els altaveus estiguessin acoblats als transformadors per tal de donar voltatges més elevats de sortida.

Es parla d'un contínuament del projecte ja que a falta de temps, pressupost i que hi ha molts conceptes que s'escapen de l'especialitat cultivada durant aquests quatre anys, només s'ha pogut arribar al primer esglaó, encetant un gran ascens que cal pujar per tal d'aconseguir una millora i perfecció del producte treballat.

Finalment, es pot concloure que s'ha confeccionat aquest dispositiu de forma satisfactòria i podent dir que funciona, que s'ha obert una cletxa la qual genera un espai entre tanta foscor deixant pas a un a una llum molt minsa. No obstant, més

endavant aquesta esquerra anirà allargant-se més i partint en dos els conceptes actuals de l'electricitat, deixant pas finalment un món ple de llum generada a partir del so que ha generat aquesta fissura.

En primera instància, m'agradaria poder fer èmfasi en el fet de que aquest projecte ha suposat un repte molt gran per a mi, Mònica Armengol i Nicolàs estudiant d'Enginyeria de Disseny de Producte i Desenvolupament del Producte, ja que gairebé el 95% dels continguts són aliens al grau cursat durant quatre anys.

9.2 CONCLUSIONS PERSONALS

És per aquest motiu que, un cop vaig afirmar que duria a terme la idea de crear un dispositiu que arribés a crear llum mitjançant el so engendrat per la societat, i que si sorgís efecte representés la creació d'una nova energia renovable, va suposar en mi un desafiament per tal de demostrar-me, i demostrar als altres, de que es possible. És possible tenir idees descabellades que ningú espera que brollin efecte, que encara que t'especialitzis en una carrera qualssevol, és probable arribar a fer-ho possible, generant en tu mateix una gran satisfacció i alegria després de tan esforç.

És obvi que hi ha molts conceptes i processos que podria haver arribat a fer d'una forma més fàcil i senzilla, havent estudiat la carrera d'electrònica o elèctrica, o compartint el meu projecte amb una altra persona d'aquest àmbit, però, tal i com es menciona en els agraïments, he tingut al costat gent professional recolzant-me i ajudant-me en tot el possible, involucrant-se al cent per cent en el projecte i creant un nou producte aliè a tot el que s'ha creat fins ara.

9.3 POSSIBLES MILLORES.

Tal i com s'ha mencionat en molts dels apartats anteriors, aquest és un projecte que es troba en fase embrionària, per lo que òbviament ha de tenir una continuïtat posterior al Treball Final de Grau pel fet de que pot arribar a abastir un gran ventall d'aplicacions més a través d'una gran quantitat de proves i investigacions, perfeccionant els materials, combinacions d'elements, tècniques, etc. Per exemple:

- Culminar amb un dispositiu aplicable a qualssevol lloc.
- Que d'amplificar i emetre llum instantàniament, pogués arribar a emmagatzemar i abastir grans quantitats d'energia elèctrica.
- Que arribés a ser l'energia renovable que tombés la quantitat immensurable d'electricitat que s'arriba a utilitzar i malgastar en aquesta societat, inculcant

a l'ésser humà que realment no tot es basa en pagar i acceptar que s'ha de fer, sinó confiar en les energies renovables i apostar per les idees innovadores que poden arribar a cobrir una necessitat tan gran com ho és aquesta.

Per una altra banda, les millores possibles en quant a disseny:

- Millorar en quan a disseny l'estructura que suporta el dispositiu
- El marc-suport de l'altaveu que es troba en el punt focal de la paràbola lineal i que també ajuda a conduir els cables elèctrics cap al transformador, que tingués unes cavitats internes per tal de que els cable passessin millor per allà i d'aquesta forma no es veiessin, fent un producte més elegant i net.
- A través de moltes més investigacions i proves, acabar amb un disseny adaptable a qualssevol entorn.

Altres aplicacions:

- Alimentar les llums dels aeroports gràcies al soroll que emeten els avions.
- En hospitals o locals públics on és necessari el silenci, aplicar aquest dispositiu per tal de que s'il·luminés un panell on hi estigui escrit un "*Silenci*" o un símbol que descrigui tal acció, al superar el volum de veu permès.
- Discoteques
- Cinemes
- Carreteres
- Camps de futbol
- Circuits de formula 1
- Escoles i Universitats
- Ambient marítim (ja que com s'ha observat, les ones sonores viatgen més ràpid per líquids i sòlids que per gas)
- Etc.

En el cas de que realment es pogués, en un futur, abastir tots aquest aspectes, seria gràcies a la possibilitat, de continuar i perfeccionar el projecte, amb una visió més exagerada de caire elèctric-electrònic, trobant combinacions d'altaveus, transformadors i LED's més eficients, o creant i dissenyant dispositius des de zero, que fossin més adients per aquest projecte.

PART V. AGRAÏMENTS

10. AGRAÏMENTS

Cal esmentar totes les persones que m'han ajudat i a les quals, per consegüent, estic agraïda. Em satisfà pensar que han estat moltes, fins al punt que seria massa llarg reproduir els seus noms, ja que no han estat pocs els que m'han fet costat durant aquest quadrimestre, tan indirectament com directament, en l'elaboració del material recollit a les pàgines que ja s'han deixat enrere.

No obstant això, no puc deixar d'esmentar els qui han tingut una influència més directa en aquest treball i gràcies als quals, no hagués sigut possible efectuar-lo: Joan Josep Aliau, tutor del projecte i professor de la universitat, de la mà del qual vaig donar els primers passos il·lusionats i de qui tan he après durant aquest viatge i anteriorment com alumna de MEDI i tutor de l'any que cursava; Joan Sangra, ex-professor de la EPSEVG, ha efectuat una gran tasca en aquest projecte aportant els seus coneixements sobre el tema i donant tot el seu suport al projecte per tal de que sorgís efecte. Ha fet costat tots els dies de reunions i ha aportat tota la seva saviesa en l'assumpte per tal de que sorgís efecte, confiant quan ningú altre o feia i apostant pel projecte com si fos seu.

Els dos van confiar en la idea i amb mi des d'un primer moment, sense deixar que les proves fallides i els intents fracassats provoquessin en mi un abatiment. Per lo que els dos van fer que veiés llum quan tot era fosc, i veure brillantor quan només hi havia una llum molt minsa.

Altrament, cal remarcar el fet de que la Universitat m'ha disposat de tots els elements necessaris per a efectuar el projecte fent que fos més fàcil l'execució del projecte i proporcionant precisió al treball.

PART VI. RECOLLIDA D'INFORMACIÓ

11. BIBLIOGRAFIA

- <https://www.idom.com/es/proyecto/nuevo-estadio-san-mames/>
- <https://www.idom.com/projects/architecture-building-services/>
- <http://www.viajesfuteboleros.com/video-los-nuevos-estadios-que-se-construyen-en-europa/>
- <http://www.marca.com/futbol/2016/10/13/57ffcb22e5fdea5b048b468c.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=bvg2i9aUizI>
- <http://archinect.com/embt/project/gran-via-acoustic-panels>
- <http://www.bonart.cat/actual/bruumrumm-instal%C2%B7lacio-interactiva-a-la-placa-del-disseny-hub/>
- https://ca.wikipedia.org/wiki/Corrent_de_Foucault
- <http://www.20minutos.es/noticia/148804/0/Instalan/pantallas/ruido/>
- <http://www.mirallestagliabue.com/>
- <http://actualizaciones-ibox.blogspot.com.es/2014/01/el-mejor-truco-para-una-parabolica-26.html>
- <http://parabolicacaliente.blogspot.com.es/2010/01/banda-c-y-el-nss-86.html>
- <http://ftatv.org/foro/viewtopic.php?t=7121&start=70>
- <http://ftapinamar.blogspot.com.es/2012/06/parabolicas-bien-iluminadas.html>
- <http://www.hiru.eus/geografia/materias-primas-y-fuentes-de-energia>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Transducci%C3%B3n>
- <https://blog.holaluz.com/el-sonido-se-transforma-en-energia-electrica/>
- <http://www.electronica-basica.com/nanogeneradores.html>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Transductor>
- <https://www.xatakamovil.com/futuro/moviles-que-recargan-la-bateria-mediante-la-voz>
- http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/2000/sesion/E_ELECTR.pdf
- https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_cinc
- <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp-content/blogs.dir/27/files/2012/02/09-GUIA-DISEÑO-AUDITORIOS.pdf>
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Sound/refrac.html>
- <http://comofunciona.org/como-funciona-un-altavoz/>
- Curso de Física – J. M. Vidal Llenas
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Sonido>
- https://ca.wikipedia.org/wiki/Flux_magn%C3%A8tic
- <https://es.slideshare.net/nelsae1966/altavoces-y-parlantes-46400222>
- <http://endrino.pntic.mec.es/jhem0027/transformador/eltransformador.htm>
- <http://en.miui.com/thread-331142-1-1.html>
- <http://www.areatecnologia.com/electronica/como-es-un-led.html>
- https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwiu_pOI3OjUAhXFfRoKHdvRA4wQjxwIAw&url=http%3A%2F%2Ftienemigalacosa.blogspot.com%2F2009%2F03%2F&psig=AFQjCNEKeLjSu7NINg8ITeLF_SKsEiSJOQ&ust=1499019959366805