

Diseño de un sistema de audio integrado para una casa habitacional

Oscar Javier Guevara

Asesor

Wilson Cárdenas Cristancho

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de ciencias básicas, tecnología e ingeniería ECBTI

Tecnología en Producción de Audio

2024

Resumen

El contenido de este trabajo es una herramienta para orientar y guiar a quien lo necesite en lograr un acercamiento al diseño sonoro de un espacio determinado, esto significa que, si tiene este documento, puede obtener ayuda para crear un sistema de audio para una casa, comercial u otro propósito, aunque en un principio pueda ser difícil de diseñar o implementar. De igual manera puede usar este documento para planificar y diseñar un sistema, pero también debe tener en cuenta los problemas que surgen al momento de la instalación los componentes y equipos, es necesario encontrar alternativas para que el sistema funcione como el usuario final lo desea, incluso si hay variaciones en cuanto a los planos y el diseño original, ya que en campo todo puede suceder o cambiar las características o requerimientos según las circunstancias del sitio. Este proyecto se hará en tres partes. La primera parte es comprobar si el diseño de sonido funcionará para el lugar, los oyentes y los diferentes equipos que se van a utilizar, la segunda etapa se trata de planificar el diseño del sistema propuesto, analizando los entornos arquitectónicos para elegir el equipo y los parlantes adecuados, también se consideran los materiales, el diseño y la ubicación de los parlantes afectarán la estética del sitio. En esta hoja de ruta, se utiliza un software especializado para analizar todos estos factores y asegurarnos de que el sistema funcionará bien en las áreas sociales, teniendo en cuenta la altura de los techos. Para la última etapa del proceso, se realizan algunos ajustes finales al diseño y a su funcionamiento. También se verifica que el sistema funcione bien en cuanto los procesos realizados, cómo se gestiona, cómo suena y cómo cumple con el objetivo principal del proyecto.

Palabras clave: Audio, sistema, acústica, diseño.

Abstract

The content of this work is a tool to guide and direct whoever needs it in achieving an approach to the sound design of a given space, this means that, if you have this document, you can get help to create an audio system for a home, commercial or other purpose, although at first it may be difficult to design or implement. Likewise, you can use this document to plan and design a system, but you must also take into account the problems that arise at the time of installation of the components and equipment, it is necessary to find alternatives so that the system works as the end user wants, even if there are variations in terms of the plans and the original design, since in the field everything can happen or the characteristics or requirements can change depending on the circumstances of the site. This project will be done in three parts. The first part is checking if the sound design will work for the venue, the listeners and the different equipment that is going to be used, the second stage is about planning the design of the proposed system, analysing the architectural environments to choose the right equipment and speakers, also considering the materials, design and placement of the speakers will affect the aesthetics of the site. In this roadmap, specialised software is used to analyse all these factors and make sure that the system will work well in the social areas, taking into account the height of the ceilings. For the last stage of the process, some final adjustments are made to the design and how it works. It is also checked that the system works well in terms of the processes carried out, how it is managed, how it sounds and how it meets the main objective of the project.

Keywords: Audio, system, acoustics, design.

Tabla de Contenido

Resumen	1
Lista de Tablas	5
Lista de Imágenes	6
Introducción	8
Justificación	10
Objetivos	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos	11
Planteamiento del Problema	12
Definición del problema.....	12
Marco Conceptual	14
Sonido	15
Audio.....	16
Acústica	17
Integración	17
Diseño	18
Protocolo AvB	19
Amplificador	20
Hi-End	20

Calibración Audio	21
Metodología	22
Desarrollo del Proyecto.....	24
Definición	24
Descripción	24
Diseño	26
Descripción de zonas	27
Equipos del Proyecto	29
Altavoces	29
Amplificadores	41
Proyección	52
Diseño y ubicación de los altavoces.....	54
Planos	54
Diagrama en Software	54
Control	60
Programación.....	60
Conexiones del sistema	61
App	65
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
Referencias Bibliográficas.....	70

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Características Sonance PS-C83RT</i>	30
Tabla 2. <i>Características Sonetto V</i>	33
Tabla 3. <i>Características Mariner 64</i>	34
Tabla 4. <i>Características Sonance RK83</i>	37
Tabla 5. <i>Características ElectroVoice EVID 6.2</i>	38
Tabla 6. <i>Características NI-GSBSUB12</i>	41
Tabla 7. <i>Características DENON AVR X3700H</i>	43
Tabla 8. <i>Características Savant Sipa125</i>	46
Tabla 9. <i>Características Sipa1</i>	46
Tabla 10. <i>Características Niles SI-1230</i>	48
Tabla 11. <i>Características Sunfire HRSIW8AMP</i>	49
Tabla 12. <i>Características Rotel RB-1582 MKII</i>	50
Tabla 13. <i>Características Dynacord, C2800</i>	52

Lista de Imágenes

Imagen 1. <i>Casa Proyecto</i>	26
Imagen 2. <i>Sonance PS-C83RT</i>	30
Imagen 3. <i>Sonetto V</i>	32
Imagen 4. <i>Mariner 64</i>	34
Imagen 5. <i>Sonance RK83</i>	36
Imagen 6. <i>ElectroVoice EVID 6.2</i>	38
Imagen 7. <i>NI-GSBSUB12</i>	40
Imagen 8. <i>Denon AVR X3700H</i>	42
Imagen 9. <i>Savant Sipa125</i>	45
Imagen 10. <i>Niles SI-1230</i>	47
Imagen 11. <i>Sunfire HRSIW8AMP</i>	49
Imagen 12. <i>Rotel RB-1582 MKII</i>	50
Imagen 13. <i>Dynacord, C2800</i>	51
Imagen 14. <i>Sistema de Proyección</i>	53
Imagen 15. <i>Plano General</i>	55
Imagen 16. <i>Software EASE</i>	55
Imagen 17. <i>Mapa Sala / Comedor</i>	56
Imagen 18. <i>Mapa Alcoba / Baño / Vestier</i>	57
Imagen 19. <i>Mapa Jardín Interno</i>	58
Imagen 20. <i>Mapa Jardín Externo</i>	59
Imagen 21. <i>Host del Sistema</i>	61
Imagen 22. <i>RacePoint Blueprint</i>	62

Imagen 23. <i>Servicios disponibles</i>	63
Imagen 24. <i>Conexión Equipos</i>	64
Imagen 25. <i>App Savant</i>	65
Imagen 26. <i>App Savant. Zona y Servidor de Audio</i>	66
Imagen 27. <i>Adición de zonas y volumen</i>	67

Introducción

En el ambiente sonoro de un recinto, un componente importante es el diseño electroacústico consistente en sistemas de refuerzo sonoro acoplados debidamente para que los oyentes puedan disfrutar de un audio de calidad. Es precisamente este diseño el que se piensa proponer en este proyecto aplicado y que es trabajado para una casa habitacional.

En la presente propuesta de proyecto aplicado consistente en el diseño electroacústico se piensa hacer en tres etapas, la primera, una verificación de propósitos del diseño integrado de sonido donde se analiza las características del recinto, los requerimientos de los oyentes y los equipos multimarca que componen el proyecto.

En la segunda etapa se realiza una planeación del diseño propuesto, con base en el estudio del sitio, los ambientes arquitectónicos para la selección de equipos y altavoces a usar sin afectar la estética del sitio, analizar factores arquitectónicos en materiales, diseño y ubicación espacial de los altavoces según información que software especializado en el cual, según altura de los techos lograr un óptimo rendimiento del sistema para cubrir acústicamente las áreas sociales.

En una tercera etapa se hace la ejecución del trabajo enfocado al diseño electroacústico final de la casa habitacional, con un diagrama de cableado, configuración de equipos y conexiones teniendo en cuenta impedancias de altavoces, capacidad de potencia de los amplificadores de audio para determinar también el calibre del cableado a utilizar y diagrama de flujo de las señales en los equipos.

Para la cuarta y última etapa como ajustes finales al proceso, ajustando el proceso realizado tanto del diseño como la optimización de este, se realiza las debidas correcciones finales en el diseño funcional, haciendo que el sistema tenga un correcto funcionamiento en

cuanto a rendimiento de los procesos, funcionalidad en el manejo, desempeño adecuado acústicamente y así con un sistema apropiado lograr el objetivo principal del proyecto.

Justificación

Los altavoces en el diseño de interiores juegan un rol importante, donde el contraste de tonalidades y materiales en la arquitectura generan ambientes propicios para el descanso y el entretenimiento de los integrantes de la familia e invitados, una acertada elección en los altavoces es indispensable para que sean imperceptibles a la vista sin afectar el rendimiento de cada unidad, está relacionado con los materiales usados en el sitio, como mobiliario, tapetes y otros objetos del lugar, según Martín, (2005-2014), Materiales porosos típicos son alfombras, cortinas y tejidos gruesos, lana mineral y fibra de vidrio y algunas espumas acústicas como las de poliuretano, las de estructura abierta de poros.

Esto lleva a identificar la necesidad y los requerimientos del oyente, el cual desea un sistema con una cobertura de audio óptima, tener proyección de video de alta resolución y procesadores de audios de última generación integrados, con la facilidad de tener el control de todo el sistema en la mano sin afectar el diseño arquitectónico.

De esta manera, las personas que tengan acceso a este documento podrán tener una orientación para la implementación de un proyecto de audio para una casa, con los retos que se presentan en diseño, la realidad en el momento de instalación de los componentes del sistema y es ahí, el momento práctico cuando se aleja de los diseños de los planos y simulaciones enfrentando la realidad en el sitio, buscando soluciones acordes al diseño inicial con un resultado final en presentación y funcionalidad de sincronización perfecta de audio y video.

Es así como las personas interesadas tengan una base con este documento, adquiriendo destrezas con objetividad en el campo disciplinar y complementar competencias para el desarrollo en la formación académica y laboral en el campo del audio.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de audio integrado en una casa habitacional mediante un sistema de control para las zonas implementadas.

Objetivos Específicos

Verificar los propósitos de sistema integrado de sonido de acuerdo con las características del recinto, los requerimientos y los equipos e infraestructura que se tiene disponible.

Establecer la planeación del diseño propuesto con base en el análisis físico del recinto, características de equipos, componentes, protocolos AvB, limitantes con ambientes arquitectónicos e implementación física del sistema, obteniendo un flujo de señal del sistema.

Ejecutar el plan de trabajo enfocado en el diseño, mediante la información recolectada de datos obtenidos en el desarrollo y puesta a punto del proyecto.

Planteamiento del Problema

Definición del problema

A mediados del año 2000, inicia una nueva forma para usar recursos tecnológicos enfocados a tener una mejor experiencia de entretenimiento, esto se ve reflejado, por ejemplo, en la música, dando un modelo a la compresión de archivos de audio en formato MP3 y lograr la reproducción de estos en software especializados donde se comienza a establecer los términos de compresión de archivos, calidad en el audio y fuentes para digitalizar archivos sonoros, según (Bradley, 2005), el cambio del átomo al bit fue irrevocable e imparable, como señaló hace tres décadas Nicolás Negroponte. Desde entonces, la hegemonía del bit sobre el átomo se insertó en prácticamente todos los ámbitos de la creación de contenidos y decantó en el advenimiento de nuevos medios digitales. Se comenzó a hablar de ellos desde finales del siglo pasado.

El término se empleó para nombrar la nueva fisonomía que adquirieron los medios de comunicación con la incorporación de tecnologías digitales.

Paralelamente mientras el Internet se amplía, al igual que la llegada de nuevas redes sociales como *Facebook*, *MySpace*, inicia la conversión y almacenamientos masivos de archivos y videos en dispositivos de bolsillo como el *iPod*, según David Pogue (2010), el lanzamiento del *iPod de Apple* en otoño del año 2001 no dejó a nadie indiferente. La gente se fijó en él y lo que es más importante, decidió comprarlo. Con los modelos de *iPod* que existen hoy en día (*Nano*, *Touch*, *Classic* o *Shuffle*) es posible ver películas de cine y programas de televisión, jugar a algunos de los videojuegos más populares, ver fotografías a todo color, comprar música en línea. Es así como la tecnología se vuelve necesaria en la cotidianidad, los sistemas de entretenimiento en el hogar no es una excepción, todo lo contrario, se han integrado para generar confort al usuario en ambientes donde se encuentra. Por ende, surgen nuevas empresas y marcas

especializadas en ofrecer productos y servicios de alta calidad ofreciendo iluminación, calefacción, sistemas de audio y video especializado.

Con esta información, se establecen las primeras pautas para el desarrollo de un diseño de integración en un hogar, teniendo en cuenta el espacio, áreas y materiales arquitectónicos, poder diseñar un sistema óptimo que se ajuste a la acústica del lugar y así establecer el tipo de altavoces, cableado, dispositivos de video, control y equipos amplificadores a usar en un sistema de integración para una casa habitacional.

La información sobre un diseño de audio en casa es muy escasa, por lo tanto, los conocimientos adquiridos en la Tecnología de Producción de Audio se aplican para generar esta metodología propuesta concerniente al diseño de audio integrado, por lo tanto, se ve necesario realizar el diseño. Basado en estos argumentos se plantea la siguiente pregunta problema: ¿Cómo se puede diseñar un sistema de audio integrado para una casa habitacional?

Marco Conceptual

Conceptualizando este documento, es importante tener en cuenta y conocer que la industria mercado, según la revista especializada en audio y video *Tecno Multimedia Infocomm*, Con el éxito del país como epicentro de festivales y espectáculos artísticos, la creciente industria de medios de comunicación y fortalecimiento del mercado corporativo, la dinámica colombiana en la industria del audio marcha a un ritmo sostenido. Colombia y su ámbito regional han registrado un crecimiento cercano al 13% entre 2012 y 2016 y siguen ganando terreno además de destacarse como protagonistas importantes en el contexto global.

Esta cifra es congruente con el pronóstico del informe de *InfoComm* que calcula en 4 % el valor del crecimiento anual para el audio y el video profesional en los próximos años, y esto incluye a los Estados Unidos en donde, de cada diez dólares se gastan ocho en esta industria. Para 2022, los ingresos de los Estados Unidos por *Pro AV* seguirán representando el 80 por ciento de los gastos. Junto con Canadá, la subregión norteamericana capturará el 86 por ciento del valor de la industria en 2022.

Este segmento, el cual ha tomado un gran acompañamiento por empresas integradoras en el sector con enfoque residencial, se caracteriza por tener nuevas tecnologías de consumo masivo como pantallas de video y sistemas de videoconferencias para trabajo en casa. Según la revista *AVI Latinoamérica*, ha tomado bastante fuerza también el diseño de audio y video, la integración de sistemas y los servicios de programación ya que son una consecuencia de todo un sistema que se ha vuelto muy complejo, los servicios de instalación e integración de sistemas representan el segundo ítem de gastos de la industria de audio y video. A nivel mundial, la instalación e integración es la segunda categoría más grande que generó 8.300 millones en el 2016 y está creciendo en un 4% anual hasta 2022.

Con estas cifras en crecimiento y enfocando el mercado a los sistemas de audio y video residencial, se establecen pautas para diseños sonoros donde se reflejan términos puntuales, los cuales son necesarios nombrar.

Sonido

La definición de sonido es importante para el desarrollo del proyecto aplicado ya que es la base de los conceptos y desarrollo principal del proyecto, por ende, lo podemos describir como un fenómeno físico del movimiento en el aire sin que haya algún movimiento de materia, debido a esto se generan ondas de presión sonora que al llegar a nuestro oído lo notamos como sonido, como lo menciona Zafra, (2018). Con esta definición de sonido tenemos presente que el oído humano está diseñado con cierta particularidad y es la capacidad de poder escuchar todos de sonidos entre los 20 Hertz y 20.000 Hertz, aclarando que la frecuencia es medida en Hertz, esto quiere decir que el oído humano logra captar todo el rango de frecuencias anteriormente mencionadas de la siguiente manera.

Según Zafra, (2018), las frecuencias Subgraves de 20Hz a 60Hz, con estas frecuencias sentimos más una sensación que una escucha auditiva, son las encargadas de dar presión y sensación en un recinto acústico. Las frecuencias graves de 60Hz a 160Hz dan cuerpo a los sonidos y notas en este rango auditivo, el exceso de estas dará un sonido retumbante y saturar toda la información en este rango. Las frecuencias de 160Hz a 400Hz son las frecuencias de medios graves donde está casi toda la información de los bajos eléctricos, frecuencias medias que estas en el rango de 400Hz a 1.4 kHz, zona en la cual hay que tener mucho cuidado con la ecualización y balance de tonos ya que existe mucha información sonora en este rango, frecuencia de medias agudas desde los 1.4 kHz hasta los 4 kHz donde hay mayor definición de

guitarras y las frecuencias altas que van desde los 4 kHz hasta los 20 kHz con una onda de longitud menor las cuales dan inteligibilidad a las voces y sonidos muy agudos.

Audio

Se tiene una idea clara en la definición de audio, Como ejemplo, en un estudio de grabación, la voz del cantante genera un sonido ya que se mueven partículas en el aire y son captadas por el micrófono, en este momento la señal captada se convierte en audio al ser procesada por el micrófono, cableado, procesadores de audio, altavoces y demás componentes del sistema. Según Pardo (2018), Para poder captar cualquier tipo de sonido (una voz, un instrumento o cualquier sonido de nuestro alrededor), necesitamos de algún sistema que nos permita transformar las variaciones de presión en el aire (las ondas sonoras) en una señal eléctrica que pueda ser manipulada y posteriormente almacenada en algún soporte, ya sea en formato analógico o digital. Los micrófonos son los sistemas que cumplen esta labor.

Todos los dispositivos que nos permitan reproducir, grabar y almacenar un sistema de audio tiene como finalidad manejar de una u otra manera un audio decodificado de manera análoga o digital. Cuando la señal es análoga se determina como un “algo” continuo en la que su amplitud es variable en función del tiempo y una señal digital proviene de la señal análoga, pero se transforma, reproduce y guarda en un sistema binario basado en una arquitectura de 0 y 1, la cual se realiza con un convertidor de señal llamado *Sampler*. Una de las ventajas que tiene el sonido digital es que no pierden calidad en el paso del tiempo como ocurría con los medios magnéticos y físicos como los discos de larga duración y los casets, por otro lado, la “facilidad” de edición y manipulación de los archivos al tener sistemas especializados para esto.

Acústica

Según Durá (2005), la Música y el habla pueden ser consideradas las raíces culturales en las que se asienta la observación acústica. La acústica es la ciencia que estudia el sonido, incluyendo la producción, su transmisión y sus efectos. La acústica es un pilar muy importante en los sistemas de audio, ya que sin audio no hay sonido, pero sin una buena acústica no hay eficiencia en el sonido. Por ende, es indispensable saber que, según Durá (2005), la acústica es un tema muy amplio, pero como definición actual y ajustada de la Acústica es aquella en la que se establece que «es la ciencia que estudia el sonido, incluyendo su producción, su transmisión y sus efectos».

Hoy día, el concepto «sonido» implica no sólo al estímulo psicofísico que produce en el ser humano, y en otros seres vivos, la llamada sensación sonora, sino que incluye también a todos aquellos estímulos que se ven gobernados por los mismos principios físicos, como es el caso de los infrasonidos o de los ultrasonidos, donde la frecuencia del estímulo está fuera del rango de frecuencias percibidas por el oído humano

Integración

Por definición, la domótica según Millán (2010), Los diccionarios franceses incorporaron el término *domotique* a partir de 1998. Esta palabra se introdujo en España por los Pirineos como Domótica, que procede del latín *domus* (casa, domicilio) y del griego *αὐτόματος*, automática (aunque existen autores que opinan que deriva de informática, como defiende el Diccionario de la RAE, o incluso de robótica). en audio y video los equipos a usar en un sistema están conectados entre sí por cableados digitales y análogos, estos son transductores de información de señales tanto de entradas como de salidas entre los equipos que están orientados a la multimedia los cuales aún se encuentran muy ligados a la individualidad de cada sistema y que poco a poco

se ha migrado a enlaces de integración multimarca por medio de protocolos universales de comunicación.

Debido a la amplia gama de marcas en el mercado enfocados a la multimedia como televisores, amplificadores de audio y video, proyectores, altavoces se genera un sinnúmero de incompatibilidad y la necesidad de buscar un puente para realizar una integración satisfactoriamente. Al ser una gama tan extensa, en los sistemas multimarca, los usuarios optan por elegir diversos fabricantes para sus sistemas y la integración se vuelve un reto, no solo por el cableado si no por el control y manejo. Para ello se tienen pantallas fijas o móviles donde se instala el software especializado con los comandos de cada uno de los dispositivos conectados al sistema con la que se puede acceder desde cualquier habitación para el manejo de un sitio específico.

Diseño

El diseño de un sistema de audio y video integrado para un espacio tiene bastantes retos y tener presente aspectos como altavoces ocultos, pantallas empotradas, cero cables a la vista, controles de integración a la mano entre otras variables para una buena experiencia multimedia. Se tiene en cuenta si el sistema a diseñar es para uso comercial o residencial, si el sistema es para un multizonas (Diseño con una amplia cobertura por toda la casa con altavoces ubicados en techos de manera discreta, control de volumen y fuente independiente para cada zona con la posibilidad de unificar como una gran zona y los equipos ubicados de manera centralizada), teatro en casa (Diseño con amplificadores de audio y video, posibilidad de incorporar altavoces configurados como 5.1, 7.1, 9.2, 11.2, o más altavoces para sistemas *Dolby Atmos* con altavoces en altura, imagen en monitores de gran formato y resolución de 4K, 8K pantallas Oled, Qled, sistemas de proyectores en alta definición con tecnología láser y reflejado en telones templados

de alta reflexión), sistemas estéreo Hi-Fi (Diseño de alta calidad enfocado a audiófilos, normalmente está compuesto de dos altavoces para sonido estéreo).

Según DNLA (2004), la finalidad es sugerir pautas de diseño para nuevos equipos basadas en estándares industriales y protocolos abiertos, con el objetivo de facilitar la interoperabilidad de los dispositivos procedentes de industrias diversas. Con esto se pretende alcanzar la visión de un entorno sin barreras tecnológicas, en el cual sea posible de forma sencilla crear y compartir contenidos digitales y proporcionar servicios avanzados.

Protocolo AvB

Los sistemas actuales han incorporado métodos de transmisión en protocolos por IP, en la red de internet se envían miles de datos decodificados de audio. Según Exosound E, (2021), “El audio a través de Ethernet se ha vuelto cada vez más atractivo en las aplicaciones de audio profesional, especialmente para la distribución en sistemas a gran escala. El problema es que la mayoría de las soluciones son propietarias, lo que hace que estos sistemas sean demasiado caros y complejos para la mayoría de las aplicaciones más pequeñas. AVB tiene la intención de cambiar eso al proporcionar una colección de código abierto de estándares IEEE disponibles para su uso por el mercado de audio profesional y su comunidad de fabricantes. AVB (*Audio Video Briding*) es un conjunto de estandarites de la IEEE (asociación mundial de ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas) y fue diseñado para que las muestras de audio y video lleguen a sus destinos en tiempo real.

Utilizando un switch compatible con AVB, permite crear una única red para audio, video y otros datos como información de control. Esto permite mezclar datos de red computadoras y datos de red de audio en la misma red, lo que facilita la creación de redes simples y complejas”. Este protocolo tiene muchas ventajas en su uso, unas de ellas es el uso de trayectos largos de

cable y ligeros, latencia baja y predecible, escalable a un gran número de canales disponibles, ancho de banda garantizado, señal de reloj integrada.

Amplificador

Un amplificador de sonido, cuyo dispositivo se encuentra en la mayoría de los equipos de audio. Los amplificadores domésticos son los equipos a los que se conectan todas las fuentes de sonido en sus distintas entradas, y los altavoces en su salida estéreo. Por lo general no se requiere ningún aparato previo entre fuente de sonido y amplificador. En este caso, el preamplificador está integrado en el amplificador, por lo que éste se llamará amplificador integrado. Según Pereira (2005), la etapa de potencia es la encargada de suministrar la potencia a los altavoces al ritmo de la señal de entrada. Los altavoces son los que transforman la potencia eléctrica en potencia acústica. La principal característica que define a una etapa de potencia amplificación es la potencia que puede entregar a la salida.

La etapa de amplificación de potencia no tiene ciertos elementos típicos de los amplificadores como son los previos, selector de previos o controles de tono. La típica etapa de potencia tendrá una tecla de encendido, un par de controles de nivel por ser estéreo y algún dispositivo que indique el estado de trabajo instantáneo bien leds o bien medidores de aguja, uno por canal.

Hi-End

Los amplificadores *Hi-end* son los equipos de más alta calidad en el audio en la fidelidad de audio eliminando la mayoría de ruido o distorsión posible, ya que tienen componentes diseñados para tal fin, esto hace que sean equipos muy robustos, pesados y generalmente disipan temperaturas altas. Según Pereira (2005), La mayoría estos amplificadores son clase A, con un gran consumo de corriente gracias a su gran transformador, en esto se refleja la gran calidad de

audio que se reproduce a través de los altavoces, con el objetivo de acercar al máximo el sonido emitido con el sonido real de las cosas. Muchos de estos no tienen procesamiento de audio y su arquitectura en la electrónica es análoga, logrando así un sonido más puro y natural. De ahí la necesidad de tener buenos altavoces diseñados para este fin.

Calibración Audio

En la calibración de audio hay elementos que se tienen en cuenta para lograr un buen resultado en la calibración de los amplificadores. Es de importancia la revisión del cableado utilizado teniendo en cuenta el calibre según las distancias, en buenas condiciones y con terminales debidamente conectados. Los amplificadores o según el sistema, tiene en la configuración la propiedad de seleccionar las características del lugar y de los altavoces a utilizar, ejemplo, si es un sistema de teatro en casa, generalmente los altavoces satélites normalmente son de arquitectura pequeña los cuales reproducen frecuencias y todos medios y medio altos, así mismo se configura en la configuración del equipo para que potencia de ese canal este limitada a frecuencias media alta, con el fin de no dañar el parlante y así tener una mejor respuesta sonora.

Con los sistemas modernos, según *D&M Holdings (2018)*, la calibración de un sistema, “Se miden las características acústicas de los altavoces conectados y de la sala de escucha para realizar automáticamente la configuración óptima”.

Metodología

El proyecto se realiza en cuatro etapas, como primera medida establecemos una etapa inicial de propuesta para la realización de este proyecto aplicado de un diseño de un sistema de audio integrado para una casa habitacional, se cuenta un espacio donde los oyentes requieren la solución de tener sonido con una cobertura total en las áreas de la casa y en la parte arquitectónica lo más disimulado posible, para esto se realiza una reunión con las personas que vivirán el espacio dando así las zonas que se van a intervenir en el diseño, como puede ser partes de la casa tanto sociales como privadas. De igual manera, la reunión que se realiza con el arquitecto y el diseñador de interiores es de vital importancia, es aquí donde radica la delgada línea entre la parte técnica y estética, debido a los diferentes acabados arquitectónicos del sitio.

En la segunda etapa de revisión del diseño, se establecen los parámetros técnicos, arquitectónicos y solicitud técnica de la obra, se realiza un listado de altavoces con su debida ubicación, si son en el techo, en muro y piso, un listado de equipos amplificadores que administraran la potencia de los mismos altavoces, dependiendo si es de potencia, de línea, si los altavoces son activos o pasivos, información también de equipos que tendrán parte de video con su ubicación y por ultimo un listado de módulos de control e integración los cuales se encargarán de la sincronía del proyecto integrado. Este listado es de vital importancia ya que según esto se especifica el diagrama de conexión, ubicación de los equipos en las zonas de la casa y si se realiza un cableado centralizado en un rack de equipos.

Una tercera etapa del desarrollo, la ejecución del proyecto y con la información de lo que se requiere, se realiza un diagrama de flujo en las señales de los equipos involucrados, esta será la carta de navegación para la conexión de altavoces y equipos, datos de fuentes de audio y video

en el sistema, el proceso que se va a realizar para dar un ruteo a la señal y señales de salida en las diferentes zonas del sitio.

Por último y como cuarta etapa se realiza una revisión final del diseño con los ajustes y cambios necesarios tanto en diseño como en obra para una ejecución satisfactoria del proyecto en la entrega final del mismo, esto nos conlleva a tener claridad en los procesos y que el resultado final del proyecto, tanto en diseño como en implementación sea una fiel representación de los que se estudió, diseño y se implementó en el proceso correctamente.

Desarrollo del Proyecto

Definición

El proyecto nace de la necesidad de tener espacios habitacionales totalmente funcionales aplicado en una casa de descanso, la tendencia en la actualidad es lograr una conectividad total e integración en todos los componentes del sistema con la facilidad de tener todo bajo una sola aplicación en un teléfono móvil o en su defecto, una pantalla donde los invitados puedan hacer uso de los recursos móviles del sitio sin necesidad de descargar una aplicación adicional para cada fin, siendo esta una interfaz totalmente fluida, practica e intuitiva.

Descripción

El proyecto esta aplicado para una casa de descanso ubicada en el departamento de Cundinamarca, según el IDEAM (2008), con una altura de 2820 MSNM en el piso térmico frio con temperaturas entre los 12° y 20° haciendo de esta zona bastante lluviosa y con heladas constantes en las mañanas, esto hace que las condiciones meteorológicas puedan afectar de cierta manera equipos a utilizar en ambientes exteriores. Por esto la importancia de tener presente esta característica para proponer altavoces y cableado con ciertas características que sean resistentes a este tipo de clima, evitando así daños prematuros en los equipos o reacciones químicas en terminales metálicas haciendo que se presenten anomalías en el funcionamiento del sistema.

Otro aspecto para tener en cuenta es que, pese a la distancia, se logró por parte de la empresa encargada de energía suministrar la red eléctrica hasta el predio ya que no se tenía ningún tipo de red cableada para tal fin, para esto fue necesario la instalación de toda la cometida incluyendo cableados de alto voltaje, postes, subestación eléctrica en el predio, transformadores de corriente y estabilizador de voltaje. A su vez, el diseño de toda la red de datos en todos los puntos de la casa y zonas exteriores, con el fin de lograr una completa cobertura de la red de

internet por todo el sitio sin tener lugares “muertos” de señal con un proveedor de internet de alta velocidad con acceso satelital.

Las necesidades que se busca suplir con este proyecto para los habitantes es lograr una perfecta interacción de luces, cortinas, sonido y video en una sola aplicación, sin dejar a un lado la posibilidad de usar el sistema manualmente. De esta manera se logra una organización en la casa integrando todo el hardware organizado remotamente y la facilidad del manejo intuitivo tanto para residentes como visitantes del sitio donde se implementa el sistema integrado.

Imagen 1.

Casa Proyecto



Fuente: Imágenes Propias

Diseño

La distribución del sitio está diseñada de tal forma que los espacios se distribuyen en dos niveles principales. En el primer se encuentra baño social, sala, comedor, cocina, integradas en un solo espacio con dos accesos laterales, la primera salida hacia una terraza abierta con un campo de juego, comedor exterior y chimenea, en la segunda salida hacia un jardín donde se hay un BBQ y acceso a la escalera del segundo piso. En este mismo nivel esta la alcoba principal con baño privado, Vestier y gimnasio.

En el segundo piso se encuentra un estar de alcobas y dos habitaciones, cada una con su respectivo baño privado. En este mismo nivel y en la parte lateral de las alcobas se encuentra una zona exterior con un deck en dispuesto como zona de juegos y esparcimiento.

Las zonas propuestas de audio son, sala, comedor, cocina, BBQ, terraza, alcoba principal, baño, vestier, deck. en las zonas que se adicionan servicios de video están, sala, alcoba principal, estar de alcobas y gimnasio.

Descripción de zonas

Sala, este espacio es un área aproximada de 10 m por 15 m de largo, donde el mobiliario está compuesto principalmente por una sala en “L”, un tapete en el centro y el piso general es en material de microcemento, los altavoces propuestos son dos torres de piso, un canal central y dos altavoces surround empotrados en techo. Para la parte de video se cuenta con un sistema de proyección en formato 16:9 de 135” en imagen diagonal, proyector laser y ascensor mecánico empotrado en techo.

Comedor: En este sitio de reuniones con mesa para 12 puestos, es indispensable tener dos altavoces empotrados a techo.

Cocina: Últimamente ha tenido gran acogida la cocina como zona social, por eso se proponen dos altavoces empotrados a techo.

BBQ: La zona del BBQ está en un espacio con jardines y vegetación, por ende, se proponen dos altavoces para exteriores de bracket y otro par de altavoces tipo roca para camuflarlos en el jardín.

Terraza: Siendo una zona social de bastante uso, al igual que en el Jardín es una zona abierta y un área bastante grande, por eso se propuso, a la salida seis altavoces empotrados en

techo y seis altavoces en capsula para exteriores conectados por línea para las áreas más retiradas. Adicional se acompañan de dos subwoofers para exteriores los cuales van a 70 cm bajo tierra, quedando visible y funcional el porto del parlante.

Alcoba Principal: Para la alcoba se propuso un sistema de audio y video, televisor y 5 altavoces empotrados a techo y un subwoofer en el mueble de los equipos con manejo local e independiente.

Baño y Vestier: Debido al espacio más reducido, estas dos áreas cuentan con un parlante estéreo para cada zona empotrado en techo.

Gimnasio: Esta zona esta consta de televisor y dos altavoces empotrados a techo.

Deck: Dos altavoces para exteriores de bracket.

Equipos del Proyecto

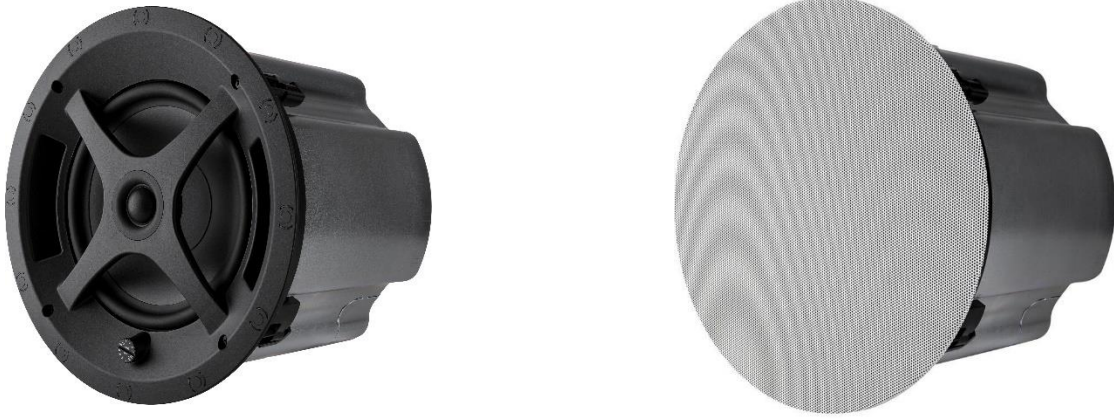
Todo el sistema está centralizado en un rack de equipos ubicado en el primer piso donde están instalados los equipos amplificadores, de control y de red, esto se hace con el fin de no dejar subestaciones adicionales y equipos a la vista, los altavoces empotrados en el techo tienen la característica que solo se ve el acabado de la rejilla color negro ya que el techo lleva un acabado en color madera, haciendo un conjunto de tonalidades oscuras al igual que la iluminación la cual es con apliques color negro. Los altavoces de piso son torres en acabado de madera, las cuales combinan con el color de los acabados en madera del lugar. Los parlantes de exteriores son diseñados para uso en exteriores, con resistencia al agua, polvo y rayos UV.

Altavoces

Los altavoces instalados en techo, son unidades de 8" de diámetro, marca Sonance, referencia PS-C83R, con resistencia de 8 Ohm, una de las características es que gracias a la caja acústica incorporada y el parlante de cono de propileno con borde de butilo, ofrece una respuesta en frecuencias bajas notorias, incluso a bajo volumen, completando un rango completo en una sola unidad, adicional a esto cuenta con un tweeter de 1" el cual se puede dirigir manualmente y es refrigerado por ferrofluido ayudando a disipar el calor entre la bobina y el imán, en conjunto con el altavoz, llega a tener una apertura de 120°. El rango de frecuencia está comprendido entre 55 Hz y 20 KHz.

Imagen 2.

Sonance PS-C83RT



Fuente: <https://www.sonance.com/professionalseries/psc83rt>

Tabla 1.*Características Sonance PS-C83RT*

Frequency Range	55Hz – 20kHz
Nominal Coverage Angle	120 degrees conical coverage
Rated Maximum SPL	110dB @ 1 meter
Rated Impedance	8 Ohms nominal, 6 Ohms minimum
Transformer Taps	60W, 30W, 15W
Net Weight	6.08 kg
LF Driver	8" (203mm) Polypropylene Cone, Butyl Rubber Surround
HF Driver	1" (25mm) Cloth Dome, Pivoting, Ferrofluid cooled

Fuente: <https://www.sonance.com/professionalseries/psc83rt>

Otro tipo de altavoces utilizados en el proyecto son los que están ubicados en el piso, denominados como “Floorstanding Speaker” o denominados coloquialmente como Torres. En el proyecto se utilizaron altavoces marca Sonus Faber serie Sonetto, ya que cumplían con uno de los requerimientos básicos de los clientes y es que estéticamente fuesen acordes con el color de la madera usada en puertas, marcos de ventanas y tonalidades en la gama de colores de la decoración.

Esta línea de parlantes se caracteriza por su corte de frecuencia para subwoofer pasivos incorporados los cuales están diseñados con un diafragma en aluminio, haciendo de esta

frecuencia baja rápida y profunda. El tweeter para la frecuencia alta este compuesto por una cúpula de seda reproduciendo unos tonos en frecuencias altas de gran calidad. Para los tonos medios cuenta con componentes hechos con fibra natural y un diafragma de mezcla de papel secado natural al aire. Según su fabricante y las especificaciones en el sitio web

<https://www.sonusfaber.com/en/products/sonetto-v>

Imagen 3.

Sonetto V



Fuente: <https://www.sonusfaber.com/en/collections/sonetto>

Tabla 2.*Características Sonetto V*

Loudspeaker system	3-way floor standing loudspeaker system.
Tweeter	29mm high definition driver.
Midrange	150mm cone driver
Woofers	2x180mm cone drivers
Crossover	Anti-resonant design, 235 and 3.000 Hz
Frequency Response	38 Hz -25.000 Hz
Nominal Impedance	4 ohm
Suggested amplifier Power output	50W - 300W
Dimensions HxWxD	1072 x 258 x 409
Weight (Kg) each	22,6 Kg

Fuente: <https://www.sonusfaber.com/en/support/product-guides>

En algunas zonas de la casa se propusieron parlantes ubicados en las paredes o fachada de la casa. La razón de tener este tipo de parlantes que tanto el mobiliario como el techo no permite otra ubicación, tomando como ejemplo una terraza exterior, el piso es en acabado de ladrillo y techo no tenemos en esa zona. Para mimetizar la apariencia final, es necesario tener un nicho donde irán empotrados los parlantes de tal manera que no sea un elemento invasivo a la vista.

Los altavoces que se utilizaron son de serie marina de 6 pulgadas en la marca Sonance, se escogieron ya que tienen un material utilizado en aplicaciones militares con grado de protección contra el polvo, el agua y radiación UV con IP66. Adicional a esto, la instalación es limpia

evitando ver cables a la vista y la calidad de sonido mejorada debido a la caja acústica incorporada.

Imagen 4.

Mariner 64



Fuente: <https://www.sonance.com/outdoor/rocks-mariners-extreme/mariners-medium>

Tabla 3.*Características Mariner 64*

Tweeter	1" (25mm) cloth dome, Ferrofluid cooled
Woofers	6.5" (165mm) textured polypropylene cone
Frequency Response	55Hz - 20kHz \pm 3dB
Impedance	8 ohms nominal; 6 ohms minimum
Power Handling	5 watts minimum; 80 watts maximum
Environmental	Conforms to Mil Spec 810 for humidity, salt spray, temperature and UV, IP-66 waterproof rating
Environment Temp	-25°C - 65°C
Dimensions (WxHxD)	191mm x 308mm x 174mm
Grille	Perforated aluminum
Shipping Weight	6.4kg (Par)

Fuente <https://www.sonance.com/outdoor/rocks-mariners-extreme/mariners-medium>

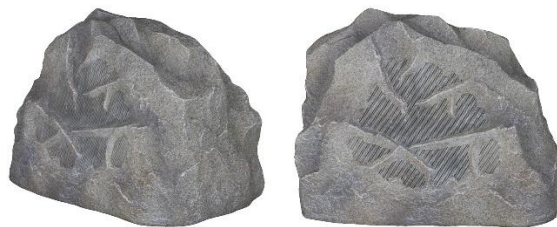
Al tener una gran variedad en las zonas en cuanto a ambientes abiertos, cerrados, húmedos, existe también otro tipo de escenario que juega un rol fundamental en el hábitat de la casa y es el de los jardines y zonas exteriores, para el desarrollo de este proyecto, el cliente hizo la sugerencia de tener un énfasis dedicado a la hegemonía de estos lugares.

Uno de los retos es armonizar los ambientes con los altavoces que se utilizaron, debido a que hay factores como largas distancias, vientos fuertes y climas adversos. En este caso se establecieron tres tipos de altavoces, tipo roca, de cápsula y subwoofer bajo tierra.

Los parlantes tipo roca utilizados son marca Sonance de la línea Rocks RK83, en cierta parte donde la vegetación es abundante, pasan desapercibidas y la naturalidad en el sonido hace que el oyente sienta buena cobertura sin necesidad de tener un volumen demasiado alto, la resistencia de los materiales hace que sean duraderos ante los rayos UV, lluvia, nieve, rocío y salpicaduras de agua.

Imagen 5.

Sonance RK83



Fuente: <https://www.sonance.com/outdoor/rocks-mariners-extreme/rocks>

Tabla 4.*Características Sonance RK83*

Tweeter	1" (25mm) polyurethane dome
Woofers	8" (203mm) polypropylene cone
Frequency Response	40Hz - 20kHz
Impedance	8 ohms nominal; 6 ohms minimum
Power Handling	5 watts minimum; 150 watts maximum
Environment Temperature	-25° - 65°C
Enclosure Material	Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)
Dimensions (W x H x D)	438mm x 318mm x 356mm

Fuente: <https://www.sonance.com/outdoor/rocks-mariners-extreme/rocks>

El segundo grupo de altavoces utilizados para los jardines son los ElectroVoice EVID 6.2, de gran tamaño y con dos drivers de 6 pulgadas logran una cobertura muy amplia debido a la posición como están diseñados. Debido a la experiencia con estos equipos, se escogieron por su sencillez y robustez en los materiales, haciéndolos idóneos para climas muy variables. Por otro lado, por la facilidad en el cableado y conectividad de estos parlantes, da la posibilidad de conectar 8 parlantes paralelo los cuales entrega una buena potencia y sonoridad equilibrada en el área que se cubre.

Imagen 6.

ElectroVoice EVID 6.2



Fuente: <https://products.electrovoice.com/na/en/evid-62/>

Tabla 5.*Características ElectroVoice EVID 6.2*

Frequency Response	62 Hz - 20 kHz
Power Handling	300W Cont., 600W Peak
Impedance	8 ohms
Horizontal Coverage	100°
Vertical Coverage	80°
LF Transducer	2 x 6"
HF Transducer	1"
Weather Resistance	Meets Mil Spec 810 humidity, salt spray, temperature and UV, IP 34 splashproof ratings.
Enclosure Material	ABS (paintable)
"t" Version Wattage Taps	70V 7.5 W 70V/100V 15W, 30W, 60W, 8 ohm bypass
Dim (H x W x D)	419 mm x 228 mm x 298 mm
Net Weight (each)	5.3kg

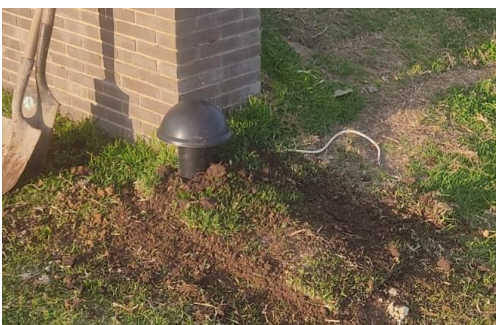
Fuente: <https://products.electrovoice.com/na/en/evid-62/>

Por último y para acompañar todo el rango de frecuencia en esta zona, tenemos subwoofers con frecuencias bajas, estos equipos están situados bajo tierra con un porto en su parte exterior donde salen las ondas sonoras del altavoz, al ser omnidireccional, acompaña perfectamente el sitio sin importar el punto de escucha.

En esta solución utilizamos dos subwoofers pasivos de 12", NI-GSSUB12 de la marca Niles, idóneos por ser en polypropileno y sellados, con pruebas de inmersión donde se garantiza que no tendrá entrada de agua, el porto, en la parte superior está diseñado para evitar la entrada de animales y otros objetos dentro del equipo.

Imagen 7.

NI-GSBSUB12



Fuente: <https://nilesaudio.com/product/ni-gsbsub-12-ni-gsbsub-12>

Tabla 6.*Características NI-GSBSUB12*

Family	In Ground Subs
Woofers Size	12 (Inches)
Woofers Construction	12" Mica-injected Polypropylene cone
Frequency Response	28Hz-100Hz
Impedance	8 (Ohms)
Power Handling	500 Watts
Dimensions	907 x 400 x 842.5

Fuente: <https://nilesaudio.com/product/ni-gsbsub-12-ni-gsbsub-12>

Amplificadores

La distribución de audio en este proyecto, tiene como finalidad la limpieza visual en equipos, por ende, todos los amplificadores de audio están centralizados en un rack de sonido ubicado en la sala, diseñando un espacio propicio para tal fin donde termina todo el cableado de los parlantes a través de la casa. En ese orden de ideas, se va a describir cada uno de los equipos que allí están instalados, función y características.

En la zona principal de la sala, se tiene diseñado sistema de teatro donde es amplificado con un equipo marca Denon, AVR X3700H, se caracteriza por administrar de forma autónoma y

decodificar los formatos de las fuentes conectadas a él y así mismo procesar las señales de audio para que sean reproducidas en cada canal según lo requiera el formato.

Por lo general, la configuración de un sistema de teatro en casa (5.1 Ch) consta de cinco parlantes que constan de canales, frontal derecho, frontal izquierdo, central, trasero derecho y trasero izquierdo. Esto acompañado de un parlante de frecuencias bajas adicional. En este proyecto se configuro un sistema 7.0, con 2 canales frontales torres Sonus Faber Sonetto V, un canal central, dos canales para surround y otros dos adicionales para surround back, estos últimos con parlantes empotrados en el techo de la marca Sonance y con potencia del amplificador Denon.

Como fuentes de video se tienen dos módulos de streaming de video, *Roku* y un *AppleTV*. Las fuentes de solo audio se tiene radio FM, *Bluetooth*, *AirPlay* y *Spotify Connect*.

Imagen 8.

Denon AVR X3700H



Fuente: <https://www.denon.com/en-us/product/shop-av-receivers/avr-x3700h/300018-new.html>

Tabla 7.*Características DENON AVR X3700H*

Power amplifier	105 W 8 Ω /ohms 135 W 6 Ω /ohms
Output connectors	4 – 16 Ω /ohms
Frequency response	10 Hz – 100 kHz
Reception frequency range	87.5 MHz – 107.9 MHz
Network type	Wi-Fi®, LAN
Used frequency range (FM)	2.4 GHz, 5 GHz
Communications system (Bluetooth)	Version 4.2, 2.4 GHz
Operating temperature	5 °C - 35 °C
Power consumption	660 W

Fuente: <https://www.denon.com/en-us/product/shop-av-receivers/avr-x3700h/300018-new.html>

Otras zonas de la casa están controladas por un amplificador de audio multizonas, el cual tiene como característica enviar diferentes fuentes de audio a las distintas partes de la casa en diferentes canales, con volumen independiente en cada zona. El chasis principal es un Sipa125 de la marca Savant, una de sus características es tener amplificadores de potencia en cuatro zonas diferentes, adicional a esto, salidas RCA para una quinta zona y salida en fibra óptica para una sexta zona de audio.

La estructura del equipo esta diseñado con 4 puertos infrarrojo, 2 puertos RS-232, estos sirven para integrar control en dispositivos externos, se usa con frecuencia para telones, ascensores y proyectores.

La versatilidad de este sistema permite aumentar la cantidad de zonas a 18 con amplificadores adicionales y no estar limitado a las seis zonas anteriormente nombradas, para esto, se agregan amplificadores mas pequeños, pero con las mismas características de potencia, son los amplificadores Sipa1, estos tienen salida de audio para dos parlantes, conexión RCA para un suboower o en su defecto, programarlo para una salida preamplificada para otra zona adicional.

Es así como la configuración de las distintas zonas de la casa se va integrando de manera natural en la misma red y en una sola aplicación de manejo para el sistema. Otro dato a tener en cuenta para la conexión entre los dispositivos es necesario tener una red internet estable y los equipos que compartan el audio, como lo hace el Sipa125 con los Sipa1, es necesario tener un switch de datos especial para esto denominado ABV, el cual proporciona una sincronización optima entre dispositivos, baja latencia y confiabilidad en los procesos, para el proyecto se utilizó el switch Motu.

Imagen 9.

Savant Sipa125



Fuente: <https://savantapac.com/product/PAV-SIPA125SM-00>

Tabla 8.*Características Savant Sipa125*

Rated Power	125 WPC at 8 Ohm
Frequency Response	20Hz - 20kHz
Temperature	0° to 40° C
Humidity	10% to 90%
Height, Width, Depth and Weight	8.79 cm x 43.94 cm x 36.17 cm, 5.45 kg
Maximum	525W

Fuente: <https://savantapac.com/product/PAV-SIPA125SM-00>

Tabla 9.*Características Sipa1*

Rated Power	125 WPC at 8 Ohm
Frequency Response	20Hz - 20kHz
Temperature	0° to 40° C
Humidity	10% to 90%
Height, Width, Depth and Weight	4.34 cm x 20.04 cm x 19.50 cm, 1.59 kg
Maximum	414 W

Fuente: <https://savantapac.com/product/PAV-SIPA125SM-00>

Anteriormente, describimos al amplificador Sipa125 con 8 salidas amplificadas para cuatro zonas, adicionalmente la quinta zona tiene una salida preamplificador para conectores RCA, a este diseño se la asignó esta zona de jardín, la cual tiene más cantidad de altavoces, utilizando un amplificador pasivo marca Niles 1230

Este amplificador tiene 12 canales de 30 watts a 8 ohmios o 40 watts a 4 ohmios con la posibilidad de compartir la misma fuente de entrada o si se desea, asignar a cada canal una señal distinta con control de volumen análogo distinto.

Imagen 10.

Niles SI-1230



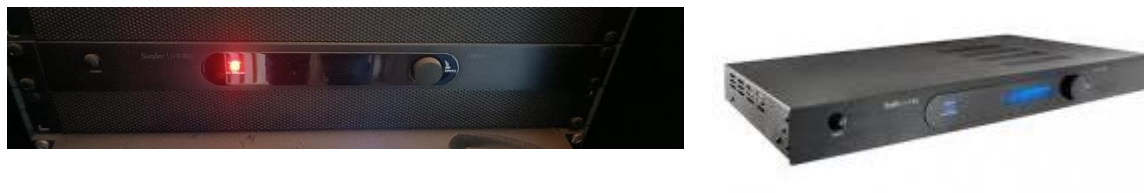
Fuente: <https://nilesaudio.com/product/series-ii-12-chan-fully-configurable-power-amp-12-x-30w-rack-ears-incl-110240v-fg01704>

Tabla 10.*Características Niles SI-1230*

Power	30 watts RMS per channel into 8 Ohms 40 watts RMS per channel into 4 Ohms
Channel Amplifier	Fully configurable 12-Channel amplifier
Power Bridge	Adjacent channels are bridgable to 80 watts RMS into 8 Ohms
Voltage	Switchable 110V-230V power supply
Power On	Three turn-on modes: music sense, voltage trigger, and manual
Volume Control	Independent level controls for all 12 channels
Display	Status led display for troubleshooting

Fuente: <https://nilesaudio.com/product/series-ii-12-chan-fully-configurable-power-amp-12-x-30w-rack-ears-incl-110240v-fg01704>

Los parlantes utilizados como subwoofer en el jardín, al ser pasivos, necesitan de un amplificador de potencia externa, para esto se usó un amplificador marca Sunfire de referencia HRSIW8AMP, el cual esta dedicado a la potencia y control de los bajos, con dos canales de salida y 520 watts de potencia mejorados con un menú en pantalla en el cual se configura el límite, potencia de salida y selección de la frecuencia de respuesta.

Imagen 11.*Sunfire HRSIW8AMP*

Fuente: <https://sunfire.com/product/matching-1u-amplifier-hrsiw8-subwoofer-HRSIW8AMP>

Tabla 11.*Características Sunfire HRSIW8AMP*

Audio Channels	2
Impedance (Ohm)	4
Minimum Frequency Response (Hz)	33 Hz
Maximum Frequency Response (Hz)	150 Hz
RMS Output Power	1040
Operating Power Consumption	300W
Number of Analog Audio Inputs	2

<https://sunfire.com/product/matching-1u-amplifier-hrsiw8-subwoofer-HRSIW8AMP>

Anteriormente se nombró el amplificador Denon en la zona principal el cual da potencia los parlantes empotrados a techo. Los parlantes frontales, al ser torres de un tamaño mas grande,

es necesario utilizar potencia adicional para sacar el máximo provecho a estos parlantes. Para este fin se utiliza un amplificador marca Rotel RB-1582 MkII, de gran tamaño y potencia apta para este uso, siendo uno de los amplificadores mas robustos de la marca, diseñado para uso más fiel y eficiente de la reproducción de la música.

Imagen 12.

Rotel RB-1582 MKII



<https://rotel.com/es/product/rb-1582-mkii>

Tabla 12.

Características Rotel RB-1582 MKII

Alimentación	120V a 60 Hz
Consumo	550W
Peso Neto	17.6 Kg
Potencia de Salida	200W a 8 Ohm 323W a 4 Ohm
Respuesta en frecuencia	10 Hz – 100 kHz
Impedancia del Altavoz	4 ohm

<https://rotel.com/es/product/rb-1582-mkii>

Por último, un amplificador monoblock marca Dynacord, C2800, cuya característica principal es el manejo de los parlantes Electro Voice del jardín, al ser 8 puntos, se amplifica en dos líneas a cuatro parlantes con conexión de cableado en paralelo por cada canal del amplificador a 70V. Este tipo de amplificadores de voltaje permite tener una mayor cantidad de parlantes conectados con la posibilidad de ampliar la cantidad sin llevar una nueva línea cableada hasta el rack de equipos.

Diseñado para uso industrial 7/24, es un amplificador con buena disipación de temperatura, eficiente en potencia y calidad.

Imagen 13.

Dynacord, C2800



Fuente: <https://products.dynacord.com/na/en/c2800fdi/>

Tabla 13.*Características Dynacord, C2800*

Load Impedance	4 Ω
Maximum Output Power, Single Channel	1400 W
Maximum Output Power, Dual Channel	1300 W
Maximum Output Power, Bridged	4400 W
Direct Drive	100V
Frequency Response	10 Hz to 21 kHz
Output Stage Topology	Class H

Fuente: <https://products.dynacord.com/na/en/c2800fdi/>

Proyección

En la parte de proyección de video, esta compuesta de tres elementos, proyector, telón y ascensor. Al ser áreas de gran tamaño, se instaló un telón en alta definición eléctrico y tensionado de 132" en acabado de polvo de vidrio para un reflejo más brillante y ángulo de visión mas amplio. Al igual que el ascensor donde esta instalado el proyector, se mimetizo con el mismo acabado en madera del techo para que al momento de no estar en uso, pase desapercibido.

Para la proyección se instaló un proyector LG con tecnología láser, una de las características es la calidad en la imagen ya que la resolución es 4k y con 5500 lummens, el cual permite ver una imagen con gran nitidez debido al formato.

Imagen 14.*Sistema de Proyección*

Fuente: Imágenes Propias.

Diseño y ubicación de los altavoces

Planos

Diagrama en Software

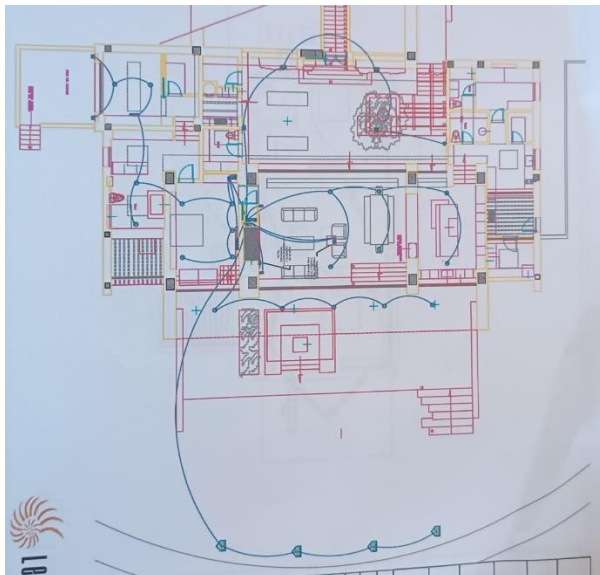
Con los planos ya diseñados, teniendo en cuenta las medidas del sitio, alturas y áreas a cubrir, se usa el software *EASE Address* con la librería de los altavoces. Con esta aplicación se determina la cantidad de parlantes a usar en cada sitio, según el modelo, genera un mapa de calor como centro del parlante indicando el porcentaje de cobertura, lo ideal es no tener menos al 90% en un área.



Para el diseño y la ubicación aproximada de los parlantes, en la aplicación se adjunta el plano de la zona a diseñar, así mismo, el software pide las medidas del área, altura del techo, opacidad del sitio y la ubicación de los altavoces, finalmente, se adicionan en la librería la referencia. El programa genera un mapa de calor con una serie de tonalidades frías representadas en color azul, pasando por verde, amarillo, naranja y rojo, representando las áreas donde más tendrá más presión sonora en el sitio. De igual manera, en la barra lateral, parte baja de la pantalla, muestra el porcentaje de cobertura del sitio.

Imagen 15.

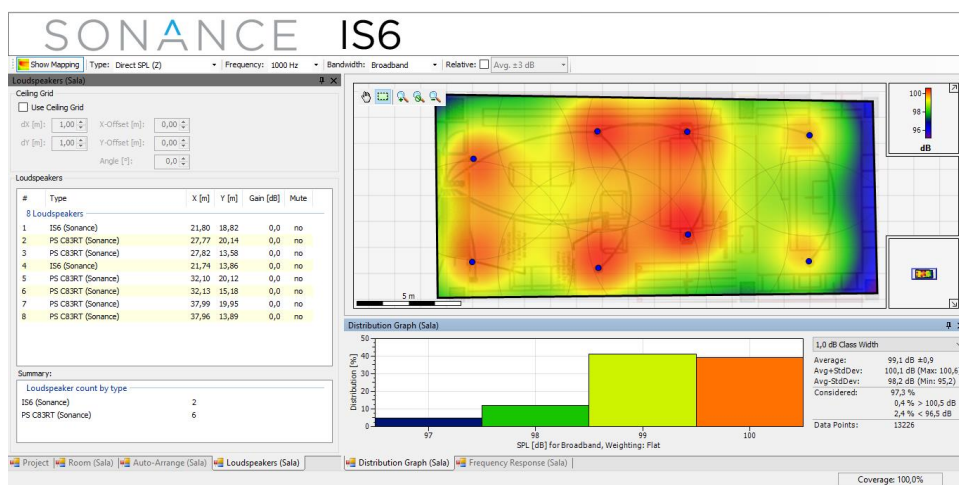
Plano General



Fuente: Imágenes Propias

Imagen 16.

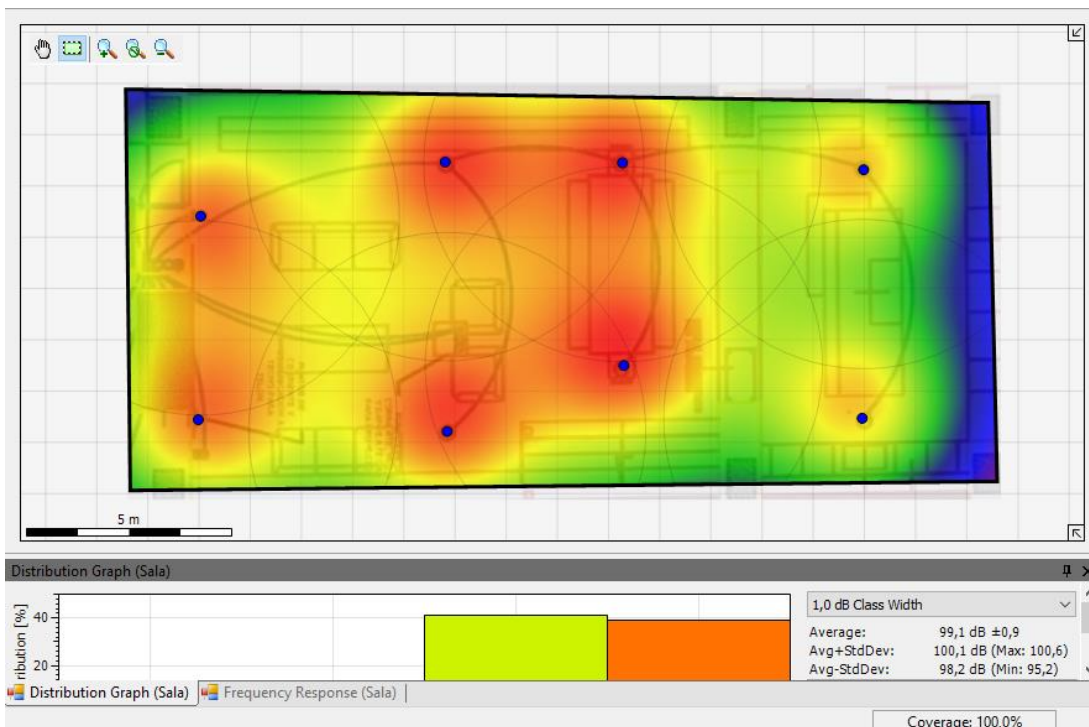
Software EASE



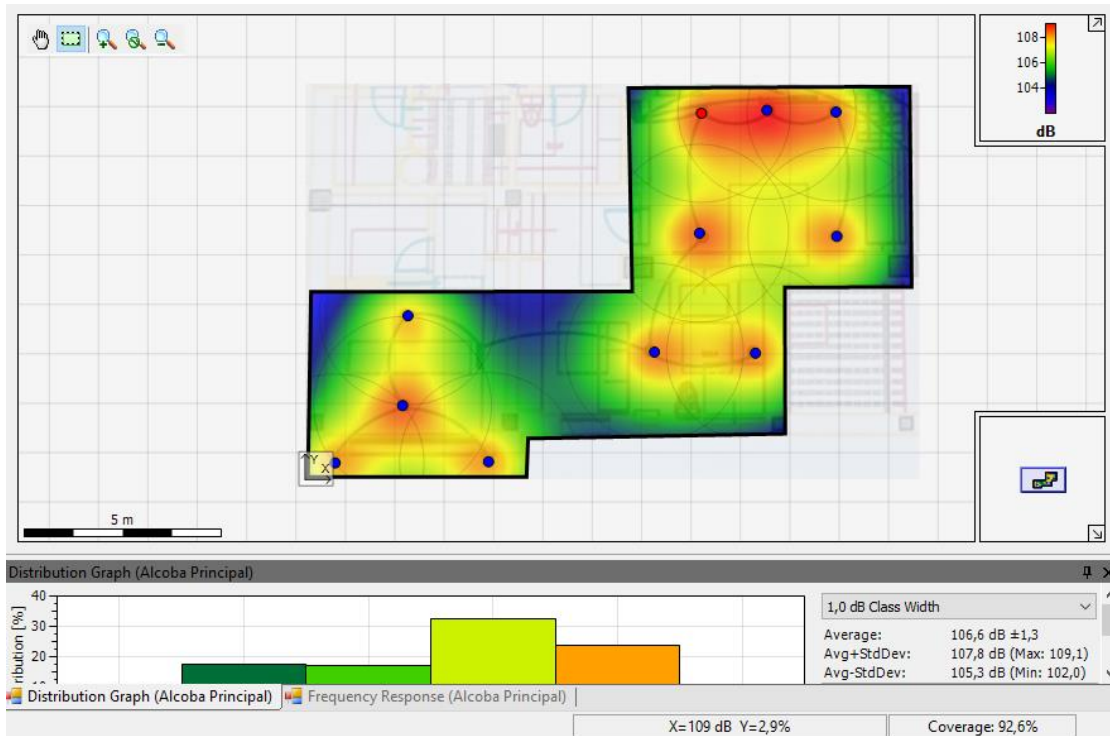
Fuente: Software EASE

Imagen 17.

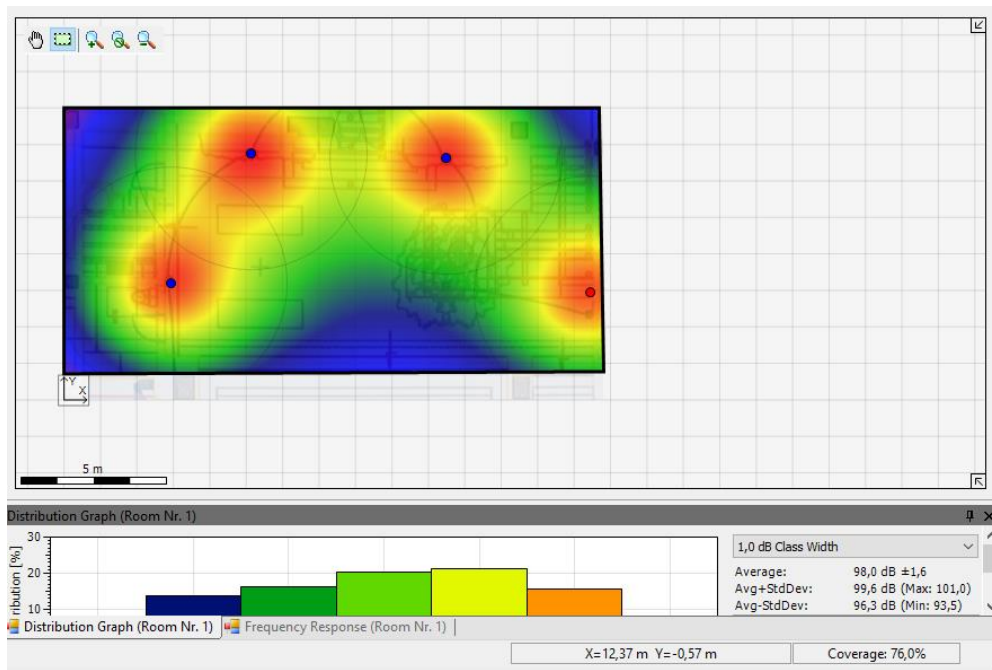
Mapa Sala / Comedor



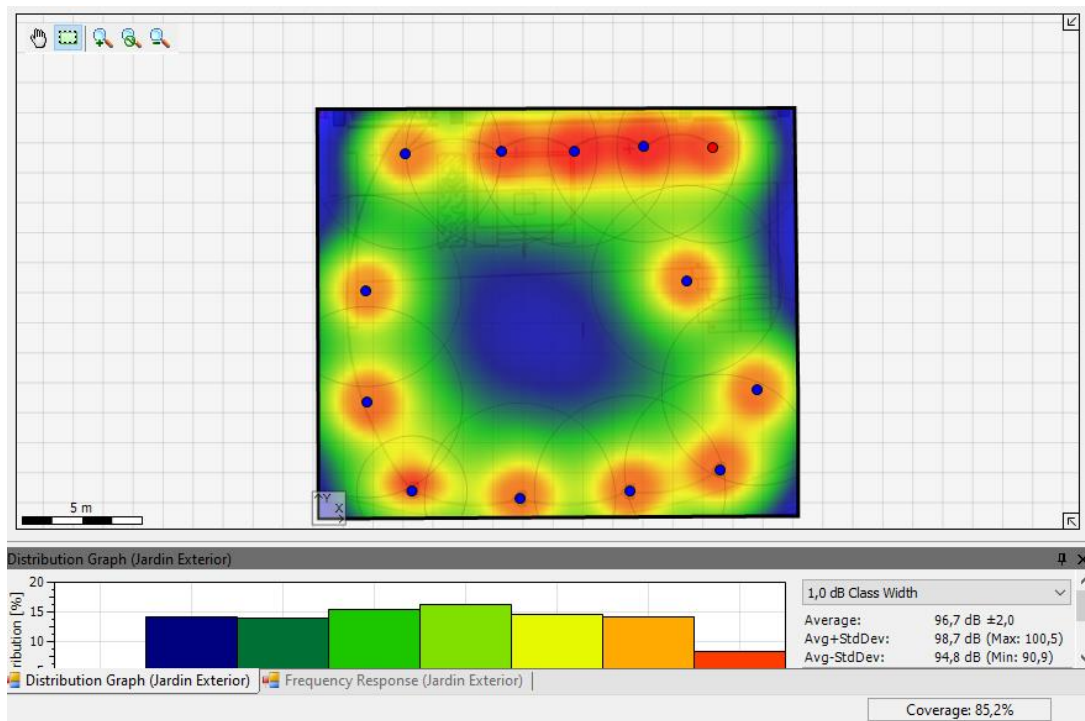
Fuente: Software EASE

Imagen 18.*Mapa Alcoba / Baño / Vestier*

Fuente: Software EASE

Imagen 19.*Mapa Jardín Interno*

Fuente: Software EASE

Imagen 20.*Mapa Jardín Externo*

Fuente: Software EASE

Control

Programación

El propósito principal de un sistema de automatización es tener el control en un solo producto, ya sea desde el teléfono, tableta o simplemente un control remoto especializado de la marca, donde en una sola pantalla se pueden ver todos los servicios disponibles, como escenas de iluminación, música por internet, video entre otros periféricos adicionales tales como son las cortinas y la calefacción.

Para realizar toda la programación del sistema, se tiene instalado un Host de Savant, el cual se va a encargar en, hacer puente entre el software, la programación y el almacenamiento tanto en la nube como localmente, se encargará de ejecutar todas las tareas que se activen mediante los comandos anteriormente mencionados.

Toda la programación se hace por medio de un programa llamado Savant Central Management a través de un Software desde una PC Mac, Race Blueprint o pantalla de trabajo. Allí se simula virtualmente todas las conexiones entre equipos con los respectivos puertos de entradas y salidas, dispositivos periféricos y altavoces a usar para posteriormente, conectado a la misma red de internet se cargue la programación al Host para iniciar con las pruebas y puesta a punto del sistema corrigiendo posibles errores.

Imagen 21.

Host del Sistema



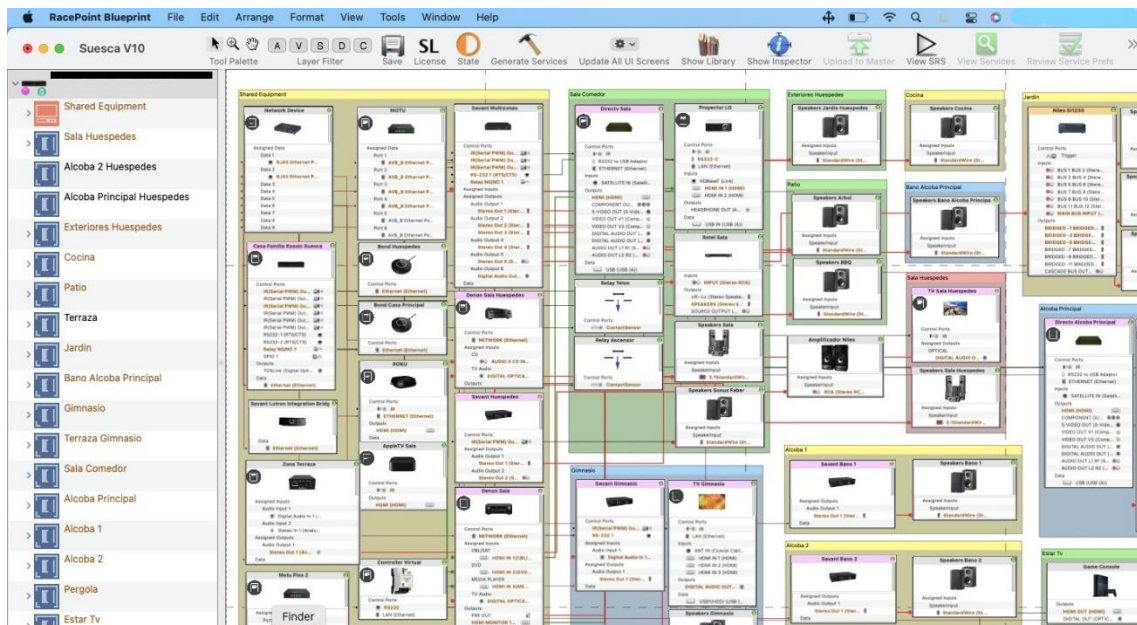
Fuente: <https://savantpac.com/product/hst-e-host>

Conexiones del sistema

En el Blueprint, al adicionar un equipo desde la librería del programa, se selecciona hasta la zona donde está la conexión física del equipo, luego de esto, se arrastra hasta la pagina de configuración. Desde allí, el programa muestra, según el modelo del equipo, todas las conexiones disponibles, tanto las entradas como salidas, estas mismas conexiones que se hacen virtualmente, son las mismas conexiones físicas del equipo. Es importante tener en cuenta que sean los puertos correctos, ya que, en la programación, el sistema hace el ruteo de las señales tal cual se especifica según lo necesario.

Imagen 22.

RacePoint Blueprint

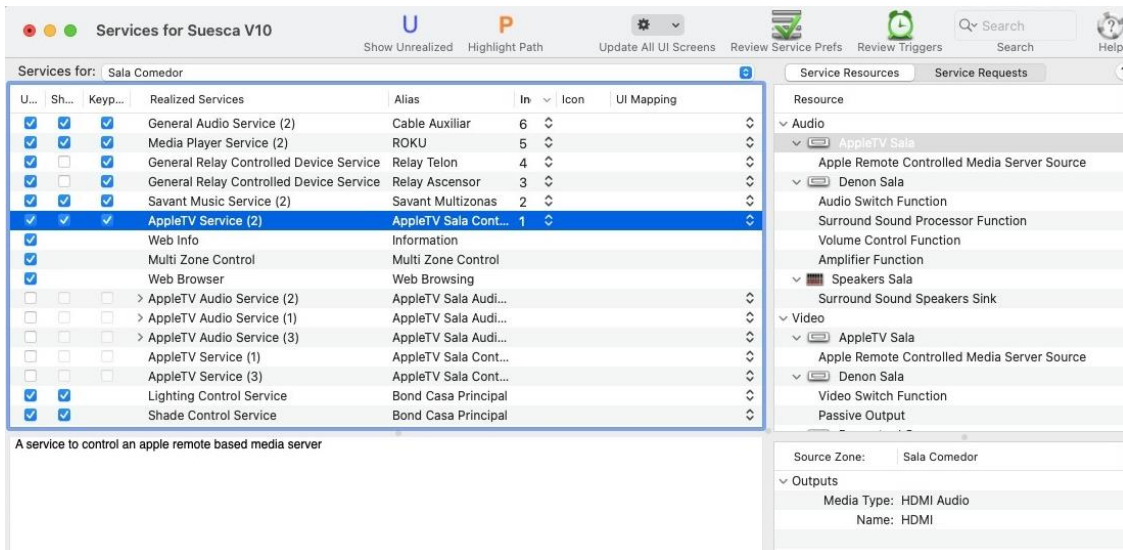


Fuente: Software BluePrint

Esta es la pantalla principal del programa del proyecto, en la barra lateral izquierda, se ven las zonas trabajadas en la casa, la mayoría con zonas de audio, otras solo control de iluminación y cortinas. En el espacio derecho están las zonas con los amplificadores, altavoces, procesadores y demás equipos, estos a su vez, conectados entre sí y simbolizados con líneas rojas, negras y azules, altavoces, señales y red, respectivamente.

Imagen 23.

Servicios disponibles

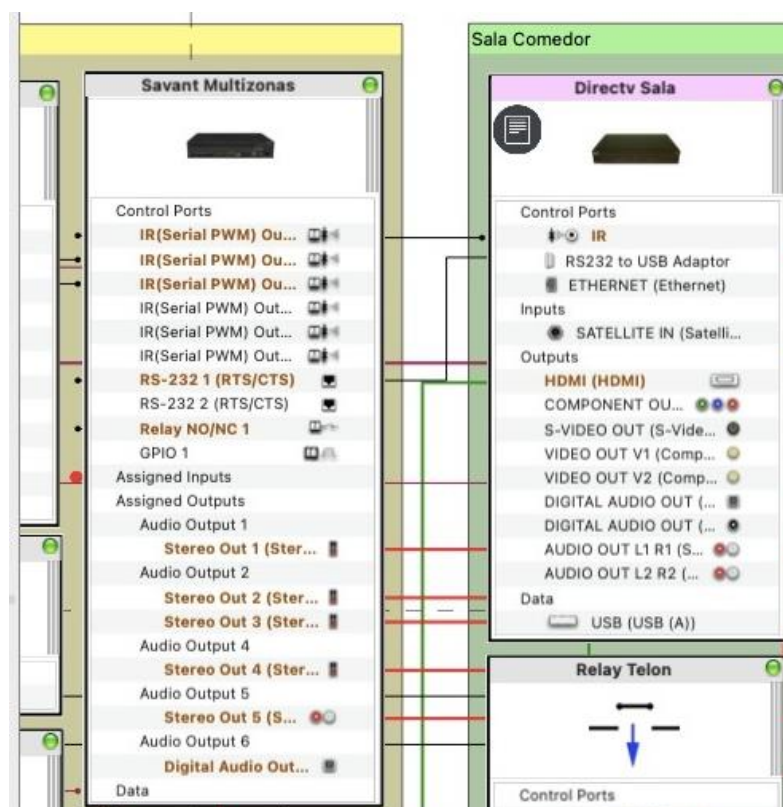


Fuente: Software BluePrint

En esta imagen, están los servicios disponibles por zona, para este ejemplo, los servicios para “Sala Comedor” están habilitados como Appletv, Roku, cable auxiliar, Savant music. En el cuadro de navegación derecho, se tiene el ruteo de la señal tanto de audio como de video, allí se selecciona la mas adecuada.

Imagen 24.

Conexión Equipos



Fuente: Software BluePrint

En la imagen, se puede apreciar como el sistema desglosa todos los puertos disponibles en un equipo específico, como ejemplo, el amplificador multizonas Sipa125, tiene puertos infrarrojos que pueden controlar cualquier dispositivo periférico, puertos RS-232 para control de proyector, puertos de contacto seco, que son utilizados para activar o desactivar los relevos del

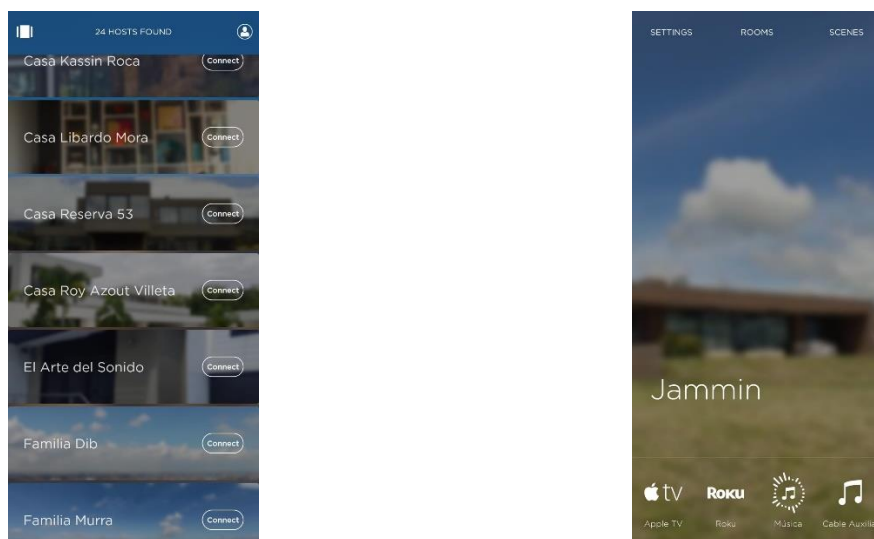
telón, cuatro zonas amplificadas denominadas como Audio Output X y una quinta zona preamplificador con puerto RCA, el cual esta conectado a los amplificadores externos del jardín.

App

Una vez este todo conectado, tanto en campo como en la programación, se carga la información al Host, esto tarde unos 5 minutos dependiendo de la velocidad de la red, una vez este listo, desde el teléfono, se abre la aplicación y se obtiene una información como esta.

Imagen 25.

App Savant

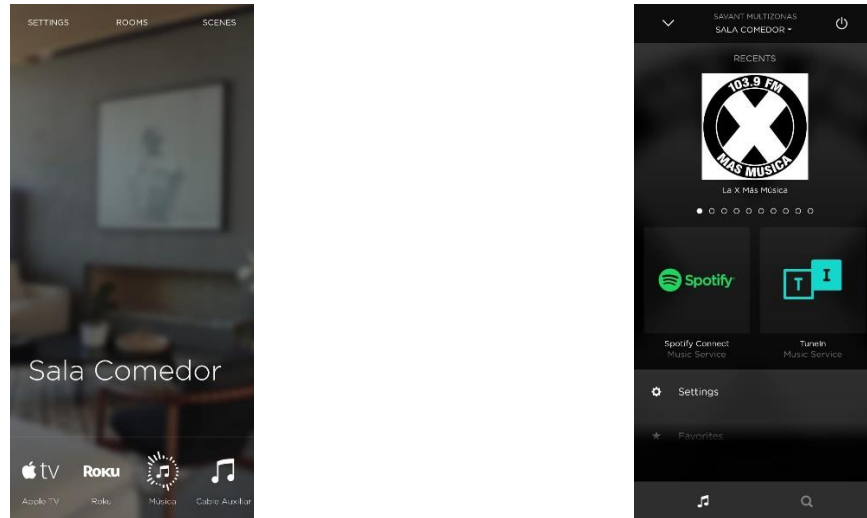


Fuente: Savant Pro App

En la primera imagen, muestra todos los Host disponibles en el sitio, se selecciona y posteriormente abre una pantalla como la del costado derecho. Allí sale un Home con menú de configuración, habitaciones y escenas. En la parte de abajo, muestra los iconos de los servicios activos.

Imagen 26.

App Savant. Zona y Servidor de Audio

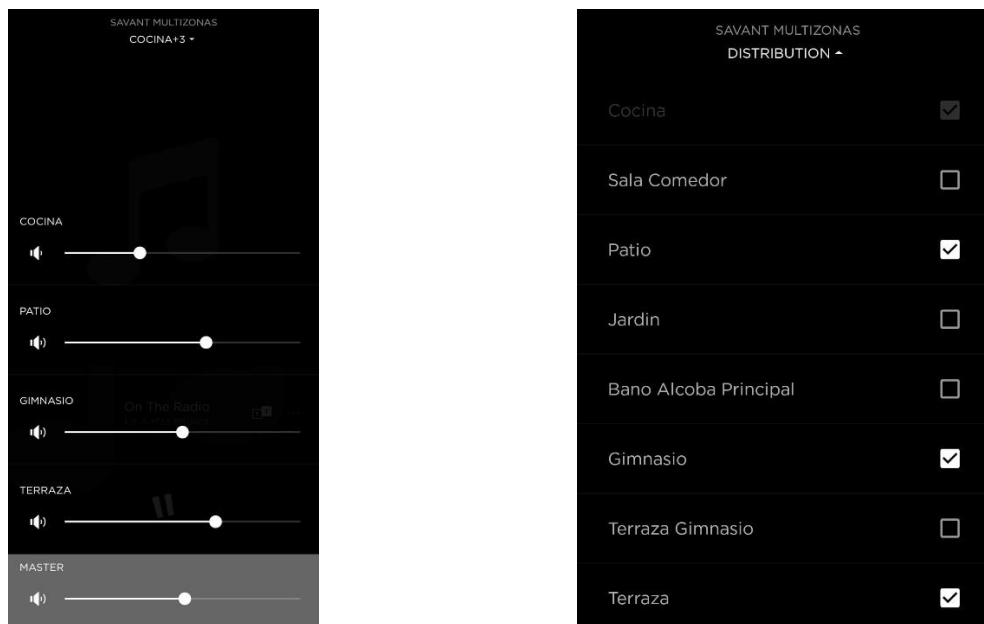


Fuente: Savant Pro App

Una vez se selecciona la zona a usar, muestra los servicios disponibles, tenemos como ejemplo Savant Music, un servidor integrado de música con acceso a Spotify Connect, TuneIn y varios canales de streaming más. Cuando se selecciona una zona específica, también se pueden adicionar más zonas que estén disponibles y conectadas entre si por el switch AVB para lograr unificar varias zonas y tener control de volumen independiente.

Imagen 27.

Adición de zonas y volumen



Fuente: Savant Pro App

Conclusiones

Realizado el trabajo después de una larga investigación y ejecución del mismo, se verificaron todos los propósitos necesarios para llevar a cabo un proyecto integrado de audio, según especificaciones del recinto, equipos e infraestructura.

En la planeación del diseño propuesto, se analizó físicamente el recinto estableciendo las limitantes para la implementación, a su vez, llevo satisfactoriamente el diseño basado en el flujo de señales necesarios para un optimo desempeño que se enfoco en calidad de audio y funcionalidad de los equipos.

Se estableció un plan de trabajo enfocado al diseño con toda la información recolectada y datos obtenidos en el desarrollo, con el estudio de ubicación real de los equipos y altavoces gracias al software de diseño y una satisfactoria puesta a punto de todos los elementos integrados del sistema.

Recomendaciones

Para llevar a cabo un trabajo aplicado en producción de audio enfocado en la integración de un sistema de audio, es necesario tener en cuenta varios factores y dirección del proceso al cual se quiere llegar como objetivo final. Tanto para un sistema de audio para hogar, empresarial, en vivo, comercial, es necesario saber las limitantes que existen en el entorno al cual se va a aplicar el proyecto, tener claro las limitantes del sitio, necesidades del usuario final y la fiabilidad del sistema que se debe integrar de una manera armónica, sutil a la vista, con un desempeño equilibrado y un sistema con fluides en un ambiente de redes de datos.

Cerciorarse de un buen plan global de trabajo a realizar, se deben establecer las limitantes de un sistema y condiciones ambientales en caso que así se requiera. Como última premisa, un sistema integrado es la calidad del diseño del flujo de datos, implementación con buenos materiales, equipos, amplificadores, altavoces y una excelente distribución de audio en el recinto a intervenir, con el fin que el usuario final sienta una óptima presión sonora y calidad en el audio sin la necesidad de tener un sistema fatigado.

Referencias Bibliográficas

Bradley, Kevin. (2005). “APSR Sustainability Issues”, Australian National Library.

http://apsr.anu.edu.au/documents/APSR_Sustainability_Issues_Paper.pdf

Digital Living Network Alliance (2004): White paper: overview and visión. Págs. 8-9

Durá, A. (2005). Temas de Acústica: Ingeniería Técnica de Telecomunicación:

Especialidad Sonido e Imagen. Digitalia.

D&M Holding (2018), Manual receptor Audio Video. Denon USA.

Huidobro J.M., Millán R. (2004). Domótica. Edificios inteligentes, Creaciones

Copyright, Madrid

La atmósfera, el tiempo y el clima. IDEAM. Archivado desde el original el 20 de abril de 2003. Consultado el 20 de mayo de 2008.

Millán, J. (2010), Manual de Domótica. Editorial Creaciones Copyright S.

Martin Domingo, Agustín. (2014). Apuntes de Acústica. amd-apuntes-acustica-v2.1.pdf.

McCarthy, B. (2012). Sistemas de Sonido, diseño y optimización. Editorial Alvalema.

Pardo Carrilo, Julio. (2018). Análisis tecnológico de un estudio de grabación. Escuela superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla.

Poghue D. (2010). El iPod, iTunes y los últimos modelos de touch, nano, classic y shuffle.

Pereira, M. (2005), Amplificadores de Audio. Escuela superior de Ingenieros Bilbao.

www.andrevainerarquitectos.com.br/projetos/?cat=5&id=84&pagina=/Residência-em-Gonçalves-MG.html

Zafra, J. (2018). Ingeniería de Sonido. Conceptos, fundamentos y casos prácticos. RA-MA Editorial.