

RAE

1. **Tipo de documento:** Trabajo de grado para optar por el título de INGENIERO DE SONIDO.
2. **Título:** DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SUPERFICIE DE CONTROL PARA LA APLICACIÓN DE FOLEY EN PRODUCCIONES AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIA.
3. **Autores:** Jeimar Felipe Mesa Castillo y David Ricardo Cepeda Baena.
4. **Lugar:** Bogotá D.C
5. **Fecha:** Octubre 6 de 2016
6. **Palabras Clave:** Foley, Foley Pit, Superficie de control, Producción audiovisual.
7. **Descripción del trabajo:** El presente proyecto contiene el diseño y construcción de una superficie de control alusiva al Foley Pit la cual por medio de sensores que captan la intensidad de un paso, puede reproducir un sonido elegido por el usuario, a partir de una librería de pasos para diversos tipos de superficie y calzado, con el fin de ser utilizado en aplicaciones audiovisuales y procesos de post – producción.
8. **Líneas de investigación:** Línea de investigación de la Universidad de San Buenaventura: Producción y multimedia. Línea de investigación de la facultad: Post-producción de audio, electrónica y programación. Campo temático del programa: Audiovisuales, electrónica analógica, electrónica digital, MIDI y Programación orientada a objetos.
9. **Fuentes consultadas:** Theme Ament, Vanessa: **The Foley Grail: The Art of Performing Sound for Film, Games, and Animation**, Focal Press, 2009. Russ, Martin: **Sound Synthesis and Sampling**, Focal Press, 2009.
10. **Contenidos:** Diseño y construcción de la superficie, uso de sensores. Algoritmo de detección y reproducción del paso elegido por el usuario. Antecedentes para el desarrollo de la librería creada para este proyecto. Evaluación de las muestras de pasos grabados.
11. **Metodología:** El enfoque de la investigación corresponde a Empírico – Analítico.
12. **Conclusiones:** Se concluye que es posible desarrollar una superficie de control interactiva alusiva a un Foley Pit, pues al contar con una librería propia de pasos, creados a partir del estudio de la morfología del pie, facilita el uso de este tipo de efectos sonoros en producciones audiovisuales de todo tipo y de diferentes maneras. De igual modo el diseño implementado en la detección de los pasos mediante los sensores, permite garantizar un grado sobresaliente de interacción entre el usuario y la superficie, ya que los sensores y el procesador del dispositivo ofrecen una respuesta en tiempo y nivel contundente. Adicionalmente las funciones de control implementadas en el dispositivo lo convierten en una herramienta mucho más versátil ya que le es posible interactuar con diversos tipos de software usados en postproducción audiovisual, para ejecutar funciones relacionadas con el dispositivo y su aplicación en Foley.

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SUPERFICIE DE CONTROL
PARA LA APLICACIÓN DE FOLEY EN PRODUCCIONES
AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIA**

JEIMAR FELIPE MESA CASTILLO

DAVID RICARDO CEPEDA BAENA

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SONIDO
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ D.C
2016**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SUPERFICIE DE CONTROL
PARA LA APLICACIÓN DE FOLEY EN PRODUCCIONES
AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIA**

JEIMAR FELIPE MESA CASTILLO

DAVID RICARDO CEPEDA BAENA

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO DE SONIDO**

TUTOR

M. A RAÚL RINCÓN

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SONIDO
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ D.C
2016**

Nota de Aceptación

Ing. Raúl Rincón

Tutor

Jurado

Jurado

Agradecimientos

Ing. David Ricardo Cepeda Baena

Primeramente, le doy gracias a Dios y a mi familia por darme las fuerzas para continuar con mi camino, a pesar de las dificultades y los obstáculos que se presentaron. A mi mamá y a mi papá por su paciencia, por su apoyo incondicional y por darme una meta clara en la vida.

Gracias a mis profesores por sus grandes enseñanzas, no solo académicas sino de vida, asimismo darle las gracias a la ingeniera Diana Martínez por ser una guía durante el desarrollo de este proyecto.

Ing. Jeimar Felipe Mesa Castillo

A la vida doy gracias por las oportunidades y seres que ha puesto en mi camino, a todas aquellas personas; las más queridas, que me han llenado de instantes gratos y felices, a ellas que me han acompañado a través de este camino para hacerme crecer como persona y guiarme día a día hacia las buenas acciones. Especialmente doy gracias a mis padres por contribuir siempre a mi crecimiento y permitirme esta oportunidad, por estar ahí para mí y conmigo, ser mis mejores amigos, y compartir conmigo cada día. Todos los momentos residen en mi mente siempre.

Finalmente agradezco a aquellos docentes que con la mejor disposición se dedicaron a instruir y tenerme paciencia, también por darme la oportunidad de reír conmigo en los momentos más apropiados y hacer cada día de esta etapa lo más grata posible. Este es el resultado de ella.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1	13
Introducción	13
Capítulo 2	14
Planteamiento del problema	14
Antecedentes.....	14
Descripción y formulación del problema	17
Pregunta problema	18
Justificación.....	18
Objetivos	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos	19
Alcances y limitaciones	19
Alcances	19
Limitaciones	20
Capítulo 3	21
Marco de referencia	21
Marco conceptual	21
Efecto sonoro.....	21
Tipos de efectos sonoros	21
Hard Effect	21
Background effect.....	21
Electronic Sound Effects.....	22
Sound Design Effects	22
Foley Effects	22
Micrófonos.....	22
Características - Micrófonos	23
Tipos de micrófonos	23
Micrófono de condensador – Shotgun	24
Foley Stage	24
Foley Pit	24
Pasos o “Footsteps”	24
Superficie de control.....	25
Controladores o teclados MIDI	25

<u>Pantalla LCD.....</u>	<u>25</u>
<u>Sensor.....</u>	<u>25</u>
<u>Transductores de fuerza</u>	<u>26</u>
<u>Galgas extensométricas.....</u>	<u>26</u>
<u>Sensores piezoeléctricos</u>	<u>26</u>
<u>Componentes y circuitos eléctricos</u>	<u>26</u>
<u>Amplificadores operacionales</u>	<u>27</u>
<u>Microcontroladores</u>	<u>27</u>
<u>Tipo de microcontroladores.....</u>	<u>27</u>
<u>Arduino</u>	<u>27</u>
<u>Microprocesadores.....</u>	<u>28</u>
<u>Ordenador de placa reducida – Raspberry Pi</u>	<u>28</u>
<u>Sistema operativo – Raspbian/Wheezy</u>	<u>28</u>
<u>DSP (Digital Signal Processing).....</u>	<u>28</u>
<u>Procesamiento de señales de audio</u>	<u>29</u>
<u>Convertor análogo/digital</u>	<u>29</u>
<u>Softwares de programación.....</u>	<u>29</u>
<u>Python</u>	<u>29</u>
<u>Compiladores de programación.....</u>	<u>30</u>
<u>Depuradores de programación.....</u>	<u>30</u>
<u>Intérpretes de programación.....</u>	<u>30</u>
<u>Sampler.....</u>	<u>30</u>
<u>Samples de audio.....</u>	<u>30</u>
<u>Formatos de samples de audio.....</u>	<u>31</u>
<u>WAV</u>	<u>31</u>
<u>Librerías de audio.....</u>	<u>31</u>
<u>Capítulo 4.....</u>	<u>32</u>
<u>Metodología</u>	<u>32</u>
<u>Enfoque de investigación</u>	<u>32</u>
<u>Línea de investigación.....</u>	<u>32</u>
<u>Técnicas de recolección de información.....</u>	<u>32</u>
<u>Hipótesis</u>	<u>33</u>
<u>Variables</u>	<u>33</u>
<u>Capítulo 5.....</u>	<u>34</u>
<u>Marco de investigación</u>	<u>34</u>
<u>Estudio del impacto en la industria cinematográfica en Colombia.....</u>	<u>34</u>
<u>Clasificación de géneros en películas colombianas.....</u>	<u>36</u>

Análisis de curvas y estructuras dramáticas.....	37
Curva y estructura dramática – Película – Comedia/Drama.....	40
Curva y estructura dramática – Película – Ficción/Comedia.....	41
Curva y estructura dramática – Película – Drama	42
Capítulo 6.....	45
Desarrollo ingenieril	45
Censo y uso de “footsteps” en producciones audiovisuales	45
Estudio de las superficies clásicas y tipos de calzado para Foley.....	45
Creación de la librería de audio	46
Instalación del Foley Stage.....	47
Equipos de grabación para Foley – Posicionamiento del micrófono	49
Dinámica de captura – Grabación “Footsteps”.....	50
Análisis de los archivos de audio obtenidos	51
Forma de onda de los archivos de audio obtenidos.....	53
Dominio de frecuencia de los archivos de audio obtenidos.....	55
Consolidación de los archivos de audio (24Bits/48KHz).....	57
Archivos de audio escogidos y descartados.....	58
Finalización de la librería.....	58
Inicio de la evaluación de sensores comerciales.....	59
Estudio y características de sensores comerciales	59
Análisis de uso del sensor piezoeléctrico	64
Amplificador de comparador de voltaje	65
Simulación de las etapas de amplificación	66
Convertor análogo/digital para la lectura de los sensores (MCP 3008)	69
Montaje y comparación con la simulación – Visualización de la señal de salida.....	69
Respuesta en voltaje – Sensor piezoeléctrico.....	71
Rango de trabajo	72
Prueba de trabajo con dos sensores	72
Comportamiento en el sensor con mayor fuerza aplicada.....	73
Cambios en la respuesta en voltaje, retraso en la señal y picos en el eje negativo	73
Respuesta total de todos los sensores de la superficie.....	74
Diseño de la superficie física.....	74
Modelado de la superficie de control - Sketchup.....	75
Distribución de los sensores y componentes eléctricos en la superficie	76
Construcción de la superficie de control	78

<u>Recapitulación de las características de funcionamiento internas de la superficie</u>	<u>79</u>
<u>Requerimientos y componentes de usuario funcionales</u>	<u>79</u>
<u>Requerimientos y componentes de usuario no funcionales</u>	<u>80</u>
<u>Diagrama de conexiones internas, componentes eléctricos y flujo de la señal.....</u>	<u>81</u>
<u>Adquisición de datos de la señal de entrada (estructura de casos de usuario)</u>	<u>83</u>
<u>Raspberry Pi y sus características técnicas.....</u>	<u>86</u>
<u>Entorno Python en Audio</u>	<u>88</u>
<u>Etapa de diseño y planteamiento de la programación</u>	<u>88</u>
<u>Interfaz física de control del Foley Pit (pantalla y pulsadores)</u>	<u>90</u>
<u>Módulo LCD 20 x 4</u>	<u>90</u>
<u>Pulsadores de selección (tipo de paso)</u>	<u>92</u>
<u>Pulsadores de control (Barra de transporte)</u>	<u>93</u>
<u>Barra de transporte de un DAW</u>	<u>93</u>
<u>Arduino como medio para el control de parámetros del DAW y envío de mensajes</u>	<u>93</u>
<u>Envío de mensajes de activación de nota para uso en secuenciación</u>	<u>94</u>
<u>Programación central, lectura cíclica de los sensores y selección de parámetros de Foley Pit</u>	<u>97</u>
<u>Función final del análisis y procesamiento de los valores obtenidos de los sensores, reproducción de los sonidos disponibles</u>	<u>99</u>
<u>Salida de audio del Foley Pit - DAC.....</u>	<u>101</u>
<u>Capítulo 7</u>	<u>103</u>
<u>Análisis de resultados</u>	<u>103</u>
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>112</u>
<u>REFERENCIAS</u>	<u>115</u>
<u>ANEXO A - CURVAS Y ESTRUCTURAS DRAMÁTICAS</u>	<u>116</u>
<u>ANEXO B – FORMAS DE ONDA Y DOMINIO EN FRECUENCIA DE PASOS</u>	<u>136</u>
<u>ANEXO C – CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN (LECTURA DE SENSORES, PULSADORES, PANTALLA LCD Y CÓDIGO GENERAL DE LA SUPERFICIE DE CONTROL)</u>	<u>144</u>
<u>ANEXO D – CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN (ARDUINO – CONTROL DE PARÁMETROS DEL DAW).....</u>	<u>151</u>
<u>ANEXO E – MANUAL DE USUARIO</u>	<u>153</u>

Lista de tablas

<u>Tabla 1. Las cinco películas más taquilleras colombianas.....</u>	<u>35</u>
<u>Tabla 2. Estrenos de películas en Colombia (nacionales y extranjeras).....</u>	<u>35</u>
<u>Tabla 3. Películas con mayor recaudación de dinero del año 2007 - 2011</u>	<u>36</u>
<u>Tabla 4. Género de las películas 5 películas más taquilleras en Colombia del 2007 – 2011</u>	<u>36</u>
<u>Tabla 5. Tipos de sensores comerciales</u>	<u>60</u>
<u>Tabla 6. Primer caso de uso, interacción normal sobre el Foley Pit</u>	<u>84</u>
<u>Tabla 7. Curso de los eventos para el primer caso de uso.</u>	<u>84</u>
<u>Tabla 8. Segundo caso de uso, selección de parámetros del Foley Pit</u>	<u>84</u>
<u>Tabla 9. Curso de los eventos para el segundo caso de uso</u>	<u>85</u>
<u>Tabla 10. Tercer caso de uso, control de los parámetros de un DAW</u>	<u>85</u>
<u>Tabla 11. Curso de los eventos para el tercer caso de uso</u>	<u>86</u>
<u>Tabla 12. Distribución de los pines en el módulo LCD 20 x 4</u>	<u>90</u>
<u>Tabla 13. Dimensiones de la superficie de control</u>	<u>105</u>
<u>Tabla 14. Orden de los sensores</u>	<u>106</u>
<u>Tabla 15. Cálculo estadístico del tiempo de respuesta.....</u>	<u>108</u>

Lista de figuras

Figura 1. Curva de intensidad dramática básica y desarrollo de la acción.....	39
Figura 2. Curva y estructura dramática – Bluff	40
Figura 3. Curva y estructura dramática – Infraganti	41
Figura 4. Curva y estructura dramática – El Paseo	42
Figura 5. Curva y estructura dramática – Paraíso Travel	43
Figura 6. Curva y estructura dramática – El Arriero	44
Figura 7. Tipo de calzado determinado para el proyecto. Botas, tacones, tenis y zapato formal	46
Figura 8. Frecuencias de resonancia dominantes en los cajones vacíos	48
Figura 9. Las cinco superficies clásicas para la grabación de Foley	48
Figura 10. Especificaciones técnicas y patrón directivo del micrófono Shotgun	49
Figura 11. Distancia del micrófono respecto a las superficies	50
Figura 12. Dinámica de captura para los pasos grabados (Ej. Tacones en concreto)	50
Figura 13. Canales en Pro Tools de los archivos de audio obtenidos (Ej. Tacones en concreto).....	51
Figura 14. División de clips de audio / Izquierda. Talón - Derecha. Punta / Fade in/out y tiempo de clips (Ej. Botas en madera).....	51
Figura 15. Proceso de Audio Suite en Pro Tools para limpiar clips de frecuencias bajas	53
Figura 16. Formas de onda / Tipo de calzado: tenis en madera, baldosa, gravilla, concreto y hojas	52
Figura 17. Formas de onda / Ej.: todos los tipos de calzado seleccionados en baldosa, gravilla, concreto y hojas	54
Figura 18. Dominio de frecuencia / Tipo de calzado: tenis en madera, baldosa, gravilla, concreto y hojas	55
Figura 19. Dominio de frecuencia / Todos los tipos de calzado: hojas, concreto y madera	56
Figura 20. Resolución y profundidad de Bits de los archivos de audio	57
Figura 21. Nombramiento de los archivos de audio de la librería	59
Figura 22. Sensor de fuerza, galgas extensométricas y sensor piezoeléctrico.....	64
Figura 23. Sensor piezoeléctrico y su esquema de circuito eléctrico.....	64
Figura 24. Simulación en Multisim 11 – amplificador de comparador de voltaje con un generador de señales	66
Figura 25. Representación gráfica de la salida del circuito – Comparador de voltaje	67
Figura 26. Configuración de la visualización del gráfico – Comparador de voltaje	67
Figura 27. Valores obtenidos a la salida del circuito – Comparador de voltaje	67
Figura 28. Esquemático del circuito utilizado para amplificar las señales recibidas con los sensores	68
Figura 29. Pines de conexión – MCP 3008 conversor análogo - digital	69
Figura 30. Amplificador de comparador de voltaje para piezoeléctrico – Montaje en baqueta universal ..	70
Figura 31. Visualización del nivel de voltaje para el piezoeléctrico sin etapa de amplificación	70

<u>Figura 32. Cambios de fuerza leves cercanos a la superficie del piezoeléctrico que demuestra su alta sensibilidad</u>	<u>71</u>
<u>Figura 33. Incremento en el nivel de voltaje al implementar la etapa de amplificación prevista</u>	<u>71</u>
<u>Figura 34. Prueba en la respuesta de activación para dos sensores piezoeléctricos</u>	<u>72</u>
<u>Figura 35. Prueba en la respuesta de activación del sensor piezoeléctrico con la plata del pie</u>	<u>73</u>
<u>Figura 36. Diseño de estructura básica, diseño de capas de resistencia y anti vibratorias</u>	<u>75</u>
<u>Figura 37. Dimensiones (m.) y distribución de elementos en la superficie de control</u>	<u>76</u>
<u>Figura 38. Morfología del pie humano para la distribución de los sensores en la superficie</u>	<u>77</u>
<u>Figura 39. Posicionamiento de cada sensor en el technifoam superior de la superficie</u>	<u>77</u>
<u>Figura 40. Estructura de madera para posicionar los montajes eléctricos y etapas de amplificación</u>	<u>78</u>
<u>Figura 41. Fases de construcción de la superficie</u>	<u>79</u>
<u>Figura 42. Diagrama de conexiones y flujo de señal</u>	<u>81</u>
<u>Figura 43. Visualización final de los puntos de conexión dentro de la superficie de control</u>	<u>82</u>
<u>Figura 44. Diagrama de flujo de interacción óptima entre el usuario y el Foley Pit</u>	<u>83</u>
<u>Figura 45. Raspberry Pi modelo 2</u>	<u>86</u>
<u>Figura 46. Características técnicas – Raspberry Pi modelo 2</u>	<u>87</u>
<u>Figura 47. Pines de conexión de la Raspberry Pi</u>	<u>87</u>
<u>Figura 48. Diagrama de flujo de la lectura de los sensores</u>	<u>89</u>
<u>Figura 49. Diagrama de flujo de funciones de control de módulo LCD</u>	<u>91</u>
<u>Figura 50. Diagrama de flujo de la función del menú de selección</u>	<u>92</u>
<u>Figura 51. Esquema del segmento de control</u>	<u>95</u>
<u>Figura 52. Diagrama de flujo segmento de control</u>	<u>96</u>
<u>Figura 53. Diagrama de flujo relacionado a la programación central</u>	<u>99</u>
<u>Figura 54. Diagrama de flujo relacionado a la programación central 2</u>	<u>100</u>
<u>Figura 55. Características técnicas y requerimientos de funcionamiento M - Audio</u>	<u>97</u>
<u>Figura 56. M – Audio Micro DAC 24/192</u>	<u>102</u>
<u>Figura 57. Lectura y registro de información de los sensores</u>	<u>106</u>
<u>Figura 58. Diferentes configuraciones del menú en la pantalla LCD</u>	<u>107</u>
<u>Figura 59. Propiedades del archivo de audio utilizado por el algoritmo</u>	<u>107</u>
<u>Figura 60. Tiempo de respuesta del sistema</u>	<u>108</u>
<u>Figura 61. Variación de dinámica del sonido respecto al paso</u>	<u>109</u>
<u>Figura 62. Vista del Foley Pit como los pulsadores de control</u>	<u>110</u>
<u>Figura 63. Identificación de los mensajes MIDI enviados por el Foley Pit</u>	<u>110</u>

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Por muchos años el Foley ha sido parte de un largo trayecto en la industria del entretenimiento audiovisual, siendo uno de los principales protagonistas en tal recorrido y realizando incontables procesos en la calidad del audio, por tal razón surge la necesidad de crear una técnica innovadora de grabación de efectos sonoros, marcando una nueva época en el lenguaje de la multimedia y el cine.

El Foley nace en el año de 1927 en los sets de grabación de Universal Studios, durante la época del cine mudo, es así cuando los estudios de la Warner implementan la primera película con sonido, “The Jazz Singer”, en la cual, el filme alternó la voz y las canciones de su protagonista.

Esto renovó un nuevo concepto en el campo cinematográfico, indicando el uso de sonidos genéricos pregrabados y utilizando los procesos de Foley, que implican la creación de sonidos en tiempo real, sincronizando las imágenes con el sonido para darles un toque más realista, esto generó un impacto importante que se extendería a todos los campos de la producción de grabación audiovisual y multimedia.

Ya creada la técnica de grabación de Foley, surge un nuevo elemento de trabajo que optimiza el tiempo laboral, facilitando la captura de eventos sonoros propios de la mayoría de efectos necesarios en una producción de alto nivel, como lo son los pasos, de los cuales nace entonces el “Foley Pit”. Este Foley Pit es un cajón o elemento cerrado que contiene materiales de superficies básicas (arena, tierra, pasto, baldosa, cemento, etc.). Por consiguiente, ha resultado ser un elemento indispensable de trabajo para los productores de películas, videojuegos, radio, etc. Sin embargo, el Foley Pit resulta en ocasiones inoportuno, debido al tiempo que toma llenarlo de un material diferente, aparte de crear desorden e incomodidad para el equipo de trabajo, al no tener un espacio adecuado para su localización (Foley Stage), lo que impide al ingeniero y artista Foley continuar con su labor hasta finalizar dicho proceso.

Es así como este documento describe una superficie de control, aludida al “Foley Pit” que trabaja a través de sensores que captan la intensidad y la respuesta al impulso de los estímulos que el usuario desee darle, analizando las características propias de los pasos, logrando reproducir el sonido o efecto sonoro a partir de dichas intervenciones en la superficies, las cuales serán las superficies básicas utilizadas en Foley, siendo un nuevo elemento que optimizaría tiempo y espacio en un lugar de trabajo.

Capítulo 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ANTECEDENTES

En la década de los años 20, Jack Donovan Foley llega a Santa Mónica, California con el fin de encontrar no solo un empleo que generará ingresos estables para su familia sino además buscar nuevos caminos para su espíritu emprendedor. Foley empezó a ser parte de diferentes proyectos artísticos de la comunidad local en un pueblo pequeño llamado Bishop, que requerían nuevos talentos y servicios que variaban entre: teatro, actuación y dirección de diferentes proyectos. A su vez, Foley escribió artículos de noticias y logró incluso crear “cartoons” o tiras cómicas que aparecieron en varias oportunidades en el periódico local, indicando que Foley era una persona con muchos talentos y gran capacidad para el éxito.

Fue entonces cuando Foley descubrió un nuevo negocio de películas cerca a Los Angeles que deseaba encontrar una buena locación para sus grabaciones, por lo que Foley los convenció de ir a su pueblo, Bishop, logrando comenzar su nueva carrera en la industria cinematográfica.

Al pasar el tiempo la industria del cine comenzó a tener cada vez más impacto y fue el momento en el que las grandes empresas cinematográficas se vieron en la tarea de contratar nuevos talentos para sus producciones en el auge naciente de las películas con sonido, por lo que Foley se vio en la necesidad de incrementar sus conocimientos al asistir a la USC (University of Southern) de California junto a otros colegas para conocer las nuevas tecnologías de implementación de audio y sonido en las producciones audiovisuales que los estudios estaban requiriendo, esto fue necesario debido a que los micrófonos de esa época no eran lo suficientemente eficaces para recoger sonidos externos aparte de los diálogos de los actores, asimismo la tecnología de audio era primitiva durante aquel tiempo y solo se contaba con un canal de grabación para efectos sonoros, por lo que tenían que ser capturados posteriormente de la grabación de una escena.

Fue el momento en que Jack Foley fue convocado por Universal Studios en su nuevo proyecto llamado “Showboat” que requería la implementación de sonidos en tiempo real, por lo que Foley y su equipo de grabación capturaron los sonidos de aplausos, pasos, sonidos de accesorios (ropa - objetos) y voces de fondo durante el filme. Esto indicó una nueva técnica de grabación de efectos sonoros que Foley utilizó durante todo su ciclo como sonidista, sin embargo, durante ese período no se tenía nombre para dicho proceso, no obstante, el camino

que Foley había iniciado le dio numerables reconocimientos y premios durante su carrera, ganando entonces el gran honor de llamar esta técnica por su nombre, Foley¹.

El paso de Jack Foley por la industria cinematográfica fue sin duda un momento importante para la producción audiovisual, sin embargo, no fue el único que generó diferentes aportes en la nueva era del sonido.

A medida que Foley se encontraba iniciando sus caminos por el sonido, Bob Mott ya estaba trabajando como sonidista para radio y televisión, Mott contaba con una larga experiencia tras haber estudiado en la Universidad de Nueva York como guionista mientras era miembro de la radio de su universidad como el encargado de crear sonidos en tiempo real durante los show y programas que eran emitidos. Estos sonidos que creaba durante la locución que se transmitía, lo hacía con su talento como baterista, por lo que se orientó rápidamente por el camino del sonido y la creación de efectos sonoros como lo narra en su libro “Sound Effects, Radio TV and Film, ¡and Radio Live! Television Live!”. Su experiencia le entregó a muchas personas la posibilidad de crear sonidos a partir de su talento como músico, por lo que abrió las puertas a muchos artistas en el campo de la radio y la televisión.

Por otra parte, John Post y Duane Hensel procedieron a Foley en Universal Studios como editores de sonido y artistas Foley tras su retiro, Post y Hensel encaminaron a muchos artistas Foley durante su carrera, dominando ampliamente lo que se designó “Foley Walker” al innovar diferentes métodos para su captura de pasos (múltiples personas sincronizadas para la grabación de pasos, al tener un solo canal) y efectos de accesorios o “props”, debido a que durante aquella época la grabación seguía siendo simple y no existía “re-recording, dubbing mixes, estéreo o paneos” como es común hoy en día. Por otra parte, también trabajaron supervisor de efectos sonoros, editores de Foley y ADR. Asimismo actores como Bonnie Jean Gore, directores de danza como Hermes Pan, y bailarín de danza o “dance Foley” como Gene Kelly aportaron enormemente a la mejora de la captura de sonidos por medio de su interpretación y sentido artístico, esto remarcaba la intención de un actor, lo que siente y lo que desea transmitir, su interacción física dentro de la escena, etc., logrando optimizar la intensidad narrativa de la producción audiovisual, con lo cual Post y Hensel pudieron brindar una mejor experiencia al público, dando a entender que el Foley se había convertido en una técnica de grabación artística.

Cabe mencionar que durante la época de los años 60’s y 70’s el papel de un editor de sonido era considerado dentro de una producción audiovisual como un trabajo de suma importancia,

¹ Theme, V. (2009), *The Foley Grail, The art of performing sound for film, games, and animation*, Estados Unidos, Focal Press.

sin embargo, un artista Foley pasaba desapercibido y solo llegaba a entrar en la categoría de editor de sonido como un asistente de producción. De todas formas para el verano del 2006 el artista Foley fue finalmente incluido en la categoría oficial del “Motion Picture Editors Guild bajo la supervisión como editor de sonido y garantizando un espacio de trabajo denominado “Foley Stage”, para el cual Desilu Studios fue el primer estudio de grabación oficial creado para Foley, lugar donde Kev Dufna y David Lee Fein tiene la distinción de ser los pioneros del primer equipo de Foley en la industria cinematográfica al haber trabajado como artistas de Foley durante 21 años en diferentes lugares como MGM, Gomillion Sound y Paramount².

Una vez desarrollado el primer “Foley Stage” comenzaron a incluir diferentes elementos que ayudaban al trabajo de los editores de sonido y artistas Foley como Kev y David, los cuales fueron un mayor número de accesorios, desde elementos de cocina como usualmente Jack Foley experimentaba, hasta ropa de diferentes materiales, múltiples tipos de calzado e incluso elementos que anteriormente ya habían sido considerados. A causa de esto se incluyó entonces el “Foley Pit” para que fuera un elemento de suma importancia dentro de este “Foley Stage”.

Luego, este elemento resultó fundamental en las producciones audiovisuales siendo diseñados a partir de cajones vacíos que contendrían diferentes tipos de materiales que asemejan las superficies más utilizadas en la producción audiovisual, los cuales varían entre arena, piedras, baldosa, ladrillo, hojas secas, etc., siendo superficies que ayudarían a dar mayor naturalidad a los eventos sonoros de dicha escena o producción. Esto indica, que el Foley Pit se ha convertido en la mayor tendencia de grabación de pasos y movimientos continuos en el medio de la producción audiovisual y su uso ahora es indispensable para todo tipo de proyectos, que involucran al: cine, TV, video juegos, entre otros, y por tal razón el uso de este elemento tenderá a siempre ser optimizado.

Surge entonces la era digital en la cual, las estaciones de trabajo crean ahora versatilidad a la hora de capturar fuentes sonoras de una manera mucho más rápida y efectiva por medio de los sistemas DAW's³ y las producciones de toda índole comienzan a optimizar tiempo y dinero a los números artistas que esta nueva época atribuye, es así, que hoy en día, los límites alcanzan solo la imaginación y la innovación de productos que ahorren a los profesionales tiempo valioso, que puede ser utilizado en diferentes procesos de captura de audio para lograr un producto de mayor calidad.

² Theme, V. (2009), *The Foley Grail, The art of performing sound for film, games, and animation*, Estados Unidos, Focal Press.

³ Black, Gohlke, Loviscach, D, K, J. (2010). *Foley Sonic: Placing Sound on a Time line Trough Gestures*. AES.

Por este motivo se tiene un referente a nivel nacional de este tipo de trabajos, Joel Moreno y Luis Romero de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá D.C, en su proyecto de grado elaborado en el año 2006, realizan el diseño de un dispositivo VST para patrones rítmicos de percusión tradicionales de Colombia, el cual incluía una librería propia, desarrollada a partir de capturas de los instrumentos más representativos del Atlántico colombiano, los cuales podían ser controlados por medio del protocolo MIDI. Por otra parte Paula Marcela Gómez y Andrés Mauricio Gómez de la Universidad de San Buenaventura Bogotá D.C, en su proyecto de grado elaborado en el año 2013, realizaron el diseño de un Plug – In en formato VST para la aplicación de Foley en post – producción, al utilizar un entorno de programación por bloques, el cual a través de protocolo MIDI permite manipular archivos de audio agrupados de acuerdo a sus características y similitudes, en una librería propia del proyecto que incluirían efectos sonoros de pasos, golpes, puertas cerrándose, balones y pelotas y motores, teniendo en cuenta el velocity y el sostenimiento que el usuario desee darle, para disparar efectos sonoros de Foley y brindar un mayor realismo en las producciones audiovisuales.

DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema surge de analizar producciones audiovisuales que requieren variedad de efectos sonoros y los elementos más comunes para su creación, de los cuales el Foley Pit es el más representativo para el proyecto, debido a que los pasos dentro de una producción audiovisual son de suma importancia y logran crear una narrativa más clara dentro de un contexto o historia a contar. Sin embargo, para algunos casos que dependen de tiempo, dinero, calidad y localización en diferentes tipos de producciones, el Foley Pit comienza a ser un elemento poco versátil, al ocupar mucho espacio dentro de un estudio de grabación, y no permitiendo optimizar el tiempo que podría verse ahorrado durante la labor de preparar uno o varios Foley Pit. De esta forma se pretende lograr un mejor uso del tiempo, de los recursos económicos y del espacio dentro de cualquier producción audiovisual, ya sea principiante como profesional, sin perder de vista la calidad del proyecto.

Por otra parte, se encuentran las librerías de samples o archivos de audio libres en la red, que varían en su calidad de audio, la característica de la captura, el espacio sonoro donde se grabó, entre otros elementos, siendo entonces, motivos suficientes para no tener el concepto sonoro deseado al momento de involucrar pasos en una producción audiovisual, por tal razón, es vital la creación de una librería que contenga la mejor calidad de audio posible por medio de un espacio sonoro adecuado y los micrófonos necesarios para este propósito, generando así, una librería limpia de cualquier tipo de interferencia o ruido que no ayude a la narrativa sonora de cierta escena o movimiento, siendo además más efectiva y organizada que otras librerías con un sinnúmero de archivos con características poco eficientes para esta tarea. Es por tal motivo que

al tener esta librería surge entonces la superficie de control que alude al Foley Pit análogo y lo trasciende a un plano digital, en el cual, sea posible guardar y preestablecer esta librería en la superficie, para tener así, todo en un solo lugar, creando un espacio de trabajo efectivo y a su vez limpio y desocupado de estos elementos que en ocasiones molestan e interrumpen las labores de los artistas e ingenieros que deben optimizar estas tareas tan rápido como sea posible.

Cabe aclarar que el método tradicional de grabación de pasos en Foley no es incorrecto o poco efectivo, sino que necesita de un espacio conveniente para su correcta captura, limitando a tener que trabajar en un estudio de grabación adecuado, con los equipos y softwares necesarios, por lo que un artista común en la mayoría de los casos, no logra acceder tan fácilmente.

PREGUNTA PROBLEMA

Teniendo en cuenta lo mencionado, surge el siguiente interrogante:

¿Cómo optimizar el uso de un Foley Pit, haciendo posible mejorar la versatilidad tanto en tiempo como en espacio requerido durante la post producción, en proyectos audiovisuales de cualquier tipo?

JUSTIFICACIÓN

Partiendo del hecho que los Foley Pit son el problema, su uso llega a ser limitado y la necesidad de reunir diferentes tipos de superficies dentro de una sola, logra contemplar una idea adecuada para ahorrar tiempo, espacio y dinero para quien lo necesite. Por lo que crear una superficie que contenga todos estos efectos y cree una variedad de sonidos apropiados podría superar la técnica de grabación actual. Por otra parte, los artistas Foley dependen de ellos en todo momento para la creación sonora de sus proyectos, evitando trabajar adecuadamente en un estudio de grabación que no sea suyo. Aparte de esto las capturas de Foley suelen hacerse solamente mediante el efecto sonoro producido por el objeto o superficie interactuada, para luego ser modificado hasta alcanzar el concepto del sonido deseado. Por esta razón esta plataforma contará con una variedad de efectos que podrán ser manipulados a voluntad del usuario. Siendo una superficie portátil y versátil para este proyecto.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar y construir una superficie de control que trabaje con una librería de sonidos de superficies de uso esencial en Foley, y que por medio de sensores sea capaz de reconocer y reproducir pisadas o pasos, junto con sus características más particulares (fuerza, duración, etc.)

Objetivos Específicos

1. Elaborar una superficie física capaz de captar mediante sensores las pisadas del usuario.
2. Identificar las características físicas más relevantes de los pasos y cómo éstas pueden crear un patrón sonoro propio en función de la superficie trabajada.
3. Implementar el algoritmo adecuado para el procesamiento digital de señales generadas por pasos, desde su captura y modificación, hasta su reproducción.
4. Caracterizar una librería de sonidos de uso esencial en Foley a partir de los cuales trabajará el sistema.

ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

Alcances

En cuanto al diseño del dispositivo es posible acondicionar los sensores para obtener más información de las pisadas, como pueden ser: la intensidad y la duración, parámetros que podría influir directamente en las muestras para hacer más realista el sonido. También sería posible incorporar varias superficies independientes en el diseño físico, incrementando y mejorando dinámica del dispositivo al tener más de una superficie en uso y al mismo tiempo. Por último, la disposición de los sensores podría ampliar la dinámica de los pasos, desde arrastrar los pies hasta caminar de puntas, etc.

Limitaciones

El uso de la plataforma está estrictamente ligado a pisadas, ya que el alcance del proyecto es diseñar y construir un Foley Pit, elemento comúnmente usado para capturar pasos o pisadas. Esta superficie incluirá su propia librería de sonidos que contendrá únicamente muestras de superficies, tales como: concreto, gravilla, tierra, madera, baldosas. El estudio describe estas superficies como las más utilizadas. Otro aspecto importante de mencionar es que el dispositivo se limitará a pasos concretos (carreras, pasos lentos, caminatas sencillas) debido a la complejidad de los sensores con relación a su costo.

Capítulo 3

MARCO DE REFERENCIA

MARCO CONCEPTUAL

Efecto sonoro⁴

Es conocido como cualquier tipo de sonido fuera de la categoría de la música o el discurso como una representación artificial, creando un efecto sonoro en una narrativa de carácter dramático que debe estar en sincronía, balanceando y alineado con el filme establecido.

Tipos de efectos sonoros⁵

Existen diferentes tipos de efectos sonoros que varían dependiendo de su intención, grabación y desempeño, ya sea en post – producción o en tiempo real que son creados, cada uno logra encajar en las diferentes ramas de la producción audiovisual dependiendo de su necesidad como: cine, televisión, radio, teatro, multimedia, video juegos, dispositivos móviles, etc. Siendo determinantes a la hora de crear un panorama sonoro más realista.

Hard Effect⁶

Es el tipo de efecto sonoro más común al tener la intención de ajustarse inmediatamente a las imágenes que se muestran en pantalla, dentro de su categoría se encuentran: pitos de carros, disparo de armas de fuego, golpes, etc. Son sonidos que responden a una acción y no a la identificación propia de la fuente, pues su intención se basa en el reconocimiento del movimiento que causó el sonido.

Background Effects⁷

Efectos de fondo o también conocidos como ambientes o atmósferas sonoras, son aquellos sonidos que llenan ciertos espacios durante una escena en la cual la ausencia de la música, los diálogos u otros tipos de efectos se encuentran omitidos. Este tipo de efectos varían entre: ruido de tráfico o incluso aire y no tiene necesariamente una relación directa con la imagen.

⁴⁻⁷ Viers, R. (2008). *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

Electronic Sound Effects⁸

Creados en el auge de la ciencia ficción de los años 60's y 70's, los efectos sonoros electrónicos tiene su espacio dentro del diseño sonoro, al crear un sonido de una fuente inexistente, con la intención de hacerle creer al oyente su naturaleza en la ejecución. Estos efectos tienen su origen en sintetizadores y teclados que brindan infinitas posibilidades de creación de efectos para televisión, video juegos y cine.

Sound Design Effects⁹

Estos efectos son imposibles de grabar naturalmente debido a que son diseñados anteriormente a su grabación, los cuales son manipulados al tener un amplio conocimiento de las ondas sonoras (frecuencia, amplitud, fase, etc.) para crear sonidos convincentes y realistas. Estos efectos pueden ser desde un simple impacto de un alfiler logrando crear un timbre característico de metal hasta un sonido diseñado para una criatura fantástica a partir de síntesis de sonido, por lo tanto, su fuente también logra ser imaginaria dentro de la realidad.

Foley Effects¹⁰

Foley, nombrado así por Jack Donovan Foley, es el proceso de recrear sonidos en sincronización con la imagen. Los efectos más comunes de este proceso son los pasos, movimientos de accesorios u objetos y acciones humanas. Asimismo, sirve para darle mayor realismo y profundidad narrativa dentro de un contexto o historia.

Micrófonos¹¹

Estos dispositivos consiguen transformar la energía acústica en energía eléctrica a través de un proceso conocido como transducción. Los micrófonos incluyen en su mecanismo de funcionamiento un diafragma que se mueve en respuesta a los cambios de presión sobre él, este diafragma convierte entonces la energía mecánica en señal eléctrica que viaje a través de un cable para ser procesada en una conversión análogo – digital como comúnmente se conoce hoy en día.

⁸⁻¹¹ Viers, R. (2008). *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

Características - Micrófonos¹²

Dependiendo del micrófono escogido para grabar, existen diferentes comportamientos que son producidos por ciertas condiciones al momento de posicionar el micrófono a la fuente de sonido, estas son: “efecto de proximidad”, que al tener muy cerca el micrófono a la fuente, las bajas frecuencias se ven realzadas, por lo que al alejar el micrófono unas cuantas pulgadas se logra corregir el problema correctamente. Por otra parte, está la “respuesta en frecuencia”, que indica a cuáles bandas de frecuencias tiende a ser más sensible el micrófono, consiguiendo, al conocer dicho comportamiento la captura será de mejor calidad dependiendo de la fuente establecida, a su vez se encuentra el “patrón polar” que revela cómo la cápsula del micrófono esta “viendo” el sonido en términos de direcciones respecto a su eje principal (0° o 90° comúnmente). Todo esto logra ser determinante a la hora de capturar un efecto sonoro o sonido especial, para obtener dicha grabación limpia de agentes externos que alteren su calidad de reproducción y en el caso de Foley es de vital importancia conseguir el mejor registro posible.

Tipos de micrófonos¹³

Existen varios tipos de micrófonos: dinámicos y condensadores, estos usan diferentes tipos de diafragmas que capturan la energía acústica de diferentes maneras. El micrófono dinámico es el más resistente de los dos, al poseer una mejor capacidad a los niveles de presión sonora que inciden sobre él, siendo los adecuados para capturas de fuentes que generan altos niveles de intensidad sonora, como percusión y disparos. No obstante, el diafragma se mueve a menor velocidad que un condensador, lo que resulta menos preciso en la reproducción de altas frecuencias.

El micrófono de condensador por otra parte es mucho más preciso en la captura de sonido, sin embargo, es de sumo cuidado, por lo frágil de su composición, puede resultar altamente vulnerable a golpes y altos niveles de intensidad sonora. Igualmente es un micrófono que resulta grabar el sonido con alta fidelidad y es considerado el mejor tipo de micrófono para la captura de efectos sonoros.

¹²⁻¹⁴ Viers, R. (2008). *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

Micrófono de condensador – Shotgun¹⁴

Este tipo de micrófono está diseñado para brindar un mejor foco de captura del sonido en su eje principal, ya sea 0° o 90°, obtiene un alto desempeño de grabación, a su vez rechaza sonidos externos provenientes de otras direcciones al micrófono. Igualmente, el micrófono Shotgun se reconoce fácilmente por su diseño en forma de tubo y su uso varía entre la captura de diálogos para cine y televisión, al contar con un efecto de “pulling” que logra acercar el sonido, con un efecto de zoom sonoro, no obstante, no solo sus funciones se limitan a la captura de los diálogos sino también a la captura de efectos sonoros que permiten tener una calidad de limpieza en su registro.

Foley Stage¹⁵

Es el espacio destinado para la grabación, creación y ejecución de efectos sonoros para producciones audiovisuales. En este lugar se encuentran numerables elementos y accesorios de toda índole, a su vez prendas de ropa y calzado, Foley Pit o cajones que contienen materiales de superficies para la grabación de pasos en sincronía con la imagen, asimismo micrófonos de diferentes clases que permiten la recolección de los efectos sonoros creados o diseñados durante el proceso de grabación. Por otra parte, es el lugar en el cual los editores de sonido, editores y artistas Foley cumplen con sus tareas asignadas en un proyecto de alto nivel.

Foley Pit¹⁶

Los Foley Pit son un elemento u herramienta de Foley que trabajan a manera de cajones, capaces de contener uno o varios materiales para capturar efectos sonoros de superficies clásicas para producciones audiovisuales, estos cajones al contener diferentes objetos emulan cualquier tipo de sonido que el usuario desee darle por medio de pisadas o pasos para crear un sonido específico.

Pasos o “Footsteps”¹⁷

Este tipo de efecto sonoro, recrea y da fuerza a la narrativa física y emocional de uno o más personajes dentro de un filme, igualmente para animales o criaturas fantásticas que necesiten de dichos efectos, por consiguiente los artistas Foley disponen de los Foley Pit para la creación y captura de estos efectos, en los cuales el artista Foley debe dar relevancia a los pasos, por lo

¹²⁻¹⁴ Viers, R. (2008). *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

¹⁵⁻¹⁸ Viers, R. (2008). *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

que su interpretación determina si el personaje está asustado o apurado, si tiene rabia o ira, si es pesado a sutil al caminar, entre otros factores claves en la narrativa presentada.

Superficie de control¹⁸

Una superficie de control es un dispositivo de hardware capacitado para recibir una o más señales de entrada, capaz de manipularlas bajo el control de diferentes parámetros establecidos. Generalmente estas superficies tienen una interfaz gráfica que guía al usuario a través de sus funciones y configuraciones, las cuales pueden ser personalizadas y ajustadas para un desempeño más eficiente, según sea la necesidad del usuario. Asimismo, cuentan con controles externos, brindando la posibilidad de obtener una señal de salida modificada.

Controladores o teclados MIDI¹⁹

Este tipo de superficies trabajan bajo el mando del protocolo MIDI llevando mensajes de eventos que especifican notación musical, tono y velocidad. Siendo señales de control de parámetros musicales como lo son la dinámica, el vibrato, paneo, cues y señales de reloj que establecen y sincronizan el tempo entre varios dispositivos. A su vez pueden crear controlar la generación de sonidos con características particulares y únicas, aptas para la creación de efectos de sonido.

Pantallas LCD²⁰

Es una pantalla de cristal líquido o LCD delgada y plana, formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que necesita cantidades muy pequeñas de energía eléctrica, asimismo se utiliza en numerables proyectos académicos en las cuales, se necesita crear una interfaz gráfica con la que un usuario determinado puede interactuar con dicho sistema de control a partir de la pantalla LCD.

Sensor²¹

Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas, llamadas variables de instrumentación y transformarlas en variables eléctricas. Estas variables pueden ser: fuerza, presión, aceleración, temperatura, etc., por lo que, al activar el sensor por medio de un impulso, el sensor entrará en un punto de deformación, lo que le da la cualidad de compresión y rarefacción de un material, con base en esto, presentará variaciones en voltaje que determinarán su rango de trabajo.

¹⁵⁻¹⁸ Viers, R. (2008). *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

¹⁹ Mellinas, D. (2002). ¿Qué es MIDI? CSS Audiovisual Technology. Recuperado de: <http://www.css-audiovisual.com/areas/guias/midi.htm>

²⁰ Pantalla LCD. Recuperado de: <http://www.definicionabc.com/tecnologia/pantalla-lcd.php>

²¹⁻²³ Universidad Nacional Experimental de Táchira. (2005). *Sensores*, Táchira, Venezuela, UNET. Recuperado de: <http://www.unet.edu.ve/~ielectro/sensores.pdf>

Transductores de fuerza²²

Estos sensores son capaces de medir cargas de tracción y compresión estáticas y dinámicas, que les permiten tener un desplazamiento nulo, por lo que trabajar con estos transductores permite una gran ventaja en el diseño electrónico del sistema. Igualmente, este sensor permite trabajar en diversas aplicaciones de medición de fuerza, un caso de interés en especial, es la prueba a la respuesta al impulso.

Galgas extensométricas²³

También conocidos como captadores de esfuerzo, son dispositivos que al aplicarles cierta cantidad de fuerza (tracción o compresión), es capaz de variar su resistencia eléctrica, de tal forma se puede medir la fuerza que se está aplicando sobre un determinado objeto.

Sensores piezoeléctricos²⁴

Son sensores multipropósito conocidos por ser dispositivos que pueden medir presión, aceleración, tensión o fuerza, de tal manera que pueden transformar las lecturas en señales eléctricas. A su vez llegan a ser uno de los sensores más prácticos en el campo de la investigación, pues sus múltiples usos los convierten en dispositivos versátiles para cualquier tarea que lo requiera.

Componentes y circuitos eléctricos²⁵

Son un conjunto de elementos eléctricos acoplados entre sí, que admiten trasladar, concebir y utilizar la energía eléctrica con el fin de transformarla en otro tipo de energía, ya sea energía mecánica, lumínica o calorífica. Dentro de esos elementos existen cuatro componentes claves para su funcionamiento que son: 1. Generador. Segmento del circuito donde se origina la electricidad, logrando mantener una diferencia de tensión entre sus extremos. 2. Conductor. Medio o hilo por donde transitan los electrones impulsados por el generador. 3. Resistencias. Componentes del circuito que se oponen al paso de la corriente eléctrica. 4. Interruptor. Mecanismo que permite abrir o cerrar el paso de la corriente eléctrica.

²⁴ Universidad Nacional Experimental de Táchira. (2005). *Sensores*, Táchira, Venezuela, UNET. Recuperado de: <http://www.unet.edu.ve/~ielectro/sensores.pdf>

²⁵ - ²⁶ Edminister, J. (1995). *Circuitos eléctricos, teoría y problemas resultados*, Estados Unidos, Universidad de Akron.

²⁷ Reyes, C. (2006). *Microcontroladores, programación en Basic, segunda edición*, Quito, Ecuador. Rispergraf.

Amplificadores operacionales²⁶

Estos dispositivos conocidos mejor como op – amp, son amplificadores electrónicos de alta ganancia acoplados en corriente continua y cuyo diseño tiene dos entradas y una salida. Esto indica que su funcionamiento consiste en tres etapas las cuales son: 1. Amplificación diferencial: Suministra una baja amplificación del ruido y gran impedancia de entrada. 2. Amplificación de tensión: la cual proporciona ganancia de tensión. 3. Amplificación de salida: Generando la capacidad de suministrar la corriente necesaria, teniendo una baja impedancia de salida y comúnmente, protección frente a cortocircuitos. Su función en sí, es obtener señales de entrada que no poseen un rango adecuado de trabajo, para elevarlas a un nivel óptimo de funcionamiento, incrementando su ganancia a la salida del amplificador operacional con fines productivos para el análisis de cualquier señal.

Microcontroladores²⁷

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S. Son diseñados para disminuir el coste económico y el consumo de energía de un sistema en particular. A su vez son capaces de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria y sirven para elaborar numerosos trabajos profesionales en la rama de la electrónica, la programación y el audio.

Tipos de microcontroladores²⁸

La familia de estos circuitos integrados es extensa, por lo que su principal diferencia está en el número de bits de información y almacenamiento a los que trabaja cada uno de estos dispositivos y pueden variar de los 8 bits – 64 bits. Dependiendo de la rama en los que se vayan a utilizar, estos dispositivos son multipropósito y su implementación está ligada en proyectos ingenieriles como la electrónica, mecatrónica, audio, etc.

Arduino²⁹

Es un microcontrolador que consiste en una placa de circuito impreso, con puertos digitales y analógicos de entrada/salida, los cuales pueden conectarse a placas de expansión que amplían las características de funcionamiento. Además, posee un puerto de conexión USB para alimentar la placa con energía y establecer comunicación serial con el computador. Por otro lado, el software consiste en un entorno de desarrollo (IDE) basado en el entorno de processing y lenguaje de programación que permite interactuar con componentes electrónicos para el desarrollo de proyectos académicos y profesionales.

²⁸ Reyes, C. (2006). *Microcontroladores, programación en basic, segunda edición*, Quito, Ecuador. Rispergraf.

²⁹ Arduino. CC. Recuperado de: <https://www.arduino.cc/>

²⁹⁻³² Sainz, J. A (2000). *Introducción a los microprocesadores*, España, Universidad del país vasco.

Microprocesadores³⁰

Es el circuito integrado central más complejo de un sistema informático y su analogía de operación está ligado al “cerebro” de un computador. Es el encargado de ejecutar los programas desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de usuario. Por otra parte, solo ejecuta instrucciones programadas en lenguajes de bajo hasta alto nivel, realizando procesamiento de señales de distintos tipos.

Ordenador de placa reducida – Raspberry Pi³¹

Es un dispositivo que emula las funciones de un computador completo en un solo circuito de bajo tamaño y costo. El diseño se centra en un solo microprocesador con RAM integrada y diferentes tipos de Entradas/Salidas GPIO (General Purpose Input Output), teniendo funciones que abarcan el proceso de manipular audio, video e incluso conexiones de red y funciones inalámbricas, por lo que lo hace un sistema embebido que sirve como controlador e interfaz.

Sistema operativo – Raspbian/Wheezy³²

Es una distribución del sistema operativo GNU/Linux basado en Debian Wheezy (Debian 7.0) para la placa computadora (SBC) Raspberry PI, orientado a la enseñanza informática y a la programación, tiene la tarea de optimizar cálculos en coma flotante por hardware, lo que permite dar más rendimiento dependiendo del caso de uso. También, todo software de código abierto puede ser compilado en la propia Raspberry Pi, permitiendo al usuario la descarga de múltiples programas que pueden interactuar entre sí y crear un ambiente de control de diferentes flujos de señal análogo y digital.

DSP (Digital Signal Processing)³³

Es conocido por ser un sistema basado en un micro/procesador que sigue un orden de instrucciones preestablecidas, a su vez, un hardware y software optimizados para tareas que necesiten operaciones numéricas y calculas de alta velocidad, emulando inclusive procesos en tiempo real para aplicaciones en audio, video, imágenes, etc., es así, que su uso se convirtió en algo indispensable en el campo del audio y la producción audiovisual.

Procesamiento de señales de audio³⁴

Una vez una señal de entrada ha comenzado a interactuar tanto en un microprocesador o microcontrolador u otro elemento de este tipo, puede tener una manipulación interna en su naturaleza, al tener cambios intencionales en las señales de audio o sonido por medio de las acciones de un usuario, con efectos que modifiquen la señal en tiempo o dinámica. Por lo tanto, estas señales son de tipo eléctrico que son representadas en formatos análogos o digitales que son constituidas en dominios del tiempo para señales análogas o en muestras para señales digitales.

Conversor análogo/digital³⁵

Es un dispositivo electrónico capaz de convertir una señal analógica, ya sea de tensión o corriente, en una señal digital mediante un cuantificador, que codifica la señal en información de código binario por medio del muestreo al realizar el proceso de tomar muestras de la señal en intervalos periódicos.

Softwares de programación³⁶

Es un conjunto de herramientas que admiten el desarrollo de aplicaciones de software, este proceso va dirigido a la creación de algoritmos que cumplen con ciertas características y pasos para poder cumplir con ciertas tareas preestablecidas por el programador y que serán en su mayoría fáciles para los usuarios que utilizarán dichas plataformas en el uso de sus actividades ya sean como pasatiempos y de índole profesional al querer controlar, depurar o mantener sistemas de diferentes áreas. También, cada sistema de microcontrolador posee un lenguaje de programación específico con el que trabaja, por dicho motivo microcontroladores como Arduino, posee un software de programación similar al lenguaje de C++, este tiene un sinnúmero de aplicaciones con lo que se trabaja a nivel profesional en todo el mundo.

Python³⁷

Es un lenguaje de programación interpretado en una sintaxis que favorece un código legible o de fácil comprensión, orientado en la programación de objetos, programación imperativa y programación funcional. Posee una licencia de código abierto, denominado Python Software Foundation License, que es compatible con la licencia pública general de GNU/Linux.

³³⁻³⁵ Vignolo, J. (2008). *Introducción al procesamiento digital de señales*, Valparaíso, Chile, Litografía Garín.

³⁶ Riggs, J. R. (2007). *Doma de serpientes para niños, Aprendiendo a programar con Python*, California, Estados Unidos.

Compiladores de programación³⁸

Son aplicaciones que son capaces de traducir el código fuente a lenguaje de máquina, con la intención de que un equipo pueda entender y captar las instrucciones recibidas. Los compiladores componen objetivos que se combinan y se convierten en programas ejecutables para que su uso pueda ser manipulado por quien desee su contenido.

Depurados de programación³⁹

Este elemento fundamental en cualquier programa tiene la tarea de monitorear línea por línea la ejecución de un programa, esto es importante debido a que, al trabajar con diferentes microcontroladores o procesadores de audio, su lenguaje de programación no indica claramente posibles errores, ya sea de procesos algorítmicos o de forma que intervienen con la velocidad de programación.

Intérpretes de programación⁴⁰

Finalmente, y de vital importancia, este elemento permite ejecutar los programas en diferentes plataformas, radicando así, la expansión de su uso, por lo tanto, estos intérpretes ejecutan el código fuente y el código pre compilado a un lenguaje intermedio antes de la ejecución.

Sampler⁴¹

Es conocido como un instrumento musical electrónico equivalente en ciertos parámetros a un sintetizador de audio, pero su diferencia reside en utilizar grabaciones (o samples) en lugar de generar sonidos propios del instrumento, estas grabaciones son cargadas o grabadas por el sampler para luego ser reproducidas por el usuario mediante una superficie de control integrada al dispositivo. Por otra parte, estos samples utilizados son guardados mediante una memoria digital logrando así, un acceso rápido y sencillo.

Samples de audio⁴²

En ciertas características los samples de audio hacen referencia al acto de tomar una porción de un sonido grabado de cualquier tipo de fuente sonora, para luego reutilizarlo como una herramienta de apoyo sonoro u objeto narrativo, como efectos sonoros. Este tipo de captura logra emular de manera significativa diferentes efectos que una producción audiovisual necesita a la hora de trabajar en post – producción.

³⁷⁻⁴⁰ Riggs, J. R. (2007). *Doma de serpientes para niños, Aprendiendo a programar con Python*, California, Estados Unidos.

⁴¹ Senior, M. (2011). *Mixing secrets for the Small Studio*. Estados Unidos, Elsevier.

Formatos de samples de audio⁴³

Los formatos en los cuales se encuentran los samples hoy en día, varían entre archivos de: WAV, MP3, OGG, MIDI, AIFF, etc., por tal razón cada uno tiene sus características de desempeño y trabajo. No obstante, sus parámetros como: peso del archivo, calidad sonora, etc., logran determinar cuál es el mejor para cada caso a trabajar.

WAV⁴⁴

Es un formato de audio digital normalmente sin compresión de datos, desarrollado y creado por Microsoft y IBM. Se utiliza para almacenar sonidos en el PC, admite archivos mono y estéreo a diversas resoluciones y velocidad de muestreo, su extensión es .wav.

Librerías de audio⁴⁵

Las librerías de audio son una colección de sonidos en archivos independientes de toda clase, que han sido capturados en diferentes ambientes y para diferentes propósitos, los cuales son una herramienta fundamental para el desarrollo en post producción y diseño sonoro, estas librerías pueden tener tamaños de peso digital enormes y en ocasiones, no están organizadas, por lo que su uso tiende a retrasar el tiempo de trabajo. Por otra parte, cuentan con múltiples tipos de formatos para los archivos, duración y calidad de reproducción por lo que su uso respecta a proyectos que demanden velocidad de entrega de trabajos y poco presupuesto generalmente.

Estación de trabajo digital de Audio - Digital Audio Workstation (DAW)⁴⁶

Es un sistema diseñado para la grabación, edición y reproducción de archivos de audio digital. Un DAW permite editar y mezclar múltiples fuentes de audio simultáneamente en un espacio temporal y ver como se ubican temporalmente. Permite también sincronizar pistas de audio basadas en un tempo común. Técnicamente un DAW es más que solo el software mencionado, es también el hardware: la computadora que alberga el software y cualquier interfaz de audio. Las interfaces de audio gracias a sus conversores análogo-digital y digital-análogo permiten grabar y reproducir señales.

⁴²⁻⁴⁵ Senior, M. (2011). *Mixing secrets for the Small Studio*. Estados Unidos, Elsevier.

⁴⁶ Introduction to DAW's. earsketch.gatech.edu. Recuperado de: <http://earsketch.gatech.edu/learning/intro-to-daw/introduction-to-daws-digital-audio-workstations>

Capítulo 4

METODOLOGÍA

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de esta investigación y el desarrollo del proyecto corresponden a empírico – analítica debido a que reúne varias ramas de la Ingeniería de sonido, como lo son: la producción, programación y el diseño de sistemas de audio. Por lo que se busca congregar un flujo de pasos correspondientes al diseño, implementación, grabación de la librería sonidos, desarrollo de la plataforma, etc.

LINEAS DE INVESTIGACIÓN

- a. Línea de investigación de la Universidad: Producción y multimedia.
- b. Línea de investigación de la facultad: Audiovisuales y electrónica.
- c. Núcleo problema: Postproducción de audio.

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto se deben realizar las siguientes actividades:

- Establecer los equipos de trabajo y el lugar para capturar los pasos:

El lugar de grabación de los pasos, corresponderá a los estudios de la Universidad de San Buenaventura, debido a que estos contienen los Foley Pit necesarios para poder realizar este proceso, igualmente se deben contemplar los micrófonos adecuados para su captura.

- Realizar un estudio y caracterización de los pasos:

Consta de analizar las diferencias que resaltan los archivos de audio obtenidos, debido a sus variedades por el tipo de calzado, superficie, intención del paso (dinámica), etc., para determinar su sonoridad y poder evaluar cuales son los adecuados a trabajar en este proyecto.

- Contemplar por medio de producciones audiovisuales colombianas (películas), cuál ha sido su impacto en la industria cinematográfica en el país, para luego analizar las producciones más exitosas en las cuales se puede indagar las superficies en Foley más utilizadas:

Debido a la importancia de esta información, resulta fundamental analizar cuál es la tendencia de uso de superficie/s en Foley, por tal razón, realizar un censo de películas de toda índole que comprueben el uso de dichas superficies en post producciones para proyectos audiovisuales. Asimismo, analizar el comportamiento de la industria cinematográfica colombiana, para conocer su impacto en cifras reales a través de su desarrollo en el país.

- Evaluar el mejor tipo de sensor que pueda garantizar un rango adecuado de trabajo para la superficie a trabajar.

Ya que existen numerables tipos de sensores, fue vital analizar el mejor para realizar la tarea de este proyecto, a su vez muchos de los sensores no llegan a entregar valores estables, esto quiere decir, que sus variaciones podría darse en magnitudes no lineales, generando un mayor inconveniente a la hora de desarrollar un montaje eléctrico práctico y adecuado.

HIPÓTESIS

La plataforma de control (Foley Pit) es capaz de trabajar mediante sensores con su propia librería de efectos sonoros, para la aplicación en trabajos de post-producción logrando reproducir adecuadamente los sonidos de las superficies más utilizados en el diseño sonoro o Foley, de tal manera que sea un proceso de gran versatilidad y optimización de tiempo.

VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Foley (Banco de efectos).
- Captura de los estudios (condiciones acústicas).
- Software de programación
- Muestreo u obtención de datos
- Sensores

VARIABLES DEPENDIENTES

- Naturalismo o realismo de los efectos
- Intuitiva del usuario con la plataforma
- Respuesta al estímulo de los sensores.

Capítulo 5

MARCO DE INVESTIGACIÓN

Estudio del impacto en la industria cinematográfica en Colombia

En esta sección se inicia un análisis legal, económico e histórico de la industria cinematográfica colombiana por parte de los organismos de control de normas de ciencia y tecnología, a través de la ley general de cultura, por medio del fondo mixto de promoción cinematográfica PROIMAGENES COLOMBIA, siendo una corporación creada por el artículo 46 de la ley 397 de 1997 con el fin de apoyar y complementar el desarrollo de la industria cinematográfica en Colombia. Este análisis permite estudiar el impacto de este sector en la economía del país, el cual trasciende directamente en las actividades en las que puede desenvolverse el ingeniero de sonido para este campo profesional, igualmente permite analizar cuáles han sido las producciones audiovisuales más exitosas en la historia de Colombia, siendo cifras vitales que dan sustento al desarrollo de este proyecto.

Por tal motivo este fondo tiene una base de datos extensa, en la cual contiene tablas con las cifras reales en diferentes categorías que involucran todo el comportamiento de la industria cinematográfica de Colombia. Estas tablas varían desde: asistencia a cine en Colombia, índice de asistencia a cine en Colombia, taquilla en Colombia, estrenos de películas colombianas y asistencia a películas colombianas. Esta primera división en la base de datos tiene una antigüedad desde el año 1990 - 1996 hasta el año 2010 - 2011 para la mayoría de las categorías, a su vez esta base de datos contiene otro tipo de información extra, tales como: las cinco películas más taquilleras en Colombia, asistencia a cine en algunos países iberoamericanos, Estados Unidos y Canadá respecto a Colombia, estímulos económicos aprobados la FDC (Fondo para el desarrollo cinematográfico), asistencia a cine por ciudades en Colombia, etc., que por el momento no se tomarán en cuenta por su antigüedad, sin embargo dos de estas categorías resultaron abarcar la investigación necesaria para darle el peso necesario a este proyecto, las cuales fueron: las cinco películas más taquilleras colombianas y estrenos de películas en Colombia⁴⁷, no obstante esta información va desde el año 2007 hasta el año 2011 para los cinco películas más taquilleras colombianas y desde el año 1996 hasta el año 2011 para el total de estrenos de películas en Colombia, por lo que se desconocen las causas por las cuales esta organización no contiene datos de los años más recientes, indicando que esta investigación se hará respecto al contenido de esta información.

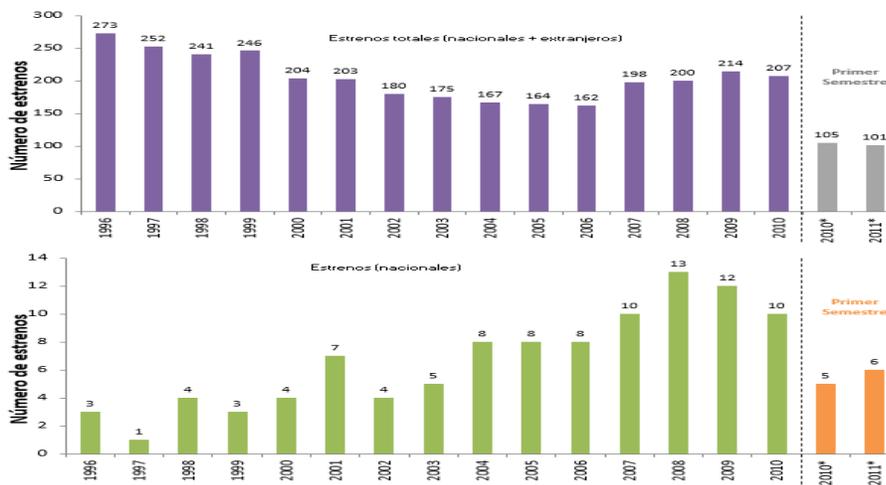
⁴⁷ Pro imágenes Colombia. (2007 – 2011). *Centro de documentación, cine en cifras 001 primer semestre 2011*. Pro Imágenes Colombia, recuperado de: <http://www.proimagenescolombia.com/secciones/centrodoc/centrodoc.php?nt=26>

Tabla 1. Las cinco películas más taquilleras colombianas⁴⁸.

Año	Ranking	Película	Posición en Ranking general	Espectadores	\$ Constantes (base junio 2011)
2007	1	Bluff	9	Total de estrenos 198	492.947
	2	Satanás	11		465.408
	3	Esto huele mal	12		423.363
	4	Las cartas del gordo	20		294.338
	5	Muertos de susto	28		196.196
2008	1	Paraíso travel	1	Total de estrenos 200	931.245
	2	Muertos de susto	13		471.444
	3	Perro come perro	23		295.681
	4	La milagrosa	32		181.000
	5	Los actores del conflicto	58		90.560
2009	1	El arriero	25	Total de estrenos 214	285.814
	2	La pasión de Gabriel	33		220.204
	3	Los viajes del viento	42		162.126
	4	Ni te cases ni te embarque	51		121.975
	5	Infraganti	55		132.777
2010	1	Infraganti	23	Total de estrenos 207	463.329
	2	Sin tetas no hay paraíso	33		328.817
	3	El paseo**	34		312.199
	4	Chance	70		117.393
	5	Del amor y otros demonios	72		76.665
Ene-Jun 2011	1	El paseo**	2	Total de estrenos 101	1.189.607
	2	Los colores de la montaña	11		378.177
	3	El jefe	13		318.441
	4	En coma	85		174.360
	5	Lecciones para un beso	86		95.544

Teniendo esta referencia en la tabla 1, puede observarse que los datos aluden al año 2007 y van hasta el primer semestre del año 2011, en la cual indica el top 5 de las películas colombianas más taquilleras en dichos años, asimismo contempla el ranking general del total de estrenos de películas en Colombia, que incluyen las suma entre las películas colombianas y extranjeras que se estrenaron año por año.

Tabla 2. Estrenos de películas en Colombia (nacionales y extranjeras)⁴⁹.



⁴⁸ Pro imágenes Colombia. (2007 – 2011). Centro de documentación, cine en cifras 001 primer semestre 2011. Pro Imágenes Colombia, recuperado de: <http://www.proimagenescolombia.com/secciones/centrodoc/centrodoc.php?nt=26>

⁴⁹ Pro imágenes Colombia. (2007 – 2011). Centro de documentación, cine en cifras 001 primer semestre 2011. Pro Imágenes Colombia, recuperado de: <http://www.proimagenescolombia.com/secciones/centrodoc/centrodoc.php?nt=26>

Esta información resulta esencial pues determina cuáles fueron las películas colombianas que recaudaron más dinero y espectadores, cifras cruciales que establecen claramente la tendencia de vista y preferencia de género cinematográfico en Colombia, al remitirse a la película #1 de cada año presentada en la tabla 2 con mayor número de espectadores y la tabla 3 con mayor dinero recaudado.

Tabla 3. Películas con mayor recaudación de dinero del año 2007 - 2011⁵⁰.

Año	PELICULA	POSICIÓN EN RANKING	ESPECTADORES	TAQUILLA	
				MILLONES COP	MILES USD
2007	BLUFF	9	432947	3809,04065	1833,19896
0	SATANAS	11	465408	3510,608107	1689,57061
0	ESTO HUELE MAL	12	423363	3238,888153	1558,55774
0	LAS CARTAS DEL GORDO	20	294338	2095,83814	1008,67611
0	MUERTOS DE SUSTO	28	196196	1502,81898	723,270355
2008	PARAISO TRAVEL	1	931245	7285,578347	3707,41403
0	MUERTOS DE SUSTO	13	471444	3520,060031	1791,25381
0	PERRO COME PERRO	23	295681	2328,623845	1184,96739
0	LA MILAGROSA	32	181000	1364,628951	634,419068
0	LOS ACTORES DEL CONFLICTO	58	90560	652,491477	332,033497
2009	EL ARRIERO	25	285814	2035,071841	943,21163
0	LA PASION DE GABRIEL	33	220204	1633,359562	757,026707
0	LOS VIAJES DEL VIENTO	42	162126	1153,356544	534,555726
0	NI TE CASES NI TE EMBARQUES	51	121975	934,674208	433,20121
0	INFRAGANTI	55	132777	867,715625	402,16738
2010	INFRAGANTI	23	463329	2969,42954	1511,02334
0	SIN TETAS NO HAY PARAISO	33	328817	2149,438786	1131,89079
0	EL PASEO	34	312199	2108,9035	1110,53516
0	CHANCE	70	117393	649,15155	341,839076
0	DEL AMOR Y OTROS DEMONIOS	72	76665	615,2042	323,962617
2011*	EL PASEO	2	1189607	7949,123668	4323,86137
0	LOS COLORES DE LA MONTAÑA	11	378177	2782,97125	1513,77465
0	EL JEFE	13	318441	2175,272566	1183,22188
0	EN COMA	85	174360	1209,61386	657,959652
0	LECCIONES PARA UN BESO	86	95544	615,627738	334,865717

Clasificación de géneros en películas colombianas

Una vez analizado los datos entregados por este estudio, la clasificación de géneros colombianos se hará en medida de la tabla 4, en el cual se realizará un promedio básico del género de las películas entre el top 5 de cada año presentado, con esta información se desea exteriorizar los géneros que aportaron mayor relevancia a la industria cinematográfica colombiana.

Tabla 4. Género cinematográfico de las 5 películas más taquilleras en Colombia del 2007 – 2011.

Año	Pelicula	Género	Año	Pelicula	Género
2007	Bluff	Ficción/Comedia	2008	Paraíso Travel	Ficción/Drama
	Satanás	Drama		Muertos de susto	Comedia
	Esto huele mal	Drama/Comedia		Perro come perro	Ficción/Suspense
	Las cartas del gordo	Comedia		La milagrosa	Ficción/Drama
	Muertos de susto	Comedia		Los actores del conflicto	Ficción/Drama
Género de mayor producción en películas			Género de mayor producción en películas		
Comedia			Ficción/Drama		
Año	Pelicula	Género	Año	Pelicula	Género
2009	El arriero	Ficción/Drama	2010	Infraganti	Ficción/Comedia
	La pasión de Gabriel	Ficción/Drama		Sin tetas no hay paraíso	Ficción/Drama
	Los viajes del viento	Ficción/Drama		El paseo	Ficción/Comedia
	Ni te cases ni te embarques	Ficción/Comedia		Chance	Ficción/Comedia
	Infraganti	Ficción/Comedia		Del amor y otros demonios	Ficción/Drama
Género de mayor producción en películas			Género de mayor producción en películas		
Ficción/Drama			Ficción/Comedia		
Año	Pelicula	Género	Año	Pelicula	Género
2011	El paseo	Ficción/Comedia	2011	El paseo	Ficción/Comedia
	Los colores de la montaña	Drama		Los colores de la montaña	Drama
	El jefe	Ficción		El jefe	Ficción
	En Coma	Ficción/Drama		En Coma	Ficción/Drama
	Lecciones para un beso	Ficción/Drama/Comedia		Lecciones para un beso	Ficción/Drama/Comedia
Género de mayor producción en películas			Género de mayor producción en películas		
Ficción			Ficción		

⁵⁰ Pro imágenes Colombia. (2007 – 2011). Centro de documentación, cine en cifras 001 primer semestre 2011. Pro Imágenes Colombia, recuperado de: <http://www.proimagenescolombia.com/secciones/centrodoc/centrodoc.php?nt=26>

Por lo tanto, en la tabla 4, es posible visualizar el género de mayor influencia respecto a las películas más exitosas de esos años, esto indicó que los géneros cinematográficos de gran impacto en el país fueron: comedia, ficción y drama. Con lo cual cabe resaltar que se tomará esta información para evaluar, por consiguiente, la película #1 de cada año al haber alcanzado el mayor público y recaudación, motivos suficientes por su alto impacto en la industria del cine colombiano, donde se analizarán además el uso y la importancia de los pasos en las producciones más exitosas durante este período de tiempo.

Análisis de curvas y estructura dramáticas

Al tener claro las películas a evaluar, es fundamental examinarlas en un plano más profundo, que trasciende del simple hecho de entender los diferentes elementos dentro de una producción audiovisual, ya sean personajes, escenas o puntos de clímax, estos componentes deben ser integrados como uno solo, al conocer la curva y estructura dramática⁵¹ que es propia de la creación y desarrollo de películas, estos conceptos brindan una información significativa al poder entregar datos que corroboran el trabajo de una producción de este estilo, integrando diferentes áreas como: sonido, escenografía, locación, etc., que facilitan entender claramente cómo el diseño sonoro jugará un papel importante para su creación, por tal motivo este punto contiene un alto nivel de jerarquía, al ofrecer los momentos de tiempo en los que los pasos tendrá su momento de relevancia y protagonismo en la producción audiovisual.

Por ende se realizará un esquema en el cual, se podrán representar los elementos propios de la estructura dramática en forma de curva (para cada filme los puntos y contenido estarán adjuntos en los anexos al final del documento), evaluando inicialmente dos fronteras o dos contrastes diferentes que estarán ligadas a las emociones principales de la película, estos parámetros son los conductores de la narrativa audiovisual a través del género en las que fueron desarrolladas, igualmente se enunciará una breve sinopsis de cada filme⁵². Asimismo, cabe realizar una breve reseña de los géneros cinematográficos⁵³ que fueron escogidos por los productores colombianos para las películas más taquilleras de la tabla 1, generando una mejor comprensión del ambiente y los efectos sonoros que fueron pensados para dichas producciones, igualmente analizar los pasos o “footsteps” que fueron creados en el diseño sonoro de los filmes, por lo tanto, se tiene:

⁵¹ Syd, F. (1996). *El manual del guionista: Ejercicios e instrucciones para escribir un buen guion paso a paso*, España, Plot ediciones.

⁵² Pro imágenes Colombia. (2007 – 2011). *Centro de documentación, cine en cifras 001 primer semestre 2011*. Pro Imágenes Colombia, recuperado de:
<http://www.proimagenescolombia.com/secciones/centrodoc/centrodoc.php?nt=26>

⁵³ Syd, F. (1996). *El manual del guionista: Ejercicios e instrucciones para escribir un buen guion paso a paso*, España, Plot ediciones.

Género cinematográfico - Comedia:

Conocido por el género que desea buscar alegría en el espectador, esto traduce risas o carcajadas que puede experimentar el público mientras la proyección del filme. Estas emociones llegan al espectador por medio de episodios de humor elemental, grotesco o absurdo, carente de matices o profundidad psicológica. Sin embargo, existen derivaciones de la comedia que tocan temas que generan controversia, conocidas como la comedia negra.

Género cinematográfico - Ficción:

Tanto en literatura como en cine e historietas, la ficción científica, ficción especulativa o ciencia ficción, proponen una versión fantasiosa de la realidad, relacionada con todas las probables o desorbitadas derivaciones de los adelantos científicos, tecnológicos, sociales o culturales, presentes o futuros y su impacto sobre la sociedad o los individuos, ambientadas en muchos casos, en tiempos venideros.

Género cinematográfico - Drama:

Este tipo de género aborda conflictos personales y sociales con un talante y una resolución realista dentro de una narrativa. Las historias presentan cuestiones decisivas en la vida, como el amor, los celos, el cariño, la paternidad o maternidad, el dolor, etc. En algunos casos si el paradigma presentado conteniendo cierto balance afectuoso, el drama se deriva hacia la comedia, por otra parte, si la narrativa contempla la impotencia del ser humano frente al conflicto, adquiere el tinte de la tragedia.

Habiendo contemplado los tres géneros más importantes de producción cinematográfica en Colombia durante los años 2007 al 2011, el paso siguiente será explicar cómo estas curvas inciden directamente en la ambientación general del filme y analizar los parámetros que intervienen para dar sentido a sus variaciones. Se tiene entonces los elementos clásicos de la estructura dramática, los cuales son: personajes, acciones, lugares y tiempos en diferentes jerarquías⁵⁴.

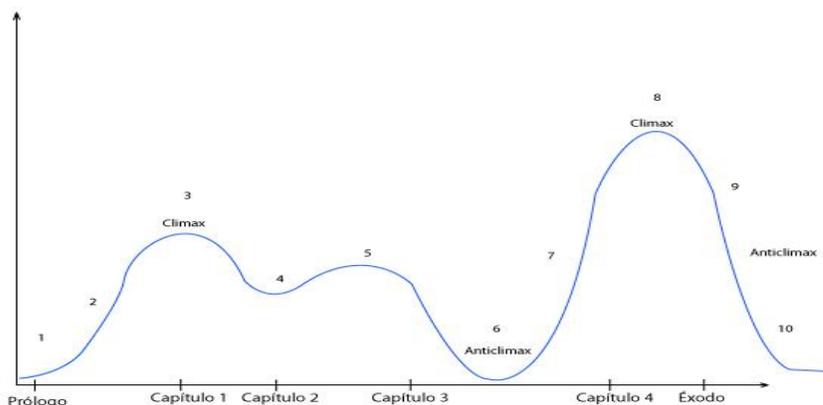
1. Personajes: son el elemento principal de la estructura dramática. Realizan las acciones, en uno o varios lugares y en un tiempo determinado. Poseen carácter y personalidad (elementos significativos para permiten crear una identidad sonora propia a cada personaje). Sin ellos no puede existir la estructura dramática en su totalidad, pues son los que conducen la historia.
2. Acciones: determinan el cambio y el movimiento dentro de la estructura dramática. Son llevadas a cabo por los personajes y están condicionadas por los lugares y el tiempo.

⁵⁴ Syd, F. (1996). *El manual del guionista: Ejercicios e instrucciones para escribir un buen guion paso a paso*, España, Plot ediciones.

3. Lugares: cumplen con la función de ubicar la historia en un contexto específico. Poseen un gran impacto en las acciones de los personajes, debido a que definen el tipo de acción que un personaje puede realizar en ellos.
4. Tiempo: es el elemento más abstracto de la estructura dramática. Afecta a personajes, acciones y lugares directamente. Por lo que existen tres clases de tiempo dentro de una historia.
 - Tiempo en el que transcurre la historia: es la época en que se ubica la historia. Afecta directamente a los lugares y a las acciones de los personajes. Ejemplo: edad media.
 - Tiempo total de la historia: es el tiempo que transcurre entre el principio y el fin de la historia. Puede ir de unos cuantos segundos a varios siglos. Ejemplo: dos años.
 - Tiempo real de la historia: es el tiempo que toma contar la historia completa. Ejemplo: dos horas.

Con estos elementos entendidos, se prosigue a realizar una curva y estructura dramática para cada película, evaluando los puntos de clímax dependiendo del protagonismo de los pasos en las producciones a estudiar. De igual modo se presenta una versión básica de una curva dramática para ser comprendida desde su modelo hasta su contenido, al tener como ejemplo una curva dramática de un libro. Sin embargo para una producción audiovisual o filme, los capítulos serían reemplazados por escenas, a la par de contener las dos fronteras de emociones y los demás elementos presentados previamente, no obstante la curva dramática guía su estructura a un entorno práctico de entender, por lo que sus altos o bajos están ligados a los puntos de clímax y tensión dependiendo del progreso de la narrativa (-5 a 5 y estableciendo un 0 como punto de equilibrio entre ambas fronteras de emociones), por tal motivo esos son los elementos que estarán dentro de la estructura dramática.

Figura 1. Curva de intensidad dramática básica y desarrollo de la acción⁵⁵.



⁵⁵ Curva de intensidad dramática y desarrollo de la acción, recuperado de: <https://edipo-rey-stadual.wikispaces.com/Curva+de+intensidad+dram%C3%A1tica>

Curva y estructura dramática – Película Comedia/Drama

Bluff

Sinopsis⁵⁶

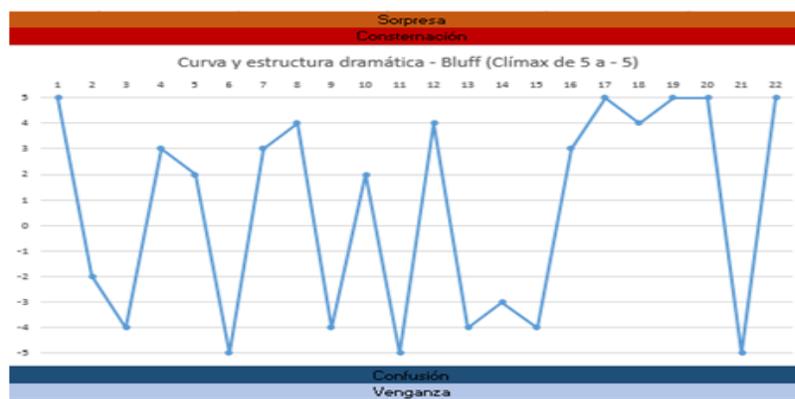
Película colombiana estrenada en 2007 escrita y dirigida por Felipe Martínez, la historia narra la vida de Nicolás, un fotógrafo exitoso que trabaja para una reconocida revista, el cual encuentra en su casa a su novia Margarita, a punto de serle infiel con su jefe, Pablo Mallarino. Por tales motivos Pablo despide a Nicolás, su novia lo abandona y su vida da un giro inesperado. Sin un peso en el bolsillo y emocionalmente quebrantado, jura vengarse y decide chantajear a su exjefe. Sin embargo, Nicolás se ve sorprendido cuando Pablo le ofrece una propuesta impensable.

Al conocer la sinopsis de la película se plantean entonces las dos fronteras de emociones que conducirán la narrativa de la historia, a su vez es posible plantear dos sub fronteras que también estarán involucradas como emociones secundarias de los personajes, ligadas a los pensamientos y plasmadas por medio de acciones distintas en los puntos clave donde el protagonismo de los pasos es evidente.

- Fronteras de emociones principales: Confusión – Consternación
- Fronteras de emociones secundarias: Venganza – Sorpresa

Curva y estructura dramática – Bluff

Figura 2. Curva y estructura dramática – Bluff (Ver Anexo A).



⁵⁶ Pro imágenes Colombia (2007). *Bluff*, recuperado de: http://www.proimagenescolombia.com/secciones/cine_colombiano/peliculas_colombianas/pelicula_plantilla.php?id_pelicula=1568

Infraganti

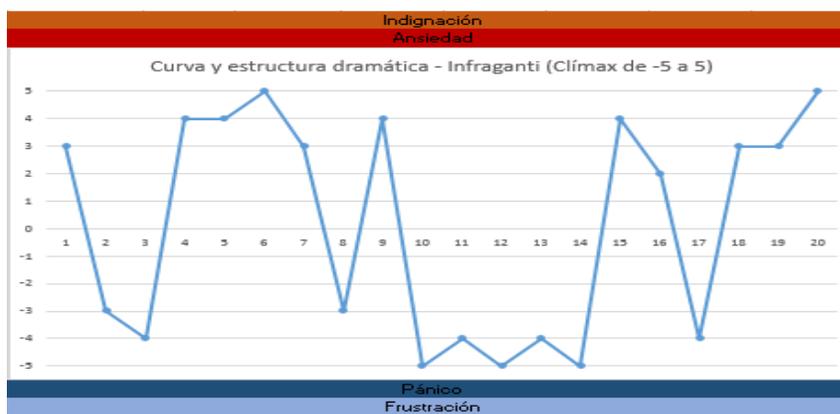
Sinopsis⁵⁷

Infraganti dirigida por el director Dago García en 2010, relata la historia de tres parejas de procedencias distintas que se ven destinadas a encontrarse en el mismo lugar: un motel. Lugar en el que nada saldría según lo planeado, cuando los seis personajes están inmersos en sus propios dilemas amorosos, se dan cuenta que hay un hombre armado en el motel; Ángel, que decide secuestrarlos y encerrarlos a todos en la misma habitación.

- Fronteras de emociones principales: Pánico – Ansiedad
- Fronteras de emociones secundarias: Frustración – Indignación

Curva y estructura dramática – Infraganti

Figura 3. Curva y estructura dramática – Infraganti (Ver Anexo A).



Curva y estructura dramática - Película – Ficción/Comedia

El paseo

Sinopsis⁵⁸

Es una película colombiana estrenada en el año 2010, dirigida por Harold Trompetero, narra la historia de Alex Peinado, un hombre que al haber trabajado durante 12 años continuos en el

⁵⁷ Pro imágenes Colombia (2010). *Infraganti*, recuperado de:
http://www.proimagenescolombia.com/secciones/cine_colombiano/peliculas_colombianas/pelicula_plantilla.php?id_pelicula=1993

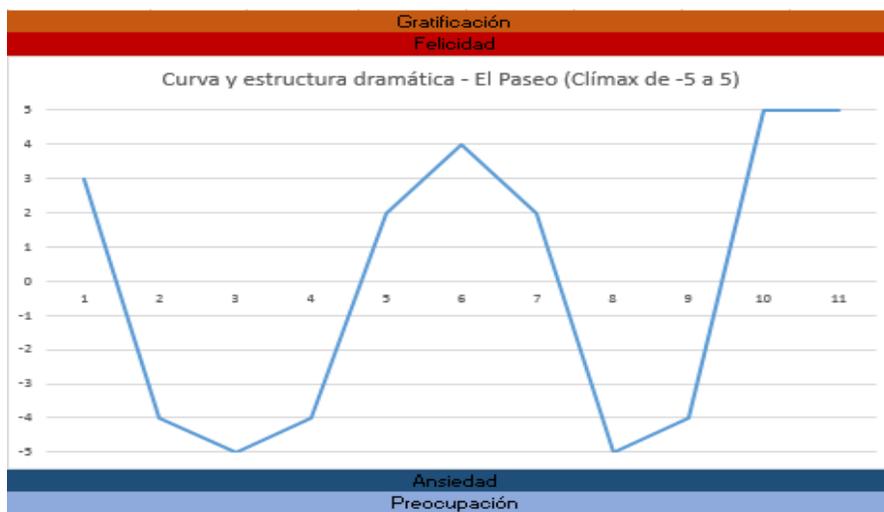
⁵⁸ Pro imágenes Colombia (2010). *El paseo*, recuperado de:
http://www.proimagenescolombia.com/secciones/cine_colombiano/peliculas_colombianas/pelicula_plantilla.php?id_pelicula=1996

mismo lugar, decide pasar unas vacaciones inolvidables junto a su familia. Es así que emprende un viaje en carro rumbo a Cartagena en el que pasan diferentes adversidades, sin embargo, el viaje no es su única motivación, debido a que Alex oculta un plan que le exige llegar a su destino puntualmente.

- Fronteras de emociones principales: Ansiedad – Felicidad
- Fronteras de emociones secundarias: Preocupación – Gratificación

Curva y estructura dramática – El paseo

Figura 4. Curva y estructura dramática – El Paseo (Ver Anexo A).



Curva y estructura dramática - Película – Drama

Paraíso Travel

Sinopsis⁵⁹

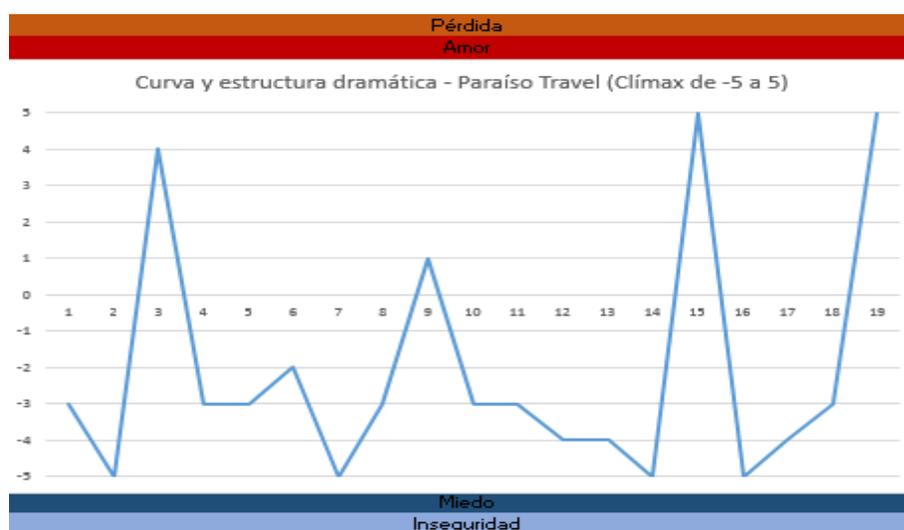
Basada en el libro de Jorge Franco Ramos y dirigida por Simón Brand en 2008, tiene como argumento, la historia de Reina, una seductora joven de Medellín que busca desesperadamente viajar a los Estados Unidos para allí lograr el sueño estadounidense. Su novio Marlon, un joven de familia estable, quien se encuentra locamente enamorado de ella, se ve envuelto en sus maquinaciones, lo que los lleva a emprender un peligroso e ilegal viaje desde Medellín hasta la ciudad de Nueva York. Por lo tanto, las fronteras son:

⁵⁹ Pro imágenes Colombia (2008). *Paraíso Travel*, recuperado de: http://www.proimagenescolombia.com/secciones/cine_colombiano/peliculas_colombianas/pelicula_plantilla.php?id_pelicula=1598

- Fronteras de emociones principales: Miedo – Amor
- Fronteras de emociones secundarias: Inseguridad – Pérdida

Curva y estructura dramática – Paraíso Travel

Figura 5. Curva y estructura dramática – Paraíso Travel (Ver Anexo A).



El Arriero

Sinopsis⁶⁰

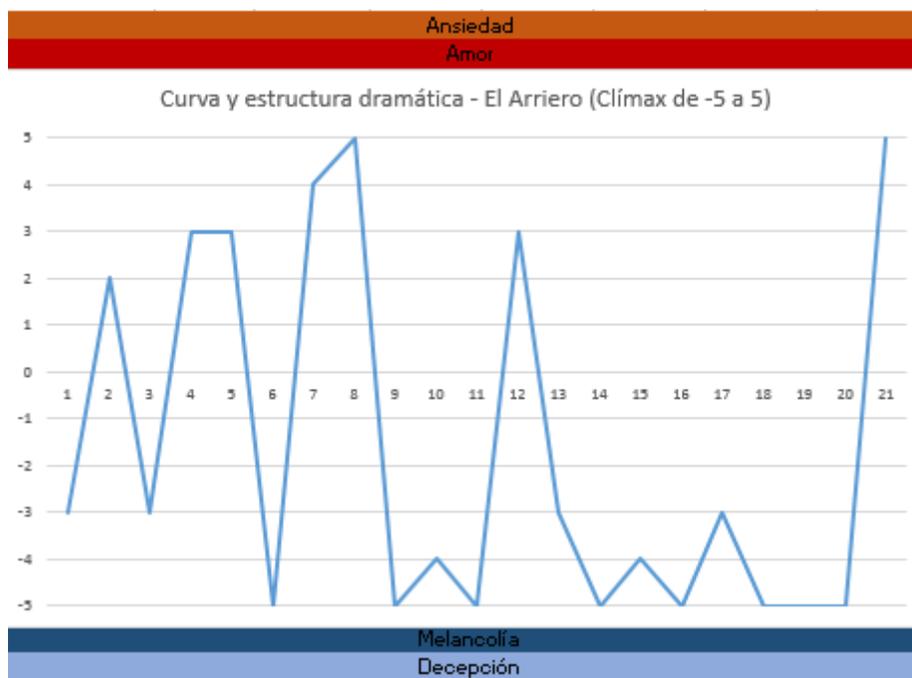
Largometraje escrito y dirigido por Guillermo Calle en 2009, cuenta la historia de Ancízar López, un colombiano que como muchos emigró a España en busca de un mejor futuro, al pasar de la pobreza a la abundancia, gracias a su pericia por arriar mulas hacia Europa. La historia rodea a Ancízar y su gran deseo por estar con Virginia, su amor de toda la vida, a quien desea llevársela a España a pesar de los problemas en los que se ve involucrado.

- Fronteras de emociones principales: Amor – Melancolía
- Fronteras de emociones secundarias: Ansiedad – Decepción

⁶⁰ Pro imágenes Colombia (2008). *El Arriero*, recuperado de: http://www.proimagenescolombia.com/secciones/cine_colombiano/peliculas_colombianas/pelicula_plantilla.php?id_pelicula=1811

Curva y estructura dramática – El Arriero

Figura 6. Curva y estructura dramática – El Arriero (Ver Anexo A).



Al terminar este proceso se puede concluir, que los pasos en las producciones audiovisuales colombianas, tienen un alto grado de jerarquía sonora, que brinda un gran nivel de protagonismo en cada suceso dentro de un proceso narrativo, por lo que cabe señalar que estos efectos sonoros son fundamentales para cualquier proyecto de este estilo. Por consiguiente, se realizará un estudio más profundo de su importancia en el medio audiovisual.

Capítulo 6

DESARROLLO INGENIERIL

Censo y uso de “footsteps” en producciones audiovisuales

Al haber determinado el grado de importancia de los efectos sonoros de pasos, es importante mencionar los momentos adecuados en los que estos efectos deben utilizarse correctamente, por lo general se tiende a pensar que los pasos deben estar en cada escena en la cual un personaje se esté moviendo o realizando una acción que involucre sus pies, sin embargo, al examinar apropiadamente este proceso, depende directamente de la línea dramática de cada escena.

Con lo anterior se debe tener en cuenta el propósito que tendrían estos “footsteps” al momento de ser realizados, por lo que el artista Foley debe analizar detalladamente cuáles son los pasos que deben estar presentes y con qué claridad, al considerar qué otros elementos sonoros están en la escena, como: diálogos, ambientes, música, efectos sonoros extra, etc. brindándole información de gran importancia al involucrar los pasos en dicho momento de la narración.

Por otra parte, no solo se trata de analizar el momento preciso para cada paso, sino además crear personalidad sonora para cada personaje en su forma de caminar, esto remarca un proceso de diseño sonoro único que determina si este tipo de efecto, debe ser propio de un personaje masculino o femenino, si es joven o viejo, si camina rápido o lento, si sus pasos son pesados, ligeros o suaves, si está ansioso o feliz, son elementos lógicos que se deben tomar en cuenta antes de entrar en un Foley Stage⁶¹.

Estudio de las superficies clásicas y tipos de calzado para Foley

Existen otros elementos que definen la manera en que se percibe auditivamente un paso, por lo que entran a interactuar el tipo de calzado y la superficie necesaria para la creación de un efecto de paso. Por ende, se debe examinar cuál es el par de zapatos indicado para cada tarea, pues comúnmente en las proyecciones audiovisuales, no siempre se ve el tipo de calzado que está utilizando el personaje, sin embargo, se da una idea apropiada de la superficie en la cual está caminando, con estos parámetros se puede tener clara la selección de zapatos para la producción audiovisual, ofreciendo una mejor decisión sonora para cada personaje en cada escena⁶². A su vez se debe tener en cuenta, que las superficies cambian totalmente el sonido de cada tipo de

⁶¹ Theme, V. (2009), *The Foley Grail, The art of performing sound for film, games, and animation*, Estados Unidos, Focal Press.

⁶² Theme, V. (2009), *The Foley Grail, The art of performing sound for film, games, and animation*, Estados Unidos, Focal Press.

zapato, por lo que escoger los elementos necesarios debe hacerse de manera objetiva, como se manifestó previamente.

Por lo tanto, el tipo de calzado utilizado para este proyecto se basó en el estudio de las curvas y estructuras dramáticas de cada película (Anexo A) en las cuales se encuentra para cada punto importante de clímax, el tipo de calzado que estaba utilizando el personaje, ya sea por su visualización o por el lugar en el que estaba interactuando, teniendo como resultado los siguientes tipos de calzado: zapato formal, botas, tenis y tacones.

Figura 7. Tipo de calzado determinado para el proyecto. Botas, tacones, tenis y zapato formal⁶³.



Una vez definido los tipos de calzado, se inicia la etapa de estudio de las superficies más utilizadas en Foley, al ser contenidas en los Foley Pit o cajones especiales que almacenan el material de cada superficie clásica en producciones audiovisuales, siendo entonces: **concreto, madera, gravilla, hojas secas y baldosa**⁶⁴. Por lo tanto, un Foley Stage estándar debe contener al menos estas cinco diferentes superficies para realizar un proceso de grabación de pasos o ‘footsteps’ adecuado.

Al finalizar este proceso ya se tienen en cuenta todos los elementos necesarios para la creación de la librería de audio con las pistas de audio de la colección de tipos de calzado determinados y las superficies clásicas establecidas, que serán necesarios para almacenar un banco de sonidos completo y útil.

Creación de la librería de audio

El propósito de la librería es contener los archivos de audio de los pasos de cada tipo de calzado establecido en cada superficie concretada, con un tiempo de reproducción y nivel sonoro adecuado, a su vez aislado de elementos sonoros indeseables (ruido o frecuencias innecesarias) y con un alto nivel de claridad sonora. No obstante, la librería no llegaría a contener aspectos

⁶³ Tipos de zapatos. recuperado de: <http://www.tiposde.org/general/624-tipos-de-zapatos/>

⁶⁴ Viers, R. (2008), *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

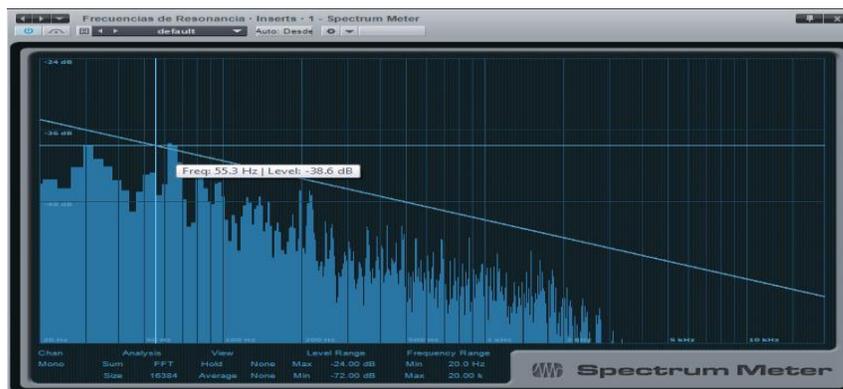
artísticos y subjetivos en los archivos de audio al momento de su captura, esto quiere decir que solo se grabarían los pasos, independientemente de analizar parámetros como: peso, contextura corporal, expresividad y contraste emocional para el diseño de un paso en especial, etc. Indicando una limitación en el proyecto, pues al considerar todos estos elementos, la cantidad de archivos de audio grabados por cada superficie y calzado serían demasiado extensa para su almacenamiento y versatilidad, por tal motivo la librería contendrá un número de pasos estándar que brindarán al usuario soluciones óptimas en circunstancias en las que la falta de recursos, admiten el uso de este banco de sonidos.

Instalación del Foley Stage

Eventualmente se instaló un 'Foley Stage' estándar en el estudio 5.1 de la Universidad de San Buenaventura, el cual ya contenía las cinco superficies clásicas para la grabación de Foley, lo cual facilitó bastante la labor de grabación de los pasos. Sin embargo, para dos clases de superficies; madera y concreto, se tenía una lámina de cada material fuera de un Foley Pit adecuado, esto revelaba una condición de trabajo de mayor cuidado en la grabación. De la misma manera se analizaron las condiciones de los otros Foley Pit, en cuanto a los de baldosa, gravilla y hojas secas, su estructura era la indicada, su estabilidad era la apropiada y su contextura era rígida, permitiendo la movilidad de cualquier tipo de usuario que interactuara con estas superficies, no obstante cabe mencionar que al tener la cualidad de cajón vacío poseían ciertos sonidos propios de la caja, debidos a su resonancia que afectaban la grabación, a pesar de ello, el problema pudo ser solucionado por medio de un filtro apropiado para cada Foley Pit, de ser necesario al analizar los archivos de audio terminados.

Por ende, se realizó el respectivo estudio de estas frecuencias de resonancia problema, al utilizar un analizador de espectro en un paso cualquiera para los cajones vacíos mencionados previamente, donde se pudo localizar aquellas frecuencias con mayor amplitud cercanos a los 55.3 Hz, asimismo las otras frecuencias problema oscilaban entre los 30 Hz hasta máximo los 250 Hz con menor amplitud respecto al pico más alto, por lo que este inconveniente sería solucionado al utilizar un filtro pasa alto desde los 250 Hz para eliminar este rango de frecuencias.

Figura 8. Frecuencias de resonancia dominantes en los cajones vacíos.



A su vez fue importante conocer el tipo de micrófono y la distancia que este debía manejar para su correspondiente captura, esto recalcó el uso de un micrófono en especial, el cual es famoso por su desempeño de grabación para Foley, siendo el Shotgun una de las mejores opciones para la captura de esta clase de efectos sonoros⁶⁵.

Figura 9. Las cinco superficies clásicas para la grabación de Foley.



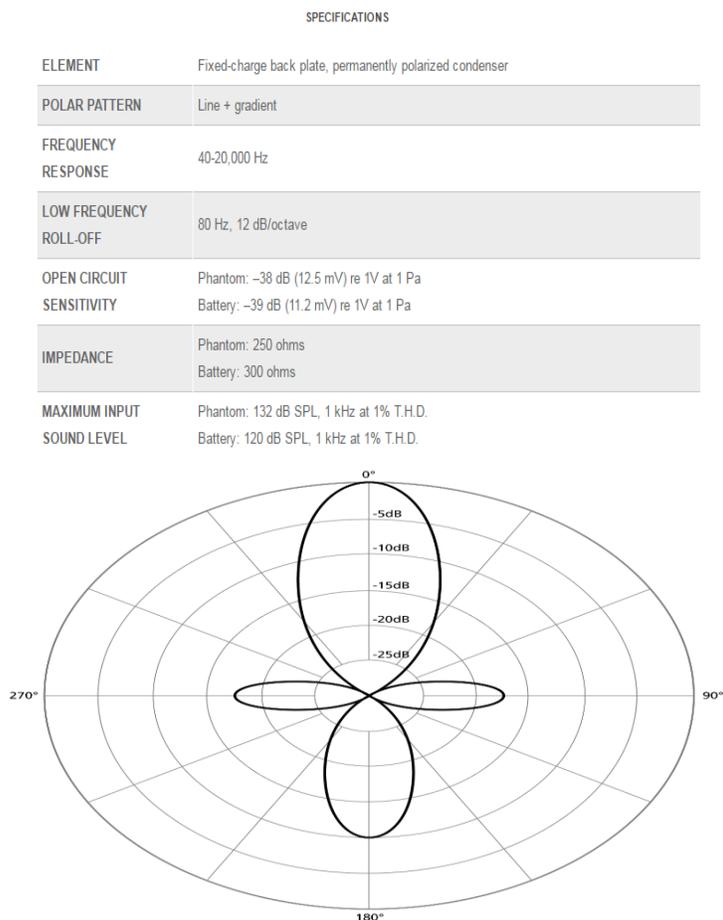
En la Figura 9 se pueden apreciar de arriba abajo las siguientes superficies: Madera, Concreto, Hojas/Tierra, Baldosa y Gravilla.

⁶⁵ Viers, R. (2008), *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

Equipos de grabación para Foley – Posicionamiento del micrófono

El micrófono Shotgun tiene el siguiente posicionamiento: 10 – 15 cm dependiendo de la altura respecto a cada superficie y 10 cm de distancia en relación con los pies, permitiendo un alto nivel de movimiento sin llegar a golpear el micrófono. Igualmente se dispuso de estas medidas por la alta directividad y sensibilidad del micrófono, lo cual lo aísla de posibles reflexiones sonoras propias del lugar de grabación u otros elementos que pudieran impedir la calidad de la captura, como ruidos de ropa. A su vez garantizaba una respuesta en el eje suave y limpia, entregando una captura lateral suprimida, con mínimos efectos de filtrado en peine las cuales son características propias del Shotgun, por otra parte, este micrófono es extremadamente liviano, lo que permitió su fácil manipulación al momento de posicionarlo para la grabación de pasos en los diferentes Foley Pit del estudio 5.1.

Figura 10. Especificaciones técnicas y patrón directivo del micrófono Shotgun⁶⁶.



⁶⁶ Audio Technica AT80035, *especificaciones técnicas – Shotgun*, recuperado de: http://www.audio-technica.com/cms/wired_mics/0576da91f00c03db/index.html

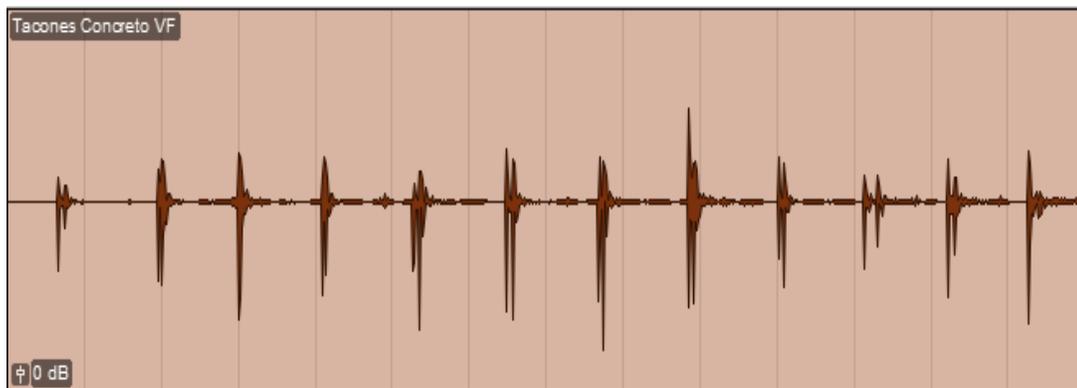
Figura 11. Distancia del micrófono respecto a las superficies.



Dinámica de captura – Grabación “Footsteps”

Finalizando el proceso de posicionamiento se estableció un intervalo de tiempo de 1 segundo entre cada paso a realizar, obteniendo como resultado un máximo de 20 pasos por cada superficie y tipo de calzado, este número fue escogido para darle equilibrio y dinámica a cada pie (10 pasos pie izquierdo y 10 pasos pie derecho) con la intención de manejar una caminata natural al momento de la grabación. Con esto explicado, el espacio en tiempo proponía una visualización independiente de cada paso, presentando la claridad de cada forma de onda y el comportamiento general de la grabación. Por otra parte, se determinó ejecutar los pasos divididos entre talón y punta para poder conocer el sonido propio de cada uno de estas divisiones, con la intención de manipular su reproducción en tiempo, acercando o alejando los clips de audio, para otorgarle mayor dinámica en tiempo, uno respecto al otro, gracias a la edición de audio correspondiente.

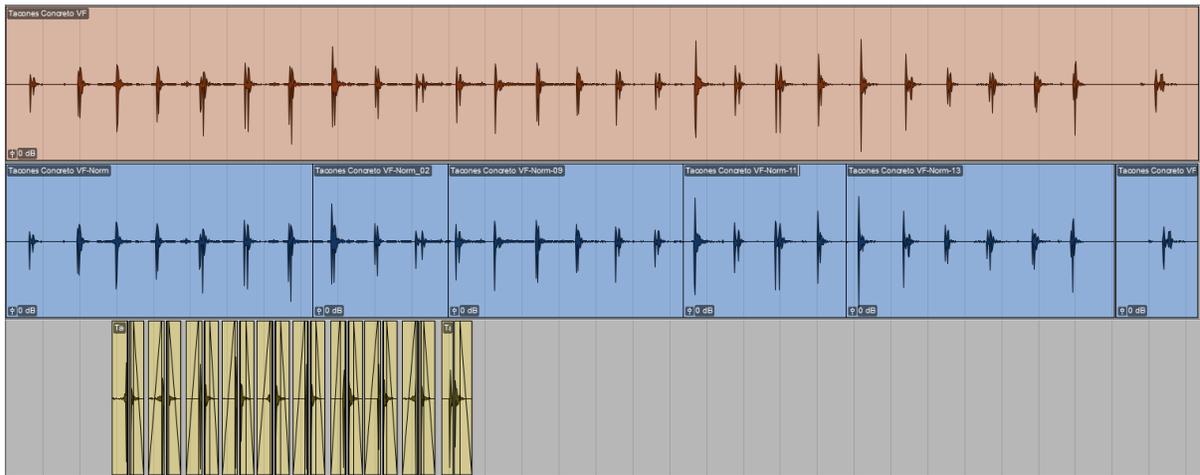
Figura 12. Dinámica de captura para los pasos grabados (Ej. Tacones en concreto).



Análisis de los archivos de audio obtenidos

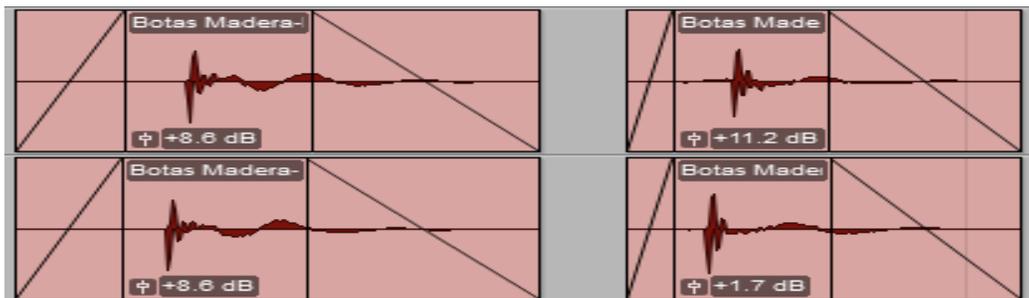
Una vez obtenidos los 20 pasos, el proceso de selección y división consistió en tener 3 canales diferentes en Pro Tools, el primero sería para la visualización de los pasos adquiridos, el segundo sería para la clasificación de los mejores pasos entre los 20 capturados y el tercero sería para su correspondiente edición y separación en las secciones de talón y punta de cada zapato y superficie.

Figura 13. Canales en Pro Tools de los archivos de audio obtenidos (Ej. Tacones en concreto).



Por ende, lo primero fue realizar una escucha objetiva de los pasos capturados, permitiendo conocer cuáles fueron los mejores de los 20 seleccionados para ser reducidos a 10, que lograban mantener un equilibrio constante en su sonoridad y nivel. Posteriormente estos 10 pasos clasificados tuvieron su correspondiente edición, donde se aplicaron procesos, tales como: fade in/out para suavizar su inicio y final de reproducción y que no contuviera aperturas con ataques y caídas demasiado fuertes, por otra parte, se manejó la misma duración de tiempo entre cada clip, brindando mayor naturalidad entre cada efecto de paso clasificado.

Figura 14. División de clips de audio / Izquierda. Talón - Derecha. Punta / Fade in/out y tiempo de clips (Ej. Botas en madera).



De la misma manera se aplicaron filtros pasa bajo, pues la condiciones para las superficies del concreto y la madera no fueron las indicadas, esto demostró que, al no tener una separación conveniente respecto al suelo, ciertas vibraciones en frecuencias bajas se lograron filtrar dentro de la grabación, Por consiguiente, para su oportuna edición se ejecutó la opción de Pro Tools conocida como “Audio Suite” en la cual se ofrece la posibilidad de crear un clip de audio a partir de una selección previa y aplicar los cambios correspondientes a diferentes procesos de tiempo, dinámica, etc., igualmente este proceso fue necesario al inicio de la edición, debido a que para la clasificación posterior de los pasos y la división de las secciones del pie, el clip de audio estaría limpio de elementos sonoros innecesarios.

En consecuencia, se utilizó el ecualizador “EQ3 1-Band” al activar la opción de HP – Filter para eliminar este rango de frecuencias bajas, alojadas aproximadamente en 280 Hz, igualmente una caída de 12 dB/oct que actuó con mayor precisión, pues a diferencia de una de 6 dB/oct el ataque del paso y la vibración integrada lograron superar este rango al ser percibidas en una escucha objetiva, de este modo al activar un filtro de 24 dB/oct tenía el efecto contrario, este proceso alcanzaba a cortar frecuencias importantes que involucraban la naturaleza del paso, impidiendo que el audio grabado fuera percibido convenientemente, luego estos elementos fueron limitados para que no se viera alterada la calidad del audio capturado.

Figura 15. Proceso de Audio Suite en Pro Tools para limpiar clips de frecuencias bajas.

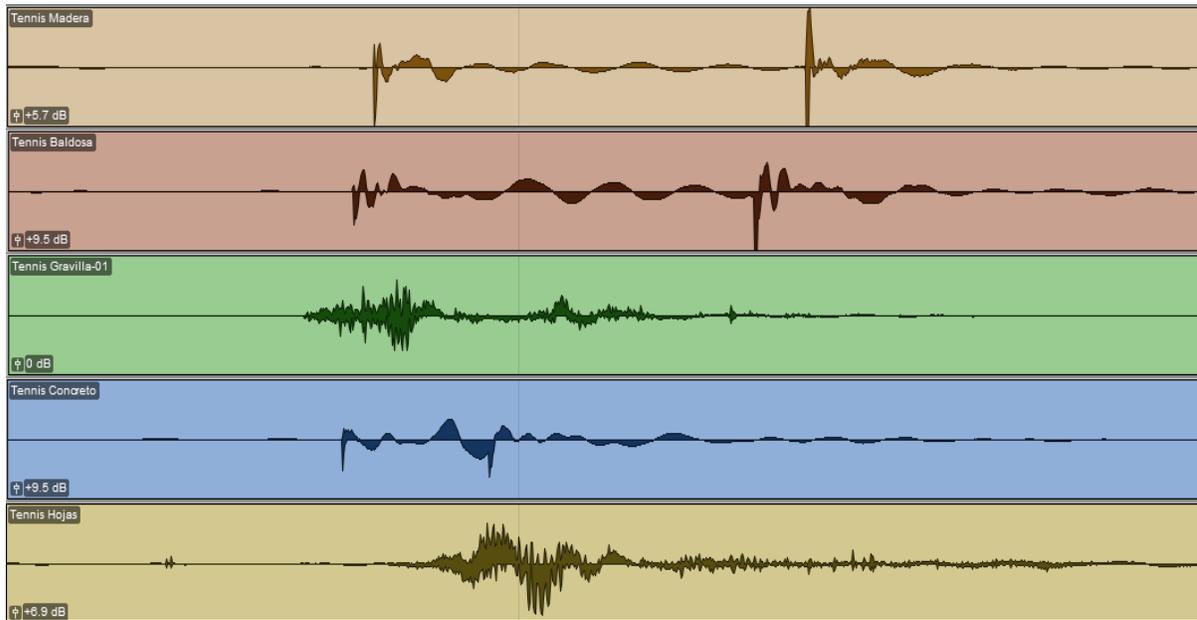


Una vez teniendo esta clasificación lista se prosigue a realizar un análisis de mayor profundidad de los pasos capturados que variaban entre su forma de onda y dominio de frecuencia, para cada tipo de calzado y superficie.

Forma de onda de los archivos de audio obtenidos

Eventualmente, el análisis de las formas de onda de todos los pasos capturados arrojó diferentes datos y evidencias significativas de las cualidades sonoras percibidas al momento de escuchar esta clase de efectos, siendo claramente notables al cambiar de superficie y tipo de calzado, por ende se realizó un registro de imágenes que fueron agregadas en el Anexo B debido a la cantidad de datos obtenidos, no obstante se tomó un tipo de paso en todas las superficies y un paso por cada tipo de calzado y superficie para ser analizado con mayor detalle.

Figura 16. Formas de onda / Tipo de calzado: tenis en madera, baldosa, gravilla, concreto y hojas.



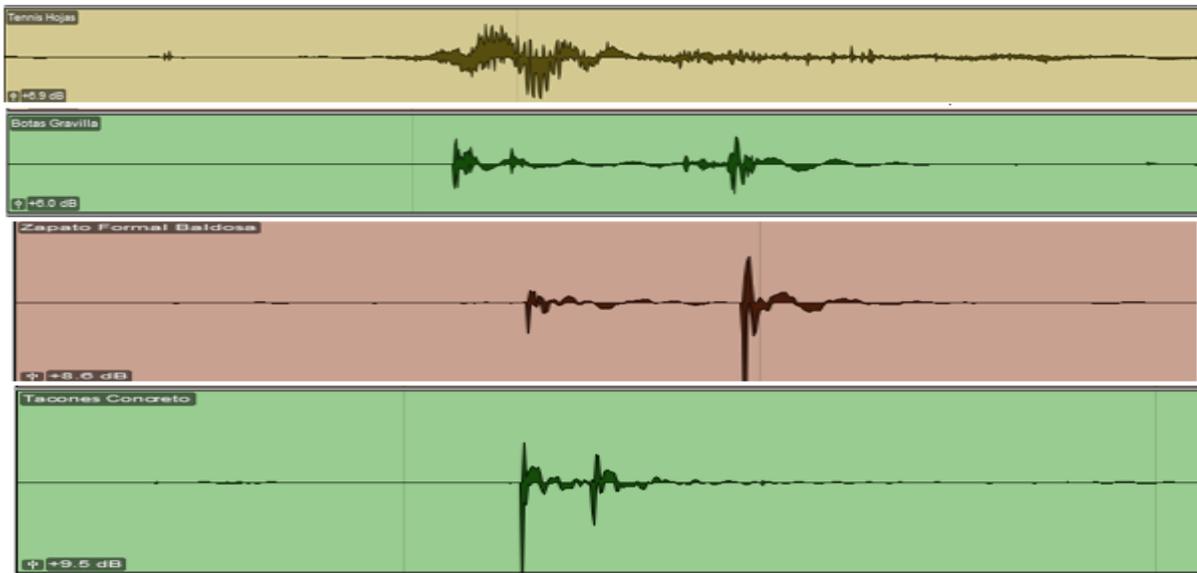
Como se puede observar en la Figura 16, el tipo de calzado escogido fue los tenis, donde su forma de onda en cada superficie tuvo cambios significativos en ciertas características, sin embargo, también tiene la particularidad de poseer patrones repetitivos en algunas superficies. Estas características inician en la variación de la amplitud registrada y la prolongación en el tiempo, que serán analizadas a continuación.

Amplitud registrada y prolongación en el tiempo

Debido a la división y la dinámica de captura de los pasos, fue posible determinar cuál sección entre el talón y la punta tuvo mayor contenido energético al momento de ser capturado por el micrófono, esto estableció que el talón, en las superficies de madera y baldosa, poseía menor nivel de intensidad sonora respecto a la punta, sin embargo su forma de onda es bastante similar, lo que llevaría a pensar que para efectos de paso de tenis donde el momento lo requiera (escena en una proyección audiovisual) podría llegarse a utilizar el mismo tipo de calzado en distintas

superficies, por tal motivo es importante recordar la función del Foley, en el cual no siempre se utilizará el mismo objeto visual para darle su particularidad sonora al momento de ser visto en pantalla, no obstante es importante mencionar que la forma de onda es solo una visualización en amplitud y no en identidad sonora, igualmente estas características consiguieron repetirse en todos los tipos de calzado para la madera y la baldosa (Anexo B). Por otra parte la gravilla y las hojas logran tener cierta semejanza, lo que denota su variación, es el tiempo entre el talón y la punta, este cambio puede adquirirse debido al número de elementos con los que cuentan esta clase de superficies, en el caso de la gravilla, diferentes tamaños de piedras logran frenar el paso hasta cierto punto, sellando su tipo de forma de onda característica, igualmente en el caso de las hojas, se tenían otros materiales dentro del Foley Pit, tales como: hojas, césped, ramas, etc., que si no lograban detener el paso por unos cuantos milisegundos, permitían que fuera más rápido y la división entre el talón y la punta no fuera tan notable como en la gravilla. Por último, el concreto es la superficie de mayor diferencia en su forma de onda respecto a las otras, para este caso su amplitud es mucho menor y la duración en tiempo del talón respecto a la punta es mínimo, por lo que la punta es la división que brinda la característica sonora de esta clase de superficies.

Figura 17. Formas de onda / Ej.: todos los tipos de calzado seleccionados en baldosa, gravilla, concreto y hojas.



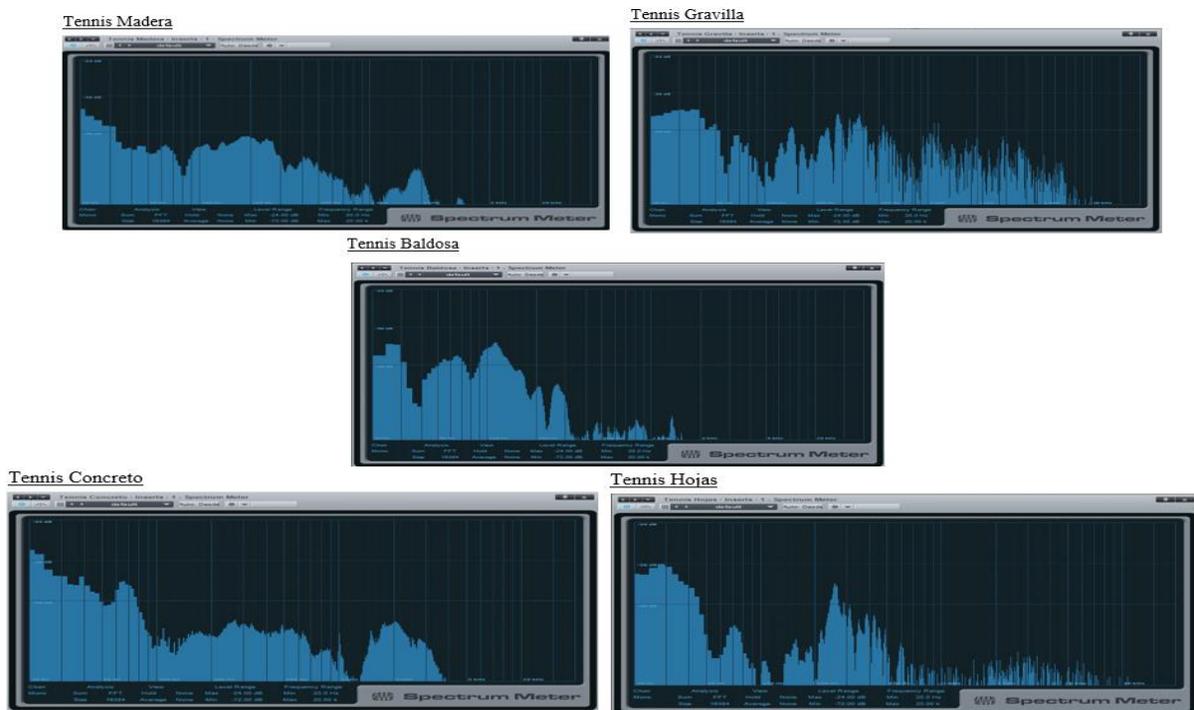
Para continuar entonces se tienen los tipos de calzado en diferentes superficies escogidas aleatoriamente, debido a la cantidad de imágenes obtenidas (Anexo B) y la gran cobertura de análisis que tendría que realizarse, sin embargo, el punto de este apartado es demostrar por medio de algunos ejemplos, que las formas de onda capturadas se ven altamente influenciadas por el tipo de calzado y la superficie trabajada para un tipo de efecto de paso en específico.

Inicialmente al visualizar la Figura 17, se manifiesta la particularidad en la división del talón y la punta para las superficies de contextura plana (madera y concreto), asimismo logró mantenerse estable para una de las superficies de material fraccionado (gravilla), por otra parte los niveles de amplitud se vieron alterados al cambiar de superficie y tipo de calzado, en el caso de las botas, se manejó aproximadamente el mismo nivel entre talón y punta, muy diferente para el caso de la baldosa y el zapato formal, en el que el talón no contenía mayor amplitud respecto a la punta, por otra parte los tacones lograron marcar la diferencia al tener el talón con mayor cantidad de energía, esto podría deberse a que el área de cobertura del tacón es la que recibe todo el impacto del paso en un punto reducido y consigue alcanzar un nivel mayor respecto a otra clase de calzado y superficie.

Dominio de frecuencia de los archivos de audio obtenidos

De igual manera que en el análisis de las formas de onda, se tomará como ejemplo un tipo de paso en todas las superficies y un paso por cada tipo de calzado y superficie para ser analizado con mayor precisión en el dominio de frecuencia, sin embargo, todas las imágenes adquiridas en el dominio de frecuencia se encuentran en el Anexo B para ser visualizadas en su totalidad.

Figura 18. Dominio de frecuencia / Tipo de calzado: tenis en madera, baldosa, gravilla, concreto y hojas.



Observando la Figura 18, se utilizó un Plug – in digital conocido como Spectrum Meter del software Studio One Artist que da la capacidad de visualizar el dominio en frecuencia desde los 20 Hz hasta los 10 KHz, igualmente brinda una visualización de nivel en dB FS desde los -48dB hasta los -24 dB, siendo una herramienta bastante útil para el análisis de este apartado.

Por lo tanto, cabe mencionar nuevamente la división de talón y punta que se tuvo en la captura de los pasos, esto es importante recordarlo debido a que las imágenes del dominio de frecuencia respecto a los tenis (tomados como ejemplo), demuestran claramente cómo el talón aporta un alto contenido de frecuencias bajas, reflejando el área diseñada para el talón en este tipo de calzado, donde el grosor logra ser mucho mayor respecto a la punta, cabe indicar que esta tendencia se ve repetida en las botas y en los zapatos formales generalmente, luego la punta se ve dominada por frecuencias medias y altas. Una vez determinado que el talón para todas las superficies tiene un comportamiento similar en dominio de frecuencias bajas, es importante resaltar que el nivel en dB FS cambia significativamente, esto puede deberse a la fuerza con la que se impactó la superficie, por lo que no tiene mayor relevancia dentro del análisis. En conclusión, se puede notar que un simple paso puede contener un rango en frecuencia bastante amplio, por lo que el Spectrum Meter logró ser un elemento fundamental en el estudio del dominio en frecuencia.

Figura 19. Dominio de frecuencia / Todos los tipos de calzado: hojas, concreto y madera.

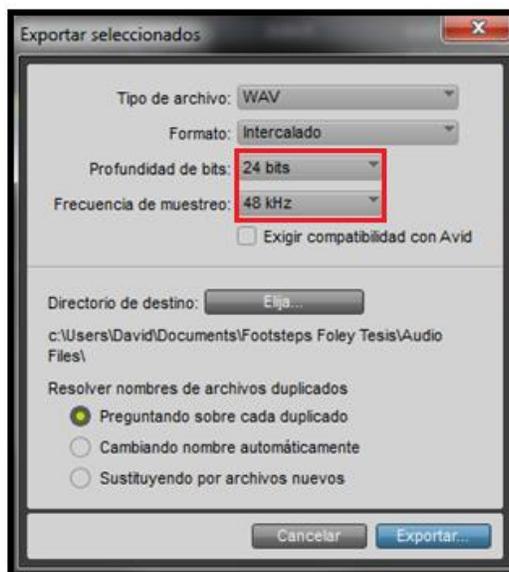


Para continuar se tienen entonces diferentes ejemplos de calzado en diferentes superficies en la Figura 19, se puede observar claramente como el contenido en frecuencia cambia significativamente entre superficie, para los dos primeros casos los tenis en hojas contienen un alto nivel de frecuencias bajas y se puede notar cómo se reparte su dominio en algunas frecuencias medias y altas, esclareciendo su influencia de talón respecto a las demás divisiones del calzado, por otra parte, se puede analizar como el zapato formal para el concreto abarca un gran rango de frecuencias bajas y medias con un nivel considerable respecto a la punta, sellando su percepción sonora en este rango de frecuencias. De igual manera fue importante tener una misma superficie para calzados distintos, esto con la intención de demostrar la gran influencia en el cambio del sonido, donde las botas en madera no logran tener el mismo impacto en frecuencias desde los 100 Hz hasta los 500 Hz respecto a los tacones, igualmente los tacones no alcanzan a tener el mismo nivel en frecuencias bajas, esto se debe a que los tacones mantienen un claro equilibrio en el paso, por tener una duración bastante corta al posicionar el tacón en una superficie y descansando rápidamente en la punta, por lo que su sección posterior en frecuencias medias es la que posee mayor nivel.

Consolidación de los archivos de audio (24 Bits/ 48 KHz)

Una vez finalizado el análisis en dominio de frecuencia y forma de onda de los archivos de audio obtenidos, es importante recordar que se realizó una edición sencilla que mantuviera los mismos patrones de amplitud y duración entre clips, por lo que finalmente se ejecutó su consolidación en la resolución y profundidad de bits adecuada para proyectos audiovisuales profesionales.

Figura 20. Resolución y profundidad de Bits de los archivos de audio.



Archivos de audio escogidos y descartados

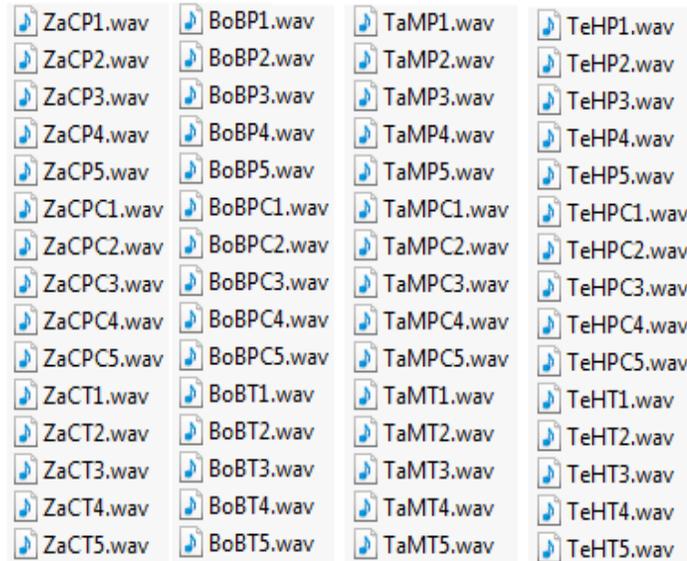
Al tener un número considerable de archivos de audio, fue preciso determinar cuáles serían los necesarios para la librería de audio del proyecto, por lo que su categorización se basó en el estudio de las curvas y estructuras dramáticas del anexo A, en las que aparecen claramente los tipos de calzado y las superficies que tienen mayor protagonismo en las producciones audiovisuales estudiadas en el marco de investigación, por lo que los archivos de audio escogidos estarían comprendidos en todos los tipos de calzado determinados (tenis, tacones, botas y zapatos formales), sin embargo se efectuó un cambio importante en la clasificación de superficies, en las cuales los tacones y los zapatos formal no tendrían efectos sonoros de pasos en hojas y gravilla, esta decisión fue tomada gracias al estudio del Anexo A, pues para las producciones analizadas en el marco de investigación, los pasos en esta clase de superficies fragmentadas resultaron mínimos y las ocasiones o escenas en las que lograron aparecer no tuvieron un alto nivel de protagonismo (medido por la escala de 5 a -5 por los contrastes en las emociones que dirigían la narrativa).

Finalización de la librería

La librería de audio resultante contiene entonces los siguientes efectos de pasos: tenis, botas, tacones y zapatos formales, a los dos primeros tipos corresponden estas superficies: madera, baldosa, concreto, hojas y gravilla, a los dos restantes corresponden: madera, baldosa y concreto. Basado en esto, se realizó el nombramiento de cada archivo de audio de una manera específica para que el usuario pueda navegar fácilmente por la librería, esta designación de nombres consta de la siguiente manera:

- TeMT1: Te: Primera sílaba del tipo de calzado; tenis, M: Tipo de superficie: Madera, T: División del pie; Talón y 1: Primer archivo de audio de esta clase, para un total de 5 que darán variedad sonora a todos los efectos de la librería.
- BoGP1: Bo: Botas, G: Gravilla, P: Punta, 1: Primer archivo de audio de esta clase.
- TaMPC1: Ta: Tacones, M: Madera, PC: Paso completo, si el usuario decide no independizar cada división del pie, 1: Primer archivo de audio de esta clase.

Figura 21. Nomenclatura de los archivos de audio de la librería.



Inicio de la evaluación de sensores comerciales

Tras finalizar la etapa de evaluación y caracterización del protagonismo de los efectos sonoros de pasos o “footsteps”, sigue la etapa de estudio de los sensores comerciales necesarios para la captura de los pasos, estos sensores cuentan con diferentes características en su desempeño, por lo tanto, se realizó un estudio para determinar el sensor adecuado para el desarrollo de este proyecto.

Estudio y características de sensores comerciales

Fue preciso evaluar qué tipo de sensor o sensores eran los indicados para el desarrollo de este proyecto, debido a la gran cantidad de dispositivos que existen en el mercado fue fundamental conocer cada uno de estos elementos que permiten al usuario múltiples posibilidades de trabajo, asimismo se conoce que los sensores al momento de diseñar sistemas de adquisición de datos por una computadora, poseen ciertos aspectos que deben tenerse en cuenta con base en sus características:

1. La naturaleza de la señal que el sensor genera: rango de amplitud, voltaje, respuesta en frecuencia, sensibilidad y conversión A/D, son los parámetros que determinan el tipo de acondicionamiento que la señal debe tener.
2. Señales de ruido y sus influencias en los efectos de carga al momento de la adquisición de datos en la computadora.

3. Calibración del sensor con respecto a la variable física. Esto indica si el sensor posee valores de señal de salida lineales o no. Por lo que una incorrecta calibración del sensor, puede presentar datos erróneos.
4. Precisión del sensor, esto demuestra la capacidad de medir el mismo valor repetidas veces en idénticas condiciones.
5. El tiempo de respuesta del sensor, determina el tiempo requerido para responder a un cambio brusco sobre su superficie y los posibles retrasos en la señal.

Efectivamente, las características de operación de los sensores actuales dependen de diferentes tipos de estímulos físicos y la elección de cada uno varía dependiendo de las necesidades del usuario, por tal motivo se evaluaron cuáles son los sensores comerciales más utilizados en los diferentes campos de la ingeniería (electrónica, mecatrónica, sonido, etc.), analizando sus principales funciones y especificaciones, es importante mencionar que muchos de los sensores presentados son relevantes para el proyecto, sin embargo es trascendental conocer que otros dispositivos existen para futuros proyectos ingenieriles en el campo del sonido.

Tabla 5. Tipos de sensores comerciales⁶⁷.

Sensores Comerciales			
Sensores de temperatura	Sensores para medición de presión y fuerza	Sensores para medición de desplazamiento lineal	Sensores para desplazamiento rotacional y velocidad angular
RTDs	Galga extensométrica	LVDT	Potenciómetro
Termistor	Sensor de fuerza	Sensor capacitivo	Codificadores digitales
Sensor de circuito integrado IC	Piezoeléctrico	Sensor de reluctancia	Tacogenerador

Sensores de temperatura

RTDs: detector de resistencia metálica, es uno de los sensores más precisos de temperatura, asimismo está compuesto por alambres finos, por lo que su resistencia varía en forma directamente proporcional con la temperatura. Se caracteriza por su excelente estabilidad y usualmente es utilizado para medir temperaturas de 0° a 450°C.

Termistor: es un semiconductor hecho de dos óxidos metálicos unidos dentro de un pequeño disco recubierto con epóxido o vidrio. Estos sensores presentan un coeficiente negativo y positivo, cuya resistencia al disminuir o aumentar produce una variación en la temperatura, permitiendo obtener datos hasta los 300° C.

⁶⁷ Universidad Nacional Experimental de Táchira. (2005). *Sensores*, Táchira, Venezuela, UNET. Recuperado de: <http://www.unet.edu.ve/~ielectro/sensores.pdf>

Sensor de circuito de integrado IC: se fundamenta en la característica de la unión p – n de los semiconductores. Están conformados por ser circuitos integrados sobre un chip, el cual presenta una salida lineal y proporcional a la temperatura, por otra parte, es posible conseguir sensores IC que presentan salidas de voltaje analógico y en forma digital.

Sensores para medición de presión y fuerza

Galga extensométrica: consiste en un alambre fino o arreglado en forma de rejilla, lo que permite aprovechar la máxima cantidad de material sujeto al largo de su eje principal. Por lo tanto, la tensión experimentada por el objeto es transmitida directamente a la galga extensométrica, la cual responde con un cambio lineal en su resistencia eléctrica.

Sensores de fuerza: es un dispositivo que presenta una disminución de la resistencia cuando aumenta la fuerza aplicada en su superficie activa. Su sensibilidad a la fuerza está optimizada para su uso en la medición de cargas de tracción y compresión estáticas y dinámicas, prácticamente sin desplazamiento. Sin embargo, su precio es elevado y no poseen linealización en su salida.

Piezoeléctrico: consisten en la aparición de una polarización eléctrica en un material al deformarse bajo la acción de un esfuerzo. Igualmente son capaces de medir otro tipo de magnitudes físicas como la aceleración, presión y tensión, arrojando variaciones de voltaje lineales, lo que lo hace un sensor multipropósito de bajo costo y fácil ejecución.

Sensores para medición de desplazamientos lineal

Transformador de voltaje diferencial lineal (LVDT): es un dispositivo sensor de posición que provee un voltaje de salida de CA proporcional al desplazamiento de su núcleo que pasa a través de sus arrollamientos. Los LVDTs proveen una salida lineal para pequeños desplazamientos mientras el núcleo permanezca dentro del bobinado primario. La distancia exacta es función de la geometría del LVDT.

Sensor capacitivo diferencial de desplazamientos: óptimo para la medición de pequeños desplazamientos con gran precisión. Este sensor está formado por tres discos metálicos dispuestos en planos paralelos y alineados por sus ejes. Los dos externos están fijos y el del medio está mecánicamente acoplado al dispositivo cuyo desplazamiento se desea medir.

Sensor de desplazamiento de reluctancia diferencial: es un sensor que consta de una armadura que se mueve entre dos núcleos de hierro idéntico, separado una distancia fija. Entre sus desventajas se encuentra la histéresis propia a todo elemento magnético, es decir, la necesidad de excitación. Por otro lado, entre las ventajas, se tiene la resolución de sensor magnética es infinita.

Sensores para medición de desplazamiento rotacional y velocidad angular

Potenciómetro: es una resistencia variable formada por un contacto deslizante que se mueve sobre una resistencia cuando el potenciómetro gira y genera señal eléctrica. Igualmente requiere de una fuente de voltaje o corriente. La salida va a ser un voltaje proporcional al desplazamiento angular y a la alimentación, por lo que la exactitud y estabilidad de la salida va a depender del voltaje o corriente de entrada.

Codificadores digitales: es un dispositivo que convierte desplazamientos lineales o rotacionales en una señal digital. Y son conocidos por tener tres principios de operación: eléctrico, óptico o magnético. Se asimila su comportamiento al efecto Hall, al tener la aparición de un campo eléctrico por separación de cargas.

Tacogenerador: es un sensor electromagnético de reluctancia variable. Consta de una rueda dentada de material ferromagnético y una bobina enrollada en un imán permanente. La rueda se mueve cerca del polo de la bobina, produciendo que el flujo de la bobina cambie con el tiempo, lo cual induce una fuerza electromotriz en la bobina.

Una vez abarcado un contexto de información general de los sensores comerciales más utilizados, fue vital conocer el tipo de trabajo que ejercía cada sensor, además notar la facilidad de adquisición de cada uno de ellos, su tamaño y resistencia al trabajo para el desarrollo de este proyecto.

De tal manera que la línea de sensores más óptima para este proyecto se encontraba en la categoría de “sensores para medición de presión y fuerza”, a razón de ser manipulados por un impulso controlado con dinámica, que podría establecer el usuario, lo cual convertiría estos cambios en una variación de voltaje que se vería reflejada en un rango de trabajo propio del sensor y la superficie. Por tal motivo se evaluarían los tres tipos de sensores de fuerza planteados en la tabla anterior.

Por otra parte, se tuvieron que considerar nuevas variables a la hora de escoger el mejor sensor, las cuales se encontraban fuera de su operación y desempeño, es así que los sensores en la categoría de presión y fuerza serían evaluados de la siguiente manera:

1. Evaluación del sensor de fuerza: inicialmente los sensores de fuerza (N) tenían características aptas para la tarea propuesta, sin embargo, poseían datos de salida no lineales y cuyos valores no permitían analizar rápidamente los cambios en voltaje al activar el sensor. Esto indicaba la aplicación de una linealización en el sensor, labor que consistía en determinar un valor fijo para la resistencia, que se debe colocar en paralelo a la resistencia variable del sensor, estableciendo mayores recursos de implementación en el circuito.

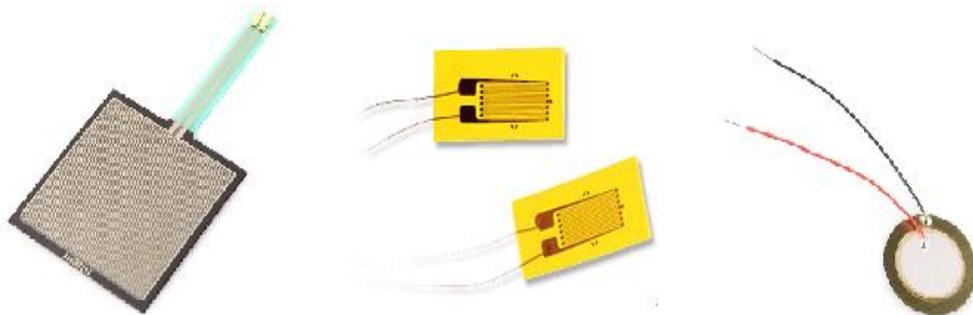
Evaluación de las galgas extensométricas: por otra parte, se analizaron las galgas extensométricas con los mismos factores enunciados anteriormente. No obstante, las galgas cumplieron cada uno de los requisitos solicitados por el proyecto, sin embargo su tamaño era bastante reducido, por lo que al querer trabajar con ellas, se hubiera necesitado de una gran cantidad de galgas, teniendo en cuenta que se debía realizar un circuito independiente para cada una, evidenciando que este sensor tampoco podría solucionar el problema presentado.

Evaluación de los sensores piezoeléctricos: por último se estudiaron estos dispositivos, clásicos para la electrónica académica y profesional, debido a sus amplias funciones multipropósito y bajo costo, brindan posibilidades de todo tipo para cualquier trabajo ingenieril, estos módulos finalmente cumplieron con cada una de las expectativas presentadas previamente y el límite de su prueba fue la alta capacidad de resistencia a los cambios de fuerza ejercidos en el sensor, a su vez su tamaño permitía tener una distribución uniforme por la superficie, garantizando los circuitos necesarios y teniendo una optimización del espacio.

2. Precio del sensor: igualmente se evaluó el precio de cada sensor y su valor, para el caso del sensor de fuerza, este no permitía su adquisición debido a su alto costo, por lo que hubiera sido complicado obtener varios dispositivos de esta clase. Por el contrario, se encuentran las galgas extensométricas que tenían un valor bajo y medio de costo, sin embargo, no cumplieron con las necesidades del proyecto. Y finalmente los sensores piezoeléctricos por su bajo costo y rentabilidad fueron los elegidos para su adquisición.

3. Tamaño y resistencia al trabajo: Este fue un gran inconveniente a la hora de evaluar el sensor de fuerza, su tamaño no era mayor a la palma de una mano y su resistencia no superaba los 10 Kg, lo que lo convertía en un sensor poco efectivo para las labores a las que había que someterlo. Además, las galgas extensométricas eran muy pequeñas, por lo que debían tenerse varias de esta clase y su distribución y ejecución en un circuito, volvían dispendiosa y poco óptima su tarea. Por último, los sensores piezoeléctricos poseen un tamaño adecuado para la superficie a trabajar, capaces de cubrir la planta del pie con pocos de ellos, su distribución permitía tener un número de sensores manejables y óptimos para su implementación.

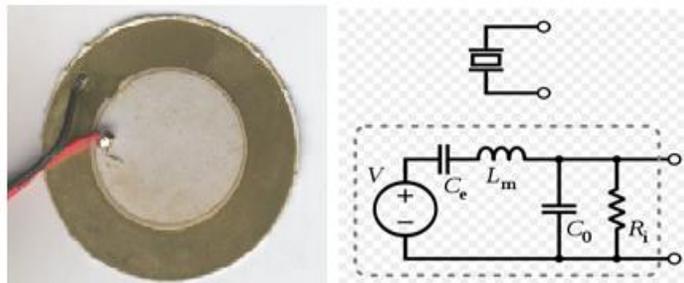
Figura 22. De izquierda a derecha, sensor de fuerza, galgas extensométricas y sensor piezoeléctrico⁶⁸.



Análisis de uso del sensor piezoeléctrico

Se debe tener claro que este tipo de sensor tiene la forma de un disco, que al verse deformado por una fuerza externa, acumula una carga eléctrica en las superficies, generando una variación de voltaje con un alto nivel de fiabilidad. Igualmente fue vital entender sus principios de operación, siendo divididos en tres formas especiales que depende directamente de cómo hayan cortado el material piezoeléctrico, es así, que su funcionamiento se divide en tres formas: Efecto transversal: consiste en aplicar una fuerza a lo largo del eje neutro Y, al ver reflejados los cambios en el eje X, luego, el efecto es perpendicular a la línea de la fuerza. Efecto longitudinal: la cantidad de carga ejercida reside directamente a la fuerza aplicada, siendo autónoma de la forma y el tamaño del sensor piezoeléctrico. A su vez, al manipular varios elementos mecánicamente en serie y eléctricamente en paralelo, se puede conseguir el aumento en la carga emitida. Efecto tangencial: una vez más las cargas producidas sobre el sensor residen en las fuerzas aplicadas y su forma y tamaño no son relevantes, por lo que deja claro que el efecto transversal es la base del entendimiento clave del sensor piezoeléctrico.

Figura 23. Sensor piezoeléctrico y su esquema de circuito eléctrico⁶⁹.



⁶⁸ Tipos de sensores, *Sensoric*. recuperado de: <http://www.sensoricsfabio.com/>

⁶⁹ Sensor piezoeléctrico, recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_piezoel%C3%A9ctrico

Por otro lado, su conexión consiste en soldar dos puntos clave del piezoeléctrico, una de ellas en el disco blanco y la otra en la superficie dorada, teniendo en cuenta su polaridad. Aparte de esto, se debe tener en cuenta alguna de las limitaciones que posee esta clase de sensor como la fuga de carga, resonancia, bajo nivel de salida y su alta impedancia de salida, por lo que esta última evidencia que, al querer trabajar con un piezoeléctrico, se debe pasar por una etapa de amplificación de señal para poder ser usado adecuadamente.

Con base en lo anterior, la forma de medir la señal proveniente de este sensor es empleando un amplificador de carga, por ende, se determinó un circuito eléctrico especial para conocer su desempeño con el sensor, siendo entonces: el amplificador de comparador de voltaje, que daría indicios para establecer su eficiencia, basándose en la optimización de espacio y la versatilidad del montaje.

Amplificador de comparador de voltaje

Para esta configuración cabe recordar que los comparadores son circuitos que sirven para relacionar dos señales de entrada, de las cuales generalmente una de ellas es una tensión de referencia, con la cual, se podrá determinar cuál es mayor o menor, su uso en las aplicaciones de detección y modulación de señal es importante y constituye un componente análogo básico en este tipo de circuitos. Este circuito usa como referencia el estado de los sensores cuando están en reposo y es activado cuando hay interacción sobre ellos. Para que esta configuración funcione además como un amplificador se ha de realimentar la entrada. La etapa de amplificación diseñada cuenta con un factor de ganancia de 10. Este amplificador realimenta la entrada inversora, por ende, la ganancia obedece a la siguiente fórmula:

$$G = 1 + \frac{RF}{RE} = \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (1)$$

Donde:

G : Factor de Ganancia.

RF : Resistencia en el lazo de realimentación.

RE : Resistencia a en la entrada inversora.

V_{in} : Voltaje de entrada.

V_{out} : Voltaje de salida.

Generalmente los amplificadores se alimentan con un voltaje dual, pero es posible alimentarlos con una tensión positiva referenciada a tierra, esto implica que la tensión de salida solo tendrá una polaridad, pero no resulta ser un inconveniente en este caso, puesto que solo es necesario tener en cuenta la información de los sensores durante su deformación a la hora de la pisada, y no cuando el sensor vuelve a su forma original después de levantar el pie. Además, en la etapa próxima, la etapa de conversión análogo – digital, las referencias de tensión requeridas

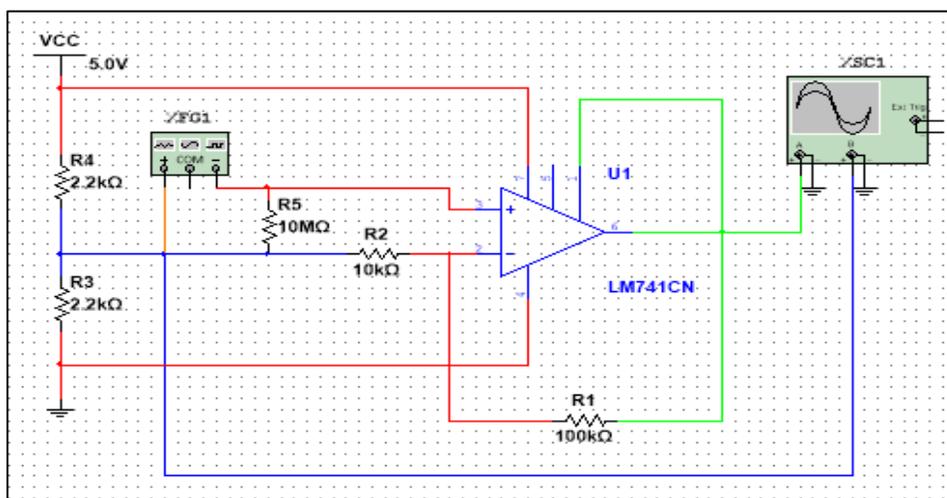
por el circuito para funcionar, son la tensión máxima y tierra, por ende, el ciclo negativo de la señal generado por el sensor piezoeléctrico no brinda información relevante y no se tiene en cuenta a la hora de la conversión.

Simulación de las etapas de amplificación

La siguiente simulación tiene todos los elementos iguales al montaje real de un amplificador de comparador de voltaje, sin embargo, su única diferencia radica en el uso de un generador de señales como señal de entrada, debido a que el software utilizado: Multisim 11 no cuenta con un sensor piezoeléctrico dentro de sus componentes, esto no representa obstáculo alguno, pues la función de esta simulación es conocer el desempeño del montaje al generar una etapa de amplificación eficiente.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la simulación. Con el fin de evidenciar el comportamiento de este circuito, se utilizó a su entrada una fuente generadora de señal tipo escalón unitario ajustada a un valor de tensión relacionado con el promedio de los voltajes obtenidos de los sensores durante su activación, para corroborar su funcionamiento y también el incremento de la señal a la salida.

Figura 24. Simulación en Multisim 11 – amplificador de comparador de voltaje con un generador de señales.



La siguiente Figura muestra la representación de la salida obtenida tras la amplificación de la señal de entrada, el canal A (Naranja) muestra la salida del circuito después de su amplificación y el canal B (Azul) muestra la señal de entrada, se usaron diferentes escalas de visualización con el fin de poder observar claramente las dos señales en el osciloscopio digital incorporado en el software de simulación utilizado.

Figura 25. Representación gráfica de la salida del circuito – Comparador de voltaje.



Figura 26. Configuración de la visualización del gráfico – Comparador de voltaje.

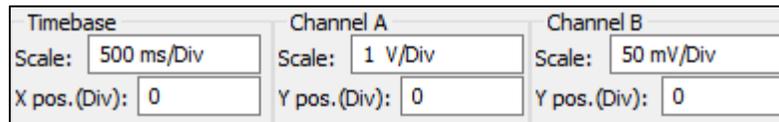
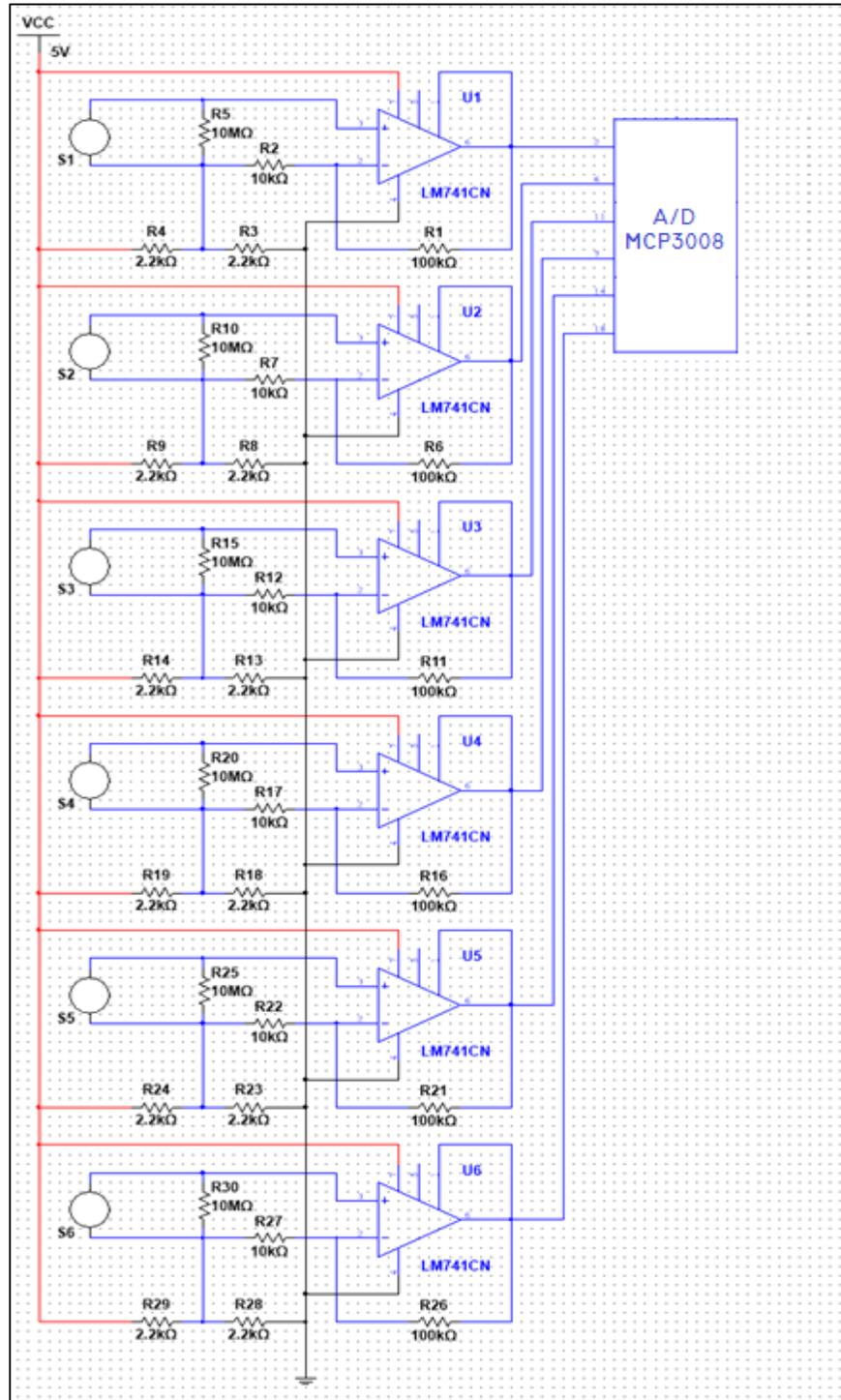


Figura 27. Valores obtenidos a la salida del circuito – Comparador de voltaje.

	Time	Channel_A	Channel_B
T1	9.974 s	2.897 V	28.319 mV
T2	10.627 s	-152.471 mV	-1.491 mV
T2-T1	653.409 ms	-3.049 V	-29.810 mV

Por dicha respuesta al trabajar con el sensor y el poco espacio que necesitaba para su montaje, se realizó su respectiva copia para los demás piezoeléctricos, por lo que se tomó entonces este modelo para trabajar en la superficie establecida. Efectivamente el siguiente esquemático muestra la etapa completa de amplificación de los sensores, la cual es el punto previo a la etapa de conversión análogo-digital, igualmente el montaje final de los sensores tiene como punto final una lectura análogo – digital por medio del circuito integrado MCP 3008, sin embargo esta etapa será tomada en cuenta hasta el desarrollo de la captura de los datos para la programación correspondiente, no obstante su funcionamiento y características técnicas serán explicada a continuación.

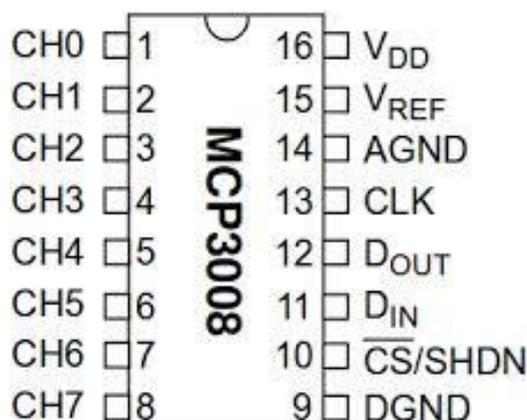
Figura 28. Esquemático del circuito utilizado para amplificar las señales recibidas con los sensores.



Conversor análogo/digital para la lectura de los sensores (MCP 3008)

El circuito integrado MCP 3008 es un convertidor análogo – digital que cuenta con 8 canales de entrada y una resolución de 10 Bits o 1024 valores para muestrear una señal entrante. El protocolo de comunicación que usa es SPI, o de interfaz serial a través de un periférico, o sea que la comunicación entre este circuito y un ordenador es tipo esclavo – maestro, inicialmente el ordenador define el inicio de la lectura y el MCP3008 retorna el valor digital equivalente a la tensión leída en cualquiera de los canales utilizados. Los 16 pines del circuito están distribuidos de la siguiente manera:

Figura 29. Pines de conexión – MCP 3008 conversor análogo - digital⁷⁰.



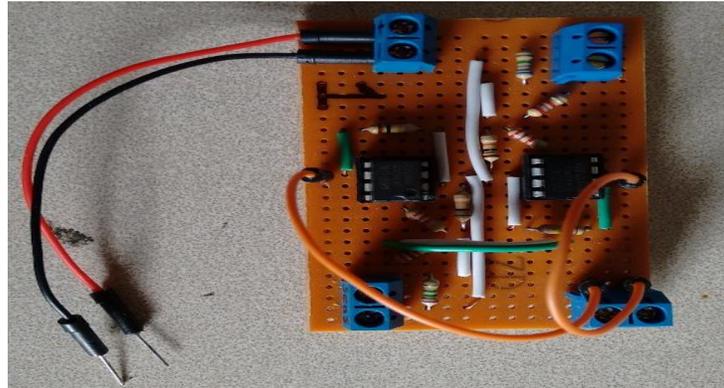
Los Pines 1 – 8 corresponden a las entradas análogas a ser convertidas (Las salidas de cada uno de los amplificadores), el Pin 9 va conectado a tierra (Digital), el Pin 10 o CS representa la activación o desactivación del integrado, el Pin 11 es la entrada digital del integrado utilizada para dar la orden de inicio de lectura, el Pin 12 es el pin de retorno de la información (en la hoja de datos del fabricante se especifica la estructura de bits del integrado), el Pin 13 es el pin del Reloj; debido a que al manejar una comunicación serial, el reloj es necesario para mantener la sincronía de la transmisión de los bits y así obtener una información coherente, el Pin 14 nuevamente va conectado a tierra (Análoga) y finalmente los Pines 15 y 16 se conectan a la fuente de voltaje de referencia y alimentación, respectivamente.

Montaje y comparación con la simulación - Visualización de la señal de salida

Una vez determinado el montaje se utilizaron baquelas universales con la intención de tener un circuito fijo y funcional para su prueba. Obteniendo entonces el siguiente acoplamiento:

⁷⁰ Datasheet MCP 3008, recuperado de: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/MCP3008.pdf>

Figura 30. Amplificador de comparador de voltaje para piezoeléctrico – Montaje en baquela universal.



Este montaje consiste en dos amplificadores de comparación de voltaje con su determinada alimentación a la fuente, la entrada del sensor piezoeléctrico y su salida respectiva al osciloscopio, que se divide a lo largo de la baquela para cada circuito. Sin embargo, fue substancial conocer el comportamiento del sensor sin su respectiva etapa de amplificación y rectificar la importancia del montaje para trabajar adecuadamente con los piezoeléctricos, al haber realizado su respectiva simulación. Por lo tanto, se conectó directamente la sonda del osciloscopio al sensor, para determinar el rango en el que normalmente trabaja, obteniendo el siguiente resultado:

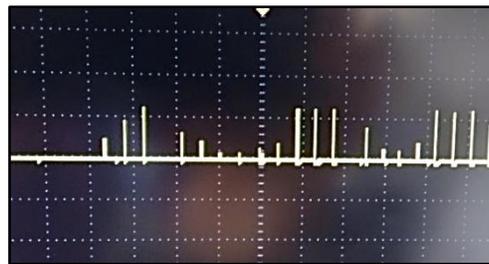
Figura 31. Visualización del nivel de voltaje para el piezoeléctrico sin etapa de amplificación.



Tal como se esperaba, el comportamiento del sensor actuó apropiadamente respecto a su forma de trabajo y a la simulación desarrollada, debido a que al ser deformado alcanzó un máximo y mínimo de elasticidad para luego volver a su punto de equilibrio, a su vez se pudo determinar el valor máximo en voltios para el sensor (620 mV - Recuadro rojo de la Figura 31).

Por lo tanto, se procedió a evaluar su desempeño con su respectiva etapa de amplificación, luego para pruebas iniciales se alimentó el montaje con 5 V. Una vez alimentado el circuito se conectó el piezoeléctrico al montaje y se comenzó a probar pulsando cerca del sensor y no directamente sobre él, esto con la intención, de evaluar su sensibilidad al momento de ser activado. Cabe aclarar que en la Figura 32 solo se tuvo la intención de demostrar la sensibilidad del sensor a cambios leves de fuerza cercanos a su superficie, por lo que no contiene unidades o datos referenciados.

Figura 32. Cambios de fuerza leves, cercanos a la superficie del piezoeléctrico que demuestra su alta sensibilidad.



Debido a que el sensor no estaba siendo pulsado directamente, el comportamiento fue el esperado, con un alto nivel de sensibilidad y eficiencia en su desempeño. A su vez se analizó su variación en voltaje para pulsos fuera de su rango y se pudo determinar que estos cambios no eran relevantes y que no alterarían trascendentemente su funcionamiento al trabajar directamente sobre él.

Respuesta en voltaje - Sensor piezoeléctrico

Una vez evaluados su sensibilidad y variación de voltaje con las respectivas pruebas del sensor, su desempeño ahora sería analizado por medio del montaje determinado previamente, por lo tanto, evaluar la diferencia que existe entre su conexión directa y su etapa de amplificación.

Figura 33. Incremento en el nivel de voltaje al implementar la etapa de amplificación prevista.



Visualizando la respuesta en voltaje respecto a su conexión directa, se puede apreciar una diferencia importante de 620 mV a 2.32 V (recuadro rojo de la Figura 33), cuestión que favorece su cometido, al obtener un nivel de trabajo apto para los pasos que vendrán a continuación dentro del proyecto.

Rango de trabajo

Finalmente, después de un estudio adecuado, se garantiza una ventana o rango de trabajo óptimo que podría variar de 0 V – 3 V y para casos de mucha presión sobre el sensor de 3 V – 5 V.

Prueba de trabajo con dos sensores

Al determinar su rango de trabajo, fue contundente verificar la respuesta de dos sensores conectados al mismo circuito, cada uno con su etapa de ganancia adecuada. Esto fue con la intención de analizar si ambos estaban trabajando al mismo nivel y confirmar que el montaje en la baquela respondía según lo esperado como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 34. Prueba en la respuesta de activación para dos sensores piezoeléctricos.



Al tener dicha respuesta, se concluye que los sensores trabajan aproximadamente al mismo nivel (misma escala de visualización en el recuadro rojo de la Figura 34, de 1 V para ambos canales donde se encuentran conectados individualmente los sensores), por lo que su variación no era significativa para el desempeño de estos dispositivos y el montaje instalado previamente. También, fue importante tener los sensores aislados y lejos de superficies que pudieran transmitir vibraciones o impactos que modificarán la respuesta básica del sensor, debido a su alto nivel de sensibilidad, por lo que para esta prueba fueron encapsulados dentro de una espuma que amortiguaría su comportamiento. Cabe resaltar que estos impactos generados en los sensores fueron golpes leves para analizar su respuesta en voltaje, pero posteriormente se analizó una activación con el impacto de un pie, que generaría mayor fuerza aplicada al sensor.

Comportamiento en el sensor con mayor fuerza aplicada

Al comprobar el adecuado funcionamiento de los sensores, fue el momento de analizar su verdadera respuesta, al ser puestos a prueba con el área de la plata del pie. Tal como se esperaba su nivel se incrementó notablemente, cómo se puede observar en la Figura 35 en un valor de 3.24 V, por lo que se pudieron observar las variaciones en su comportamiento como: respuesta en voltaje, retraso en la señal y picos pronunciados en el eje negativo.

Cambios en la respuesta en voltaje, retraso en la señal y picos en el eje negativo

Figura 35. Prueba en la respuesta de activación del sensor piezoeléctrico con la planta del pie.



Tal como se aprecia en la Figura 35 el nivel incrementó en su señal de salida (3.24 V respecto a los 2.32 V anteriores), indicando que la escala del osciloscopio se mantuvo constante en 1 V. Por tal motivo se confirmaron los rangos planteados al tener entonces un máximo de voltaje entre 2.5 V – 3 V para ser trabajado posteriormente.

Igualmente, los picos negativos con mayor pronunciación determinaron el comportamiento real del piezoeléctrico, como se explicó previamente estos dispositivos contienen diferentes efectos en su desempeño, al recordar que el efecto transversal está totalmente implícito en esta respuesta perpendicular al eje Y, al ser activado el sensor, muestra una respuesta al eje negativo inicial, para luego tener un ataque (Attack) rápido, un retraso (Delay) y sostenimiento (Sustain) leve y una liberación (Release) veloz. A su vez ocurre lo mismo en el eje positivo con menor nivel, por presentar el efecto compresión y rarefacción en el dispositivo, uno de los ejes generalmente contendrá mayor nivel de voltaje que el otro.

Por otra parte, se presentó un retraso en la señal al pico del eje positivo de aproximadamente 240 ms, esto marcaba una pauta al comportamiento del sensor importante, pues para el trabajo posterior en el proyecto, se debía determinar que este retraso fuera solucionado para que la respuesta del sensor se asemeje lo más parecido a un paso real. Debido que al momento de ser evaluado en la conversión análogo/digital los valores positivos son los que son tomados en cuenta.

Respuesta total de todos los sensores de la superficie

Al terminar el proceso de evaluar el funcionamiento propio del sensor, el paso siguiente fue integrar los todos a sus respectivas etapas de amplificación, con la intención de analizar si todos responden de manera similar al momento de su activación. Por ende, se determinó el uso de un circuito eléctrico a utilizando diodos LED que permitieran reconocer rápidamente la salida de voltaje, para que al pisar cada uno de los sensores, el funcionamiento de cada etapa de amplificación fuera más evidente.

Esto indicó no solo el correcto funcionamiento de los sensores sino también, la etapa de amplificación, al entregar mayor intensidad de luz para casos de mayor intensidad. Este circuito de conexión LED fue instalado durante todas las pruebas posteriores a este proyecto, debido a que pudo garantizar una visualización inmediata del desempeño de los sensores, sin tener que recurrir a un osciloscopio todo el tiempo.

Al terminar la fase del estudio y caracterización de los sensores, el siguiente paso consiste en crear una superficie que pudiera integrar adecuadamente los circuitos eléctricos, garantizando su correcta distribución y desempeño.

Diseño de la superficie física

El diseño de la superficie alude al clásico estilo de construcción de los Foley Pit, esto remarca un estilo cuadrado o rectangular que ayuda a la comodidad de desplazamiento interno en la superficie. Por otra parte, cabe mencionar que su tamaño como forma pueden variar, sin embargo, para que un Foley Pit comience a ser útil, sus medidas mínimas se encuentran en un rango de 4' x 4' a base de madera⁷¹. Con dicha información se comenzó a diseñar la superficie física conveniente para este proyecto, teniendo en cuenta que el espacio fuese adecuado para garantizar la comodidad de expresión en el Foley Pit, igualmente separando los circuitos eléctricos y etapas de amplificación de la zona de trabajo para evitar posibles daños en su funcionamiento, a su vez creando diferentes capas aislantes de vibraciones externas e internas

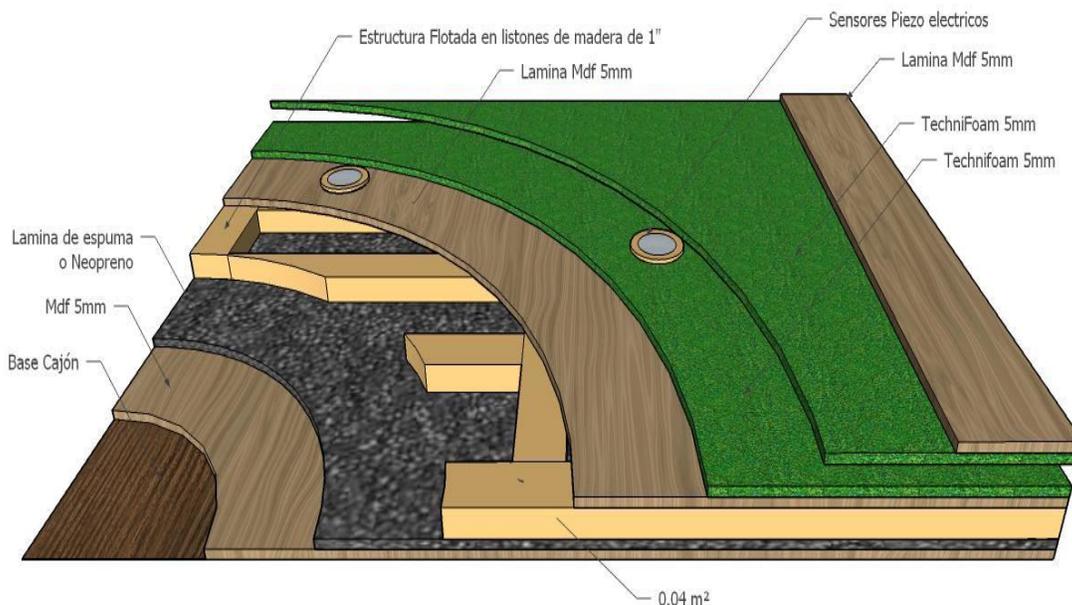
⁷¹ Viers, R. (2008), *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

en la superficie, que pudieran afectar la respuesta en la activación de los sensores, por último dedicar un espacio apropiado para la interfaz física (botones y pantalla LCD).

Modelado del Foley Pit– Sketchup

El dibujo técnico preliminar del dispositivo fue realizado mediante el software Sketchup, esto con el fin de obtener un mejor nivel de visualización y definir de manera más clara las dimensiones totales de la caja y su composición física.

Figura 36. Diseño de estructura básica, capas de soporte.



Tal como se puede observar en la Figura 36, el diseño físico del Foley Pit toma inicio en la superficie de contacto o de paso. Se pueden notar los diferentes elementos que integran la superficie. Los cuales son: MDF (Fibra de madera de densidad media), neopreno, madera contrachapada y technifoam, generando un grosor de 7 cm aproximadamente. El uso del neopreno y el technifoam⁷² es debido a la necesidad de minimizar el impacto de estímulos externos a la superficie sobre los sensores, por su alto nivel de sensibilidad⁷³, pues son materiales de línea comercial estándar para el control y aislamiento de transmisión de vibraciones por medio estructural. Por otra parte, el MDF que compone la cubierta exterior y

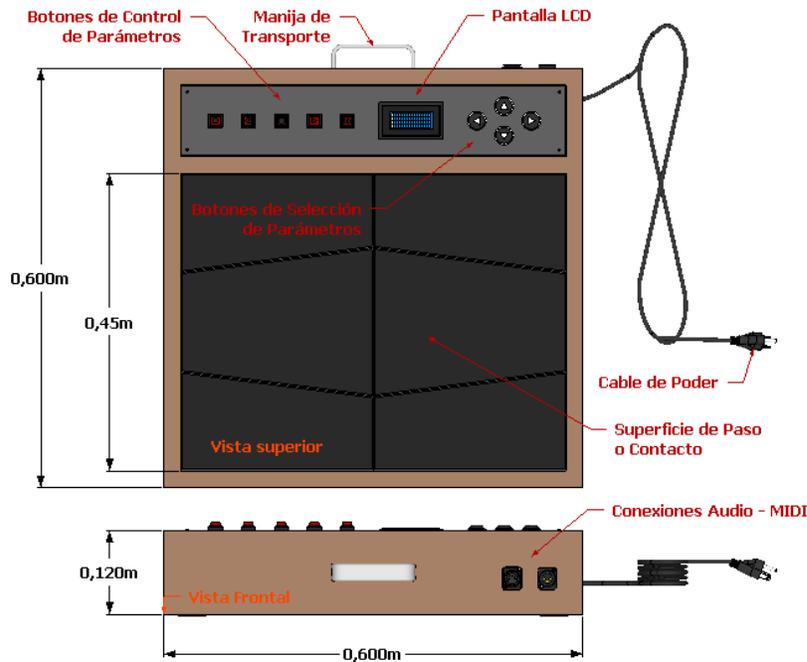
⁷² Neopreno, sus características y presentaciones. Recuperado de: <http://www.quiminet.com/articulos/el-neopreno-sus-caracteristicas-y-presentaciones-2642332.htm>, Aislante acústico y de construcción, recuperado de: http://www.technifoamcolombia.com/contenidos.php?Id_Categoria=157

⁷³ Viers, R. (2008), *How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible*, Estados Unidos, Michael Wiese Productions.

los listones de madera proveen al Foley Pit de una mayor resistencia al peso e impacto al momento de la interacción por parte del usuario al momento de sus pisadas.

Durante el modelado se definieron también las dimensiones convenientes para la superficie, estas medidas estarían sujetas a las necesidades de distribución de los elementos en el Foley Pit, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 37. Dimensiones (m.) y distribución de elementos en la superficie de control.



El Foley Pit tiene unas medidas de 60 cm x 60 cm, 45 cm en la superficie de contacto superando la regla mínima de 4' x 4' para brindar mayor comodidad, en esta zona se ubican los materiales ya mencionados y los sensores piezoeléctricos, en contraste se dispuso de los 15 cm restantes para ubicar los componentes eléctricos, interfaz de usuario, etc.

Distribución de los sensores y componentes eléctricos en la superficie

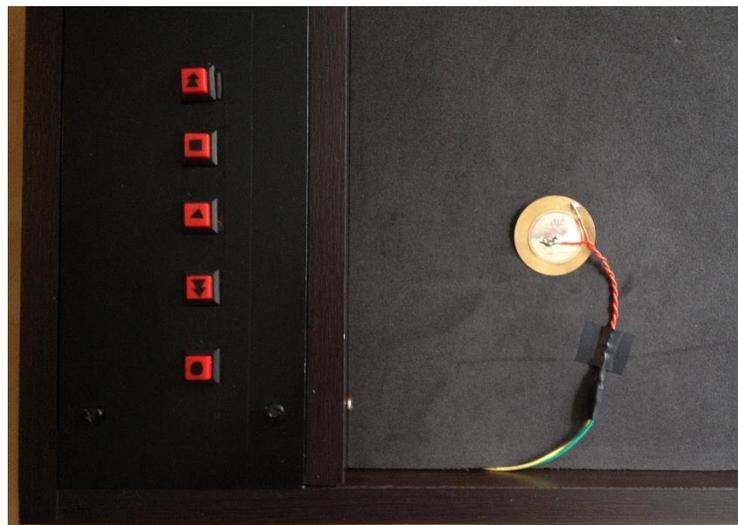
La distribución de los sensores en la superficie y la separación de circuitos eléctricos respecto al área de trabajo fueron situados en los 15 cm restantes de la superficie, se vio constituida al terminar la fase de construcción de la estructura general el Foley Pit, en esta sección los sensores tuvieron una ubicación ligada a la morfología del pie indicada en la Figura 38. Esto reveló que el pie humano consta de tercios que dividen su planta en tres secciones, por lo que se instalaron tres sensores para cada pie, con un total de seis sensores en toda la superficie brindando un balance general y estable de trabajo.

Figura 38. Morfología del pie humano para la distribución de los sensores en la superficie⁷⁴.



De igual modo, se realizó la tarea de independizar y posicionar la zona de trabajo evaluando los seis sensores y realizando una división en el material superior que aislara cada piezoeléctrico (Figura 39), evitando posibles capturas de señal externa que pudieran filtrarse en un sensor no deseado al momento de trabajar con la superficie.

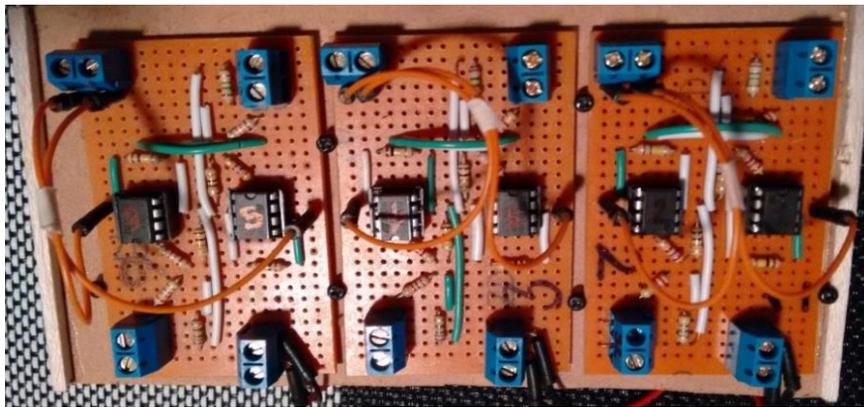
Figura 39. Posicionamiento de cada sensor en el material superior de la superficie.



⁷⁴ Arco plantar superficial en el hombre, *características anatómicas y comparadas*. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0716-98681999000200015&script=sci_arttext

Por otra parte, al tener listos los sensores, su cableado fue conducido hasta las etapas de amplificación instaladas en las baquelas sobre una estructura pequeña de madera, esto aseguró que la estructura estaría sujeta a una de las paredes del Foley Pit para que no llegará a sufrir ningún tipo de percance, ya sea en su funcionamiento o en una posible desconexión de los circuitos. De igual manera, este espacio contendría el microprocesador, el conversor análogo/digital, la pantalla LCD y los controles de operación de la interfaz de usuario.

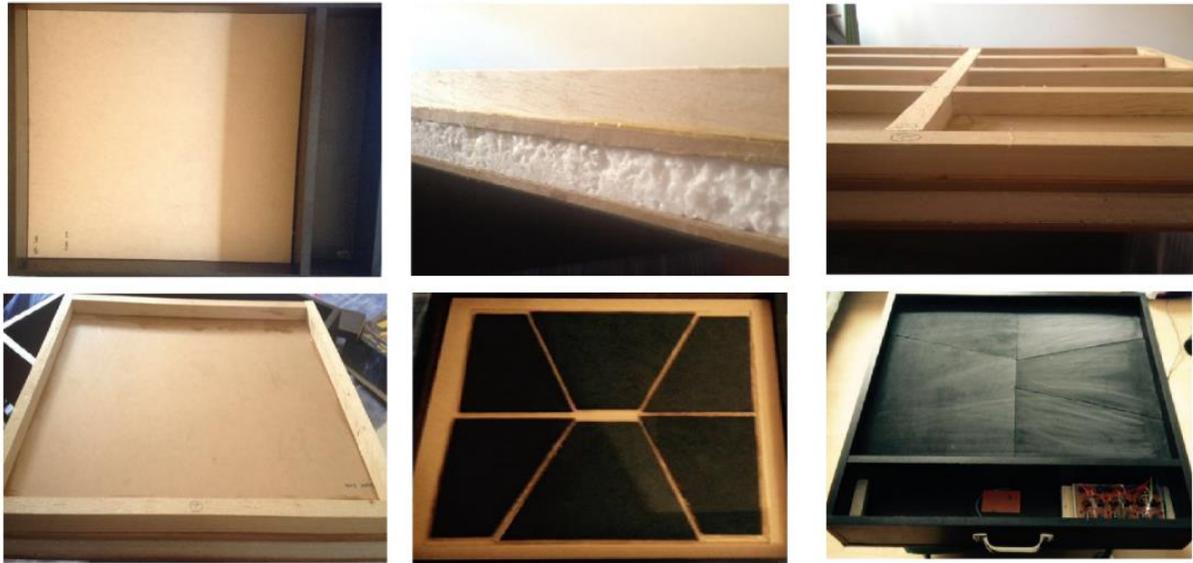
Figura 40. Estructura de madera para posicionar los montajes eléctricos y etapas de amplificación.



Construcción de la superficie de control

Una vez realizado el diseño y modelado de la superficie, la construcción inició desde la estructura base del Foley Pit, en la cual al remitirse a la Figura 36, se puede encontrar una cuadrícula de MDF que sería la superficie preliminar para crear las capas de resistencia y anti vibración, posteriormente se instaló la base de neopreno y se construyó el arreglo de los listones de madera, para luego unificarlos en un solo encaje rectangular al ser cubiertos por otra cuadrícula de MDF, con esto se tendrían las capas de resistencia, aislando además posibles vibraciones externas, al no permitir que estas lleguen desde el piso hasta los sensores, ubicados en la planta superior de la estructura. De igual forma se ligaron los sensores al technifoam que evitaría las vibraciones internas y pasos de señales entre sensores (Figura 39). Por último, se ubicó un tapete delgado que cubriría la superficie en su totalidad, esta área sería la indicada para que el usuario interactúe directamente en el Foley Pit, al igual que una manija que ayudaría a la movilización de la superficie, a continuación, se muestra cada fase de construcción y una visualización final del Foley Pit.

Figura 41. De izquierda a derecha, fases de construcción de la superficie.



Recapitulación de las características de funcionamiento internas de la superficie

El diseño y fabricación del Foley Pit, se desarrolló recopilando varios campos de la ingeniería de sonido; para describirlos de manera ordenada, se inició con la fabricación de la caja anteriormente descrita, la cual alberga no solo los sensores sino los componentes electrónicos que contribuyen a su funcionamiento. Se planteó una superficie compuesta por materiales de línea comercial para el control de vibraciones, capaces de mantener aislados los sensores, con el fin de alejarlos de cualquier estímulo mecánico que pueda influir de manera inapropiada sobre ellos. A su vez, estos sensores se distribuyeron de tal forma que comprendiesen toda la superficie disponible de la caja y además se ajustasen a la morfología de los pies de una persona, para percibir de forma adecuada los pasos con sus características y así lograr procesar los datos obtenidos de la forma más precisa y ajustada a un paso real. Seguidamente, los estímulos captados por los sensores son amplificados, lo cual supuso la necesidad de diseñar un circuito electrónico capaz de recibir e incrementar su nivel hasta tener una escala de trabajo y rango dinámico óptimos para trabajar y finalmente implementar el algoritmo dedicado a los procesos de selección, control y reproducción.

Requerimientos y componentes de usuario funcionales

Por lo tanto, al entender el entorno físico de la superficie de control, surge la necesidad de aclarar los requerimientos de usuario, que son todas aquellas funciones y componentes visibles en la interfaz física. Dicho esto, el usuario será capaz de elegir, obtener el sonido y controlar los parámetros designados mediante su interacción con dichas funciones.

- Cajón y superficie de contacto.
- Manija para cargar y desplazar el cajón.
- Cable de corriente, cable XLR y Cable MIDI
- Pantalla LCD para visualización de opciones.
- Botones de selección.
- Salida de audio XLR.

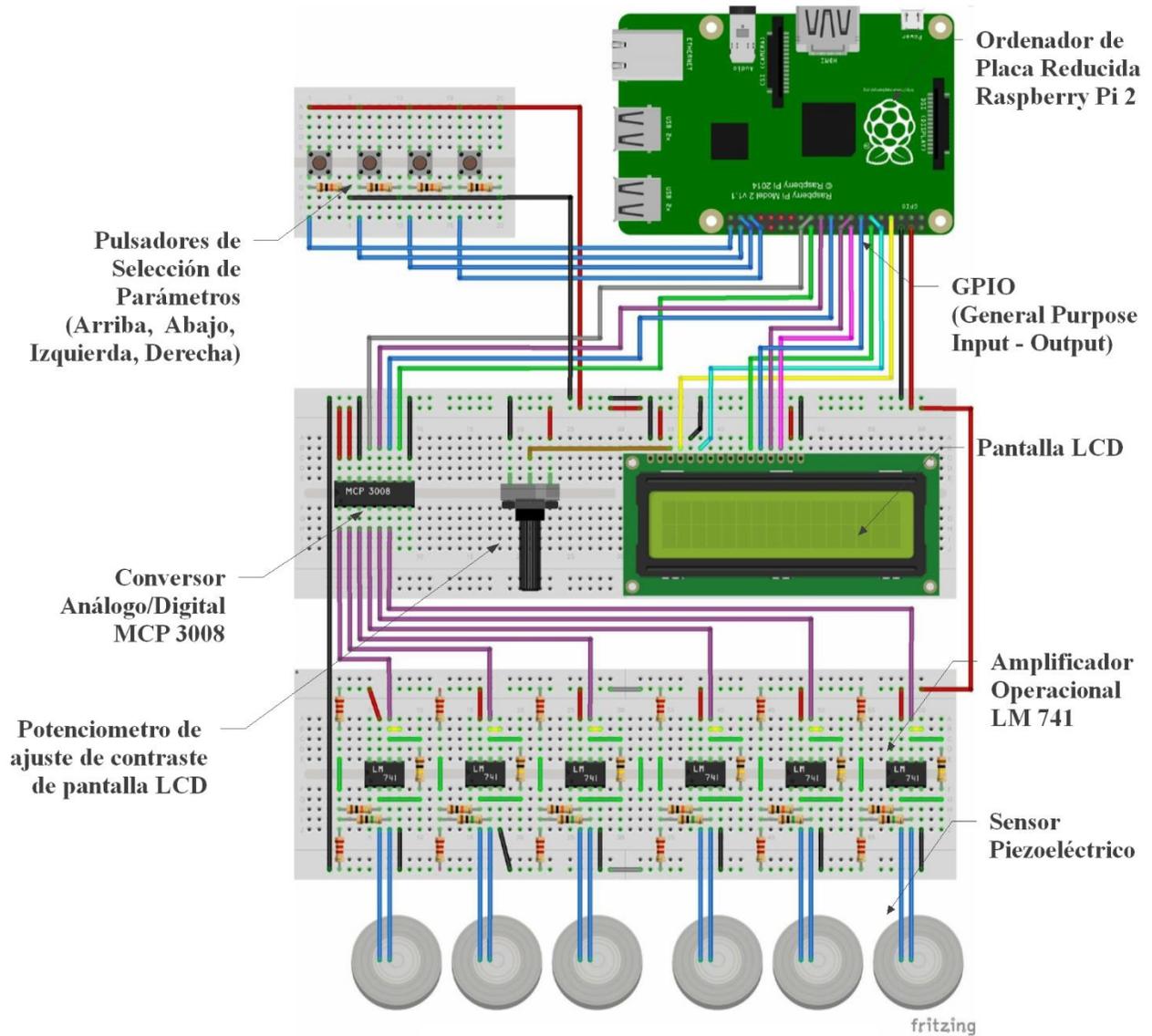
Requerimientos y componentes de usuario no funcionales

Por otra parte, se encuentran los requerimientos no funcionales, que son aquellos componentes necesarios para lograr la actividad de los requerimientos funcionales, es decir, elementos como la arquitectura de circuitos, dispositivos electrónicos y software invisibles al usuario, pero vitales para lograr el funcionamiento de las funciones visibles.

- Sensores piezoeléctricos.
- Materiales para aislamiento de los sensores.
- Cableado del sistema.
- Circuitos internos.
- Amplificadores.
- Conversor análogo – digital.
- Raspberry Pi.
- Arduino.
- Entorno de programación Python.
- Módulos y librerías de programación.
- Conversor digital – análogo.

Diagrama de conexiones internas, componentes eléctricos y flujo de la señal

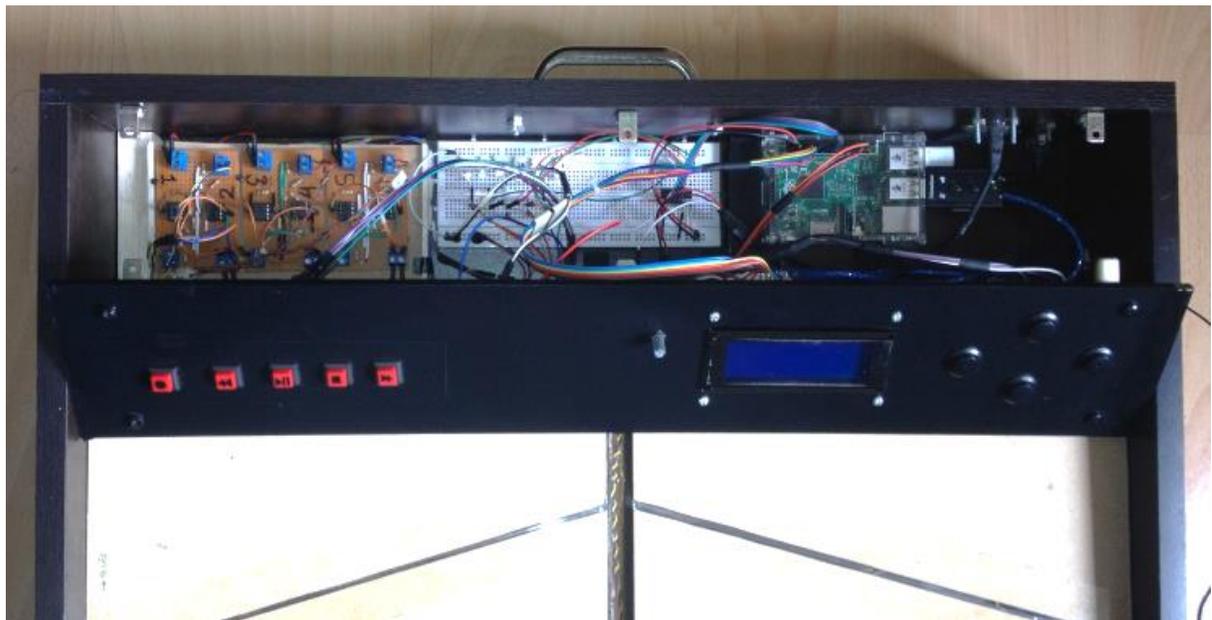
Figura 42. Diagrama de conexiones y flujo de señal.



Una vez aclarados los requerimientos y componentes de usuario, el siguiente paso, es entender cómo se encuentra relacionado cada elemento dentro de la superficie, por tal motivo el diagrama visualizado en la Figura 42, desarrollado en el software fritzing, ofrece una visualización esquemática de los elementos que posibilitan el funcionamiento del Foley Pit, e indica parte de las conexiones que maneja el dispositivo.

El flujo de señal inicia desde la interacción del usuario y los sensores, que al reaccionar ante los pasos, producen una variación de voltaje que llega a la etapa de amplificación en los amplificadores operacionales LM741, los cuales a grandes rasgos son: dispositivos electrónicos de alta ganancia, que permiten incrementar el valor de las señales entrantes de órdenes de milivoltios a voltios, para luego ser enviadas al conversor análogo/ digital MCP 3008, y ser convertidas en señales digitales que llegaran posteriormente al ordenador de placa reducida (Raspberry Pi), luego en dicho punto, el código programado toma estos valores y los interpreta para la reproducción del paso según su dinámica, la cual depende del usuario y la intensidad de sus pisadas. Al mismo tiempo de la lectura de estos datos se tiene una pantalla LCD que mostrará al usuario una interfaz gráfica, donde podrá recorrer la librería de audio creada para el proyecto por medio de cuatro pulsadores, los pulsadores arriba y abajo cambiarán el tipo de calzado y los pulsadores de izquierda y derecha modificarán el tipo de superficie, seguidamente mediante otros cinco pulsadores el usuario puede controlar ciertas funciones de un DAW que serán explicadas más adelante, finalmente se tiene un potenciómetro que puede variar el contraste de la pantalla a disposición del usuario.

Figura 43. Visualización final de los puntos de conexión dentro de la superficie de control.



Adquisición de datos de la señal de entrada (estructura de casos de usuario)

Aclarando la arquitectura global de la superficie, el método de captura análoga- digital, los elementos que el usuario puede manipular y de qué manera, es importante conocer los casos de uso, que representan la interacción del usuario con el dispositivo, esto con el fin de entender intuitivamente el funcionamiento de la superficie y los requerimientos del usuario presentados previamente. En la Figura 44, así como las tablas correspondientes (Tabla 6 – 11) se evidencian los casos de uso más representativos y el curso de eventos consiguientes.

Figura 44. Diagrama de flujo de interacción óptima entre el usuario y el Foley Pit.

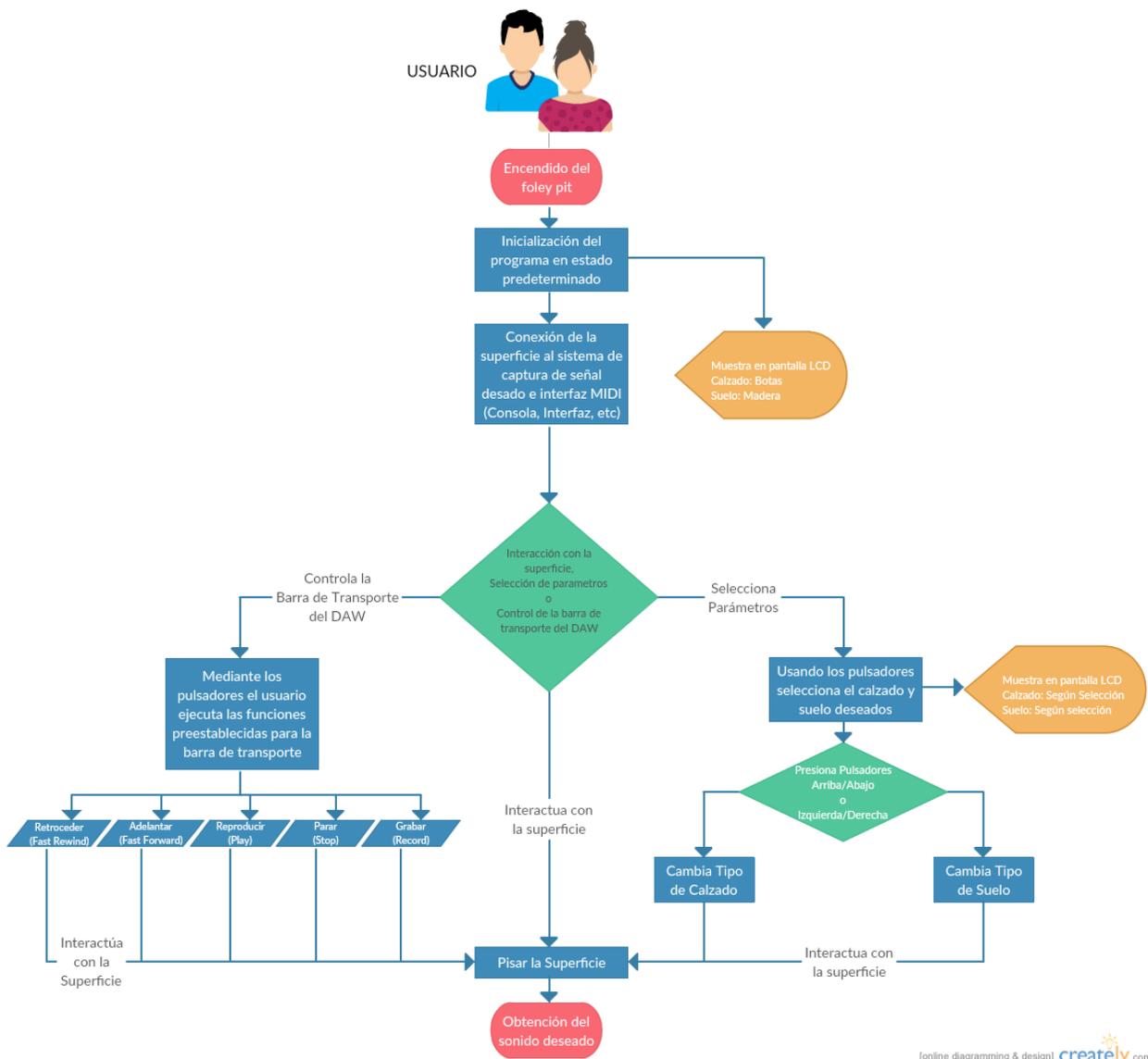


Tabla 6. Primer caso de uso, interacción normal sobre el Foley Pit.

Caso de uso	Interacción directa con la superficie
Actores	Usuario
Propósito	Disparar el sonido
Flujo normal	El usuario enciende el Foley Pit, espera a que se inicialice, posteriormente pisa la superficie en cualquier punto
Tipo	Manual
Pre-condición	La caja ha de estar encendida
Post-condición	Puede repetirse el paso o cambiar a seleccionar parámetros
Entradas	La pisada del usuario sobre la superficie
Salidas	El sonido deseado según la selección de parámetros y el mensaje MIDI correspondiente al sensor.

Tabla 7. Curso de los eventos para el primer caso de uso.

Acción del usuario	Respuesta del sistema
Después de conectar y encender el Foley Pit el usuario puede proceder a conectarlo a su dispositivo de captura de audio de preferencia y posterior a esto pisar la superficie de contacto de la caja.	El dispositivo se encenderá, en unos segundos se inicializará y mostrará el menú de selección de parámetros en pantalla, el Foley Pit esperará a que la superficie sea pisada para disparar el paso predeterminado o que el usuario lo cambie para disparar otro. Al pisar la superficie, a través de la salida MIDI se enviarán mensajes de activación y desactivación de nota que podrán reproducir sonidos en cualquier programa de secuenciación.

Tabla 8. Segundo caso de uso, selección de parámetros del Foley Pit.

Caso de uso	Selección de parámetros del Foley Pit (tipo de calzado y tipo de superficie).
Actores	Usuario.
Propósito	Seleccionar la superficie deseada.
Flujo normal	El usuario, haciendo uso de los pulsadores del tablero cambia los parámetros según su necesidad.
Tipo	Manual.
Pre-condición	La superficie no debe ser pisada.
Post-condición	Interacción con la superficie o cambio de parámetros.

Entradas	Pulsación de los botones
Salidas	Cambio en los parámetros establecidos del sonido de la pisada.

Tabla 9. Curso de los eventos para el segundo caso de uso.

Acción del usuario	Respuesta del sistema
Una vez encendido el Foley Pit el usuario puede proceder a cambiar entre los distintos tipos de suelo y calzado disponibles en la caja haciendo uso de los botones de selección sin pisar la caja, esta selección podrá ser evidenciada en la pantalla LCD integrada en el dispositivo. Los botones arriba/abajo alternan el tipo de calzado y los botones izquierda/derecha el tipo de superficie asignada al calzado.	Ya mostrando el menú, este cambiara dependiendo de la selección hecha por el usuario y le mostrará el tipo de calzado y suelo escogidos. Para el caso de las botas y los tenis, estos permiten desplazarse entre las 5 superficies disponibles para ellos (madera, baldosa, concreto, hojas y gravilla), mientras que los tacones y los zapatos formales solo permiten cambiar entre las 3 primeras superficies nombradas (madera, baldosa y concreto).

Tabla 10. Tercer caso de uso, control de los parámetros de un DAW.

Caso de uso	Control de parámetros de un DAW.
Actores	Usuario.
Propósito	Controlar funciones de la barra de transporte de un DAW.
Flujo normal	El usuario, haciendo uso de los pulsadores del tablero ejecuta las funciones según su necesidad.
Tipo	Manual.
Pre-condición	Encender la superficie, conectar el cable DIN 5 a la entrada MIDI de la interfaz utilizada por el usuario, configurar las entradas MIDI del DAW y los mensajes de control de parámetros de este, Nota: Este último no aplica para el software Pro Tools, debido a que en este software los mensajes asignados de control no pueden ser cambiados por el usuario.
Post-condición	Interacción con la superficie o demás pulsadores.
Entradas	Pulsación de los botones.
Salidas	Ejecución de las funciones definidas de la barra de transporte.

Tabla 11. Curso de los eventos para el tercer caso de uso.

Acción del usuario	Respuesta del sistema
<p>Una vez encendido el Foley Pit el usuario será capaz de controlar las funciones de la barra de transporte de un DAW utilizando los botones destinados para ello. Inicialmente debe asignar las direcciones MIDI predeterminadas del Foley Pit dentro del DAW (de ser posible) y configurar el dispositivo de entrada dentro del mismo. Los botones están normalizados para las funciones de la barra de transporte estándar del Software Pro Tools y corresponden a: ‘Fast Rewind’, ‘Fast Forward’, ‘Play’, ‘Stop’ y ‘Record’ (Retroceso, Adelanto, Reproducir, Parar y grabar).</p>	<p>Al ser pulsado alguno de los botones, este ejecutará la acción correspondiente de la barra de transporte del DAW (retroceso, adelanto, reproducir, parar y grabar). Este segmento del dispositivo se encuentra en constante funcionamiento, esperando y ejecutando la selección hecha por el usuario.</p>

Raspberry PI y sus características técnicas

Al finalizar las conexiones, se verificó que el flujo de la señal y la adquisición de datos se desempeñara de manera correcta, la fase inmediata es tener todos los datos de información generados por la interacción el usuario con el Foley Pit llegando a la Raspberry Pi, no obstante, es importante conocer su funcionamiento y parámetros técnicos, los cuales fueron decisivos al momento de escoger el centro de operaciones del dispositivo.

Figura 45. Raspberry Pi modelo 2⁷⁵.



⁷⁵ Raspberry Pi Modelo 2. *Información técnica*, recuperado de: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>

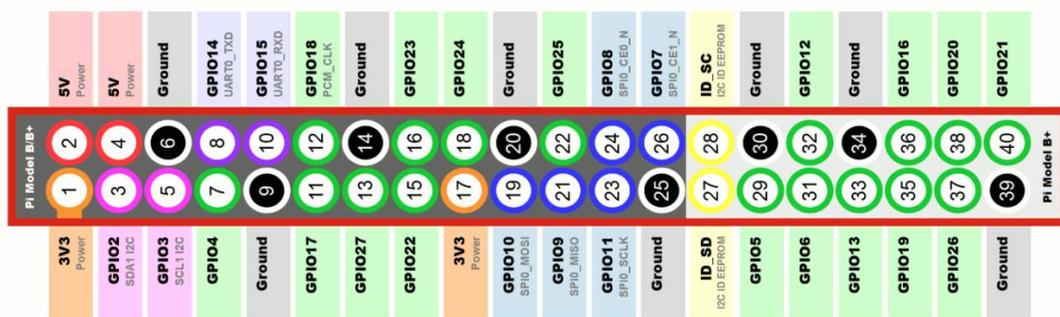
Se entiende entonces la Raspberry Pi como un ordenador de placa reducida que cuenta con puertos USB, puerto HDMI, puerto Ethernet, salida de audio, conector para pantalla táctil, conector de cámara, pines de propósito general, con los cuales es posible interactuar con diferentes dispositivos electrónicos, como: sensores, motores, pulsados, luces, pantallas LCD, etc.

Figura 46. Características técnicas - Raspberry Pi modelo 2⁷⁶.

- Broadcom BCM2836 ARMv7
- QUAD Core @900 MHz
- RAM 1GB
- MicroSD
- 4x USB Ports
- 5V micro USB input
- GPIO 40 pines
- HDMI
- Ethernet 10/100
- Audio: HDMI y 3.5 mm
- Interfaz para cámara (CSI-2)
- Interfaz para LCD display (DSI)

Gracias a las características mencionadas, con la Raspberry Pi es posible establecer los diferentes procesos de programación requeridos para articular el funcionamiento del Foley Pit mediante sus múltiples pines de conexión de propósito general (GPIO), estos pines están destinados para trabajar con sensores, fuentes de alimentación, puntos de tierra, entre otros propósitos, cubriendo cada necesidad en el desarrollo del proyecto.

Figura 47. Pines de conexión de la Raspberry Pi (GPIO)⁷⁷.



⁷⁶⁻⁷⁷ Raspberry Pi Modelo 2. *Información técnica*, recuperado de: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>

Entorno Python en audio

Ya finalizada la explicación de los elementos necesarios para la captura de señal y procesamiento, que comprende desde los sensores piezoeléctricos hasta la Raspberry Pi, es posible dar apertura a la etapa de programación que será la encargada de la captura, análisis y procesamiento de información digital. Para ello, se tiene el entorno de programación Python, como el lenguaje designado para articular el funcionamiento del Foley Pit. Python cuenta con todo un sistema de programación dedicado al audio, donde sus numerosos módulos brindan múltiples posibilidades para desarrollar proyectos de alta categoría.

En consecuencia, se utilizaron dos tipos de módulos de Python dedicados a audio conocidos como Scikits.Audiolab y Pyaudio, estos brindaron los elementos necesarios para el procesamiento de señales de audio. También se utilizaron otros módulos dedicados a la lectura de información obtenida a través de los terminales de la Raspberry Pi conocidos como el GPIO (General Purpose Input Output). Seguidamente se incluyó el módulo “time” que almacena información como números de punto flotante en unidades de segundos, para que cada cierto tiempo en los datos captados, se renueve la información en un intervalo adecuado en la programación. Por otra parte cabe recalcar que la librería Scitiks es capaz de clasificar y agrupar información captada en vectores y esta designada para interpolar sistemas numéricos y científicos con otros módulos de gran importancia como lo son NumPy y SciPy, cuyas funciones detectan arreglos o matrices multidimensionales y realizan procesos de optimización, integración y operaciones matemáticas en señales capturadas digitalmente, para ser procesadas y analizadas dentro del sistema de programación en Python.

Seguidamente se integra la librería “random” con la intención de agrupar y permitir la reproducción de las señales de la librería en un orden pseudo-aleatorio, con el fin de incrementar la variabilidad de los archivos de audio de salida que reproducirá el sistema. Finalmente, se añade la librería audiolab capaz de leer y escribir archivos “numpy arrays” en formatos de audio wav, aiff, flac, etc. Esto con la intención de manejar la mejor calidad de lectura audio, 24 bits/48 KHz, establecida al momento de integrar la librería de audio con los efectos de pasos, a su vez la librería play, tuvo la labor de reproducir estos archivos una vez el usuario determina los parámetros del sonido deseado.

Etapa de diseño y planteamiento de la programación

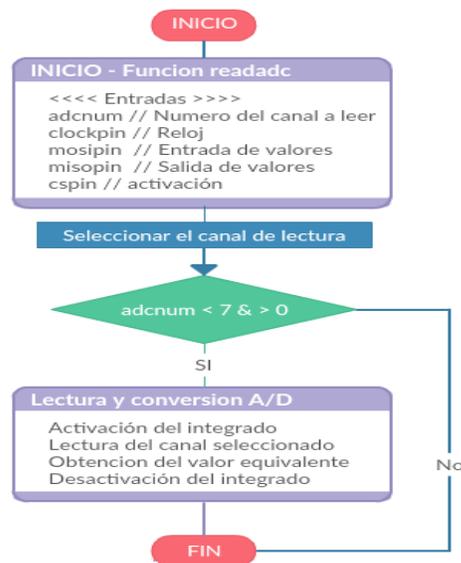
Retomando el conversor análogo - digital MCP 3008, cuya tarea es convertir los estímulos recibidos por los sensores en valores discretos, se diseñó un programa capaz de realizar los procesos designados de captura, procesamiento y operación de señales el cual culmina en la obtención del sonido esperado por el usuario. Este programa se desarrolla en el entorno ya mencionado de programación, Python el cual reside en un dispositivo físico, en este caso la

placa Raspberry Pi, la cual tiene una óptima capacidad de procesamiento y almacenamiento de memoria y la posibilidad de albergar un sistema operativo libre (Open Source) el cual es una versión adaptada de Debian (Linux) denominada Raspbian.

La placa cuenta con pines de propósito general (GPIO) que son la interfaz que comunica este ordenador con cualquier dispositivo externo, en este caso los amplificadores, conversores, salidas de audio y tablero de control del dispositivo posibilitando un manejo estable y versátil del Foley Pit por parte del usuario. Por consiguiente, el usuario mediante el tablero de control, el cual consta de un grupo de pulsadores y una pantalla LCD, será capaz de controlar los parámetros básicos de un DAW mediante protocolo MIDI, elegir el sonido deseado y obtenerlo interactuando con la caja mediante pasos. La salida de audio de este dispositivo es a través de una salida XLR de señal balanceada adaptada a una tarjeta de sonido USB con el fin de maximizar la calidad de los audios, el sonido obtenido es el resultado del procesamiento digital de las acciones del usuario sobre el Foley Pit y podrá ser recibido en el dispositivo de su elección, por ejemplo, una consola o una interfaz de audio.

Retomando el conversor análogo/digital MCP 3008 (sección 4.22) al haber dejado claras sus capacidades técnicas, se procede a conectar entonces sus terminales a los pines dedicados al protocolo SPI de la Raspberry Pi, GPIO8 CS (chip select), GPIO9 MISO (entrada), GPIO10 MOSI (salida) y GPIO11 (Reloj). A partir de esto, el código programado para realizar la lectura de los sensores se evidencia en el Anexo C y se muestra su correspondiente diagrama de flujo a continuación.

Figura 48. Diagrama de flujo de la lectura de los sensores.



Interfaz física de control del Foley Pit (pantalla y pulsadores)

Previamente a definir la etapa del procesamiento de las señales obtenidas de los sensores se explicarán los elementos más relevantes del manejo físico de la interfaz, esta comprende la pantalla LCD como medio de visualización de las selecciones hechas por el usuario, y también los pulsadores de selección como medio para realizarlas, además se explicará el funcionamiento del segmento del dispositivo que se encarga del control de los parámetros del DAW de preferencia del usuario. Dentro de la programación desarrollada en Python los pulsadores de selección del tipo de paso definirán los sonidos que serán producidos por el Foley Pit, por otro lado, los pulsadores de control que fueron programados para funcionar con el microcontrolador Arduino se encargan del control de los parámetros de la barra de transporte del DAW elegido por el usuario. En consecuencia, este segmento del desarrollo será explicado en el orden que se mostrará a continuación.

Módulo LCD 20 x 4

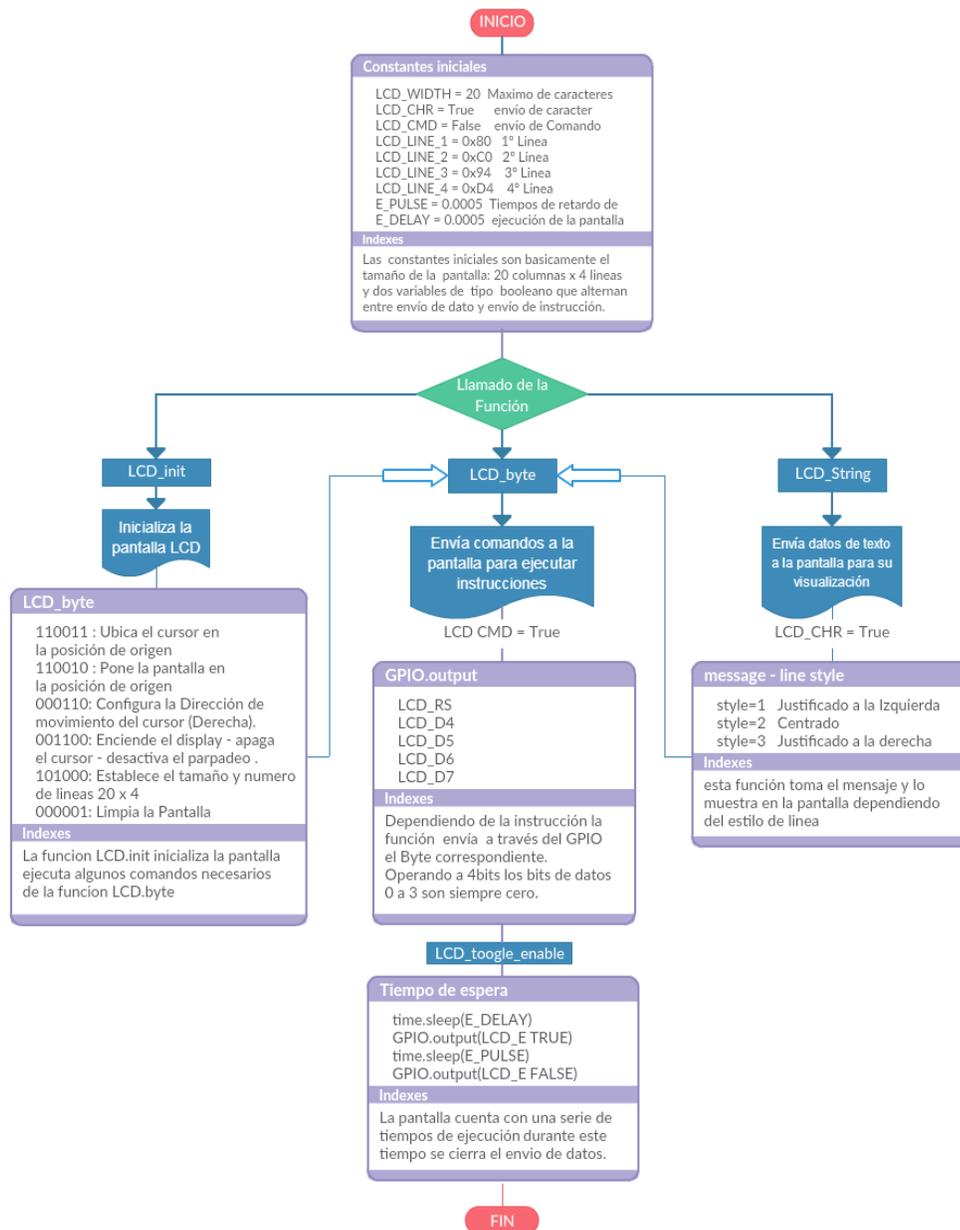
Este segmento del desarrollo comprende la programación requerida para mostrar texto en el módulo LCD (Liquid Cristal Display), el cual es una pantalla delgada y plana de diversas capas formada por píxeles monocromáticos ubicados frente a una fuente de luz. Para su funcionamiento, este módulo incluye una serie de pines, que incluyen: un bus de datos de 8 bits, un pin de habilitación (Enable), un pin de selección (Register Select) el cual indica si el tipo de envío es un dato o una instrucción, un pin que indica la lectura o escritura de la pantalla y finalmente los pines ánodo y cátodo de la luz integrada.

Tabla 12. Distribución de los pines en el módulo LCD 20 x 4.

1	Tierra (Ground)
2	VCC (5V)
3	Ajuste de contraste
4	RS (Register Select)
5	RW (Read/Write)
6	Enable
7	Data Bit 0
8	Data Bit 1
9	Data Bit 2
10	Data Bit 3
11	Data Bit 4
12	Data Bit 5
13	Data Bit 6
14	Data Bit 7
15	Ánodo
16	Cátodo

Para el uso del módulo LCD con la Raspberry Pi, bastó con configurarlo para ser usado en modo de 4 bits esto redujo la cantidad de pines usados en el GPIO, lo cual representó el uso de solo los cuatro últimos pines de datos de la pantalla (Data Bit 4 – 7). El código usado para configurar la pantalla trabaja como un bloque de funciones, los cuales desde la programación principal pueden ser llamados para ejecutar sus diversas funciones, este código será expuesto en el Anexo C y su correspondiente diagrama de flujo se presenta a continuación.

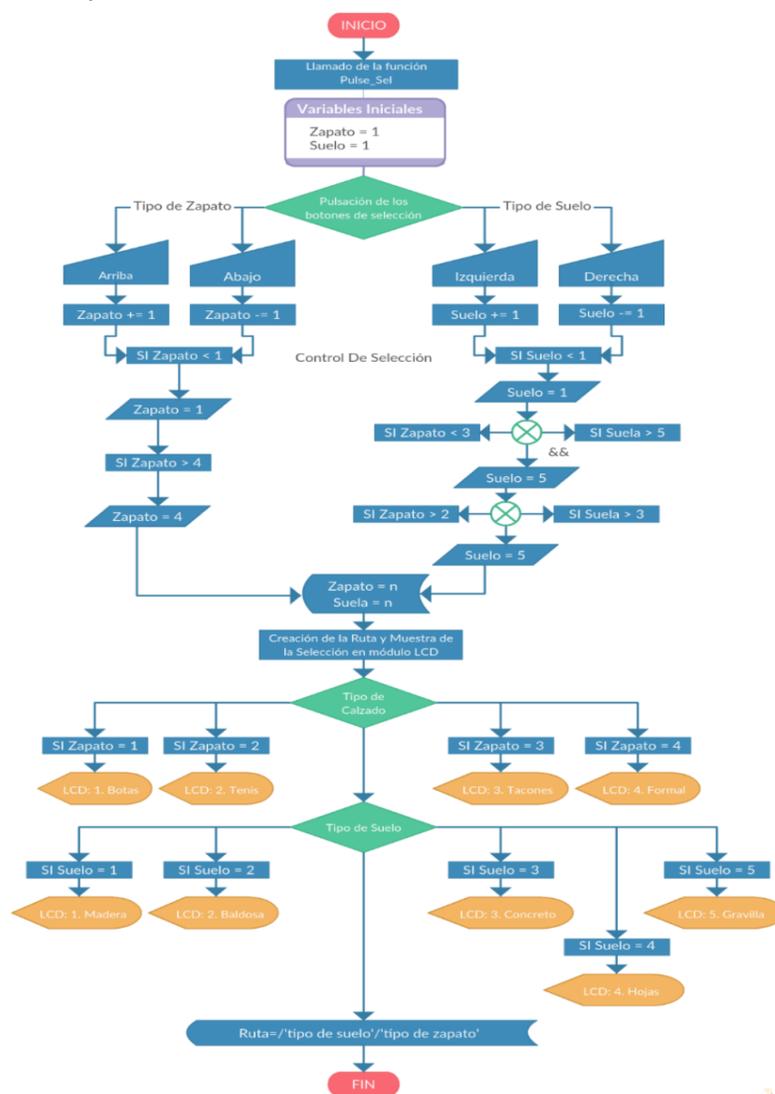
Figura 49. Diagrama de flujo de funciones de control de módulo LCD.



Pulsadores de selección (Tipo de paso)

Este bloque de programación comprende la etapa de selección de parámetros (Anexo C), la cual trabaja a manera de función dentro del entorno Python, esta programación al igual que las demás funciones es llamada desde la programación central, y actúa articulando un menú de selección, controlado por los pulsadores del tablero. Estos pulsadores activan la ejecución de ciertas acciones, las cuales a grandes rasgos son: el envío de la información de la selección realizada al módulo LCD, para su visualización (anteriormente descrita) y la creación de una ruta de archivo, a partir de la cual, en bloques posteriores de programación se localizan los archivos de la librería de sonidos integrada para su procesamiento y reproducción.

Figura 50. Diagrama de flujo de la función del menú de selección.



Pulsadores de control (Barra de transporte)

En esta sección se explican los aspectos más relevantes del bloque correspondiente al control de parámetros de un DAW, el cual convierte al Foley Pit en una superficie no solo de reproducción de sonidos, sino también de control. Como se ha venido explicando, este bloque se encarga de activar las funciones de la barra de transporte de una estación de trabajo digital de audio (digital Audio workstation), un DAW es un sistema electrónico o software que permite al usuario grabar o editar audio digital, entre otras labores. Para su funcionamiento un DAW requiere de hardware especializado, como pueden ser: un ordenador capaz de admitir su funcionamiento y una interfaz de audio digital, la cual a grandes rasgos se encarga de la conversión análogo – digital de señales provenientes de micrófonos o instrumentos. Gran mayoría de las interfaces de audio existentes permiten la comunicación por protocolo MIDI lo cual es de gran importancia en este proyecto ya que el Foley Pit hace uso de protocolo MIDI para el envío de los comandos que ejecutarán las funciones de la ya mencionada barra de transporte.

Barra de transporte de un DAW

La barra de transporte es una herramienta propia de cualquier DAW que permite al usuario ubicarse en términos de tiempo en su espacio de trabajo y ejecutar funciones estándar como lo son: reproducir audio (Play), detener la reproducción (Stop), avanzar o retroceder en tiempo (Fast forward – Fast rewind), iniciar la grabación de una pista de audio (Record), entre otros parámetros. Además, permite al usuario visualizar datos de tiempo relevantes como el inicio y fin de pista y la posición de tiempo en la cual se encuentra, la complejidad o estilo de la barra de transporte depende del DAW y para fines prácticos el Foley Pit se ha diseñado para trabajar de manera estándar con el software Pro Tools®.

El motivo de la elección del software Pro Tools® como medio de referencia para las funciones de superficie de control del Foley Pit es debido a que inicialmente, es el software insignia para trabajos de edición, mezcla, post producción de audio, etc. Seguidamente se debe a que a diferencia de otros DAW no permite establecer previamente los mensajes MIDI que permitirán el control de la barra de transporte debido a que son fijos, así que el Foley Pit trabajará directamente con ellos.

Arduino como medio para el control de parámetros del DAW y envío de mensajes

Como dispositivo encargado de permitir el control de la barra de transporte del DAW y el envío de mensajes de activación de nota, el motivo de la elección de Arduino como un controlador MIDI es su versatilidad. Su entorno de programación a diferencia de Python provee al usuario de librerías de programación dedicadas al envío físico de mensajes MIDI

sin la necesidad de realizar complicados montajes electrónicos que involucran amplificadores operacionales y otros dispositivos de difícil adquisición para acoplar los puertos de comunicación (GPIO) de un dispositivo como la Raspberry Pi a las funciones de controlador MIDI, sino simplemente hacer uso de una terminal digital de transmisión serial acoplada a una salida DIN 5, la cual es el estándar de comunicación MIDI por medio físico. Además, los montajes requeridos para convertir una Raspberry Pi en un controlador MIDI requieren del uso de los puertos SPI que ya previamente habían sido usados por el conversor análogo – digital MCP 3008. Otro motivo adicional por el cual no se utilizó la Raspberry Pi como controlador fue la velocidad de trabajo de su interfaz de comunicación serial UART (Universal Asynchronous Transmitter Receiver), que por defecto es de 38400 bits por segundo y como bien debe saberse la velocidad de transmisión estándar del protocolo MIDI es de 31250 bits por segundo, esto se traduce en que: si se desease compartir las funciones de recepción y envío usando los puertos SPI para MIDI y conversión análogo digital simultáneamente, utilizando el MCP 3008, se debería reducir la velocidad de transmisión lo cual se vería reflejado en mayores tiempos de respuesta en la lectura de los sensores y por ende la reproducción de los sonidos deseados.

A continuación, se muestra el correspondiente esquema de conexión entre los pulsadores de control de parámetros, la salida física MIDI, el microcontrolador Arduino y la Raspberry Pi como fuente de energía para esta etapa. Seguido a esto se mostrará el diagrama de flujo correspondiente a la programación y su código correspondiente será expuesto en el Anexo D.

Envío de mensajes de activación de nota para uso en secuenciación

En el Foley Pit la superficie de contacto, no solo se limita a la reproducción de pistas. A través de la conexión MIDI al momento de la pisada se envían mensajes de activación de nota, los cuales pueden ser detectados por cualquier DAW o programa compatible con el protocolo (p. ej. Pure Data) para reproducir cualquier tipo de muestra de audio directamente desde el computador y no desde la librería de audio integrada en el Foley Pit. Los mensajes MIDI son estáticos y se evidencian en el Anexo D y deben ser asignados junto con las pistas de audio en el software predeterminado por el usuario para su posterior uso. El grado de intensidad con la cual incide el paso se ve reflejado en el parámetro de una nota MIDI correspondiente al “velocity”, que puede ser utilizado en diversos software (p.ej. Pure Data) para variar el nivel con el que se reproduce la muestra de audio designada por el usuario.

Figura 51. Esquema del segmento de control.

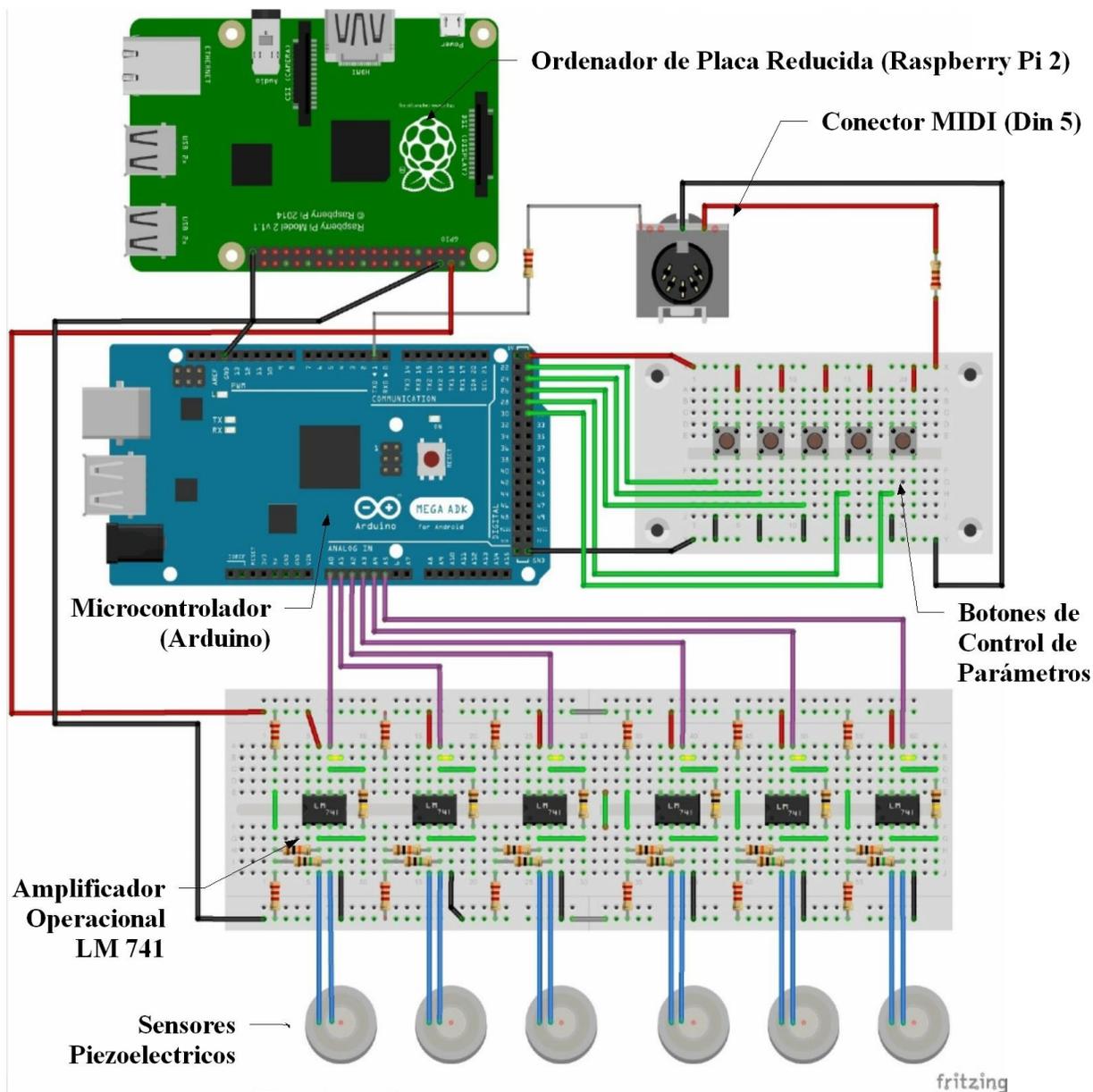
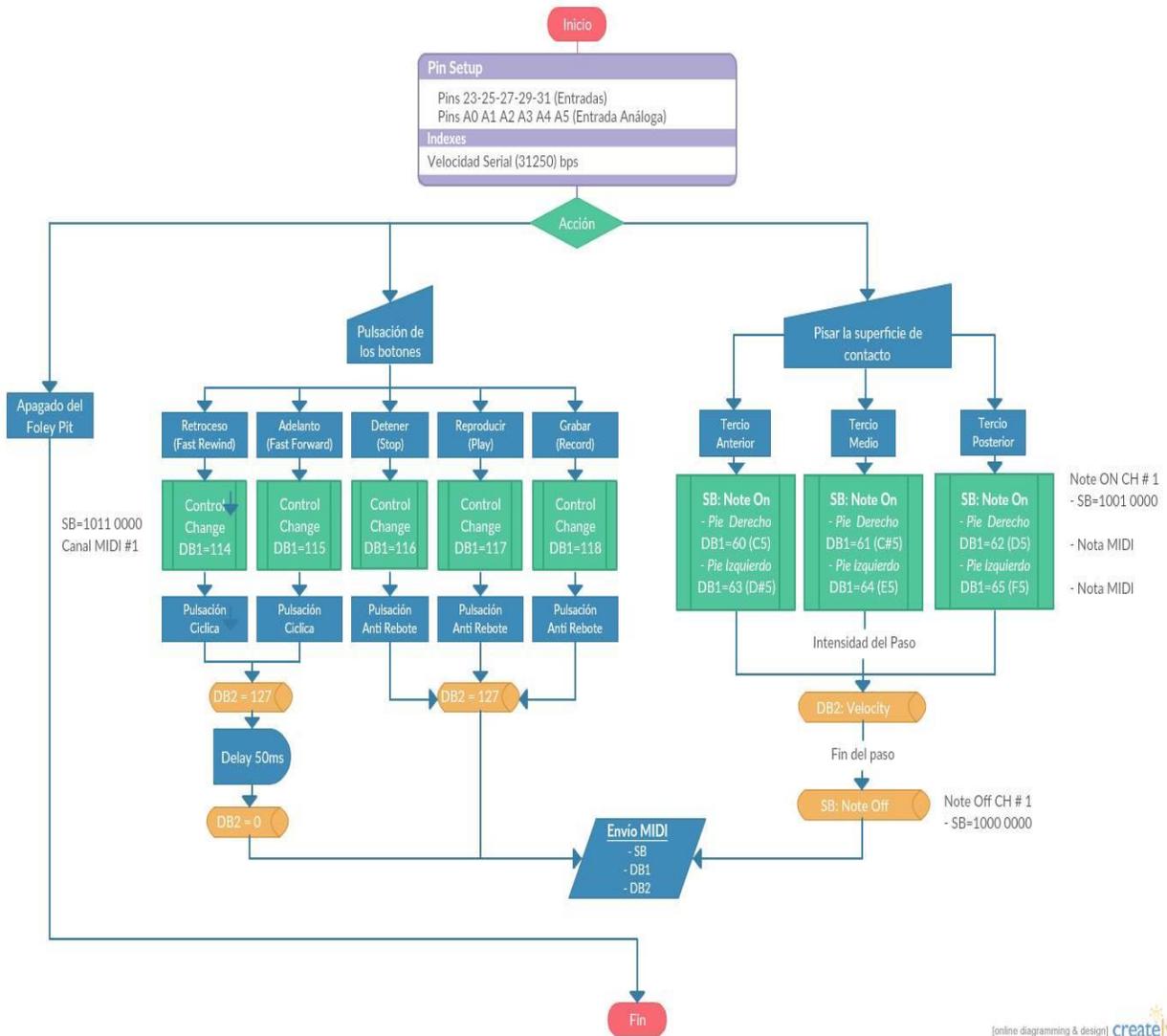


Figura 52. Diagrama de flujo segmento de control.



Como se ha explicado previamente esta etapa cuenta con cinco pulsadores encargados del control de la barra de transporte del DAW. Físicamente al pulsar los botones se cierra un circuito que alimenta los pines digitales del Arduino con 5 voltios, de lo contrario cuando no son pulsados estos van referenciados a tierra a través de una resistencia. Cuando Arduino detecta las diferencias de tensión, dependiendo de cada uno de los pines, la programación se encarga de enviar la información correspondiente a cada función por medio del pin de salida ‘TX’, acoplado al conector DIN 5. Recordando que el protocolo MIDI involucra envíos de información de manera serial, el código de programación implementado se diseñó para asignar a cada pulsador una función de la barra de transporte. Al pulsarse cada botón

la programación utiliza estructuras condicionales que generan un mensaje MIDI que a grandes rasgos se compone de tres bytes, un byte de estado y dos bytes de datos. El byte de estado es un mensaje de cambio de control (Control Change), que a diferencia de otros mensajes MIDI como Note On o Note Off que se encargan de activar o desactivar notas musicales, se encarga de activar el control de una amplia variedad de parámetros identificados por direcciones. El byte de datos define el cambio de control, el primer byte define la dirección, o el parámetro a controlar y el segundo define el valor de éste, estos valores pueden definir propiedades como: encendido, apagado o magnitudes, como: niveles o relaciones. El software Pro Tools®, tiene predeterminadas las direcciones de cada una de las funciones de la barra de transporte (byte de datos 1), estas se evidencian en el anexo D en el respectivo código de programación. Al igual que el primer byte de datos el byte de estado no cambia, ya que define el cambio de control, el byte que si varía es el byte de datos número dos, debido a que afecta directamente los parámetros a controlar de la barra de transporte, los pulsadores asignados a las funciones reproducir, parar y grabar envían solo una vez el mensaje de activación al ser presionados y el mensaje solo se vuelve a enviar al soltar y volver a pulsar el botón, en contraste los pulsadores asignados a las funciones, adelantar y retroceder envían el mensaje de activación de manera continua ya que así, es el funcionamiento dentro del DAW.

Para poder utilizar la función de control del Foley Pit es necesario conectarlo mediante un cable DIN 5 a la interfaz de audio, el DAW debe reconocer esta interfaz y permitir el uso de los mensajes MIDI como herramienta de control de parámetros, en softwares diferentes a Pro Tools® no es posible definir las direcciones con las cuales se quieren controlar los parámetros por ende, el Foley Pit tiene predeterminadas las direcciones de cada función, para su uso en otros DAW basta con identificarlas y asignarlas a las funciones deseadas.

Programación central, lectura cíclica de los sensores y selección de parámetros del Foley Pit

Esta sección comprende la etapa de programación relacionada con la ejecución de las labores principales del Foley Pit, las cuales son: la inicialización general del dispositivo y detección de interacción.

Inicialmente para su funcionamiento, el programa ha de recopilar las librerías y módulos de programación que necesita para funcionar correctamente (Rpi.GPIO, Time, Numpy, Scipy, Audiolab), seguidamente ha de asignar las funciones correspondientes a los pines GPIO de la Raspberry para interactuar con los dispositivos físicos (amplificadores, ADC, módulo LCD, pulsadores, DAC) y finalmente definir las variables iniciales del programa,

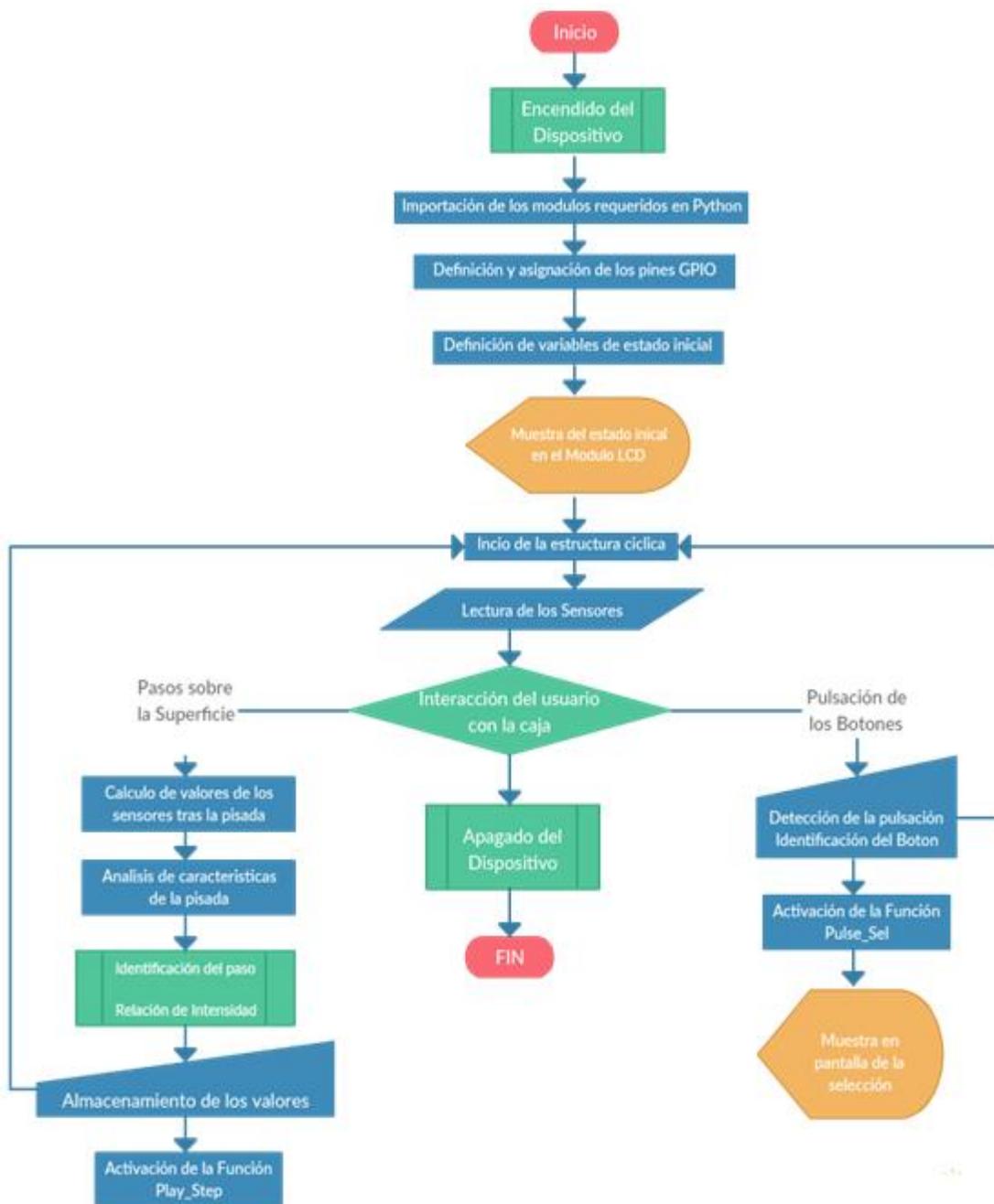
las cuales consisten en el estado inicial del Foley Pit y constantes requeridas por las funciones.

Seguidamente el dispositivo estará listo para llevar su propósito a cabo, para ello requiere estar a la espera de las acciones del usuario de manera continua, lo cual en cualquier lenguaje de programación implica el uso de una estructura condicional cíclica. Como ya se mencionó en los casos de uso, los eventos posibles que componen las funciones principales de este Foley Pit son: la interacción directa del usuario con la superficie, la selección de parámetros por parte de éste y la ya mencionada función de control de los parámetros del DAW y los mensajes de activación y desactivación vía MIDI por medio de los sensores.

En primera instancia, para el caso de selección de parámetros, en el cual el usuario mediante los pulsadores de selección cambia eventualmente entre tipo de calzado y superficie; durante la ejecución del ciclo central de programación, el dispositivo tiene la labor de detectar la pulsación de los botones y llamar la función de selección de parámetros (Pulse_Sel), la cual como se explicó anteriormente se encarga de ejecutar las acciones que articulan el menú visible en el módulo LCD, además de la selección del sonido deseado. En segunda instancia, el dispositivo también mide de manera continua el estado de los sensores con el fin de detectar cualquier estímulo que incida sobre la superficie. Para efecto de detección de la pisada fue necesario tener en cuenta que la medición de una entrada análoga está sujeta a variaciones, las cuales dependen de diversas variables físicas, por tal motivo se definió un valor de tolerancia, definido por los límites máximo y mínimo entre los cuales oscila el voltaje de salida de los sensores sin ser excitados, para definir un umbral de reposo con el fin de caracterizar este estado para los sensores. Para establecer el estado inicial, recién se ejecuta el programa éste realiza una medida inicial de los sensores en estado de reposo y se utilizan los valores obtenidos como referencia.

Como ya se ha dicho, el programa se encuentra leyendo continuamente los valores de los sensores; ésta lectura contribuye a la caracterización del paso sobre la superficie del Foley Pit. Primero se calcula un promedio de la medición de todos los sensores con el fin de detectar un cambio general, seguidamente se calcula un promedio entre las zonas izquierda y derecha de la superficie para identificar el pie que dio el paso, posteriormente se identifica la sección equivalente del pie que hace presión sobre la caja y, por último, midiendo la relación entre el paso, el estado de reposo y su transición, se mide el grado de intensidad de la pisada. Estos valores captados se almacenan y son utilizados para el proceso final; su reproducción.

Figura 53. Diagrama de flujo relacionado a la programación central.



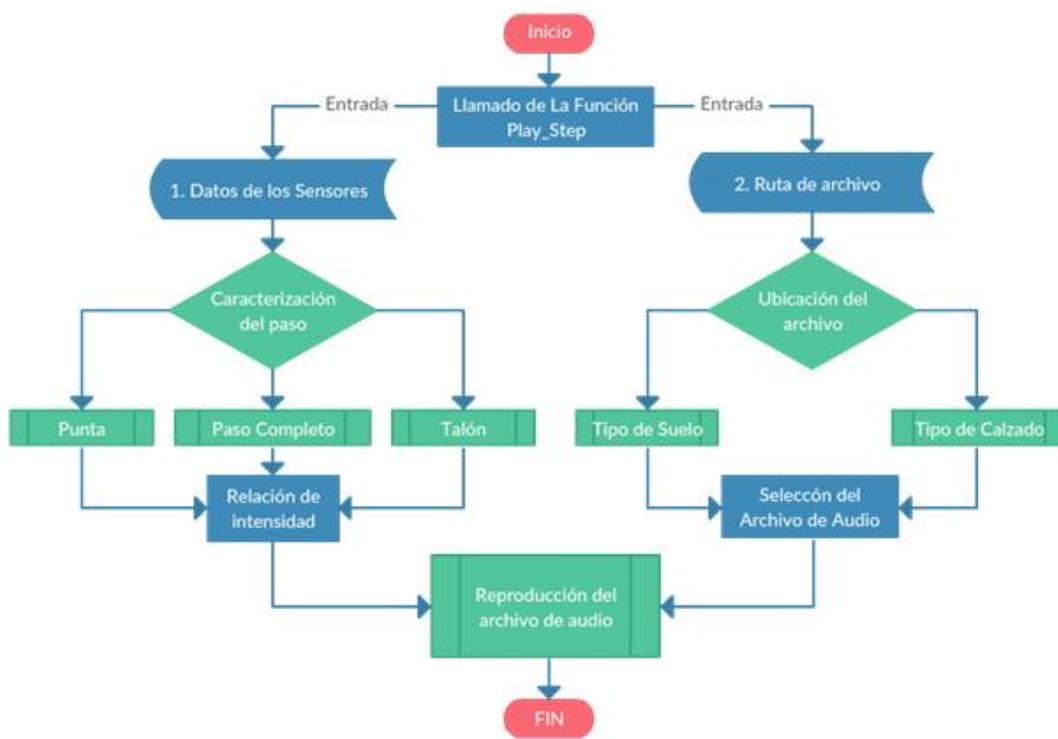
Función final, análisis y procesamiento de los valores obtenidos de los sensores, reproducción de los sonidos disponibles

Esta sección comprende la etapa final del desempeño de las funciones del Foley Pit, se desarrolló con la finalidad de darle más dinámica al sonido final del Foley Pit y por ende un grado mayor

de realismo. Inicialmente se encarga de recibir los datos de la conversión A/D que son entregados por el MCP 3008 durante la lectura de los sensores cuando se cumple de manera efectiva una pisada. Esta función recopila no solo la recepción de los datos mencionados, también el uso de la ruta de archivo correspondiente a selección hecha por el usuario en términos de tipo de suelo y calzado, para ubicar el archivo de sonido correspondiente dentro de la librería integrada de pasos. Cuando el archivo es ubicado se almacena en una variable a manera de arreglo (Numpy Array), la lectura de dicho archivo se logró gracias al módulo Scikits y su submódulo Audiolab, el cual soporta los archivos de la librería de sonido, escritos en formato .WAV, los cuales fueron grabados con una frecuencia de muestreo de (48000 Hz) y una profundidad de 24 bits.

Cuando el archivo de audio es llamado por la función se almacena en un arreglo, el cual entra en etapa de procesamiento, donde es operado con el valor obtenido de la transiente de la pisada captada por los sensores y su relación de intensidad, ajustando su nivel. La forma de operación es mediante una relación entre la máxima intensidad del paso y cómo ésta empieza a disminuir; esto para no distorsionar la señal incrementando los valores del arreglo más de lo debido, ya que un aumento de nivel puede ser hacerse libremente en etapas posteriores de pre-amplificación, ya sea en una consola o interfaz y en estos la posibilidad de saturar al elevar el nivel es mucho menor.

Figura 54. Diagrama de flujo relacionado a la programación central 2.



Salida de audio del Foley Pit – DAC

Terminando la fase final de programación, se establece la salida de audio de la superficie a través de un DAC (convertor digital - análogo), para garantizar la calidad y resolución de audio determinadas para el desarrollo de proyectos audiovisuales profesionales, la cual es de 24 bits/48 KHz. El DAC fue necesario ya que la resolución de audio de la Raspberry Pi, es menor a la necesaria (12 bits), Lo cual limita su funcionamiento. Por consiguiente, se estableció el uso del dispositivo M-Audio Micro DAC USB Digital to Analog Converter with 24bit/192KHz Resolution⁷⁸, dado que cumple con los requerimientos y es un dispositivo comercial.

Figura 55. Características técnicas y requerimientos de funcionamiento – M – Audio⁷⁹.

(DAC) 24 bit/192kHz converter with two outputs,

Features

Rugged aluminium housing

1/8" headphone output and 1/8" optical digital output

Included volume control delivers fine adjustments, eliminating volume stepping

Slim, small design for portability

Professional audio quality

USB-bus-powered

⁷⁸ M-Audio Micro DAC USB Digital to Analog Converter with 24 bit/192KHz Resolution, *información técnica*, recuperado: http://www.m-audio.com/products/view/micro-dac-24-192#.Vz8xz_196i

⁷⁹ M-Audio Micro DAC USB Digital to Analog Converter with 24 bit/192KHz Resolution, *información técnica*, recuperado de: http://www.m-audio.com/products/view/micro-dac-24-192#.Vz8xz_196i

Figura 56. M – Audio Micro DAC 24/192⁸⁰.



El método de conexión de este dispositivo es por USB, sus drivers de funcionamiento se instalaron en la Raspberry Pi, y esto garantizó la calidad y resolución esperadas. De tal manera se prueba que la salida de audio del Foley Pit en el proyecto de “Diseño y construcción de una superficie de control para la aplicación de Foley en producciones audiovisuales y multimedia” cumple con los estándares de calidad para producciones de alto nivel profesional y brinda soluciones óptimas en calidad, tiempo y recursos.

⁸⁰ M-Audio Micro DAC USB Digital to Analog Converter with 24 bit/192KHz Resolution, *información técnica*, recuperado de: http://www.m-audio.com/products/view/micro-dac-24-192#.Vz8xz_196i

Capítulo 7

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo comprende la presentación de los resultados obtenidos durante el desarrollo ingenieril, estos describen los antecedentes y funcionamiento del dispositivo y las etapas implícitas. posterior a esto se procederá a realizar un análisis descriptivo.

El resultado de identificar las superficies más utilizadas en Foley por medio de las referencias bibliográficas, permite contrastar que las superficies utilizadas en las películas examinadas, coinciden con la teoría en cuanto a sus características, por lo que muchas de las narraciones creadas para audiovisuales en Colombia corresponden tanto a la teoría como a la práctica. De igual manera fue importante identificar el tipo de calzado propio de la narrativa de los filmes escogidos (Ver. Anexo A), ya que de ahí surgió la base necesaria para la creación de la librería. Conocer los tipos de superficies y calzados más usados en las películas permite hacer una aproximación al estándar con la que cualquier filme contemporáneo puede contar y que el Foley Pit es capaz de proveer.

Al definir las curvas y analizar las estructuras dramáticas de las películas colombianas se establecen las fronteras emocionales de los personajes según la narrativa de cada filme y cómo estas varían reflejándose directamente en los pasos, cuyas características cambian de manera consecuente con la trama. A su vez, cada punto tomado del filme sucede en un tiempo y lugar específico, donde el personaje por medio de una acción responde a la emoción de la narrativa, dicha acción puede verse acentuada por los pasos en dicha locación, lo cual como resultado permite al usuario mediante el Foley Pit definir el tipo de calzado y superficie adecuados para la escena donde se desarrollan los pasos.

A continuación, se da a conocer el resultado de la captura de los pasos, para la creación de la librería y su correspondiente análisis:

Al analizar la morfología del pie, y la división de sus secciones (tercio anterior = punta, tercio medio = paso completo / parte distal superior, parte media, parte proximal inferior y el tercio posterior = talón) surgieron pautas para la creación de la librería de audio, al dividir la captura en talón, punta y paso completo, elemento que también permitió definir la ubicación de los sensores en la superficie,

En superficies de material rígido como la madera y el concreto, ciertos componentes en baja frecuencia lograban filtrarse en la grabación, producto de la vibración del suelo al momento del paso, esto debido a que las superficies no poseían una estructura especial en las cuales ser instaladas. De igual manera para los pasos grabados en superficies con materiales fragmentados almacenados en cajones se filtraron sonidos no deseados, ya que al ser los cajones estructuras

parcialmente huecas, resonaban afectando el sonido propio de los pasos. En consecuencia, después de la captura, al momento de la edición, mediante filtros se atenuaron estos factores para conservar la sonoridad original del paso. Luego de la grabación y edición, al considerar el tiempo de retraso en la señal de los sensores piezoeléctricos, se consolidaron (Bounce) las pistas de audio justo en su punto de partida para que el audio se reprodujera inmediatamente, esto con la intención no agregar más retardo en la señal reproducida por el dispositivo, después de pisar el Foley Pit.

Los pasos grabados mostraron diferencias notables de amplitud y frecuencia entre cada tipo de calzado y superficie, inicialmente se observaron contrastes significativos entre el volumen de los pasos en superficies fragmentadas respecto a superficies las rígidas, debido a la variabilidad de este primer tipo de superficie, ya que las piedras, hojas y ramas contenidas en los Foley Pit se desplazan al momento del paso generando sonidos de mayor volumen y duración. En discordancia los pasos sobre las superficies rígidas como el concreto, madera y baldosa generan sonidos de menor duración y volumen. Se obtuvo además un resultado importante que indicó la diferencia sonora del talón respecto a la punta, cuyo nivel varía dependiendo de la superficie y calzado según la rigidez y tamaño de cada uno, en el caso del paso con un zapato formal sobre baldosa (Ver. Figura 17), el nivel de la punta supera notablemente el nivel del talón, no obstante, para el caso de los tacones se ve el caso contrario ya que, debido a su reducida superficie, el talón genera mayor presión, pues la punta tiene como propósito el reposo del paso.

Se examinaron también los contenidos y aportes en frecuencia (Ver Anexo B), donde los resultados proyectaron datos en los cuales el talón, para todos los casos, genera un contenido en frecuencias bajas (20 Hz – 100 Hz) remarcable debido a su mayor grosor frente a la punta, para frecuencias medias (100 Hz – 2KHz) y altas (mayor a 2 KHz) el aporte tonal se asocia a la dureza de cada suela, donde las suelas más blandas aportan mayor nivel a frecuencias medias y altas que las suelas rígidas. Cabe resaltar que, a alta frecuencia, los pasos no logran generar aportes tan significativos, no obstante, se tienen pasos en superficies fragmentadas con aportes que sobrepasan los 2 KHz, asociados a los elementos extra dentro de los cajones ya comentados previamente (piedras, hojas, ramas, tierra, etc.), este resultado se debe a que estos aportes, son generados en mayor medida por la superficie y no por el tipo de calzado.

Se evidenciaron las características de funcionamiento y desempeño de los sensores piezoeléctricos al comprobar su sensibilidad, donde se observó que, al ser estimulado fuera de su superficie este podía detectar cambios leves de fuerza, con este resultado se tuvo como parámetro de construcción de la caja el aislamiento de los sensores a factores ajenos a los pasos. Por otra parte, se observó la señal de salida de los sensores mediante el uso de un osciloscopio para conocer su comportamiento y magnitud (Ver Figura 31) después de comprobar que el nivel de las señales no era apropiado para trabajar se implementó una etapa de amplificación (Ver Figura 24), la cual estableció un margen de trabajo adecuado al momento de los pasos.

Por otra parte, el diseño y fabricación de la superficie física involucró los siguientes elementos: la definición de sus dimensiones y distribución de periféricos, la selección y caracterización del sensor adecuado, la fabricación de una tarima anti vibratoria capaz de albergar los sensores y aislarlos del exterior, la implementación del algoritmo necesario para su funcionamiento, el cual se desempeña de manera interna (dentro y durante la ejecución del programa) y externa (a nivel físico, sobre los sensores, Pantalla LCD, Pulsadores, Salida de audio, etc.), Los resultados de estos elementos serán expuestos y se presentaran los análisis respectivos a continuación. Las dimensiones finales de la caja y separación de los sensores, resultaron de la siguiente forma:

Tabla 13. Dimensiones de la superficie de control.

	Dimensiones externas	Zona de dispositivos electrónicos / Tablero de selección	Zona de paso	Separación de los sensores
Largo	60cm	60cm	57cm	17cm
Ancho	60cm	10cm	46cm	20cm
Alto	12cm	10cm	9cm	-

A diferencia de lo planteado en el desarrollo ingenieril, las dimensiones externas del Foley Pit variaron por el material utilizado para armar la estructura de la caja (MDF $\frac{2}{3}$ "), el cual debido a su mayor grosor redujo las dimensiones internas, por lo cual se decidió reducir también el espacio de la zona dedicada a los dispositivos, de la cual se podía disponer para asegurar el espacio de la zona de paso. También se incrementó el grosor de la tarima anti vibratoria de 7cm a 9cm, por el uso de materiales más gruesos como fue el caso del Technifoam, esto permitió garantizar que los sensores no fueran activados por eventos indeseados como: caminar fuera del Foley Pit, pulsar los botones o moverlo.

En cuanto a los sensores, su separación favorece la detección clara del paso (Izquierdo – Derecho) y la sección morfológica del pie (Tercio anterior – Medio – Posterior). El propósito de esto es calcular promedios durante la programación que permitan precisar mejor el tipo e intensidad del paso dado y así independizar de manera más notable los sonidos que produce la caja.

Gracias a la terminal de la Raspberry Pi, accesible desde un protocolo de comunicación SSH, es posible ver los resultados de la programación y evidenciar los datos con los que trabaja el sistema, los cuales son producto de la lectura de los sensores. A continuación, se identificarán los sensores según su numeración y el tercio del pie al que corresponden, y posteriormente, una vista de los datos obtenidos y procesados en la terminal, a la hora de dar y reconocer los pasos.

Tabla 14. Orden de los sensores.

	Pie izquierdo	Pie derecho
Tercio Anterior	4	1
Tercio Medio	5	2
Tercio Posterior	6	3

En la Figura 57 se registran los valores obtenidos al pisar la caja, enfatizando el paso y tercio más representativo. Se muestran datos como: el promedio medido por la totalidad de los sensores, el promedio de intensidad del pie detectado, el valor registrado por cada sensor perteneciente a la pisada, un valor de intensidad del tercio del pie que dio el paso y finalmente la ruta de archivo del sonido resultante según la elección hecha.

Figura 57. Lectura y registro de información de los sensores.

```
Promedio = 385
Pie Derecho = 461
1=818,2=283,3=283
Punta = 1101
/home/pi/Libreria_Audio_FPT/Botas/Madera/P3.wav
Promedio = 369
Pie Derecho = 428
1=271,2=733,3=281
Centro = 1009
/home/pi/Libreria_Audio_FPT/Botas/Madera/PC1.wav
Promedio = 347
Pie Derecho = 380
1=269,2=288,3=584
Talon = 872
/home/pi/Libreria_Audio_FPT/Botas/Madera/T2.wav
Promedio = 364
Pie Izquierdo = 448
4=702,5=283,6=360
Punta = 985
/home/pi/Libreria_Audio_FPT/Botas/Madera/P3.wav
Promedio = 371
Pie Izquierdo = 463
4=284,5=741,6=364
Centro = 1065
/home/pi/Libreria_Audio_FPT/Botas/Madera/PC1.wav
Promedio = 358
Pie Izquierdo = 437
4=285,5=287,6=740
Talon = 1027
/home/pi/Libreria_Audio_FPT/Botas/Madera/T5.wav
□
```

Un primer análisis de estos datos obtenidos, permite comprobar el correcto funcionamiento de los periféricos físicos involucrados (Sensores, Pulsadores, Pantalla LCD). Inicialmente se mostrarán capturas de varias configuraciones posibles de selección de parámetros en el módulo LCD.

Figura 58. Diferentes configuraciones del menú en la pantalla LCD.



Posteriormente, se realizó un acercamiento al módulo de Python Audiolab, para garantizar la correcta lectura de los archivos de audio utilizados. Nuevamente utilizando la terminal se ejecutó el comando de lectura de archivos de audio dentro de la programación, con el fin de verificar las características de las variables donde se almacenan los archivos de audio y comprobar que se ajustan a las propiedades de la grabación.

Figura 59. Propiedades del archivo de audio utilizado por el algoritmo.

```
Tenis/Gravilla/  
Tacones/Concreto/  
Formal/Concreto/  
Formal/Baldosa/  
Promedio = 340  
Pie Derecho = 429  
1=272,2=732,3=285  
Centro = 1010  
/home/pi/Libreria_Audio_FPT/Formal/Baldosa/PC1.wav  
Nbit: pcm24 Fs: 48000  
data [ 1.19209290e-07 -1.19209290e-07 0.00000000e+00 ..., 0.00000000e+00  
0.00000000e+00 0.00000000e+00]
```

En la Figura 59 se puede apreciar que después de realizar alguna selección en el menú y a su vez la creación de la ruta del archivo de reproducción, se muestran los valores NBit: pcm24 y Fs: 48000, que corresponden a la profundidad de bits (pulse code modulation) y frecuencia de muestreo en Hertz del archivo de audio grabado.

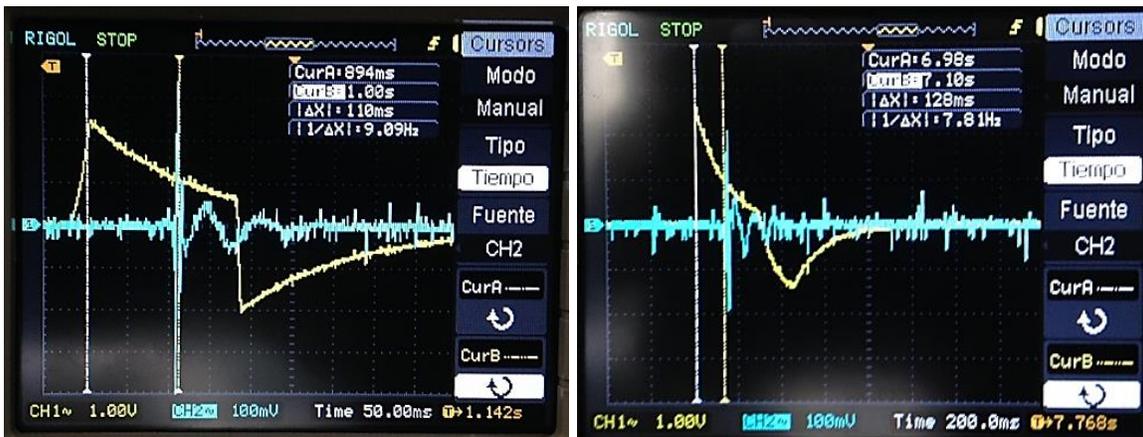
Con el fin de obtener un valor generalizado del tiempo que tarda la Raspberry Pi en responder a los estímulos captados por los sensores para después procesar y reproducir la señal determinada, se realizó una medición haciendo uso de un osciloscopio, se muestran algunas figuras de las

mediciones y una tabla con los valores medidos según el tipo de calzado y superficie, para obtener un tiempo promedio.

Tabla 15. Cálculo estadístico del tiempo de respuesta.

		Superficies					
		Tiempo (ms)	Madera	Baldosa	Concreto	Hojas	Gravilla
Calzado	Botas	114	118	113	122	125	
	Tenis	115	112	110	124	128	
	Tacones	111	110	112	N/A	N/A	
	Formal	111	110	118	N/A	N/A	
Promedio		115.81ms	N/A * No Aplica				

Figura 60. Tiempo de respuesta del sistema.



Los datos vistos en la Figura 60 muestran que el tiempo de respuesta se encuentra por el orden de los 110 ms – 130 ms. Este tiempo depende directamente de los archivos de audio utilizados, su tamaño y el tiempo que tarda el sistema en procesar la información, pues otros factores como el tiempo de lectura y conversión A/D cuyo orden se da en nanosegundos (MCP 3008), y la Raspberry Pi 2, que cuenta con un procesador de 900 MHz, son elementos cuyo aporte al tiempo de retardo del dispositivo es despreciable. El tiempo general de respuesta obtenido es corto y por ende admisible, no mayor al que podría añadir el usuario durante su uso, lo cual hace de este Foley Pit un dispositivo responsivo y útil para su uso en Postproducción.

Usando nuevamente el osciloscopio, se tomó una captura de imagen para evidenciar las variaciones en dinámica del nivel del sonido obtenido en función del paso. La Figura 61 muestra la relación entre dos señales, el paso (señal color amarillo) y el audio (señal color cian), la captura de estas señales se tomó utilizando sondas en las terminales de salida del amplificador y audio de la caja

respectivamente. La escala de visualización es distinta para una mejor visualización, debido a que el orden de magnitudes es diferente, sin embargo, el algoritmo, utiliza las relaciones de intensidad para los procesos relacionados con la correcta reproducción del sonido determinado (Tipo de paso, tercio del pie, grado de intensidad).

Figura 61. Variación de dinámica del sonido respecto al paso.



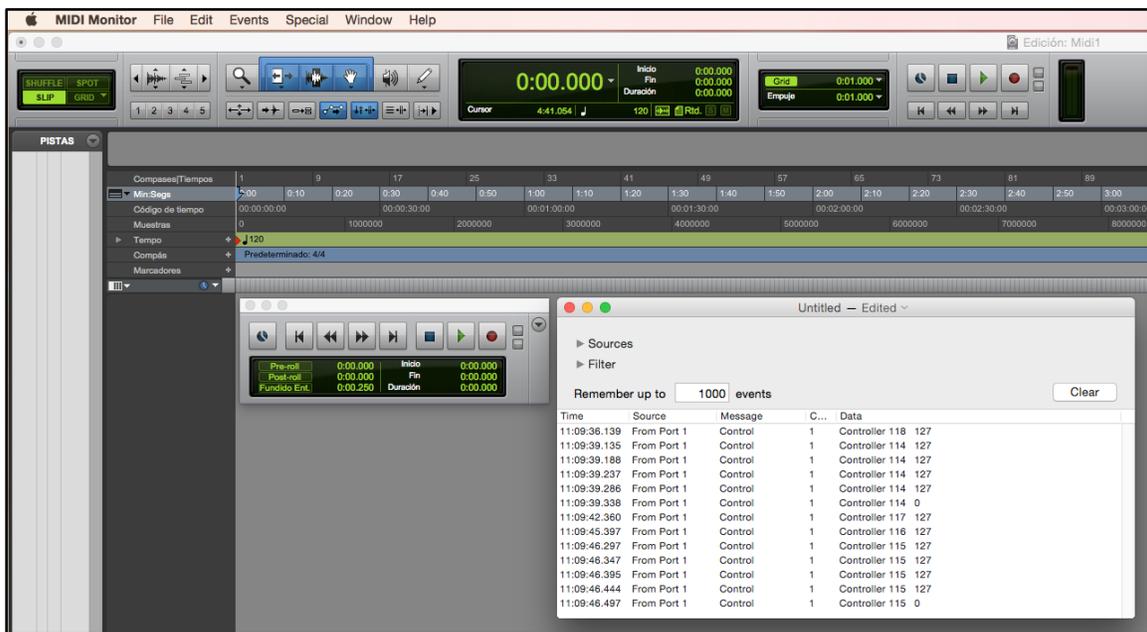
A continuación, se muestran los resultados de la implementación de la etapa de control de las funciones de la barra de transporte del DAW.

Al conectar la superficie a la interfaz de audio a través del cable MIDI, Pro Tools® es capaz de permitir el control de las funciones de la barra de transporte si dentro de las configuraciones internas del software se activa la lectura de mensajes MIDI. Gracias al software MIDI Monitor, el cual permite identificar los mensajes que recibe el computador de la interfaz, se corrobora la lectura de los mensajes que envía el Foley Pit, y se observan los cambios de control asociados a las direcciones establecidas y el canal del que provienen. Para efectos de prueba se presionó una vez cada botón de la superficie correspondiente al control de la barra, en la Figura 63 se pueden ver los mensajes asociados a cada botón presionado, en especial los que corresponden al adelanto y retraso de señal, ya que como estos envían mensajes de manera continua, durante un momento corto de presión se puede enviar varias veces el mensaje.

Figura 62. Vista del Foley Pit con los pulsadores de control (Rojos) y salidas (Audio y MIDI)



Figura 63. Identificación de los mensajes MIDI enviados por el Foley Pit.

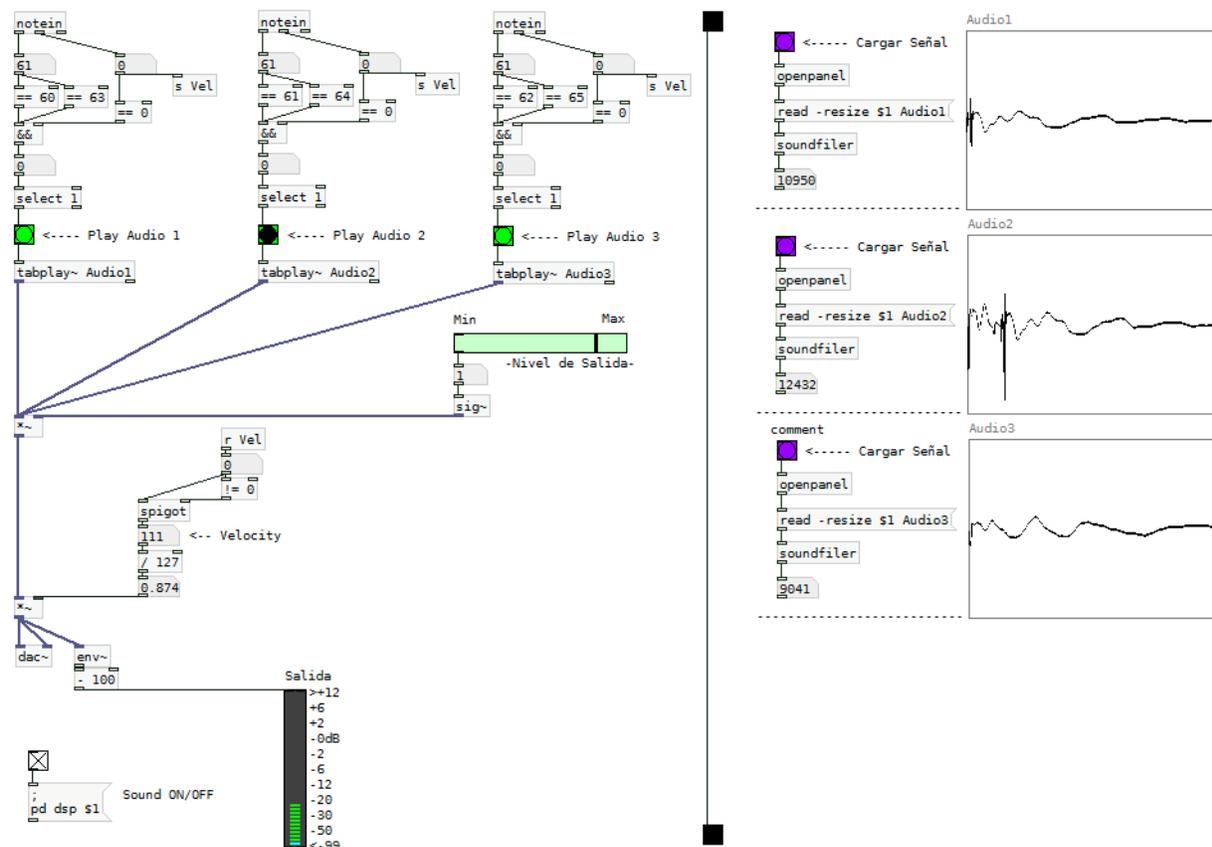


Finalmente, se muestra el segmento asociado al envío de mensajes MIDI de activación y desactivación de nota y los resultados obtenidos

Ya conectado el Foley Pit a una interfaz de audio vía MIDI, un software capaz de reconocer los mensajes de activación y desactivación de nota podrá ejecutar diversas funciones asociadas a los parámetros de dichos mensajes. Para evidenciar su reconocimiento se implementó una programación en el lenguaje Pure Data capaz de recibir los mensajes de entrada y permitir al

usuario cargar pistas asociadas a pasos (p.ej. sonidos de la librería de pasos), para ser reproducidas desde el software en lugar de la salida de audio estándar del dispositivo. Este programa usa estructuras condicionales que le permiten reproducir el sonido preestablecido, en función del paso dado en el Foley Pit, ya que a cada tercio de la superficie de contacto se le ha asignado una nota MIDI. El parámetro de velocity del mensaje MIDI se ha utilizado para variar el nivel de salida de la señal, sin embargo, dentro del programa es posible cambiar también el nivel general.

Figura 64. Programación implementada en Pure Data para la detección de mensajes de activación de nota MIDI enviados por el Foley Pit.



En la Figura 64, se muestran de a la izquierda los bloques de programación para la detección de entrada de mensajes, más abajo se encuentran la barra de control de nivel y el medidor de señal de salida que permite evidenciar la reproducción de la pista asignada, esta asignación se realiza en el bloque ubicado en la parte derecha, donde se pueden ver las formas de onda de los archivos de audio cargados. La figura muestra la reproducción del Audio 2 cuyo mensaje MIDI correspondiente es la nota número 64, adicionalmente se observó el parámetro de velocity y cómo este varía la relación del nivel de salida de la señal.

CONCLUSIONES

- Fue determinante el estudio del uso de los pasos en las producciones audiovisuales colombianas ya que esto permitió evidenciar el gran aporte narrativo que brindan, pues al analizar los momentos en los cuales fueron utilizados los pasos, en muchas de las escenas de las películas tratadas, la ausencia de diálogos, ambientes o música, permite a los pasos tomar protagonismo en los momentos donde las emociones de los personajes recaen en sus movimientos. De este modo, esta investigación sirve como un marco de referencia que determina el grado de importancia que tiene el Foley en las producciones cinematográficas en Colombia, al conocer el apoyo económico que tiene esta industria en el país.
- Conocer la morfología del pie⁸¹, permitió concluir que abarcar cada una de sus secciones con un sensor, hace la captura de las pisadas sobre el Foley Pit más dinámica. En la Figura 57, se observaron los valores de registro y promedio correspondientes a los pasos dados sobre la superficie y sus características, lo cual permitió identificarlos y diferenciarlos generando una respuesta más apropiada por parte del dispositivo. Dicho esto, el desarrollo de la librería de audios se ajustó a los componentes básicos de un paso (Punta - Talón), pues inicialmente se tenía contemplada la reproducción de pasos completos. Tener en cuenta la anatomía del pie, amplió el nivel de respuesta del dispositivo.
- Durante la grabación de los pasos para la librería, se pudo comprobar que los Foley Pit disponibles al momento de la grabación presentaban fallas en su construcción, generando inconvenientes, pues no ofrecían soporte para superficies fragmentadas ni buena adherencia en las superficies rígidas, su resonancia en ocasiones afectaba la captura y al no estar desacoplados del piso permitían la filtración de otros ruidos. Estos elementos deben ser tenidos en cuenta durante la fabricación de un Foley Pit como parámetro para mejorar su desempeño. A su vez se evidencia la necesidad de utilizar materiales absorbentes al interior de los cajones comunes para evitar resonancias y conservar la sonoridad de cada paso al momento de la grabación.
- Al analizar las formas de onda de cada tipo de calzado y su superficie correspondiente (ver Anexo B), fue posible concluir que el volumen de un paso es el resultado de la cantidad de energía que es transmitida a la superficie, lo cual depende inicialmente de: la fuerza con la cual incide el paso, segundo: la rigidez de la suela, tercero: del área de la suela, y cuarto: de las propiedades físicas del suelo (rigidez, fragmentación, grado de adhesión a capas inferiores).

⁸¹ Arco plantar superficial en el hombre, *características anatómicas y comparadas*. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0716-98681999000200015&script=sci_arttext

- Al hacer el análisis en frecuencia de cada combinación entre calzado y superficie, se concluye que la tonalidad de cada paso comprende los siguientes factores: los tonos bajos, comprendidos entre los 20 y 100 Hz se asocian a las propiedades del talón como lo son: el nivel de presión al momento del paso (área y fuerza) y la rigidez de la superficie de contacto. Seguidamente las tonalidades medias comprendidas entre 100 y 2000 Hz se relacionan con la punta, que se encarga del reposo del paso y favorece en mayor medida la diferenciación entre tipos de calzado y superficie, dando indicios del área, grosor y dureza de la suela, además del tipo de superficie. Finalmente, los tonos altos, mayores a 2 KHz son una propiedad que depende del material de las superficies ya que en cada una se presentan fenómenos distintos al momento del paso, por ejemplo: las suelas blandas durante la fricción con la madera y baldosa producen rechinos y en superficies fragmentadas como Tierra – Hojas y Gravilla, se producen crujidos debidos al desplazamiento y ruptura de los materiales como rocas, ramas u hojas.
- El uso de materiales dedicados al aislamiento de los sensores fue preciso al momento de su implementación ya que permitió tener un mejor control de su respuesta, aislar los sensores garantizó una captura más independizada y ajustada a la naturalidad de un paso, gracias a esto se pudo evitar principalmente la activación de los mismos por estímulos no deseados, como: el movimiento de la caja, pasos por fuera de ella, uso de los pulsadores o movimientos al interior diferentes a los pasos.
- La Raspberry Pi fue el dispositivo adecuado para el desarrollo de este proyecto, sus propiedades físicas e internas permitieron articular el funcionamiento de todos los módulos físicos de manera organizada mediante el GPIO y USB, esto se evidenció a la hora de la ejecución de las diversas tareas requeridas, como la lectura del convertor análogo/digital, el uso de la pantalla LCD junto a los pulsadores, la capacidad de ajustar la salida de audio a una calidad admisible y la integración de un microcontrolador para su funcionamiento como controlador MIDI. En resumen, permitió ofrecer un desempeño admisible del Foley Pit y una respuesta con el mínimo retraso posible, considerando que tiene que encargarse de un número notable de labores como la detección del paso, la articulación de sus funciones y la reproducción de sonido de alta calidad.
- El algoritmo implementado, hizo posible desarrollar de manera organizada las tareas que el Foley Pit necesita para su funcionamiento. El uso de funciones anidadas dentro de la programación central permitió una ejecución más sistemática de las labores que cumplen los dispositivos físicos incluidos en el Foley Pit. Gracias a los módulos y librerías de código integradas, desarrolladas por la comunidad de programadores es posible cubrir la necesidad

de algoritmos dedicados a tareas y requerimientos específicos, como la lectura y reproducción de los archivos de audio, uso del GPIO, Pantalla LCD, y Conversión Análogo/Digital.

- El uso de Arduino como controlador MIDI fue determinante para el cumplimiento de la función de superficie de control por parte del Foley Pit. Por su capacidad de trabajar de manera independiente a la Raspberry permitió conservar la respuesta temporal del sistema y optimizar tiempo de trabajo, dándole la oportunidad al usuario de ejecutar directamente desde el Foley pit las funciones del DAW con las que se relaciona directamente el proceso de grabación de los pasos durante el Foley. También la capacidad del dispositivo de enviar mensajes MIDI al momento de la pisada amplió el grado de trabajo de la superficie, pues permite al usuario utilizar otro tipo de muestras de audio diferentes a las de la librería y reproducirlas desde un software específico, capaz de trabajar con MIDI.

REFERENCIAS

- Theme Ament, Vanessa: **The Foley Grail: The Art of Performing Sound for Film, Games, and Animation**, Focal Press, 2009.
- Viers, Ric: **How to Create and Record Hollywood Style Sound Effects, the Sound Effects Bible**, Michael Wiese Productions, 2008.
- Field Syd. **El manual del Guionista. Ejercicios e instrucciones paso a paso para la creación y de un proyecto audiovisual exitoso**. Recuperado de: http://campostrilnick.org/wp-content/uploads/2012/09/Syd_Field_-_El_manual_del_guionista.pdf
- Menzies, Dylan. **Phya and VFoley, Physically Motivated Audio for Virtual Environments Collections** AES. Recuperado de: <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=15171>
- Heise, S. Black, D. Loviscach, J. **FoleySonic: Placing Sounds on a Timeline through Gestures Collections** AES. Recuperado de: <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=15301>
- Ballas, J.A. **Designing Sound for an Interactive Experience Collections** AES. Recuperado de: <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=7435>
- Heise, S. Black, D. Loviscach, J. **Generic Sound Effects to Aid in Audio Retrieval Collections** AES. Recuperado de: <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=14991>
- White P. **Soft-Sample Cell Sound on Sound**. Recuperado de <http://www.soundonsound.com/sos/feb02/articles/softsamplecell>.
- Heise S., Hlatky M., Loviscach J. **SoundTorch: Quick Browsing in Large Audio Collections** AES. Recuperado de: <http://www.aes.org/tmpFiles/elib/20120314/14696.pdf>

ANEXO A

CURVAS Y ESTRUCTURAS DRAMÁTICAS

Curva y estructura dramática – Bluff

Bluff						
Punto	Tiempo (1h:33min:30seg)	Personaje/s	Acción	Lugar	Calzado y superficie	Clímax de -5 a 5
1	00:03:46	Nicolás, Margarita y Pablo	Besos apasionados y descubrimiento de infidelidad	Casa de Nicolás / Sala	Tacones y tenis en madera	5
2	00:06:29	Rosmery y Pablo	Rosmery quiere darle una información crucial a Nicolás	Apartamento alquilado por Nicolás en casa de Rosmery / Sala	Tacones en madera	-2
3	00:09:07	Pablo y su nueva amante	Margarita llama a Pablo y este le miente el lugar donde esta, ella escucha los pasos de una mujer	Casa de Pablo / Sala	Tacones en madera	-4
4	00:13:02	Pablo	Camina lento y preocupado después de una llamada de Nicolás que lo toma por sorpresa	Calle cerca a un estacionamiento	Zapato formal en acera	3

5	00:15:10	Pablo y Nicolás	Pablo se aleja luego de no darle importancia al chantaje de Nicolás	Bar	Zapato formal en baldosa	2
6	00:20:55	Walter y Rosmery	Nicolás escondido presencia una discusión fuerte entre Walter y Rosmery, terminando en un asesinato por parte de Walter	Casa de Rosmery/Cocina y sala	Zapato formal en baldosa	-5

7	00:26:40	Margarita y Pablo	Confrontación entre Margarita y Pablo después de descubrir la infidelidad, charlan para tratar de arreglar sus problemas	Habitación de la casa de Pablo	Zapato formal en madera	3
8	00:28:30	Margarita y Nicolás	Luego de la ida de Pablo, Nicolás llega al lugar para intentar charlar con Margarita y advertirle que su esposo lo mando a matarla.	Sala de la casa de Pablo	Tennis en Madera	4

9	00:35:18	Nicolás y Rosmery	Tras golpear a Margarita y llevársela atada de la casa de Pablo, Nicolás planea hacer pasar el cadáver de Rosmery luego del asesinato de Walter, como el "cadáver" de Margarita, para engañar a Pablo.	Casa de Rosmery / Pasillos del apartamento	Tennis en Baldosa	-4
10	00:37:29	Nicolás y Rosmery	Nicolás arrastra el cadáver de Rosmery y trae a Margarita luego de haberse despertado atada de manos y piernas	Pasillo del cuarto de un motel	Tennis en baldosa	2

11	00:47:07	Nicolás y "Cadáver" de Rosmery	Nicolás recibe la llamada de Pablo, al confirmar que no debía matar a "Margarita" (cadáver de Rosmery), lastimosamente es muy tarde y el carro en el que llevaba a "Rosmery" se desliza hacia un barranco cuando este estaba hablando por celular con Pablo	Carretera	Tennis en concreto	-5
12	00:51:20	Nicolás y Margarita	Nicolás llega al motel donde había cambiado los cuerpos de Margarita y Rosmery luego de la tragedia del automóvil y habla con Margarita que su esposo ya no la quiere muerta.	Cuarto del motel	Tennis en baldosa	4

13	00:52:27	Walter	Walter como miembro de la policía, llega a la escena del crimen, donde encuentra el cadáver de Rosmery dentro del automóvil.	Carretera	Zapato forma en concreto	-4
14	00:56:33	Amante de Pablo y Pablo	Pablo se encuentra charlando con su amante y ella le pide que la deje tranquila para poder irse del país por cuestiones laborales, por tal motivo Pablo le explica que no va a matar a Margarita debido a que ella no quiere nada de su dinero o sus pertenencias	Casa de la amante de Pablo / Sala	Tacones en madera	-3

15	00:58:26	Walter	Vuelve a la casa de Rosmery para investigar cómo su cuerpo apareció en otro lugar, momento crucial al darse cuenta que por una fotografía, Nicolás estaba involucrado en todo el caso	Casa de Rosmery	Zapato forma en baldosa	-4
16	01:05:52	Pablo y Walter	Pablo caminando por la comisaría al haber sido contactado por Walter para hablar de la muerte de su "esposa"	Comisaría	Zapato forma en baldosa	3
17	01:13:53	Pablo, Walter y Nicolás	Mientras que Pablo y Walter "confirman" que el cadáver era de Margarita, Pablo le brinda una grabación a Walter en la que Nicolás lo chantajea, a la vez que Nicolás se encuentra preocupado en el motel, luego de que la verdadera Margarita escapará de aquel lugar caminando a las afueras de Bogotá	Comisaría / Cuarto del motel	Zapato formal en baldosa / Tennis en baldosa	5
18	01:19:37	Pablo y Nicolás	Luego de enterarse a través de las noticias de la "muerte" de Margarita, Nicolás se da cuenta de que la policía lo está buscando por homicidio, por lo tal decide buscar un arma y confrontar a Pablo	Afuera de la casa de Pablo	Tennis y zapato formal en acera o concreto	4

19	01:24:05	Pablo, Margarita, Nicolás y Walter	Margarita aparece finalmente y golpea por la espalda a Nicolás, Pablo le quita el arma y al darse cuenta de que Margarita no esta muerta llama a Walter para pedirle una explicación, luego de haberse puesto de acuerdo por una suma de dinero de que estos no hablarían del caso nunca más	Casa de Pablo	Zapato formal en madera	5
20	01:27:00	Margarita, Pablo y Nicolás	Pablo recibe una llamada de su amante al escuchar a dos personas hablando de la supuesta muerte de su esposa, esta la escucha por el otro teléfono de la casa y se da cuenta de que Nicolás decía la verdad	Sala de la casa de Pablo	Descalza en alfombra y zapato formal en madera	5

21	01:31:17	Ricardo Pérez	Un ayudante de Walter al buscarlo para darle más información del caso, decide ir a la casa de Pablo para informarle que su esposa no estaba muerta y que había sido confundida con otra mujer (Rosmery), al llegar a la casa escucha y observa como Walter le dispara a Nicolás y amenaza con dispararle a Margarita	Afuera de la casa de Pablo	Zapato formal en acera y en madera	-5
22	01:35:17	Margarita, Pablo, Nicolás, Walter y Ricardo	Al observar la escena, Ricardo se siente confundido pero se da cuenta de que Walter era una persona peligrosa y decide dispararle para salvarlos a todos de la amenaza de Walter. Margarita y Nicolás quedaron libres.	Sala de la casa de Pablo	Zapato formal en madera	5

Curva y estructura dramática – Infraganti

Infraganti						
Punto	Tiempo (1h:23min:26seg)	Personaje/s	Acción	Lugar	Calzado y superficie	Clímax de -5 a 5
1	00:03:03	Joaquín y su esposa	Día de navidad y la esposa le pide a Joaquín que vuelva con un pavo lo antes posible para recibir a su mamá	Casa de la pareja	Zapato formal en concreto	3
2	00:04:19	Rodrigo, Juliana y el amante de la mujer (Cristóbal)	Mientras la pareja conversa de una posible reunión con sus mejores amigos para navidad, a Juliana le entra una llamada de Cristóbal	Casa de la pareja / Calle	Zapato formal en concreto	-3
3	00:06:05	Rodrigo y Juliana	Juliana le da una excusa a Rodrigo de su trabajo para irse de la casa, esta se va a encontrar con Cristóbal	Casa de la pareja / cocina	Tacones en baldosa	-4
4	00:07:11	El "mono" y su madre	Maruja le lleva el desayuno a su hijo, pero este manifiesta un profundo rencor contra ella	Zona de ropas de la casa	Botas en concreto	4

5	00:10:58	Cristóbal, Juliana y el dueño del local (Óscar)	Finalmente llegan al lugar donde estarán un "ratito" juntos el día de navidad	Calle enfrente del motel	Botas en concreto	4
6	00:15:12	El "mono" y Carolina	La segunda pareja llega al mismo motel, pero estos no buscan otra cosa sino un lugar para suicidarse, sin embargo Catalina confiesa que ella no lo va a hacer	Cuarto de aseo del motel	Botas en baldosa	5

7	00:16:31	Joaquín se encuentra con su amante (Lourdes) y dueño del local	La tercera pareja llega al motel, el hombre le pide al dueño que prepare lo que le pidió con anterioridad	Calle enfrente del motel	Zapato formal en concreto y baldosa	3
8	00:19:25	Rodrigo y Jimena	Rodrigo y Jimena se encuentran en el apartamento, esperando a que sus respectivas parejas lleguen, pero ellos están en el motel	Apartamento	Zapato formal en baldosa	-3

9	00:23:42	Madre y esposa de la pareja de 45-50 años	La madre llega finalmente a la casa de la pareja y se da cuenta que el marido no quiere aparecer con el pavo	Calle cerca a la casa de la pareja	Tacones en concreto	4
10	00:25:05	Las tres parejas y un hombre armado	Las tres parejas son amenazadas por un hombre que los apunta con un arma, este los lleva al mismo cuarto y comienza a preguntar por alguien que ellos no conocen	Cuarto lujoso del motel	Zapatos, tenis, botas y tacones en baldosa	-5

11	00:29:14	Armando y Maruja la madre del "mono"	Maruja llama al padre del "mono" para pedirle ayuda con su hijo, luego de ver un video en el que dice que se quiere suicidar	Cocina de la casa de Maruja / piscina de la casa de Armando	Botas y zapato formal en baldosa	-4
12	00:32:04	Rodrigo y Jimena	Tiene una charla emotiva, cuando Jimena le apunta a Rodrigo con un arma y le grita que nunca lo va a perdonar por cambiarla por Juliana	Cocina de la casa de Rodrigo y Juliana	Zapato formal en baldosa	-5

13	00:37:57	Madre y esposa de Joaquín	La esposa de Joaquín llama al lugar donde este recogió el pavo, pero se da cuenta de que eso fue hace horas y Joaquín no aparece, por lo que la madre y ella empiezan a hablar mal de el	Casa de Joaquín	Tacones en madera	-4
14	00:46:41	Rodrigo y Jimena	Luego de su confrontación, Jimena golpea y amarra a Rodrigo.	Casa de Rodrigo y Jimena	Tacones en baldosa	-5

15	00:49:54	Armando y Maruja	Se encuentran observando el noticiero, luego de pedirle a Armando que divulgue la foto de su hijo por TV, debido a que el es un político importante, a la par de las noticias del secuestro que se produjo en el motel donde están las parejas	Casa de Maruja / Sala	Zapato formal y botas en madera	4
16	00:52:42	Detective Alberto y su ayudante de la policía	Ambos discuten sobre los planes que tienen para salvar a los rehenes	Calle enfrente del motel	Zapato formal en concreto	2

17	00:58:11	Rodrigo y Jimena	Jimena recibe una llamada por parte del detective Alberto, que le dice que encuentra el auto de ella, el cual tenía su novio Cristóbal, ella sale de mal genio del apartamento	Casa de Rodrigo y Jimena	Tacones en baldosa / Sala	-4
18	01:04:29	Armando y Maruja	Están por salir a buscar al "mono" pero todo se centra en la confidencialidad debido a que Armando tiene una familia que no sabe su otro hijo	Casa de Maruja	Botas y zapato formal en baldosa	3

19	01:09:41	Juliana y el "mono"	Juliana trata de convencer a el "mono" para que se vayan juntos y escapuchados luego de convencer al secuestrador de que los libere, pero este se niega a irse, al tener su deseo de suicidarse	Cuarto lujoso del motel	Tacones en baldosa	3
20	01:15:17	Rehenes, secuestrador, policas, reporteros, familiares y conocidos de las parejas	Finalmente logran salir del motel encapuchados hacia un carro que el secuestrador pidió para ocultar su identidad al llegar a un acuerdo con la policia	Calle enfrente del motel	Tacones, botas y zapato formal en concreto	5

Curva y estructura dramática – El Paseo

El Paseo						
Punto	Tiempo (1h:30min:10seg)	Personaje/s	Acción	Lugar	Calzado y superficie	Clímax de -5 a 5
1	00:17:33s	Alex, Hortencia y Carmelita	Hablan sobre el futuro de tener un camioneta para salir de paseo en futuras oportunidades	Restaurante campestre en medio de la carretera	Chanclas y tennis en gravilla o hojas	3
2	00:22:22	Alex, Hortencia y Carmelita	Luego de una discusión entre familia y el jefe de Alex que se lo encontró en el restaurante, su perro Kaiser persiguió a su jefe y este se preocupó	A las afueras del restaurante campestre	Chanclas y tennis en gravilla o hojas	-4

3	00:24:15	Alex, Hortencia, Carmelita, Octavio y Milena	Hortencia llega a avisarle a su familia que les robaron sus pertenencias del carro	Parqueadero del restaurante	Tennis en gravilla o hojas	-5
4	00:31:13	Alex, Hortencia, Carmelita, Octavio y Milena	Buscan a su perro Kaiser que se perdió cuando ellos pararon en medio de la carretera	Carretera	Tennis en gravilla o hojas	-4

5	00:43:28	Alex y Octavio	Tienen una charla padre e hijo al preguntarle a Octavio si sabe como ubicarse luego de haberse perdido de la carretera principal	Potrero	Chanclas en gravilla o hojas	2
6	00:46:45	Grupo de amigos	Caminan por la orilla de la piscina al decir que las chicas que están cerca, son muy bonitas	Piscina de un hotel	Chanclas	4

7	00:52:35	Milena y su nuevo novio	Milena presenta a su nuevo novio a su familia antes de que ellos salieran del hotel en el que estaban	Parqueadero del hotel	Tennis en baldosa	2
8	00:57:20	Alex y Hortencia	Discuten porque al parar a ver unas montañas, el carro se quedo barado y ahora están atrapados en medio de la nada	Paisaje de montañas y llanura	Chanclas y tennis en gravilla o hojas	-5

9	01:10:33	Alex, Hortencia, Carmelita, Octavio, Milena y un grupo subversivo	Al poder salir de aquel lugar en un bus que paso, al poco tiempo los paro un grupo subversivo que ha decidido llevárselos a la montaña	Selva	Botas, tennis y chanclas en gravilla o hojas	-4
10	01:13:30	Alex, Hortencia, Carmelita, Octavio y Milena	El grupo subversivo los libera tras verse desesperados por las quejas continuas de la suegra de Alex	Selva y sendero de tierra	Chanclas y tennis en gravilla o hojas	5
11	01:22:29	Alex, Hortencia, Carmelita, Octavio y Milena	Llegada a Cartagena, destino final de todo el paseo	Playa	Chanclas y tennis en gravilla o arena	5

Curva y estructura dramática – Paraíso Travel

Punto	Tiempo (1h:52min:15seg)	Personajes	Acción	Lugar	Calzado y superficie	Clímax de -5 a 5
1	00:02:20	Marlon y Reina	Charlan en un pasillo, Reina trata de comunicarse con alguien por teléfono	Pasillo cerca al apartamento de paso donde están viviendo	Tennis en concreto	-3
2	00:05:10	Marlon y policías	Al ver como Marlon sale a la calle y fuma un cigarrillo, los policías notan que actúa extraño, este comienza a correr	Calle de Nueva York	Tennis en concreto	-5
3	00:07:57	Marlon y Reina	Almuerzan en un tiempo pasado, mientras Reina le pide que le enseñe a jugar billar, luego ella sube al último piso de su casa en búsqueda de su padre	Casa de Reina	Zapato formal en baldosa	4

4	00:12:55	Marlon	Marlon es despertado por un indigente en Nueva York que le pide dinero, el se asusta y sale a correr, se encuentra perdido	Calle de Nueva York	Tennis en concreto	-3
5	00:15:01	Marlon y Reina	Caminan hacia un segundo piso de un supermercado, lugar donde podrán charlar con la gente que los llevará ilegalmente a USA	Supermercado y oficina	Tacones y tennis en baldosa	-3

6	00:20:08	Marlon Y Patricia	Patricia le da de comer a Marlon al darse cuenta que es colombiano y que esta perdido, cuando lo ve fuera de su restaurante en Nueva York, ella decide entrarlo para ayudarlo	Calle de Nueva York y sótano de restaurante	Tennis y zapato formal en concreto	-2
7	00:24:11	Patricia y su esposo	Patricia y su esposo discuten porque ella entro a Marlon a su restaurante	Sótano del restaurante	Zapato formal en baldosa	-5

8	00:30:32	Marlon y Giovanni	Los dos deciden salir a buscar a Reina, sin embargo se dan cuenta de que no será nada fácil encontrarla	Techo de algún edificio en Nueva York	Tennis en gravilla	-3
9	00:34:45	Patricia	Baja al sótano buscando a Marlon	Sótano del restaurante	Zapato formal en escaleras de madera	1
10	00:37:45	Marlon y Don Hernan	Entran a una pensión al haberse conocido por Patricia, Don Hernan ayuda a los inmigrantes en USA, Marlon le cuenta su historia	Pensión de inmigrantes	Zapato formal y tennis en madera	-3

11	00:40:11	Marlon, Reina y grupo de viajeros	Llegan a una pensión de paso en Guatemala, estos son recibidos por un grupo de personas que les explican el próximo recorrido para llegar a México	Pensión de inmigrantes	Zapato formal y tennis en gravilla	-3
12	00:46:24	Marlon y Raquel	Mientras Marlon estaba dormido, Raquel lo despierta al ponérsele encima, luego este se levanta y se cae del camarote y sale corriendo	Habitación de la pensión	Tennis en baldosa	-4
13	00:58:56	Viajeros, Marlon Reina	Al ir viajando en un bus cerca a frontera de México - USA comenzaron a pelear con una mujer por un equipaje, por lo que una de las viajeras tuvo que solucionar las cosas con el conductor para que este no los sacará del bus	Carretera	Tennis en gravilla	-4
14	01:14:19	Viajeros, Marlon y Reina	En algún lugar escondidos en México, charlan de lo que van a hacer de ahora en adelante luego de un incidente en que los robaron a todos	Pensión de inmigrantes	Tennis en baldosa	-5
15	01:22:39	Marlon y Reina	Marlon después de meses de búsqueda de Reina, logró verla a través de una ventana en un bus que iba y sale apresurado a buscarla	Bus	Tennis en lámina de metal	5

16	01:25:41	Marlon	Luego de no poder encontrar a Reina, Marlon se encuentra triste por aquel suceso y al día siguiente vuelve a su casa sin esperanzas, al dormir se da cuenta que la policía esta registrando el lugar donde se esta quedando y este sale rápidamente	Escaleras del edificio	Tennis en baldosa	-5
17	01:34:05	Marlon y la "caleña"	Una de las viajeras que acompaño a Marlon y a Reina llega al trabajo de Marlon para decirle que encontró a Reina y le dio su ubicación	Restaurante	Tacones en madera	-4
18	01:41:05	Marlon y Raquel	Marlon llega al lugar en el que Reina podría estar y encuentra a Raquel, se da cuenta de que es su madre, sin embargo no logró encontrar a Reina en ese momento	Trailer o bus tipo vivienda	Zapato formal y tennis en madera	-3
19	01:43:55	Marlon y Reina	Al haber vuelto al lugar donde podría estar viviendo Reina, finalmente la encuentra	A las afueras del trailer	Tennis y tacones en gravilla	5

Curva y estructura dramática – El Arriero

El Arriero						
Punto	Tiempo (1h:32min:51seg)	Personaje/s	Acción	Lugar	Calzado y superficie	Clímax de 5 a 5
1	00:02:24	Ancízar	Camina mientras va pensando en su trabajo	Calle	Botas en concreto	-3
2	00:05:04	Ancízar y Lucía	Debido a su trabajo como exportador de cocaína, conoce a Lucía para convertirla en mula, además comienza a sentir cosas por ella	Aeropuerto	Tacones y tennis en baldosa	2
3	00:06:36	Ancízar y Ñaqui	Camina hacia un sótano con un maletín para llenarlo de cocaína, al llegar se encuentra con Ñaqui, el que le da el producto	Bar	Zapato formal en madera	-3
4	00:13:41	Ancízar y Lucía	Un espectáculo de danza y música flamenco está teniendo una presentación	Restaurante /Bar	Tacones en madera	3
5	00:16:02	Ancízar y Lucía	Caminan y charlan acerca de un posible futuro de Lucía como arriera de cocaína	Calle	Zapato formal y tacones en concreto	3
6	00:18:07	Ancízar, madre de Virginia y bándalos	La madre de Virginia manda a golpear a Ancízar, cuando este vivía en Colombia, por meterse con su hija Virginia	Calle	Botas, zapato formal y tacones en concreto	-5
7	00:27:41	Ancízar y Lucía	Al llegar a Colombia, Ancízar decide separarse del camino de Lucía al querer buscar a Virginia para vivir con ella	Aeropuerto	Botas y tacones en baldosa	4

8	00:28:07	Ancízar y Virginia	Ancízar llega a la casa de Virginia, para un reencuentro amoroso	Casa de Virginia / piscina	Zapato formal en baldosa	5
9	00:34:30	Ancízar y Naqui	Hablan sobre la pérdida de un cargamento de cocaína que se perdió, al haber sido confiscado al llegar al aeropuerto por diplomáticos que se dejaron atrapar	Bar	Botas y zapato formal en madera	-5
10	00:35:22	Lucía	Lucía fue una de las culpables por pérdida de ese cargamento de droga, por lo que habla con algún conocido de la situación por la que esta pasando	Calle	Tacones en concreto	-4

11	00:46:50	Ancízar y cómplices de droga en España	Ancízar les reclama por hacer negocios de drogas a sus espaldas y este decide dispararle a uno en la pierna	Callejón	Botas y tenis en concreto	-5
12	00:48:41	Ancízar y Virginia	Charlan de su nuevo apartamento y vida en España	Apartamento de Ancízar y Virginia	Botas y tacones en madera	3
13	00:57:55	Virginia y su madre	La madre de Virginia llega a visitarla a España luego de tiempo sin verse	Apartamento de Ancízar y Virginia	Tacones en madera	-3

14	01:00:38	Ancízar, Virginia y la madre de Virginia	Ancízar y Virginia tienen una fuerte discusión por una posible estadía de la madre de Virginia en su apartamento, este le dice que se va y que no la quiere volver a ver cerca a su hija	Apartamento de Ancízar y Virginia	Zapato formal en madera	-5
15	01:03:46	Ancízar y Lucía	Ancízar llega al apartamento de Lucía tras pelear con Virginia, sin embargo se da cuenta que ser infiel no lo hace muy feliz	Apartamento de Lucía	Botas en madera	-4
16	01:06:32	Ancízar y policías de España	La policía a cargo de agentes colombianos y españoles llegan al local de Ancízar buscando droga pues sus sospechas crecen en el como narcotraficante	Local de Ancízar	Zapato formal en madera	-5
17	01:07:40	Ancízar y Ñaqui	Charlan mientras caminan por la calle acerca de la partida de Virginia y su salida del negocio de la droga	Calle	Zapato formal en concreto	-3

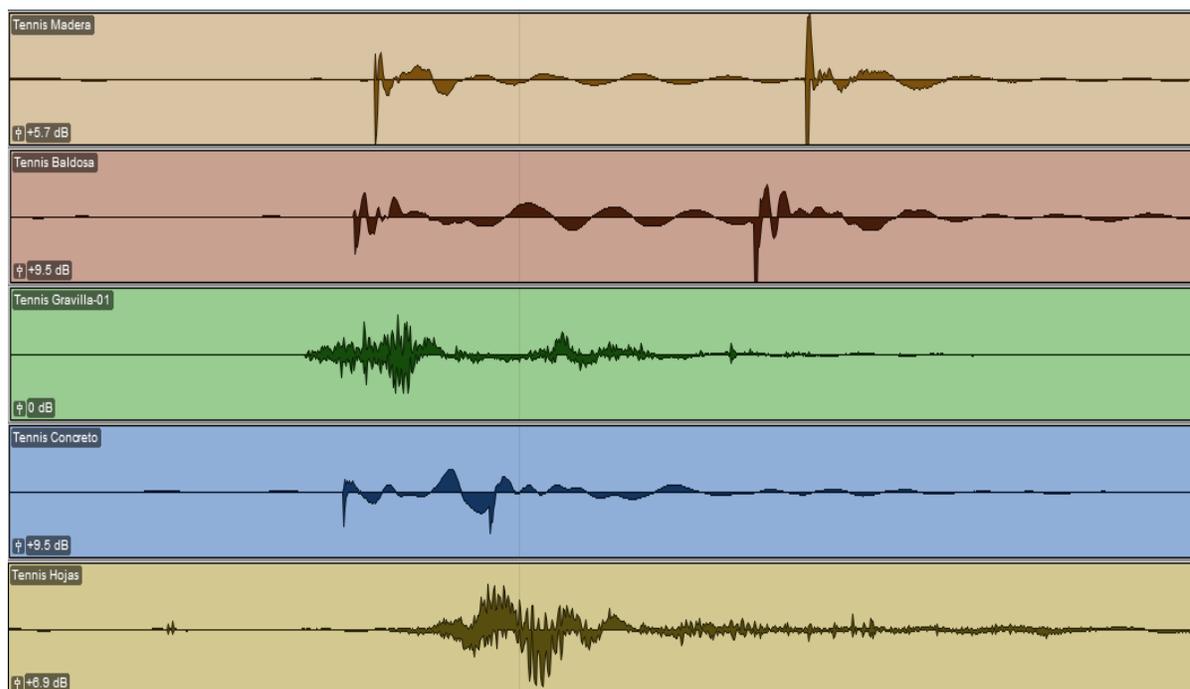
18	01:12:24	Ancízar y Lucía	Luego de tirar una mula muerta de Lucía, Ancízar la ayuda, sin embargo le dice que no seguirá con ella y que se devuelve para Colombia	Potrero cerca a un río	Botas en gravilla o hojas	-5
19	01:13:42	Ancízar y Virginia	Tras desaparecer 5 días, se vuelven a encontrar pero las cosas no andan bien cuando Virginia se entera del allanamiento que tuvo Ancízar en el local	Apartamento de Ancízar y Virginia	Botas en madera	-5

20	01:18:46	Ancízar y policías de España	Luego de que alguien delatara a Ancízar y este tratara de sacar dinero de su caja fuerte en su local, la policía llega a arrestarlo	Local de Ancízar	Zapato formal y botas en madera	-5
21	01:21:06	Ancízar, policías de España y Lucía	Una llamada entra al celular de los agente de policía y al contestar Lucía le dice a Ancízar que planearon con Virginia traicionarlo y abandonarlo por jugar con ambas, sin embargo sale libre de todo y su vida tiene un desenlace favorable para el	Calle y local de Ancízar	Tacones en concreto / Zapato y botas en madera	5

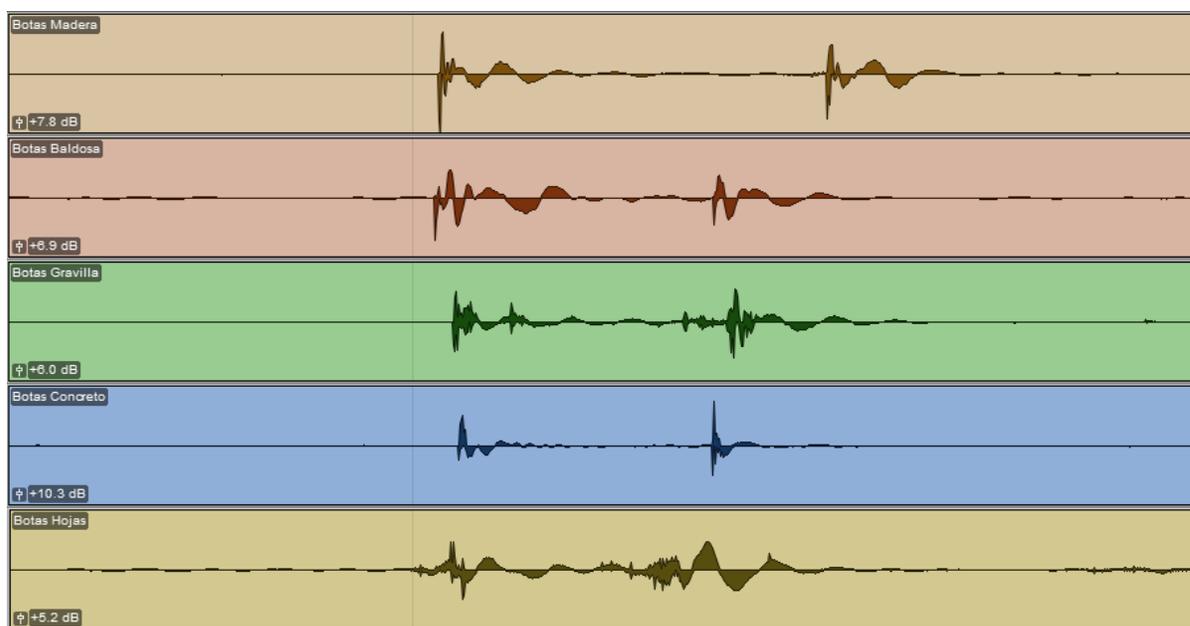
ANEXO B

FORMAS DE ONDA – TIPO DE CALZADO Y SUPERFICIE (PRO TOOLS)

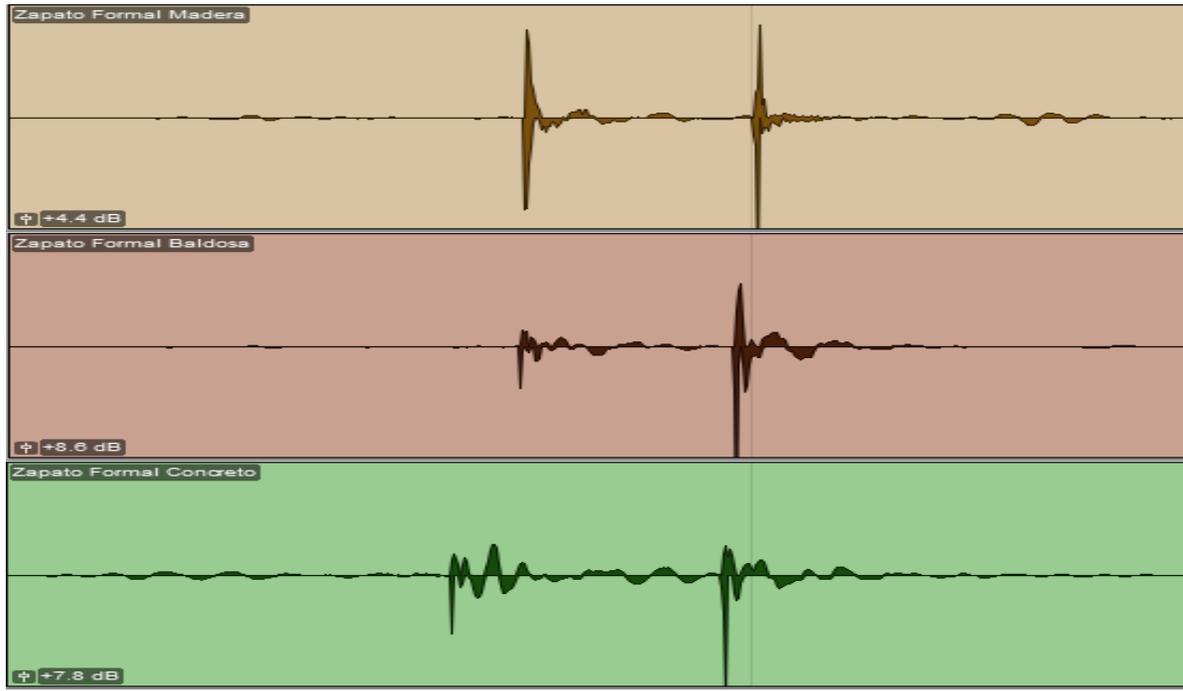
Tenis



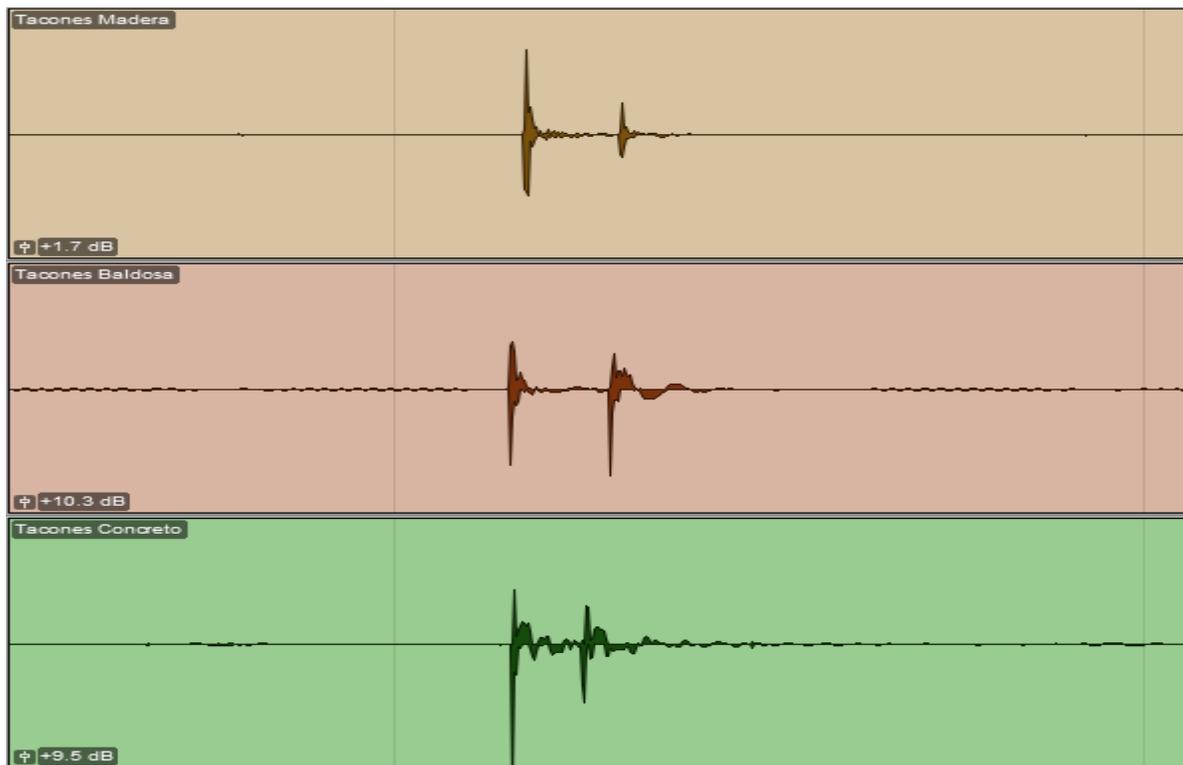
Botas



Zapato Formal

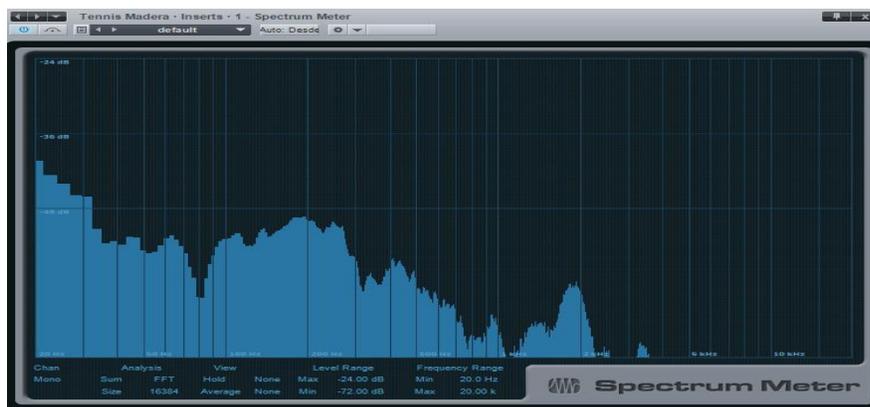


Tacones

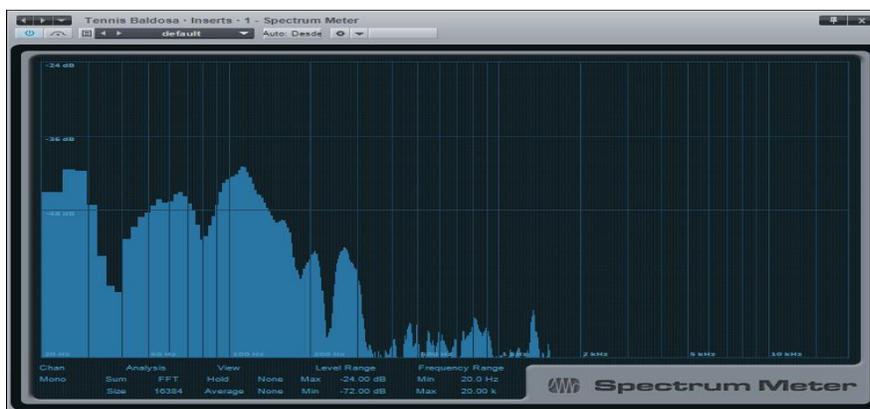


DOMINIO EN FRECUENCIA (20 HZ A 10 KHZ) / SPECTRUM METER – STUDIO ONE ARTIST

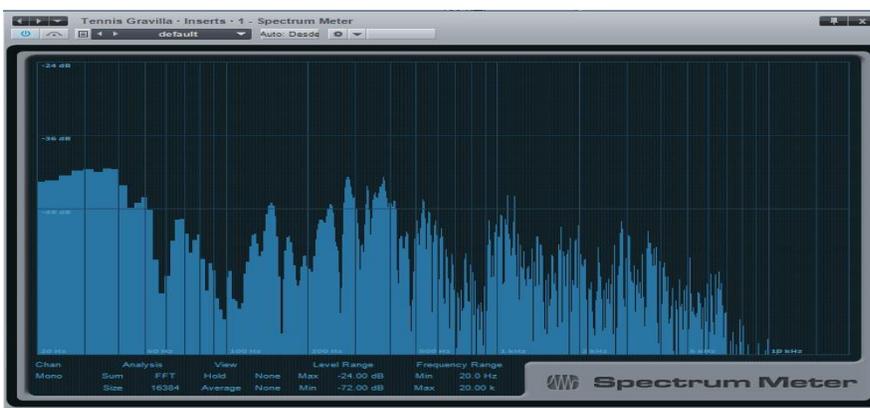
Tennis Madera



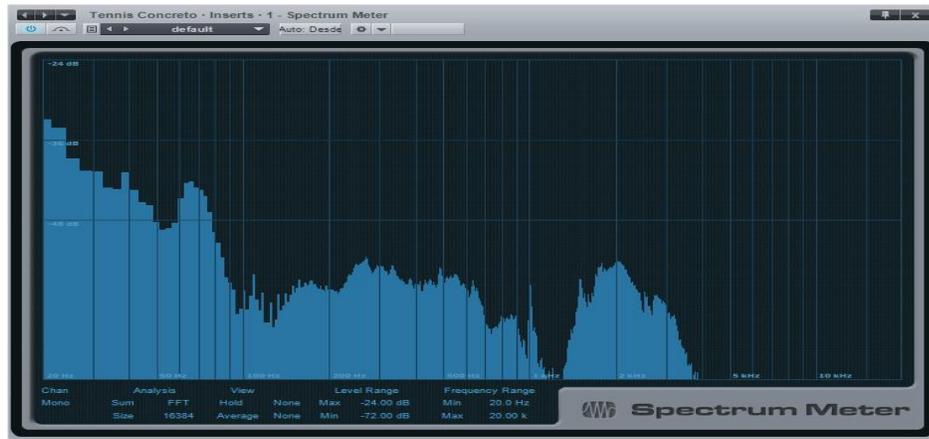
Tennis Baldosa



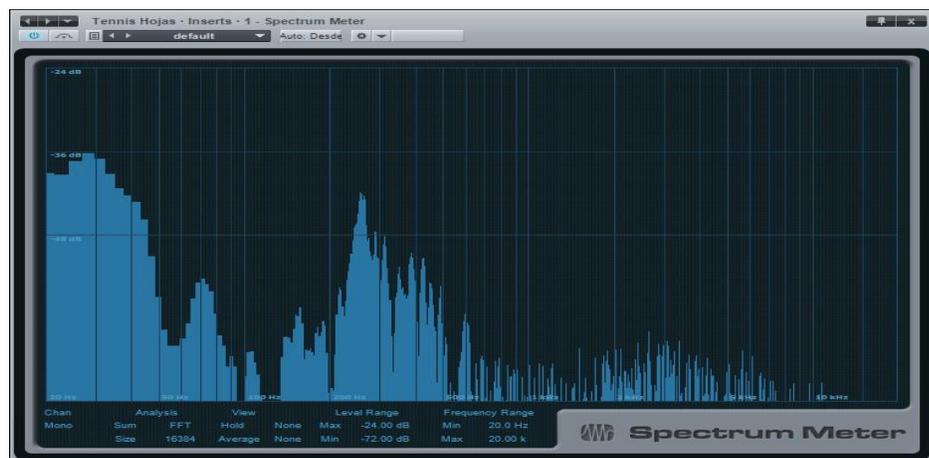
Tennis Gravilla



Tenis Concreto



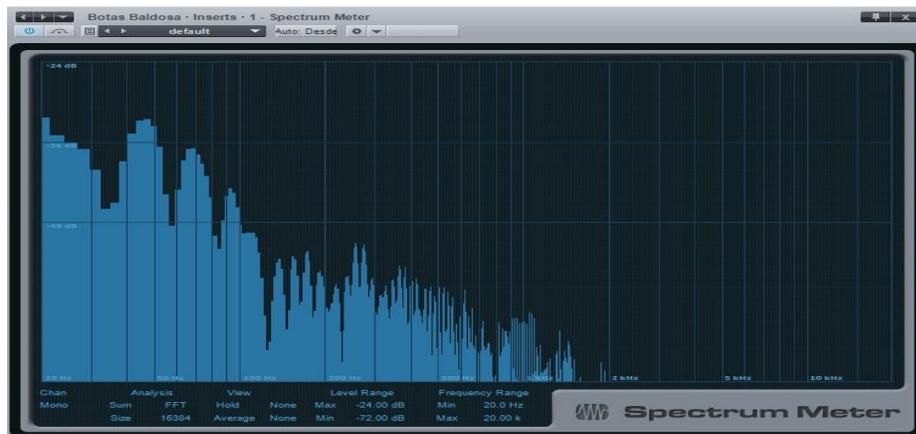
Tenis Hojas



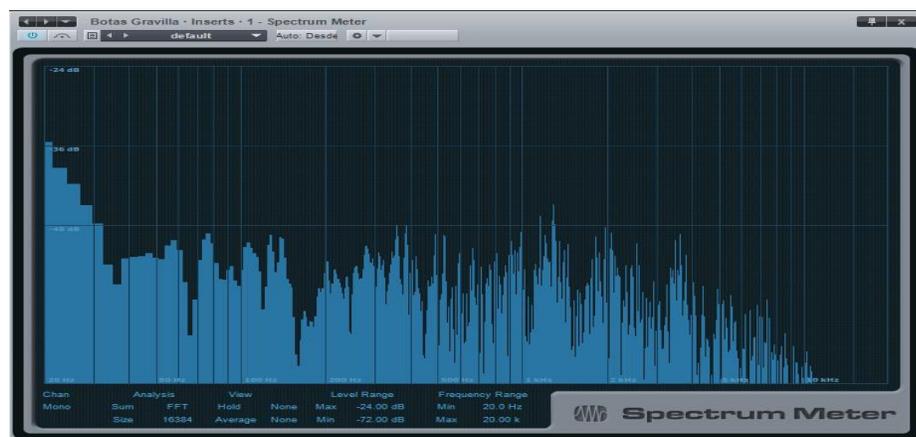
Botas Madera



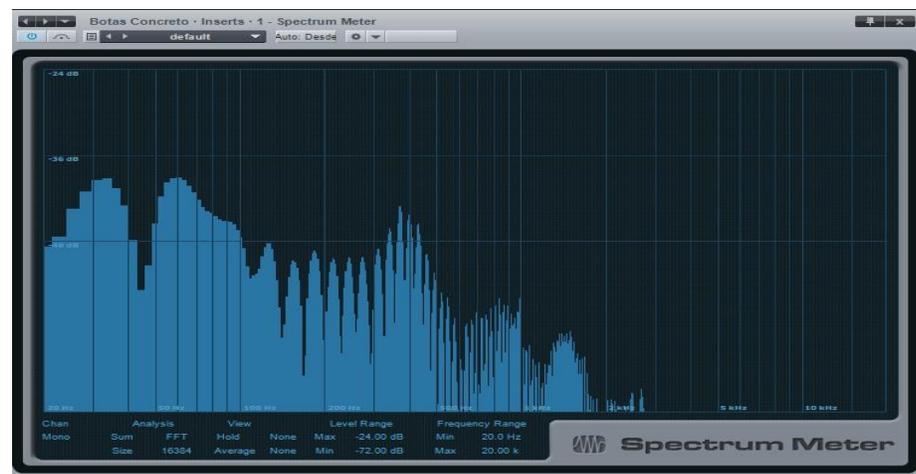
Botas Baldosa



Botas Gravilla



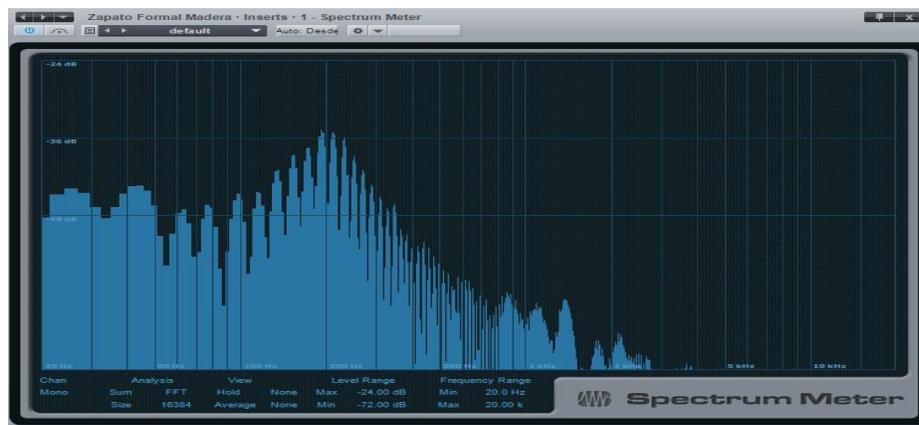
Botas Concreto



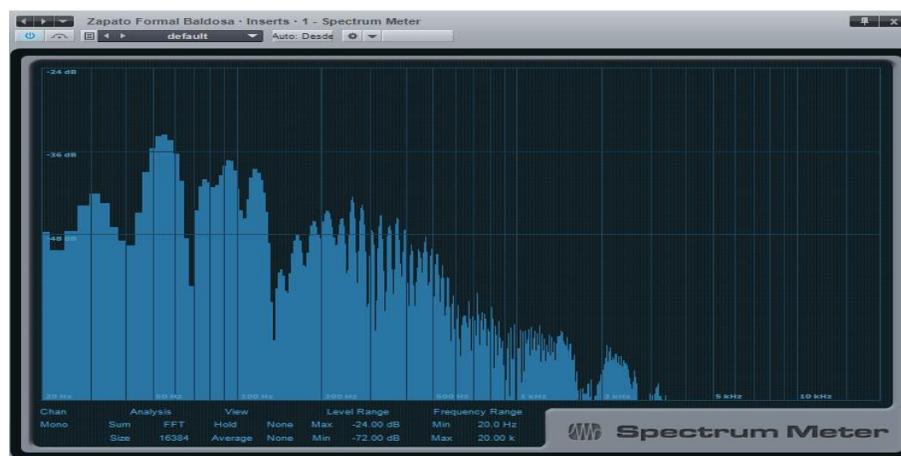
Botas Hojas



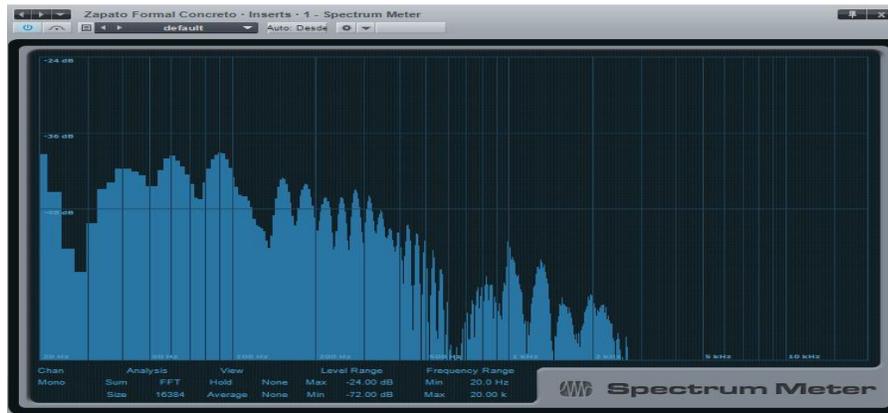
Zapato Formal Madera



Zapato Formal Baldosa



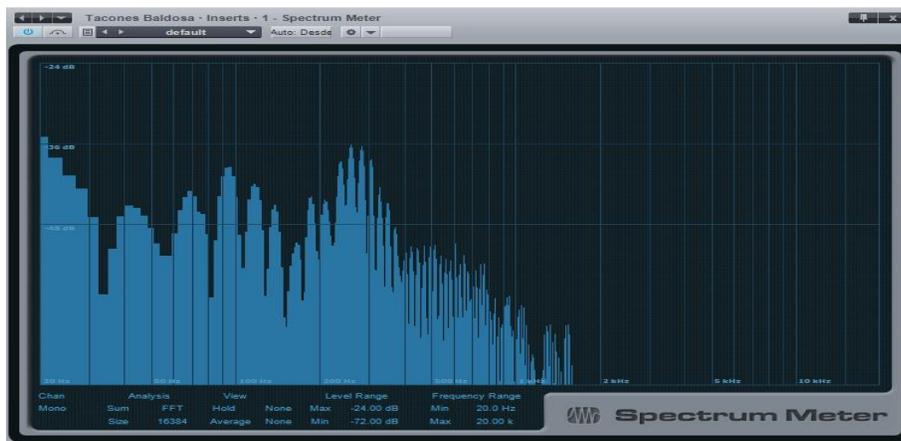
Zapato Formal Concreto



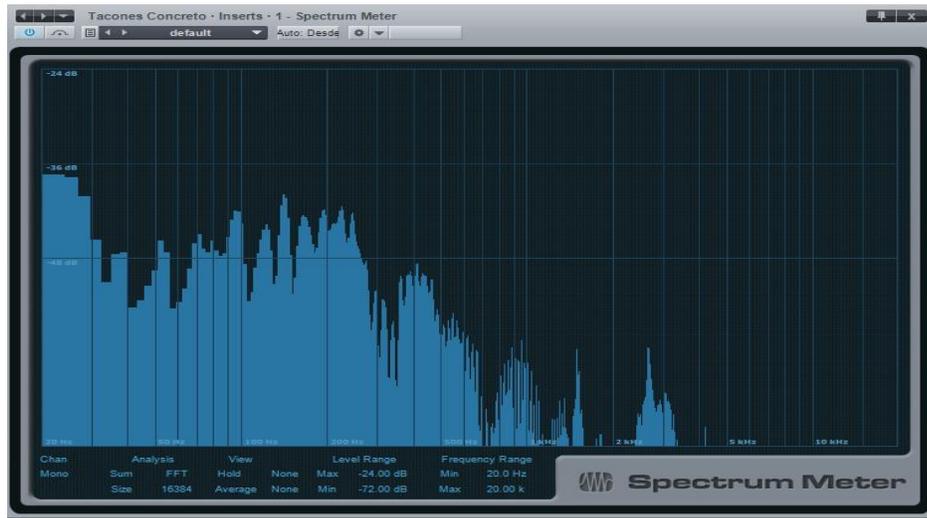
Tacones Madera



Tacones Baldosa



Tacones Concreto



ANEXO C

CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN PYTHON (LECTURA DE SENSORES, PULSADORES, PANTALLA LCD)

```
# !/usr/bin/python2.7
# ----- Importacion de librerias -----
import RPi.GPIO as GPIO
import time
import numpy
import scipy
import random as rn
from scikits import audiolab
from scikits.audiolab import play
import pyaudio
import sounddevice as sd
import os
# ----- Definicion de pines Gpio
LCD_RS = 4
LCD_E = 17
LCD_D4 = 18
LCD_D5 = 27
LCD_D6 = 22
LCD_D7 = 23
LED_ON = 24
SPICLK = 11
SPIMISO = 9
SPIMOSI = 10
SPICS = 8
# ----- constantes
---LCD_WIDTH = 20
LCD_CHR = True
LCD_CMD = False
LCD_LINE_1 = 0x80
LCD_LINE_2 = 0xC0
LCD_LINE_3 = 0x94
LCD_LINE_4 = 0xD4
# ----- Constantes de tiempo Pantalla LCD -----
E_PULSE = 0.0005
E_DELAY = 0.0005
# ----->>>>>>> Inicio de la programacion <<<<<<<<-----
def main():
    # ----- <Seteo de pines GPIO> -----
    # ----- Pines Pantalla LCD -----
    GPIO.setmode(GPIO.BCM) # Use BCM GPIO numbers
    GPIO.setup(LCD_E, GPIO.OUT) # E
    GPIO.setup(LCD_RS, GPIO.OUT) # RS
    GPIO.setup(LCD_D4, GPIO.OUT) # DB4
    GPIO.setup(LCD_D5, GPIO.OUT) # DB5
    GPIO.setup(LCD_D6, GPIO.OUT) # DB6
    GPIO.setup(LCD_D7, GPIO.OUT) # DB7
```

```

# ----- Pines Pulsadores de seleccion -----
GPIO.setup(19, GPIO.IN)
GPIO.setup(20, GPIO.IN)
GPIO.setup(21, GPIO.IN)
GPIO.setup(26, GPIO.IN)
# ----- Pines Lectura Analogica MCP3088 -----
GPIO.setup(SPIMOSI, GPIO.OUT)
GPIO.setup(SPIMISO, GPIO.IN)
GPIO.setup(SPICLK, GPIO.OUT)
GPIO.setup(SPICS, GPIO.OUT)
GPIO.setwarnings(False)
# ----- Inicializar Pantalla -----
lcd_init()
# <<< Presentacion >>>
lcd_string("-----",LCD_LINE_1,2)
lcd_string("Digital",LCD_LINE_2,2)
lcd_string("Foley Pit",LCD_LINE_3,2)
lcd_string("-----",LCD_LINE_4,2)
time.sleep(2) # 2 second delay
lcd_string("U.San Buenaventura",LCD_LINE_1,2)
lcd_string("Hecho Por:",LCD_LINE_2,2)
lcd_string("Felipe Mesa",LCD_LINE_3,2)
lcd_string("David Cepeda",LCD_LINE_4,2)
time.sleep(1)
lcd_string("Tipo de Calzado",LCD_LINE_1,1)
lcd_string("-> 1.Botas",LCD_LINE_2,1)
lcd_string("Tipo de Superficie",LCD_LINE_3,1)
lcd_string("-> 1.Madera",LCD_LINE_4,1)
# ----- Variables iniciales -----
Ruta_Menu="Botas/Madera/"
Zapato = 1      # 1.Botas  2.Tenis  3.Tacones  4.Formal
Suelo  = 1      # 1.Madera 2.Baldosa 3.Concreto 4.Hojas 5.Gravilla
Tolerancia = 25 # Para evitar variaciones irrelevantes en las medidas
del sensor
contador_inicio = 0 # para definir el estado inicial de los sensores
# ----- <<<<<<<<< Bucle >>>>>>> -----
while True:
    #<< Pulsacion de los botones de seleccion >>
    if GPIO.input(19) == True: # 1.
        while GPIO.input(19) == True:
            time.sleep(0.1)
            Zapato,Suelo,Ruta_Menu = Pulse_Sel(1,Zapato,Suelo)
    if GPIO.input(20) == True: # 2.
        while GPIO.input(20) == True:
            time.sleep(0.1)
            Zapato,Suelo,Ruta_Menu = Pulse_Sel(2,Zapato,Suelo)
    if GPIO.input(21) == True: # 3.
        while GPIO.input(21) == True:
            time.sleep(0.1)
            Zapato,Suelo,Ruta_Menu = Pulse_Sel(3,Zapato,Suelo)
    if GPIO.input(26) == True: # 4.

```

```

while GPIO.input(26) == True:
    time.sleep(0.1)
    Zapato,Suelo,Ruta_Menu = Pulse_Sel(4,Zapato,Suelo)
# <<----- sens ----- >>
cambio = False
s1=readadc(0, SPICLK, SPIMOSI, SPIMISO, SPICS)
s2=readadc(1, SPICLK, SPIMOSI, SPIMISO, SPICS)
s3=readadc(2, SPICLK, SPIMOSI, SPIMISO, SPICS)
s4=readadc(3, SPICLK, SPIMOSI, SPIMISO, SPICS)
s5=readadc(4, SPICLK, SPIMOSI, SPIMISO, SPICS)
s6=readadc(5, SPICLK, SPIMOSI, SPIMISO, SPICS)
mid = (s1+s2+s3+s4+s5+s6)/6
der = (s1+s2+s3)/3
izq = (s4+s5+s6)/3
if contador_inicio == 0:
    ultimo = mid
    r1=s1
    r2=s2
    r3=s3
    r4=s4
    r5=s5
    r6=s6
    print mid
    print der
    print izq
    contador_inicio += 1
# --- <<Relacion de incremento de los sensores >>
rs1=s1//r1
rs2=s2//r2
rs3=s3//r3
rs4=s4//r4
rs5=s5//r5
rs6=s6//r6
ajuste = (mid-ultimo)
if ( abs(ajuste) > Tolerancia ):
    cambio = True
if ( cambio ):
    if ( izq > der and ajuste > Tolerancia ):
        print "Promedio = {0}".format(mid)
        print "Pie Izquierdo = {0}".format(izq)
        print "4={0},5={1},6={2}".format(rs4,rs5,rs6)
        if (rs6>rs5 and rs6>rs4):
            Rint=(rs6+rs5)*0.001
            print "Talon = {0}".format(Rint)
            Play_Step(1,Ruta_Menu,Rint)
        elif (rs4>rs5 and rs4>rs6):
            Rint=(rs4+rs5)*0.001
            print "Punta = {0}".format(Rint)
            Play_Step(2,Ruta_Menu,Rint)
        elif (rs5>rs4 and rs5>rs6):
            Rint=(rs5+((rs4+rs6)/2))*0.001

```

```

        print "Centro = {0}".format(Rint)
        Play_Step(3,Ruta_Menu,Rint)
    elif ( der > izq and ajuste > Tolerancia ):
        print "Promedio = {0}".format(mid)
        print "Pie Derecho = {0}".format(der)
        print "1={0},2={1},3={2}".format(rs1,rs2,rs3)
        if (rs3>rs2 and rs3>rs1):
            Rint=(rs3+rs2)*0.001
            print "Talon = {0}".format(Rint)
            Play_Step(1,Ruta_Menu,Rint)
        elif (rs1>rs2 and rs1>rs2):
            Rint=(rs1+rs2)*0.001
            print "Punta = {0}".format(Rint)
            Play_Step(2,Ruta_Menu,Rint)
        elif (rs2>rs1 and rs2>rs3):
            Rint=(rs2+((rs1+rs3)/2))*0.001
            print "Centro = {0}".format(Rint)
            Play_Step(3,Ruta_Menu,Rint)
        ultimo = mid
    time.sleep(0.01)

# ----- >>>>> audiopl <<<<<<< -----
    # print 'Nbit:',y,'Fs:',fs
    # d=d[numpy.newaxis, :].T
    # print 'data',d
    # play(d,fs)
def Play_Step(case,Ruta_zapato,Rint):
    if (Rint>1):
        Rint=1
    if (case == 1):
        step_num=str(rn.randint(1,5))
        dir =
'/home/pi/Libreria_Audio_FPT/'+Ruta_zapato+'T'+step_num+'.wav'
        print dir
        [d,fs,y]=audiolab.wavread(dir)
        d=numpy.array(d)
        sd.play(d*Rint,fs)
        time.sleep(0.25)
    elif (case == 2):
        step_num=str(rn.randint(1,5))
        dir =
'/home/pi/Libreria_Audio_FPT/'+Ruta_zapato+'P'+step_num+'.wav'
        print dir
        [d,fs,y]=audiolab.wavread(dir)
        d=numpy.array(d)
        sd.play(d*Rint,fs)
        time.sleep(0.25)
    elif (case == 3):
        step_num=str(rn.randint(1,5))
        dir =
'/home/pi/Libreria_Audio_FPT/'+Ruta_zapato+'PC'+step_num+'.wav'

```

```

    print dir
    [d,fs,y]=audiolab.wavread(dir)
    d=numpy.array(d)
    sd.play(d*Rint,fs)
    time.sleep(0.25)
# ----->>>>> Menu LCD <<<<<<-----
def Pulse_Sel(case,Zapato,Suelo):
    if case == 1:    # Abajo
        Zapato = Zapato-1
    if case == 2:    # Derecha
        Suelo = Suelo+1
    if case == 3:    # Arriba
        Zapato = Zapato+1
    if case == 4:    # Izquierda
        Suelo = Suelo-1
# -----
    if Zapato > 4:
        Zapato = 4
    if Zapato < 1:
        Zapato = 1
    if Suelo < 1:
        Suelo = 1
    if Zapato < 3 and Suelo > 5:
        Suelo = 5
    if Zapato > 2 and Suelo > 3:
        Suelo = 3
# -----
    if Zapato == 1:
        lcd_string("-> 1.Botas",LCD_LINE_2,1)
        Ruta_Zapato="Botas/"
    if Zapato == 2:
        lcd_string("-> 2.Tenis",LCD_LINE_2,1)
        Ruta_Zapato="Tenis/"
    if Zapato == 3:
        lcd_string("-> 3.Tacones",LCD_LINE_2,1)
        Ruta_Zapato="Tacones/"
    if Zapato == 4:
        lcd_string("-> 4.Formal",LCD_LINE_2,1)
        Ruta_Zapato="Formal/"

    if Suelo == 1:
        lcd_string("-> 1.Madera",LCD_LINE_4,1)
        Ruta_Suelo="Madera/"
    if Suelo == 2:
        lcd_string("-> 2.Baldosa",LCD_LINE_4,1)
        Ruta_Suelo="Baldosa/"
    if Suelo == 3:
        lcd_string("-> 3.Concreto",LCD_LINE_4,1)
        Ruta_Suelo="Concreto/"
    if Suelo == 4:
        lcd_string("-> 4.Hojas",LCD_LINE_4,1)

```

```

    Ruta_Suelo="Hojas/"
    if Suelo == 5:
        lcd_string("-> 5.Gravilla",LCD_LINE_4,1)
        Ruta_Suelo="Gravilla/"

    Ruta_Menu=Ruta_Zapato+Ruta_Suelo
    print Ruta_Menu

    return Zapato,Suelo,Ruta_Menu
# ----->>>>> LCD <<<<<<<-----
def lcd_init():
    # Initialise display
    lcd_byte(0x33,LCD_CMD) # 110011 Initialise
    lcd_byte(0x32,LCD_CMD) # 110010 Initialise
    lcd_byte(0x06,LCD_CMD) # 000110 Cursor move direction
    lcd_byte(0x0C,LCD_CMD) # 001100 Display On,Cursor Off, Blink Off
    lcd_byte(0x28,LCD_CMD) # 101000 Data length, number of lines, font size
    lcd_byte(0x01,LCD_CMD) # 000001 Clear display
    time.sleep(E_DELAY)
def lcd_byte(bits, mode):
    GPIO.output(LCD_RS, mode)
    GPIO.output(LCD_D4, False)
    GPIO.output(LCD_D5, False)
    GPIO.output(LCD_D6, False)
    GPIO.output(LCD_D7, False)
    if bits&0x10==0x10:
        GPIO.output(LCD_D4, True)
    if bits&0x20==0x20:
        GPIO.output(LCD_D5, True)
    if bits&0x40==0x40:
        GPIO.output(LCD_D6, True)
    if bits&0x80==0x80:
        GPIO.output(LCD_D7, True)
    lcd_toggle_enable()
    GPIO.output(LCD_D4, False)
    GPIO.output(LCD_D5, False)
    GPIO.output(LCD_D6, False)
    GPIO.output(LCD_D7, False)
    if bits&0x01==0x01:
        GPIO.output(LCD_D4, True)
    if bits&0x02==0x02:
        GPIO.output(LCD_D5, True)
    if bits&0x04==0x04:
        GPIO.output(LCD_D6, True)
    if bits&0x08==0x08:
        GPIO.output(LCD_D7, True)
    lcd_toggle_enable()
def lcd_toggle_enable():
    time.sleep(E_DELAY)
    GPIO.output(LCD_E, True)
    time.sleep(E_PULSE)

```

```

GPIO.output(LCD_E, False)
time.sleep(E_DELAY)
def lcd_string(message,line,style):
    # style=1 Left justified
    # style=2 Centred
    # style=3 Right justified
    if style==1:
        message = message.ljust(LCD_WIDTH," ")
    elif style==2:
        message = message.center(LCD_WIDTH," ")
    elif style==3:
        message = message.rjust(LCD_WIDTH," ")
    lcd_byte(line, LCD_CMD)
    for i in range(LCD_WIDTH):
        lcd_byte(ord(message[i]),LCD_CHR)
# ----->>>>> MCP3008 <<<<<<-----
def readadc(adcnun, clockpin, mosipin, misopin, cspin):
    if ((adcnun > 7) or (adcnun < 0)):
        return -1
    GPIO.output(cspin, True)
    GPIO.output(clockpin, False)
    GPIO.output(cspin, False)
    commandout = adcnun
    commandout |= 0x18
    commandout <<= 3
    for i in range(5):
        if (commandout & 0x80):
            GPIO.output(mosipin, True)
        else:
            GPIO.output(mosipin, False)
        commandout <<= 1
        GPIO.output(clockpin, True)
        GPIO.output(clockpin, False)
    adcout = 0
    for i in range(12):
        GPIO.output(clockpin, True)
        GPIO.output(clockpin, False)
        adcout <<= 1
        if (GPIO.input(misopin)):
            adcout |= 0x1
    GPIO.output(cspin, True)
    adcout >>= 1
    return adcout

# ----- Ending - Startup Code -----
if __name__ == '__main__':
    try:
        main()
    except KeyboardInterrupt:
        pass
    finally:

```

```

lcd_byte(0x01, LCD_CMD)
lcd_string("Goodbye!",LCD_LINE_1,2)
GPIO.cleanup()

```

ANEXO D

CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN (ARDUINO – CONTROL DE PARAMETROS DEL DAW)

```

/*
114 - Rewind
115 - Fast Forward
116 - Stop
117 - Play
118 - Record */
int R1;

void setup() {
  // Set MIDI baud rate:
  Serial.begin(31250); //(38400)pc(31250)midi;

  pinMode(23, INPUT); //
  pinMode(25, INPUT); //
  pinMode(27, INPUT); //
  pinMode(29, INPUT); //
  pinMode(31, INPUT); //
}
void loop() { // -----
  // ----- Rewind -----
  if(digitalRead(29)==HIGH){
  while(digitalRead(29)==HIGH){
  noteOn(B10110000, 114, 127 );
  delay(50);}
  noteOn(B10110000, 114, 0);}
  // ----- Forward -----
  if(digitalRead(23)==HIGH){
  while(digitalRead(23)==HIGH){
  noteOn(B10110000, 115, 127);
  delay(50);}
  noteOn(B10110000, 115, 0);}
  // ----- Stop -----
  if(digitalRead(25)==HIGH){
  while(digitalRead(25)==HIGH){}
  noteOn(B10110000, 116, 127);}
  // ----- Play -----
  if(digitalRead(27)==HIGH){
  while(digitalRead(27)==HIGH){}
  noteOn(B10110000, 117, 127);}
  // ----- Rec -----

```

```

if(digitalRead(31)==HIGH){
while(digitalRead(31)==HIGH){}
noteOn(B10110000, 118, 127);}
// -----
// ----- R1 -----
if(analogRead(A0)>100){
while(analogRead(A0)>100){}
noteOn(B10010000, 60, map(analogRead(A0), 0, 1023, 0, 127));
delay(100);
noteOn(B10010000, 60, 0);}
// ----- R2 -----
if(analogRead(A1)>100){
while(analogRead(A1)>100){}
noteOn(B10010000, 61, map(analogRead(A1), 0, 1023, 0, 127));
delay(100);
noteOn(B10010000, 61, 0);}
// ----- R3 -----
if(analogRead(A2)>100){
while(analogRead(A2)>100){}
noteOn(B10010000, 62, map(analogRead(A2), 0, 1023, 0, 127));
delay(100);
noteOn(B10010000, 62, 0);}
// ----- R4 -----
if(analogRead(A3)>100){
while(analogRead(A3)>100){}
noteOn(B10010000, 63, map(analogRead(A3), 0, 1023, 0, 127));
delay(100);
noteOn(B10010000, 63, 0);}
// ----- R5 -----
if(analogRead(A4)>100){
while(analogRead(A4)>100){}
noteOn(B10010000, 64, map(analogRead(A4), 0, 1023, 0, 127));
delay(100);
noteOn(B10010000, 64, 0);}
// ----- R6 -----
if(analogRead(A5)>100){
while(analogRead(A5)>100){}
noteOn(B10010000, 65, map(analogRead(A5), 0, 1023, 0, 127));
delay(100);
noteOn(B10010000, 65, 0);}
// -----
delay(100);
}

void noteOn(int cmd, int pitch, int velocity) {
  Serial.write(cmd);
  Serial.write(pitch);
  Serial.write(velocity);
}

```

ANEXO E
MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO
FOLEY PIT ELECTRÓNICO



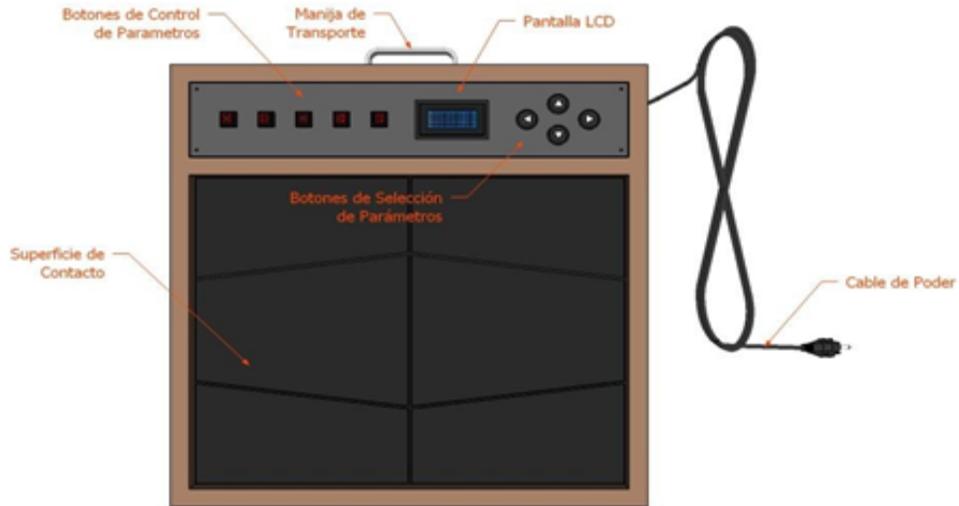
DISEÑADO Y ELABORADO POR:

Ing. Felipe Mesa Castillo
Ing. David Cepeda Baena

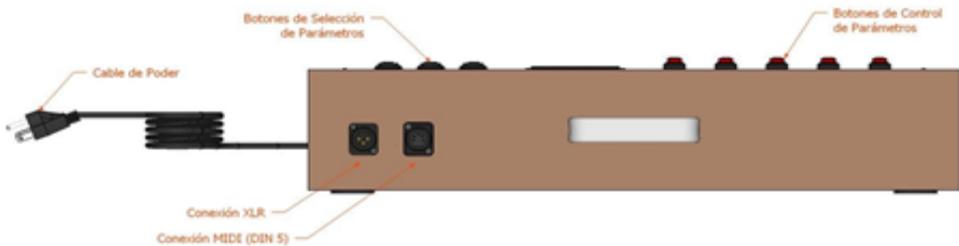


UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
BOGOTÁ

1. ESPECIFICACIONES Y PARTES DEL FOLEY PIT



a. Vista superior del dispositivo.



b. Vista frontal del dispositivo.

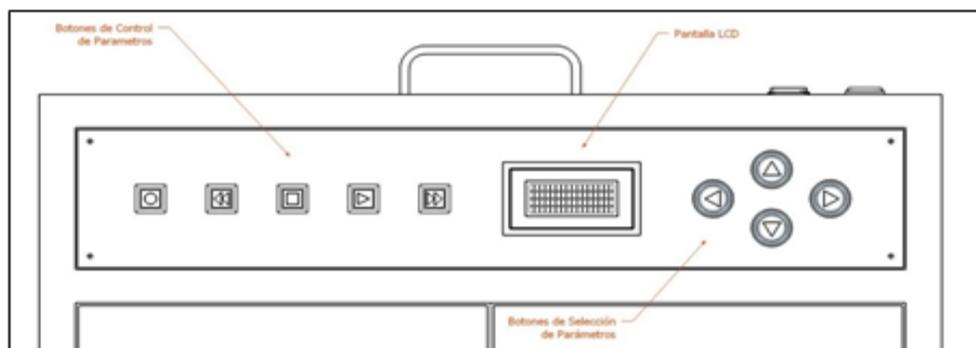
- En los esquemas anteriores se muestran los periféricos físicos con los cuales puede interactuar el usuario durante el uso del Foley Pit, estos son: el cable de poder, la manija de transporte, los diferentes pulsadores de selección y control de parámetros integrados en el tablero, la pantalla LCD para la visualización de las selecciones realizadas, la superficie de contacto y finalmente los conectores XLR y DIN5. El funcionamiento y uso de los elementos mencionados será escrito de forma ordenada a continuación.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PERIFERICOS IMPLICITOS EN EL FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO

- **MANUA DE TRANSPORTE:** Permite cargar y mover el Foley Pit con mayor facilidad.
- **CABLE DE PODER:** Este cable alimenta al dispositivo.

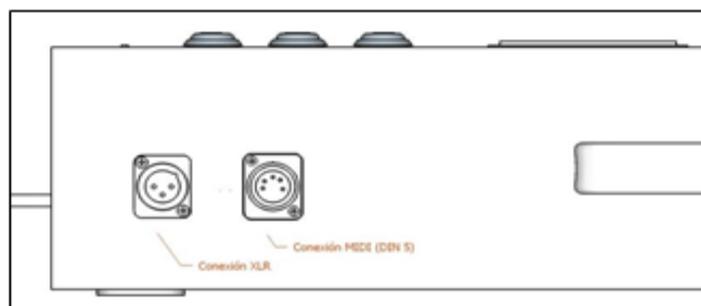
Al conectar el Foley Pit a un tomacorriente se enciende la pantalla LCD, después de unos segundos el dispositivo se inicializa y muestra el menú principal de selección de parámetros. A partir de este momento el dispositivo se encuentra en estado de espera.

- **TABLERO DE CONTROL:** En él se encuentran los diferentes pulsadores de selección de parámetros del paso (*Tipo de Calzado y Superficie*) y control de los parámetros de la barra de transporte del DAW (Digital Audio Workstation) elegido por el usuario (*Record, Play, Stop, Fast Forward y Rewind*), Además de la pantalla LCD destinada a la visualización de las selecciones hechas.



c. Tablero de control.

- **CONECTORES XLR Y DIN5:** Estos conectores corresponden respectivamente a las salidas de señal y mensajes MIDI del Foley Pit.



d. Conexiones físicas del dispositivo.

- **SUPERFICIE DE CONTACTO:** Sobre esta superficie el usuario da los pasos, que son detectados por los sensores del Foley Pit.



e. Superficie de contacto del Foley Pit.

3. CASOS DE USO DEL DISPOSITIVO – FUNCIONAMIENTO

Los casos de uso representan las acciones posibles del usuario sobre el el Foley Pit, para cada acción existe un requisito y una respuesta particular por parte del sistema. Estos casos se explican a continuación:

- Primer Caso de uso

Acción del usuario	Respuesta del sistema
Después de conectar y encender el Foley Pit el usuario puede proceder a conectar sus salidas XLR (balanceada) y MIDI a su interfaz de audio posteriormente pisar la superficie de contacto de la caja.	El dispositivo se encenderá, en unos segundos se inicializará y mostrara el menú de selección de parámetros en pantalla, el Foley Pit esperará a que la superficie sea pisada para reproducir el paso predeterminado o que el usuario lo cambie para y reproducir otro. la superficie enviará también al momento de la pisada un mensaje de activación de nota que podrá ser utilizado para disparar un sonido en un software capaz de reconocer mensajes MIDI

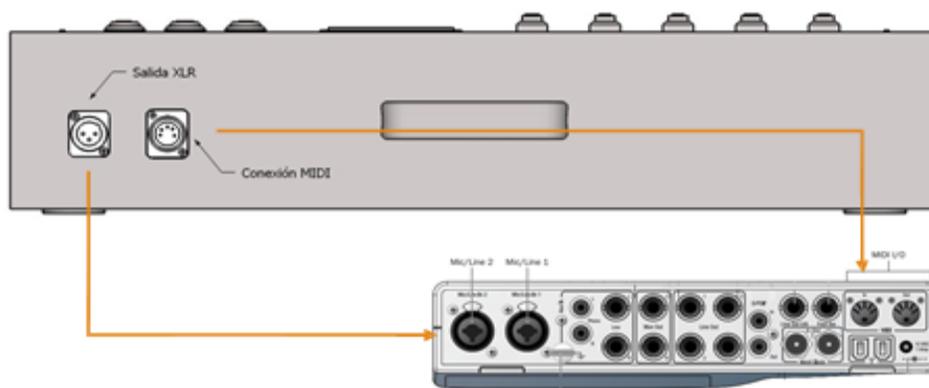
- Segundo Caso de uso

Acción del usuario	Respuesta del sistema
Ya encendido el Foley Pit el usuario mediante los pulsadores de selección de parámetros (Ver Figura C) puede cambiar entre los distintos tipos de suelo y calzado disponibles, esta selección podrá ser vista en la pantalla LCD. Los botones <i>Arriba/Abajo</i> alternan el tipo de Calzado y los botones <i>Izquierda/derecha</i> el tipo de superficie asignada al calzado.	El menú en pantalla mostrará la selección hecha por el usuario (<i>calzado y suela</i>). Las botas y los tenis, permiten elegir las cinco superficies disponibles (<i>Madera, Baldosa, Concreto, Hojas y Gravilla</i>), mientras que los Tacones y los zapatos formales solo permiten elegir tres. (<i>Madera, Baldosa y Concreto</i>). Posteriormente el usuario puede pisar nuevamente el Foley Pit.

- Tercer Caso de uso

Acción del usuario	Respuesta del sistema
<p>Aparte de cambiar los parámetros sonoros de la pisada, el usuario podrá controlar las funciones de la barra de transporte de un DAW utilizando los botones correspondientes del Foley Pit <i>(Figura C)</i>. Inicialmente debe asignar las direcciones MIDI predeterminadas del Foley Pit dentro del DAW <i>(de ser posible)</i> y habilitar el dispositivo de entrada. Los botones están configurados para activar las funciones de la barra de transporte estándar del Software AVID Pro Tools® <i>(“Rewind” Retroceder, “Fast Forward” Adelantar, “Play” Reproducir, “Stop” Detener y “Record” grabar)</i>.</p>	<p>La pulsación de cada uno de los botones de control de parámetros activará la función correspondiente de la barra de transporte en el DAW. Este segmento del dispositivo se encuentra en constante <i>(Ver funcionamiento, esperando y ejecutando la selección hecha por el usuario)</i>.</p> <div data-bbox="873 604 1230 764" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="834 764 1159 789"><i>Barra de Transporte (Pro Tools®)</i></p>

FOLEY PIT

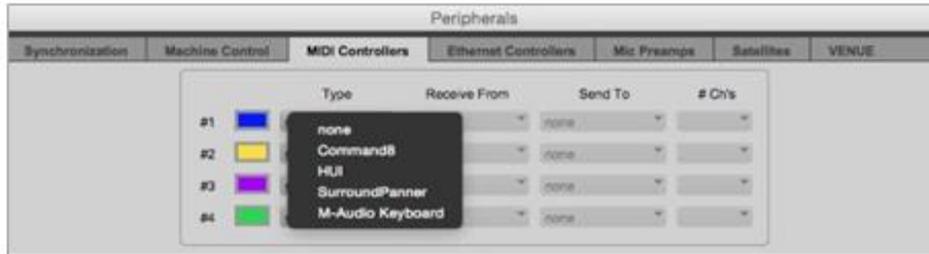


INTERFAZ DE AUDIO

f. Conexión del Foley Pit a La interfaz de audio.

La anterior imagen muestra el esquema de conexión del Foley Pit a una interfaz de audio estándar, la cual cuenta con entradas de Micrófono/Línea y Entrada/Salida MIDI. La señal de audio proveniente del Foley Pit puede ser grabada dentro del DAW como la de cualquier otro dispositivo. En el debido caso que la interfaz no cuente con los puertos MIDI se puede utilizar una interfaz dedicada a MIDI genérica que funcione por puerto USB, el único requisito es que sea reconocida por el DAW.

Una vez en el DAW, en su menú de configuraciones (*Setup*), se ha de verificar el reconocimiento de la interfaz (*Periférico*) utilizada para leer los controladores MIDI. En el software Pro Tools® los mensajes MIDI utilizados para controlar la ventana de transporte son fijos y son el estándar del Foley Pit.



g. Configuración de periféricos MIDI Pro Tools®.

En otros DAW como Steinberg Cubase® se requiere la asignación de estos mensajes al control de las funciones de la barra de transporte, basta con ubicarlos en el menú de selección remota y con la opción "Learn" asignar el botón correspondiente del Foley Pit.



h. Configuración de periféricos MIDI Cubase®.



i. Asignación de control MIDI Cubase®.

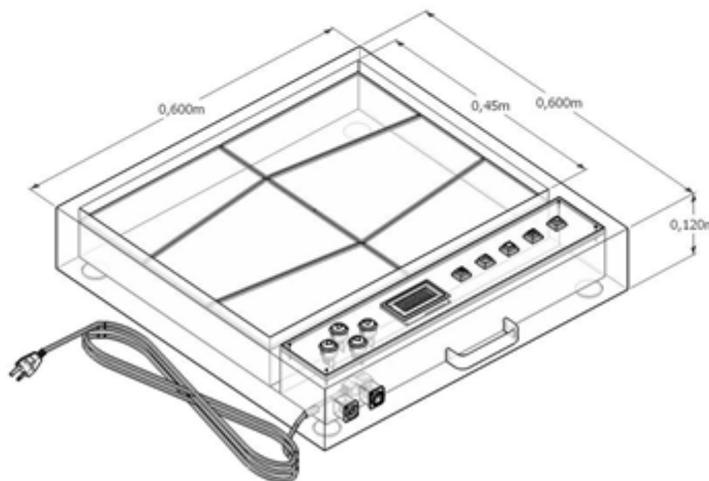
LISTADO DE MENSAJES MIDI ENVIADOS POR EL FOLEY PIT

Tipo de mensaje	Valor del Mensaje	Función Asignada
<i>Control Change</i>	CC # 114	Retroceder (Rewind)
	CC # 115	Adelantar (Fast Forward)
	CC # 116	Detener (Stop)
	CC # 117	Reproducir (Play)
	CC # 118	Grabar (Record)
<i>Note ON (Activación de nota)</i>	60 (C5)	Tercio anterior pie derecho
	61 (C#5)	Tercio medio pie derecho
	62 (D5)	Tercio posterior pie derecho
	63 (D#5)	Tercio anterior pie izquierdo
	64 (E5)	Tercio medio pie izquierdo
	65 (F5)	Tercio posterior pie izquierdo

Las pisadas del usuario sobre el Foley Pit aparte de reproducir los sonidos predeterminados del dispositivo, envían mensajes de activación de nota a través de la salida MIDI. Estos mensajes pueden ser interpretados por un lenguaje de programación (p. ej. Pure Data), software de secuenciación o sampler de instrumentos virtuales (p. ej. Native Instruments Kontakt®) para ser grabados y usados para reproducir otro tipo de pistas de audio (p.ej. Pasos de otro tipo de librerías) desde el software mismo y no desde la caja. El nivel de presión con el que se pisa la caja incide en el parámetro de una nota MIDI correspondiente al Velocity, que puede ser usado para variar el nivel de salida de la señal reproducida.

4. DIMENSIONES

Las dimensiones físicas del dispositivo son las siguientes (en metros):



j. Dimensiones del Foley Pit.