



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Matemáticas (curso 2021-2022)

*Responsable de tutorización:* José Luis Gámez Ruiz

*Departamento:* Análisis Matemático

*Correo electrónico:* jlgamez@ugr.es

*Responsable de cotutorización:*

*Departamento:*

*Correo electrónico:*

*(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)*

*Estudiante que propone el trabajo:* José Antonio Del Río Caba

*Título del trabajo:* La Convolución como Aplicación a la Música.

*Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):*

- Complementario de profundización
- Divulgación de las Matemáticas
- Docencia e innovación
- Herramientas informáticas
- Iniciación a la investigación

*Materias del grado relacionadas con el trabajo:* Análisis de Fourier, Informática, Métodos Numéricos, Análisis Matemático.

*Descripción y resumen de contenidos:*

La idea del trabajo es hacer un plugin de audio, los plugins de audio son programas que se cargan en un software de audio DAW (Digital Audio Workstation) como Ableton o FL Studio y procesan audio y/o señales MIDI (encargadas de transportar mensajes de eventos que especifican la nota musical, tono o intensidad).

Se usa C++ para programarlos, junto con la librería WDL-OL con iPLUG2 accionada por Cockos WDL, lo que nos ayudará a fabricar nuestra GUI (la interfaz de usuario) y que ésta funcione correctamente.

El plugin será aplicar el concepto matemático de convolución del análisis de Fourier para crear una reverberación de convolución que es un procesamiento digital de audio que lo que permite es simular la reverberación de entornos físicos. Utiliza respuestas a impulsos, que son muestras de audio pregrabadas de la respuesta de las reflexiones que genera el entorno, ya sea físico o virtual, a simular posteriormente. Las señales procesadas con este tipo de reverberación sonarán como si la fuente de sonido se encontrase realmente en el entorno simulado.

*Actividades a desarrollar:*

Nos centraremos en programación C++ mediante una guía de programación de plugins. Una vez en el proceso se explicará cómo programar la reverberación de convolución y las matemáticas que rodean este concepto para poder aplicarse al mundo de la música.

También se usarán conceptos de ingeniería de sonido como la ecualización, compresión o distorsión para hacer más completo el plugin y se fabricará una GUI atractiva para el usuario.

*Objetivos matemáticos planteados*

Conocer y entender el concepto de convolución en profundidad.

Comprender el Análisis de Fourier para aplicarlo correctamente en la práctica.

Ser capaz de programar en C++.

Entender aspectos de la ingeniería del sonido y relacionarlos con la matemática teórica.

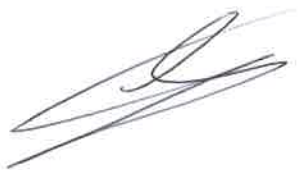
*Bibliografía para el desarrollo matemático de la propuesta:*

- (1) <https://github.com/olllarkin/wdl-ol>
- (2) <https://www.cockos.com/wdl/>
- (3) [https://es.wikipedia.org/wiki/Reverberaci%C3%B3n\\_convolutiva](https://es.wikipedia.org/wiki/Reverberaci%C3%B3n_convolutiva)
- (4) <http://www.martin-finks.de/blog/articles/audio-plugins-001-introduction/>
- (5) <http://www.rs-net.com/tutorials.html>
- (6) <https://en.wikipedia.org/wiki/Convolution#Applications>

*Otras referencias (si procede):*

- (a) The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing By Steven W. Smith (<http://www.dspguide.com/>)
- (b) Ejemplos de plugins creados con iPlug: <https://forum.cockos.com/showthread.php?t=122276>
- (c) Filtros de Bessel y código en Octave y Matlab (interesante para diseño de sonido de convolución): <http://www.rs-net.com/misc.html> (se encuentra abajo del todo).

Firma del estudiante  
(solo para trabajos propuestos por alumnos)



Firma del responsable de tutorización  
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)



Firma del responsable de cotutorización  
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

En, Granada, a 13 de Mayo de 2021