



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

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

Real time acoustic analysis and correction

Document:

Report

Author:

Alexandr Ramos Sundukov

Director:

Albino Nogueiras Rodríguez

Degree:

Bachelor's degree in Audiovisual Systems Engineering

Examintaion session:

Spring, 2025

BACHELOR FINAL THESIS

Summary

Text breu (entre 250 a 500 paraules) en què s'informa del contingut i la naturalesa del treball, on s'hi fan constar especialment els objectius, els mètodes, els resultats i les conclusions del treball. El resum ha de ser en català o castellà i anglès.

Índex

Summary	iii
List of figures	vi
List of tables	vii
Abbreviations	ix
1 Introduction	1
1.1 Objecte	1
1.2 Abast	2
1.3 Requeriments	2
1.4 Justificació	2
1.4.1 Subsection	2
1.4.1.1 superseccion	2
2 Background and/or status of the matter	5
2.1 Smaart	5
2.2 Dirac	7
2.3 REW	7
2.4 Trinnov	7
3 Methodology	9
4 Consideration and decision on alternative solutions.	11
5 Development of the chosen solutions	13
5.1 Graphic interface	13
5.2 Settings page	13
5.3 Acoustics analysis	13
5.4 Acoustic correction	13
5.5 Integration of monitoring mechanism	13

6 Results	15
6.1 Validation and testing of the system	15
7 Resum del pressupost i/o estudi de viabilitat econòmica	17
8 Anàlisi i valoració de les implicacions ambientals i socials	19
9 Conclusions	21
Bibliography	23

List of figures

1.1	Imatge d'exemple	1
2.1	Notebook using Smaart, where we can see some of the tools it includes. The notebook is connected to the EVO 8 (a USB interface that acts as an external sound card).	6



List of tables

1.1 Risks assessment	2
--------------------------------	---

List of abbreviations

ESEIAAT Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa [[UPC25](#)].

Chapter 1

Introduction

1.1 Objecte

Resultat final que es vol aconseguir. En aquest cas, l'objecte d'aquesta plantilla és donar les pautes d'estructura i contingut de la Memòria del TFE.

El cos tant d'aquest document "Memòria" com dels altres documents integrants del TFE (Pressupost, Annexos i Plec de condicions) serà amb lletra Times New Roman o Arial d'una mida d'11 punts, marge lateral esquerra de 3 cm, dret de 2,5, superior i inferior de 2,5 i espaiat senzill.

L'alumne/a ha de revisar l'ortografia i gramàtica de tots els documents del TFE; ha d'utilitzar les unitats del Sistema Internacional; ha d'utilitzar un nombre coherent de decimals; i ha d'identificar els eixos dels gràfics inclosos al llarg del text.

Es recomana que la memòria no superi una extensió màxima de 60-70 pàgines. Tant les taules com figures han d'estar enumerades i tenir un títol. Si s'han obtingut d'algun altre document consultat, s'haurà de dir la font d'on s'ha tret [UPC25].

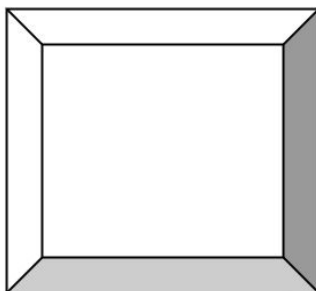


Figure 1.1: Imatge d'exemple

Table 1.1: Risks assessment

1	X2	X	X
...
...
...
...

1.2 Abast

Paquets de treball i lliurables necessaris per arribar a la solució.

1.3 Requeriments

O especificacions bàsiques. Restriccions sobre la solució final.

1.4 Justificació

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

1.4.1 Subsection

1.4.1.1 superseccion

```


----- divisiones.py -----


1  """
2  Biblioteca con definiciones importantes para la división de números.
3  Se incluyen las funciones divideSiDivisible() y cocienteModulo().
4  """
5
6  def divideSiDivisible( nume, deno ):
7      """
8      Si nume es divisible por deno, devuelve la división
9      entera. Si no lo es, devuelve None.
10     """
11
12     if not nume % deno:
13         return nume // deno

```

```
14
15
16 def cocienteModulo(ume, deno):
17     """
18     Devuelve el conciente entero y el resto de
19     la divisi
20     ón entera (mod) de dos números.
21     """
22
23     return ume // deno, ume % deno
24
```

```
src/divisions.py
6 def divideSiDivisible(ume, deno):
7     """
8     Si ume es divisible por deno, devuelve la división
9     entera. Si no lo es, devuelve None.
10    """
11
12    if not ume % deno:
13        return ume // deno
```


Chapter 2

Background and/or status of the matter

Nowadays, there are many solutions that can fit to solve our problem. Some are very expensive, and others have shortcomings. In this chapter, we will have a look at some of the most popular solutions.

2.1 Smaart

Smaart, an acronym for *System Measurement Acoustic Analysis Real-time Tool* [**SMAART**], is a software-based solution commercialized by Rational Acoustics. It is probably the most used and well-known solution for professional acoustic analysis, used in big venues, concert halls, stadiums, touring productions, as well as in professional audio studios and speaker development laboratories. Common uses are:

- **Speaker Alignment:** When we have multiple sound sources, this software helps us find the phase and delay between them. For example, it can be used to find the time and phase alignment between a subwoofer and a full-range speaker.
- **RTA, Frequency and Phase Response** used to view live spectrograms, phase deviation, or energy in frequency bands. One example of use is identifying resonances at specific frequencies.
- **Coherence Analysis** to evaluate the quality of the measured data. A common use is to detect reflections and background noise.
- **Delay Time** between different sources or signals. Widely used to synchronize different elements of the system.
- **Room and architectural acoustics** to identify the frequency and phase response of a room, as well as reverberation and echoes.

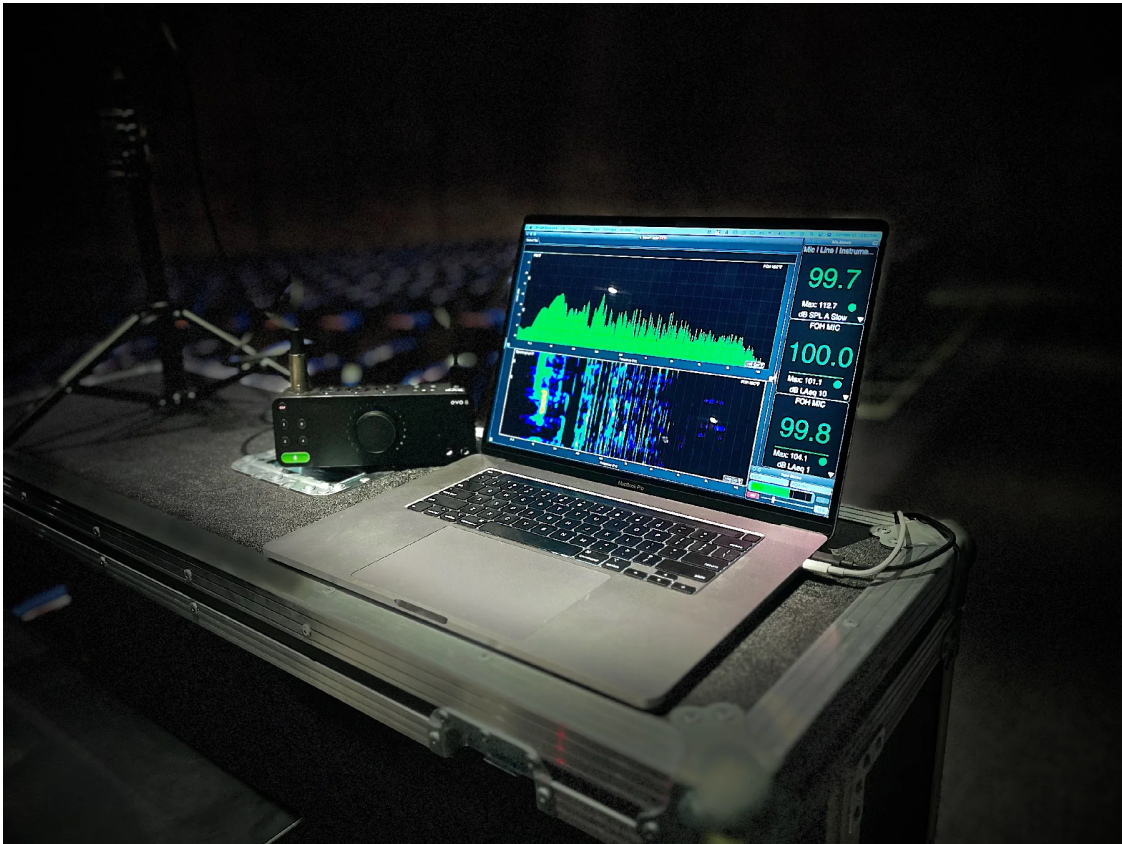


Figure 2.1: Notebook using Smaart, where we can see some of the tools it includes. The notebook is connected to the EVO 8 (a USB interface that acts as an external sound card).

The strongest points of this program are:

- **Flexibility:** As a software-based solution, it can run on any Windows or Mac computer (meeting the minimum required specs), and can be used with most external audio sound cards, allowing the connection of unlimited types of microphones or direct signals.
- **More than one channel:** This software can analyze and display information from more than one input channel at the same time, allowing comparisons between different channels. This is used to compare an original signal with the signal captured by a microphone inside a room with a sound system, helping to detect room acoustics or sound system issues. Another common use is to measure the sound in different places of the same room simultaneously.
- **Widely used:** It is very common to see professionals in the sector using this software, or at least being familiar with it. It has become a kind of standard, which leads other companies to ensure maximum compatibility with it. For example, Audix makes the Audix TM-1 Plus microphone [**AudixTM1**], which includes a file that can be imported into SMAART to apply microphone correction during analysis.

On the other hand, it requires a license, external hardware such as sound cards and microphones, and it does not have any correction capabilities—only analysis.

2.2 Dirac

Home correction solution _____

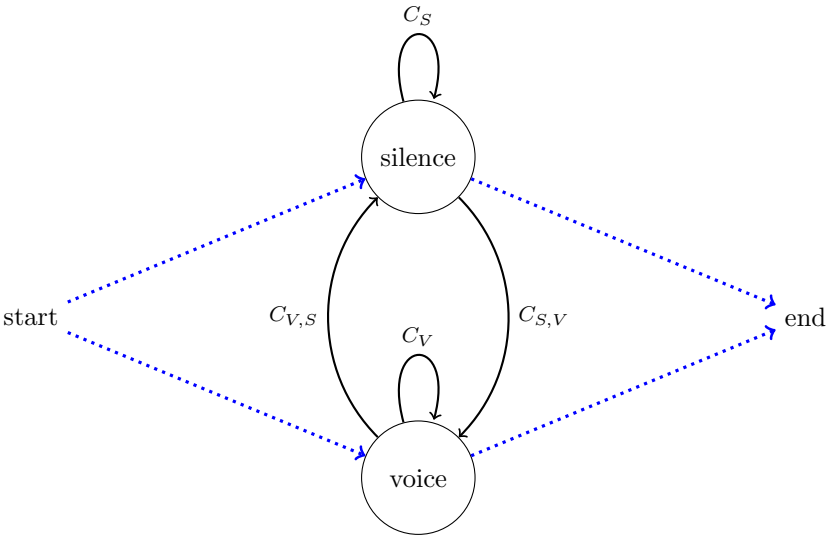
2.3 REW

Free software for room measurement _____

2.4 Trinnov

Hardware base solution with correction _____

***** Exemple d'esquema *****



Chapter 3

Methodology

Passos que cal seguir per aconseguir els objectius del treball, incorporant les tècniques i eines necessàries per resoldre el problema.

Chapter 4

Consideration and decision on alternative solutions.

El nom d'aquest apartat s'ha de triar en funció del treball que es porti a terme. Aquest apartat pot constar de diversos apartats i subapartats, depenent del criteri de l'autor o autora i de les consideracions de la tesi que es desenvolupa.

Chapter 5

Development of the chosen solutions

El nom d'aquest apartat s'ha de triar en funció del treball que es porti a terme. Aquest apartat pot constar de diversos apartats i subapartats, depenent del criteri de l'autor o autora i de les consideracions de la tesi que es desenvolupa.

5.1 Graphic interface

About user friendly graphic interface.....

5.2 Settings page

5.3 Acoustics analysis

The acoustic analysis is developed with python librari LIBROSA[McF+25]

5.4 Acoustic correction

5.5 Integration of monitoring mechanism

Chapter 6

Results

About the final program results

6.1 Validation and testing of the system

Chapter 7

Resum del pressupost i/o estudi de viabilitat econòmica

En funció del tipus de treball, el pressupost pot ser el cost tècnic de redacció del projecte (honoraris professionals) o bé el cost d'execució del projecte (preus unitaris, estat d'amidaments i pressupost).

En aquest apartat tan sols s'ha d'incloure el resum del pressupost, és a dir, el cost final. El desglossament detallat del pressupost s'ha d'incloure en el document "Pressupost".

En funció del tipus de treball, també s'hi ha d'incloure un estudi de la viabilitat econòmica.

Chapter 8

Anàlisi i valoració de les implicacions ambientals i socials

Anàlisi i valoració resumides de com el projecte i/o l'estudi dut a terme en el treball té en compte i/o millora diferents aspectes ambientals i de temàtica social.

Chapter 9

Conclusions

Fa la funció de síntesi final i s'elabora a partir de la interpretació dels resultats assolits. La conclusió sol ser breu i s'ha de relacionar directament amb els objectius del treball.

També s'hi han d'incloure les recomanacions de continuació del treball i la planificació i programació del treball futur proposat.

Bibliography

- [McF+25] Brian McFee et al. *librosa/librosa: 0.11.0rc1*. Version 0.11.0rc1. Feb. 2025. DOI: [10.5281/zenodo.14908061](https://doi.org/10.5281/zenodo.14908061). URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14908061>.
- [UPC25] UPC. *The School of Industrial, Aerospace and Audiovisual Engineering of Terrassa*. Spring of 2025. URL: https://eseiaat.upc.edu/en?set_language=en.