



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ARAGÓN

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA SALA
DE VIDEOCONFERENCIAS AUTOMATIZADA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

P R E S E N T A:

Aldonay Hernández González

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Ismael Díaz Rangel

CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

“El Dios que nos creó y nos dio entendimiento es la única fuente de todo conocimiento y sabiduría”

Aún recuerdo cuando cursaba mis estudios de secundaria en la colonia Pablo L. Sidar, Chicomuselo, Chiapas. Era el año 2008 cuando escuchaba por la televisión mencionar a la máxima casa de estudios del país, la UNAM. Se me metió la idea de que yo podía estudiar en esa universidad; entre pláticas le comentaba a mi mamá y ella no creía en los sueños de aquel adolescente. Recuerdo que pasó el tiempo y en el 2013 Dios me concedió la oportunidad de ser aceptado como alumno de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Este documento constituye la tesis de Licenciatura cursada en la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la UNAM, por lo que a continuación quiero expresar mi agradecimiento a quienes hicieron posible la consecución de la misma.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, porque me dio la vida y me ayudó a cumplir el sueño que tenía de adolescente. Porque me dio conocimiento y sabiduría y siempre he recibido sus bendiciones, al él sea la honra y gloria.

Llegar hasta aquí no habría sido posible sin el apoyo incondicional de mi amada madre, Candelaria. Recuerdo que cuando era niño no quería ir a la escuela y lloraba porque no podía siquiera agarrar un lápiz, era ahí donde ella sostenía mi mano y dibujaba conmigo los garabatos que al final terminaron siendo mis letras. Esa misma madre que fue capaz de dejar la comodidad de su hogar y viajar a la ciudad para vivir y cuidar de mí en todo el tiempo de la carrera. Por sus cuidados, consejos y amor, agradezco infinitamente a mi querida madre todo cuanto tengo y cuanto soy. Este logro es para ti; te amo.

Agradezco a mi padre, Jorge Luis, porque me ha dado su apoyo incondicional y me ha alentado a cumplir mis sueños. Por siempre creer en mí y apoyarme durante el transcurso de la carrera. Yo sé que él se siente feliz y orgulloso de tener un hijo egresado de la máxima casa de estudios del país.

También quiero agradecer a mi amada esposa Nancy. Recuerdo que durante mis años de universitario llegabas a visitarme desde Chiapas. Agradezco tu amor incondicional y quiero

que sepas que siempre caminaremos juntos. Gracias por ser la mujer más bondadosa del mundo. Te amo.

Especialmente a mis hermanos, Rosa Isela y Jorge Luis, porque se quedaron solos el tiempo que mis padres estuvieron conmigo en la ciudad; gracias por entender y hacer ese sacrificio por mí. Gracias por la bonita infancia vivimos juntos. Los amo y siempre estaré para ustedes.

A mis abuelos Josefina y Adelaido, porque he aprendido mucho de ellos. Admiro que a pesar de su edad, no se rinden y siguen trabajando cada día.

A mi tío Juan, por sus consejos y apoyo. A mi tía Cristina, porque ha sido como una hermana mayor para mí, gracias. A toda mi familia, gracias.

Quiero mencionar especialmente a mi director de tesis, el Dr. Ismael Díaz Rangel. Le doy gracias por ser tan comprensivo y profesional, sin él no hubiera sido posible terminar este trabajo. Le agradezco infinitamente.

A mis profesores de mi amada universidad: al Ing. Procoro de quien recuerdo las palabras que siempre nos repetía: que no malgastemos nuestro tiempo. Gracias al Mtro. Juan Gastaldi quién siempre felicita sus alumnos y exalumnos en los cumpleaños: al Ing. Adrián Paredes, al Ing. Benito, al Mtro. Fidel, al Ing. Abel y demás profesores; gracias por formarme como profesional y como persona en mis años universitarios.

A todos mis compañeros de la carrera, y en especial a mis amigos: el Tlaqui, el Bugs, el Chino y Leyva. Quiero que sepan que siempre los llevo en mi corazón.

Sin duda ha habido muchas personas que han influido directa o indirectamente para que pudiera cumplir mi sueño de ser universitario. A todos, gracias.

Por último, quiero agradecer a mi amada Universidad, por darme el privilegio de pisar sus aulas, por formarme como profesional y también darme la experiencia de trabajar en sus instalaciones de la Dirección General de cómputo por un año, experiencia que me ha abierto muchas puertas en el ámbito laboral. Gracias mi querida UNAM porque con orgullo puedo decir que soy egresado de la máxima casa de estudios de México.

Por Mi Raza Hablará El Espíritu.

Índice

Agradecimientos	i
Capítulo 1 Introducción	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Particulares.....	2
Justificación	3
Descripción del capitulado	3
Capítulo 2 Salas de juntas.....	4
Necesidades y características de una sala de videoconferencia	4
Tipos de Salas de Juntas	7
Sala de Juntas para grupos grandes.	7
Sala de Juntas para grupos pequeños.....	9
Capítulo 3 Audio	10
La comunicación.....	10
Modelo de Shannon-Weaver	10
Acústica	12
El sistema de audio	18
Conceptos de electricidad.....	21
Microfonía	24
Partes de un micrófono	24
Características principales de un micrófono.....	25
Clasificación de los micrófonos	30
Amplificadores y altavoces de audio.....	43
Amplificadores	43

Altavoces	54
De altavoces a amplificadores	66
Procesadores digitales de audio	90
Cableado de audio	104
Partes del cable de audio	104
Cable para altavoces	108
Conectores	110
Capítulo 4 Video.....	114
Elementos de un sistema de video.....	114
Tipos de cámaras o códecs para videoconferencia.....	115
Tipos de pantallas de videoconferencias	118
Pantallas de proyección.	119
Proyector.....	121
Video Wall.....	125
Capítulo 5 Iluminación y climatización	127
Iluminación natural.....	127
Persianas y cortinas	128
Iluminación artificial	130
Lámparas	130
Control de iluminación.....	132
Climatización.....	133
Capítulo 6 Comunicaciones y procesadores de control.....	136
¿Qué es un sistema de control?.....	136
Sistema de control Lutron RadioRA 2	136

Sistema de control Crestron.....	141
Sistema de control 4-Series CP4N	146
Conectividad de puertos	147
Sistema de control Digital Media Crestron 3-Series	148
Red de comunicaciones	150
Redes LAN y WAN.....	151
Estándares de capa física Ethernet.....	153
Medios de transmisión.....	154
Equipos de red	156
Capítulo 7 Propuesta de diseño	158
Criterios a considerar para el diseño de una sala de juntas	158
Propuesta del tipo de sala de videoconferencias	159
Propuesta del sistema de audio.....	161
La respuesta en frecuencia.....	161
Presión sonora	162
Propuesta de altavoz	164
Propuesta del amplificador de audio	175
Propuesta de micrófonos	181
Propuesta del procesador digital de audio	187
Diseño de audio	188
Propuesta del sistema de video.....	189
Pantallas de Video Wall	189
Driver de Video Wall	190
Diseño de video	195

Propuesta de Iluminación y climatización.....	196
Propuesta de unidad de control.....	196
Propuesta de botoneras	199
Propuesta de lámparas y tiras LED	200
Propuesta de Cortinas/Persianas.....	205
Diagramas de conexión física.....	207
Propuesta de climatización.....	209
Propuesta de red y procesador de control.....	211
Conectándose con los demás sistemas.....	212
Propuesta de red de comunicaciones	213
Interfaces de control	216
Rack de comunicaciones	217
Diseño Final.....	219
Conclusiones.....	222
Referencias	224
Fuentes de figuras.....	232

Capítulo 1 Introducción

A lo largo de la historia, los seres humanos hemos utilizado diferentes medios para comunicarnos, desde la ancestral forma de utilizar señales de humo hasta llegar a comunicarnos por llamadas o mensajes de texto.

Las formas de comunicación han cambiado a un ritmo acelerado debido al desarrollo de la tecnología, la cual nos ha proporcionado dispositivos que han eliminado el gran obstáculo de la distancia, como teléfonos inteligentes y computadoras. Estos dispositivos han permitido que la comunicación remota sea posible y sobre todo han facilitado las actividades del ser humano; ya sea realizando una llamada a un familiar, enviando un correo electrónico a un amigo o teniendo una sesión de videoconferencia para una entrevista de trabajo.

La comunicación remota es indispensable hoy en día, ya que en un mundo globalizado se intercambia gran cantidad de información, es por eso que las instituciones y organizaciones constantemente buscan formas que les permitan estar seguros que la información sea confiable, tanto como si se estuviera intercambiando personalmente.

Además, los grupos de trabajo de las instituciones requieren hoy en día de un análisis inteligente de información. Esto puede ser logrado con herramientas que faciliten la interacción con colaboradores, así como con elementos audiovisuales que desplieguen la información de los presentadores. Uno de los sistemas para compartir información segura es la videoconferencia, la cual se puede realizar desde una aplicación en un Smartphone o incluso en lugares más formales como una sala de juntas o videoconferencias. Esto permite realizar sesiones en vivo donde los participantes pueden estar en lugares remotos y estar seguros de que la información intercambiada es confiable.

El espacio de trabajo, el mobiliario y los equipos juegan un papel muy importante al momento de realizar una reunión, y de esto depende la correcta relación de las personas con la información, la tecnología y por supuesto, con otras personas. Dicho espacio de trabajo comúnmente se conoce como sala de juntas o de reuniones, que es lugar donde comúnmente se toman las decisiones de mayor importancia para los corporativos, organizaciones gubernamentales, escuelas, etc.

El presente trabajo tiene como finalidad presentar una propuesta para el diseño de una sala de juntas con la capacidad de realizar sesiones de videoconferencias, donde se integren equipos y elementos que se puedan controlar desde una Tablet o Smartphone, facilitando así su uso.

Las salas de juntas pueden incorporar proyectores, pantallas, pizarrones interactivos, micrófonos, altavoces, iluminación, clima, así como pantallas táctiles, computadoras y Smartphone. Todos estos equipos son adaptados e implementados por un diseño que el integrador propone para lograr la automatización y el control total de los equipos de la sala.

Objetivo General

Presentar una propuesta de diseño de una sala de juntas automatizada con capacidad para sesiones de videoconferencias.

Objetivos Particulares

- Mostrar los diferentes tipos de salas de juntas.
- Identificar los sistemas de audio y video, así como los requerimientos de iluminación, climatización y conectividad de salas de juntas.
- Analizar las características para elegir los altavoces adecuados.
- Estudiar los tipos de micrófonos y sus características.
- Mostrar los tipos de cámaras, pantallas y proyectores para diseñar el sistema de videoconferencia.
- Explicar las variedades de lámparas y persianas para el control de la iluminación.
- Presentar el cableado y consideraciones para interconexión de equipos.
- Plantear la conexión de usuarios y equipos a través de la red de comunicaciones.

Justificación

La mayoría de los estudiantes recién graduados no tienen experiencia en cuanto a la implementación y diseño de sala de juntas; es por eso que el presente trabajo les brindará información acerca de los temas que se deben de estudiar para tener las bases teóricas, y así conocer las consideraciones generales hacia lo que es la automatización de un espacio empresarial.

Descripción del capitulado

Capítulo 2. Se describe los tipos y formas de salas de juntas más comunes, las características de cada una y su uso particular.

Capítulo 3. Qué es el audio; se aborda el proceso y modelos de la comunicación. Asimismo, se trata el tema de los sistemas de audio y las características y funcionamiento de sus componentes (micrófonos, altavoces, amplificadores).

Capítulo 4. En este capítulo se muestran los elementos que componen un sistema de video, así como tipos de cámaras, pantallas y proyectores para sesiones de videoconferencia.

Capítulo 5. La iluminación es uno de los elementos de una sala de juntas; es por eso que en este capítulo se habla de la iluminación natural y artificial, así como de la climatización.

Capítulo 6. Sin un sistema de control no se podría automatizar una sala de juntas, por lo que aquí se describen algunos tipos y cómo se conectan entre ellos a través de las redes de comunicación.

Capítulo 7. Es el más importante, ya que se integran todos los elementos estudiados para realizar una propuesta de diseño de una sala de juntas automatizada. La propuesta incluye el diseño y diagramas de conexión de cada uno de los sistemas, de manera que, al finalizar el documento, el lector tendrá las herramientas y conocimientos básicos para poder diseñar una sala de juntas automatizada.

Capítulo 2 Salas de juntas

En este capítulo se proporcionará información para resolver los siguientes cuestionamientos:

¿Qué es una sala de juntas?

“Una sala de juntas es un espacio destinado y acondicionado para la reunión de varias personas para conferenciar o tratar un asunto” (Diccionario de la Lengua Española, 2018).

¿Qué es una videoconferencia?

“La videoconferencia se define, de manera genérica, como una tecnología que permite la comunicación simultánea entre dos o más interlocutores geográficamente dispersos mediante el intercambio de audio, vídeo y datos” (Luque Ordóñez, 2009, pág. 2).

¿Qué es una Sala de videoconferencia?

A partir de las dos definiciones anteriores, podemos definir entonces lo que es una *sala de videoconferencia*, la cual se delimita como:

“Un espacio acondicionado con el conjunto de elementos que permiten la celebración de sesiones de videoconferencia. La celebración de sesiones comprende su establecimiento, control y terminación. El conjunto de elementos de una sala de videoconferencia incluye tanto elementos técnicos (software, hardware, sistemas de control, redes, etc.) como recursos humanos (administradores, participantes, etc.)” (Luque Ordóñez, 2009).

Necesidades y características de una sala de videoconferencia

Las salas de videoconferencia suelen llamarse también salas de telepresencia. En la actualidad este tipo de salas son mayormente implementadas en empresas y corporativos, lo que permite la conexión de personas incluso si se encuentran al otro extremo del planeta.

Los beneficios de estas salas son amplios, ya que van desde el más importante, que es el ahorro y correcto aprovechamiento del tiempo, hasta evitar gastos innecesarios al momento de realizar viajes para desplazarse o el tener un lugar cómodo y adecuado para tomar decisiones.

Objetivos principales de una sala de videoconferencia.

Al igual cualquier otro espacio de trabajo, una sala de videoconferencia tiene necesidades específicas que cubrir, a saber:

- Una correcta comunicación con los participantes que se encuentran dentro del espacio de reunión y a su vez con los participantes que interactúan a distancia.
- Eficaz envío de información, de un mensaje y de datos.
- Dar comodidad a las personas dentro de la sala.
- Convertir dicho espacio en la mejor opción para la toma de decisiones.
- Ser la mejor opción para implementar una reunión a distancia.
- Correcto aprovechamiento del tiempo.
- Reducción de gastos.

Elementos que conforman una sala de videoconferencia.

Como ya se mencionó, el objetivo principal de estas salas es la celebración de sesiones a distancia. Para poder lograr dicho objetivo, es necesario contar con los elementos suficientes que hagan posible la realización de tal proceso de comunicación.

A continuación, se definirán los elementos de una sala de videoconferencias y el respectivo papel que juega cada uno.

Una sala de videoconferencia debe contar con al menos tres elementos para que pueda ser considerada como tal, estos son: 1) Audio, 2) Video, 3) Iluminación 4) Red. Pero como el objetivo es proponer una sala de videoconferencias automatizada, también se incluirán otros elementos tales como: 5) Climatización y 6) Sistema de Control.

1) Audio.

El sistema de audio de una sala lo comprenden los procesadores de sonido, los micrófonos, amplificadores y altavoces (bocinas y subwoofers).

2) Video.

El sistema de vídeo está compuesto por las cámaras web, los equipos de videoconferencia (códecs, softcódecs), los proyectores y pantallas.

3) Iluminación.

La iluminación de un espacio no solo lo comprenden la luz artificial, sino que también se puede iluminar un espacio con luz natural.

4) Red.

Está compuesta por equipos capaces de conectar al usuario con la internet. Pueden ser switches & routers para la conexión por cable, y los puntos de acceso (AP) para la red inalámbrica.

Los elementos anteriores son los mínimos que una sala de videoconferencia debe de tener para poder ser considerada como tal. Estos pueden ser complementados con otros elementos que harán que harán de la sala un lugar confortable y en cierto modo, más eficaz al momento de realizar sesiones de videoconferencia. Los elementos complementarios que se pueden incluir son:

5) Climatización

Para que un área de trabajo sea confortable debe de tener un buen sistema de ventilación, dicha ventilación se realiza mediante equipos de aire acondicionado, ventiladores, e incluso se puede ventilar una sala naturalmente.

6) Sistema de control y automatización

Todos los elementos que comprenden la estructura de la sala pueden ser controlados a través de un sistema de control; el cual será el encargado de dar al usuario final la capacidad de manipular los parámetros de cada elemento desde un panel que puede estar instalado en una computadora, una Tablet, e incluso desde un Smartphone. Este sistema incluye elementos eléctricos-electrónicos como relevadores, interruptores, actuadores, drivers, módulos de control y el procesador o cerebro que será el encargado de dar las órdenes de cómo se controlará cada equipo conectado a él.

En resumen, si se quiere diseñar una sala de videoconferencia automatizada, se debe incluir además de los elementos principales, el sistema de control.

Tipos de Salas de Juntas

Existen diferentes formas para montar una sala de juntas. El principal factor que considerar al momento de elegir el diseño es el número de personas que participarán en ella y, claro, también el uso al que esté destinada.

Enseguida se mencionarán las formas de montaje y los diseños que son aptos para la implementación de una sala de videoconferencias. Estos se dividen en dos grupos:

- 1. Sala de juntas para grupos grandes.**
- 2. Sala de juntas para grupos pequeños.**

Sala de Juntas para grupos grandes.

Estos tipos de salas son útiles para grandes encuentros tipo convención (para más de 100 personas), o tipo conferencia (para una media de 50 personas en total).

El hecho de que su uso sea para muchas personas no nos permite acondicionarla para una sala de videoconferencia, ya que para darle este uso se recomienda que la audiencia o participantes no excedan las 15 personas. (Guday, 2018)

En este grupo de salas se pueden encontrar:

- Sala Tipo Teatro/Auditorio**

Estas salas suelen disponerse para grandes capacidades (100 o más personas) y son muy utilizadas para todo tipo de eventos, como sala principal, convenciones, conferencias, etc. Las filas de sillas se suelen acomodar mirando al frente, usualmente con uno o más pasillos de por medio (figura 2.1). Es muy práctico en ocasiones en que el público es principalmente un espectador y así pueda desplazarse en el momento que lo desee. La celebración de una videoconferencia en estas salas no es recomendada debido al gran número de participantes.

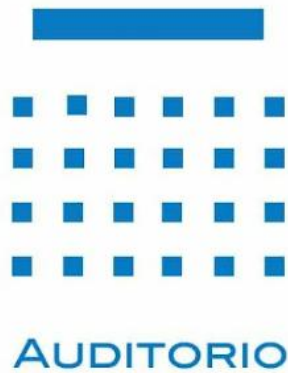


Figura 2.1 Forma de montaje de una sala tipo auditorio

Sala Tipo Escuela/Seminario

Como su nombre indica, este tipo de sala simula al de los alumnos durante cualquiera de sus clases (figura 2.2). Este montaje es uno de los más utilizados, principalmente en sesiones de trabajo cuando el número de asistentes es elevado (20-50 personas).



Figura 2.2 Forma de montaje de una sala tipo escuela

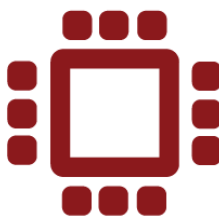
Se utiliza principalmente para reuniones informativas y en este caso, tampoco se recomienda acondicionarla para sala de videoconferencia, ya que el número de personas aún es elevado.

Sala de Juntas para grupos pequeños

Estas salas van dirigidas más para eventos donde el número de personas es pequeño (máximo 20 personas). Como el espacio y los elementos a manejar en estas salas son pocos, deben ser cómodas, prácticas y flexibles. Este tipo de salas son adecuadas para implementar sesiones de videoconferencia.

Sala Tipo Imperial

En estas salas se utiliza una mesa imperial (figura 2.3). Las sillas se suelen distribuir alrededor de dicha mesa, que es de forma rectangular. Al ser una sala pequeña, es posible utilizarla como sala de videoconferencias. Estas salas son utilizadas para grupos de trabajo reducidos, normalmente juntas directivas o reuniones departamentales (10-20 personas).

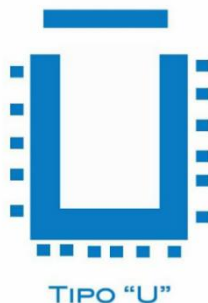


IMPERIAL

Figura 2.3 Forma de montaje de una sala tipo imperial

Sala Tipo "U" o tipo herradura

Este tipo de sala es adecuada para realizar una videoconferencia, ya que la forma de la mesa y la distribución de las sillas alrededor de ella permite que la visibilidad no sea obstruida por ninguno de los participantes al momento de realizar una conexión a distancia. En estas reuniones las mesas son acomodadas en forma de U (figura 2.4), con sillas en la parte externa.



TIPO "U"

Figura 2.4 Forma de montaje de una sala tipo "U" o herradura

Capítulo 3 Audio

La comunicación

Un sistema de videoconferencia es una forma de comunicación, por lo tanto, para poder entender la función de cada uno de los elementos, es necesario comprender el proceso de la comunicación humana.

El término comunicación se define como el proceso de transmisión y recepción de ideas, información y mensajes en el que intervienen dos o más personas. (Ecured, 2018)

“Desde un punto de vista más técnico, la comunicación se entiende por el hecho de que un determinado mensaje originado en el punto A, llegue a otro punto determinado B, distante del anterior en el espacio o en el tiempo, implicando entonces la transmisión de una determinada información y una respuesta desde el receptor” (Castro & Luis Filippi, 2010, págs. 145-161).

Modelo de Shannon-Weaver

Existen varios modelos para describir el proceso de la comunicación humana, pero para este caso se tomará como base el modelo propuesto por Claude Elwood Shannon y Warren Weaver, o mejor conocido como el modelo Shannon-Weaver.

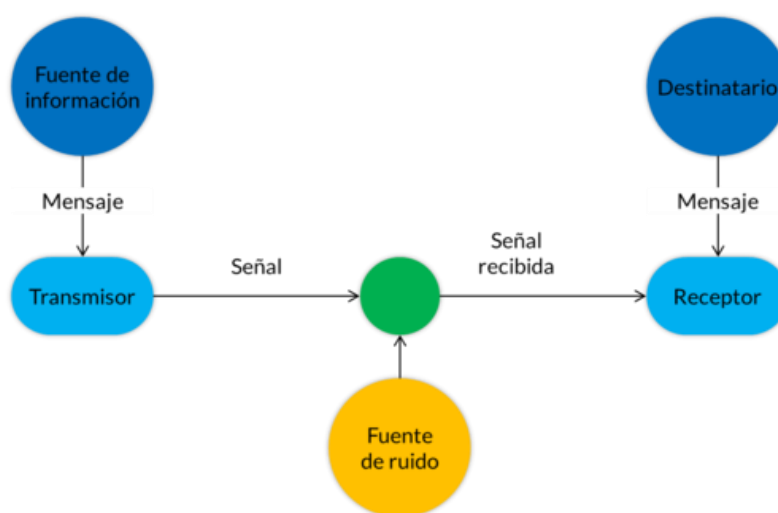


Figura 3.1 Diagrama de la comunicación Shannon-Weaver

El modelo Shannon-Weaver se representa mediante un esquema compuesto por cinco elementos: 1) Una fuente, 2) un transmisor, 3) una señal, 4) un receptor, y 5) un destino. (K. Berlo, 1969). Asimismo, existe otro elemento que está presente en cualquier modelo o forma de comunicación y por ende se incluye en este, el cual es el ruido (figura 3.1).

Los elementos del modelo de Shannon-Weaver

1. **La fuente:** “es el origen, el elemento emisor inicial del proceso de comunicación; produce un cierto número de palabras o signos que forman el mensaje a transmitir.
2. **El transmisor:** es el emisor técnico (codificador), esto es el que transforma el mensaje emitido en un conjunto de señales o códigos que serán adecuados al canal encargado de transmitirlos. En un sistema de telecomunicación, el transmisor transforma la información en impulsos eléctricos y códigos que podrán ser transmitidos por el canal.
3. **El canal:** es el medio técnico que debe transportar las señales codificadas por el transmisor. Este medio será a través de cables en el caso de enlaces físicos, o a través de microondas o radiofrecuencias para los enlaces inalámbricos.
4. **El receptor:** también aquí se trata del receptor técnico (decodificador), cuya actividad es la inversa de la del transmisor (codificador). Su función consiste entonces en decodificar el mensaje transmitido y vehiculizado por el canal, para transcribirlo en un lenguaje comprensible por el verdadero receptor, que es llamado destinatario.
5. **El destinatario:** constituye el verdadero receptor a quien está destinado el mensaje.
6. **El Ruido:** es un perturbador que parasita en diverso grado la señal durante su transmisión. Es decir, es una señal no deseada que se mezcla con la señal que se desea transmitir” (Galeano, 1997).

Como puede apreciarse en la figura 3.1, “el proceso de la comunicación se inicia en la fuente del mensaje que es la que genera el mensaje o mensajes a comunicar. **La fuente** de información selecciona a partir de un conjunto de posibles mensajes el mensaje escogido. A continuación, **el transmisor** opera sobre el mensaje y lo codificará transformándolo en señal capaz de ser transmitida a través de un canal. **El canal** es simplemente el medio utilizado para la transmisión de la señal desde el transmisor hasta el receptor. Es el medio que permite el paso de la señal, y es precisamente en el canal donde puede incidir la fuente del ruido. Es

posible que, en el proceso de transmisión de la señal, a través del canal, se agreguen a ésta una serie de elementos que no son proporcionados intencionalmente por la fuente de la información, esto es **el ruido**. Cuando la señal es recibida por el receptor se lleva a cabo la operación inversa a la del transmisor reconstruyendo el mensaje a partir de la señal. **El receptor** recibe la señal y la transforma de nuevo a su naturaleza original de mensaje, al que se habrá podido añadir eventualmente los ruidos anteriormente señalados. El destino es el punto final del proceso de la comunicación. **El destinatario** es el ente al que va dirigido el mensaje” (Miquel, 2011).

Acústica

Para poder comprender las características y propiedades del sonido, se debe conocer lo que es la acústica, la cual se define como: “la disciplina que se ocupa de estudiar el sonido en sus diversos aspectos” (Miyara, 1999, pág. 1).

En esta sección se describirá brevemente los conceptos relacionados con el sonido, los cuales son necesarios conocer para poder entender los temas que se abordarán en el transcurso de este documento; por esto, quien dese adentrarse al diseño de salas de videoconferencia debe dominarlos y comprenderlos.

¿Qué es el sonido?

“El sonido se define como la propagación de una perturbación en el aire o puede definirse como la transmisión de vibraciones dentro de un medio elástico como puede ser el aire, agua o cualquier sólido; es decir, el sonido no se transmite en el vacío” (Miyara, 1999).

Velocidad del sonido

Como el sonido es una vibración, su velocidad varía en función de la densidad y temperatura del medio en que se transmite, que puede ser cualquier material sólido, líquido o gaseoso, a excepción del vacío, ya que al no existir partículas que puedan vibrar el sonido no se propaga (Miyara, 1999). Entonces, ¿qué tan rápido se aleja el sonido de la fuente? La respuesta que la mayoría de los libros proporcionan para la velocidad del sonido son las siguientes:

La velocidad de transmisión del sonido en el aire a 0 °C es de 331.4 m/s.

- En el agua a 25 °C es de 1493 m/s.

- En el acero es de 6100 m/s.

La propagación del sonido en el agua no es importante para propósito de este proyecto, aunque es el fundamento de los sistemas de sonar utilizados en barcos y submarinos para detectar obstáculos u objetivos.

Para conocer la velocidad del sonido cuando la temperatura sea diferente a 0 °C se usa la ecuación 3.1 (McCarthy, 2007):

$$C = 331.4 + (0.607 * T)[\text{m/s}] \text{ ----- Ecuación 3.1}$$

Dónde: C = Velocidad del sonido en m/s.

T = Temperatura ambiente.

Ejemplo: Se quiere conocer la velocidad del sonido a una temperatura de T = 23 °C.

$$\text{Sí } C = 331.4 + (0.607 * T)[\text{m/s}]$$

Reemplazando el T = 23, se tiene → C = 331.4 + (0.607 * 23)[m/s]

$$\therefore \rightarrow C = 345.36 [\text{m/s}]$$

Entonces se tiene que la velocidad del sonido a una temperatura de 23°C es de 345.36 m/s.

Longitud de onda

“El sonido es el resultado de una perturbación en el aire, pero la mayoría de los sonidos de la naturaleza son consecuencia de una perturbación repetitiva, es decir, periódica. El primero de los parámetros es la longitud de onda (figura 3.2), que se define como la distancia que hay entre dos perturbaciones sucesivas en el espacio; se mide en metros (m) o centímetros (cm) y se representa con la letra griega lambda ‘λ’. Para los sonidos audibles, esta longitud de onda está comprendida entre los 2 cm (sonidos muy agudos) y los 17 m (sonidos muy graves).

La longitud de onda es importante al momento de estudiar el sonido. Por ejemplo, una forma de la aplicación de este concepto es cuando una persona habla y frente a ella se encuentra un obstáculo u objeto grande. Si se compara dicho objeto con la longitud de onda que produce la voz de la persona, este puede alterar de diferente forma la propagación del sonido cuando se interpone entre la fuente (voz) y el receptor (oyente). En este caso, los sonidos graves pueden “saltar” dicho objeto, ya que su longitud de onda es grande; no así los sonidos agudos,

puesto que su longitud de onda puede ser de algunos cm, estos se verían atenuados por el obstáculo. Este principio se aplica a los altavoces” (Miyara, 1999).

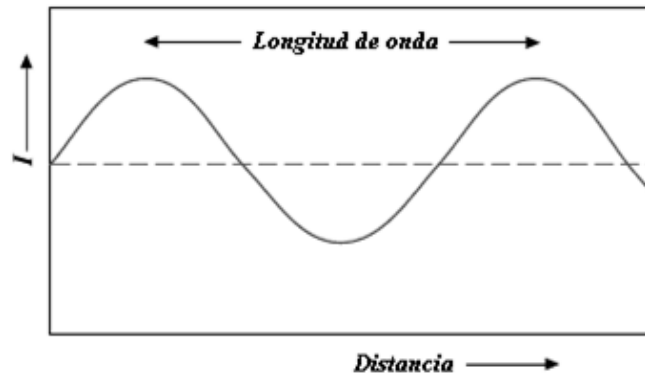


Figura 3.2 Longitud de una onda

Periodo

“Otro de los parámetros importantes que es necesario entender es el periodo, T, que se define como el tiempo transcurrido entre una perturbación y la siguiente (figura 3.3), es decir, es el tiempo que tarda en repetirse un fenómeno periódico, que en este caso es una onda de sonido. En otras palabras, se define al periodo como la cantidad de tiempo que se necesita para que una onda dé un ciclo (una vuelta) completo” (Davis & Jones, 1989). El periodo de una onda se puede encontrar con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{1}{f} [s] \quad \text{----- Ecuación 3.2}$$

Donde: T = periodo de una onda en segundos

f = frecuencia de la onda en Hz

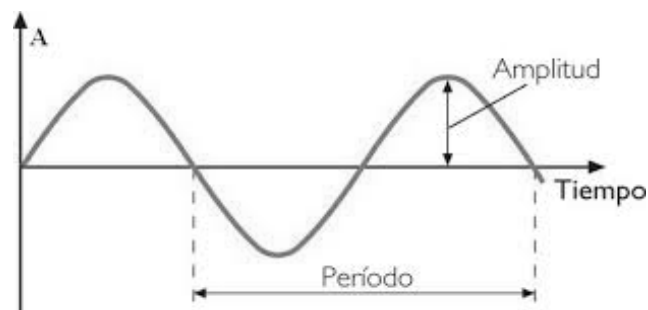


Figura 3.3. Periodo de una onda

Frecuencia

“Una de las definiciones fundamentales en la acústica y que por ende se debe comprender bien es la frecuencia, la cual se define como la cantidad de ciclos por segundo, o lo que es lo mismo, la cantidad de repeticiones de un ciclo en un segundo (figura 3.4). La frecuencia se mide en Hertz (Hz), que es equivalente a ciclos por segundo (cps)” (Davis & Jones, 1989). La frecuencia de una onda se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1}{T} [\text{Hz}] \text{ ----- Ecuación 3.3}$$

Donde: f = frecuencia de la onda en Hz

T = periodo de una onda en segundos

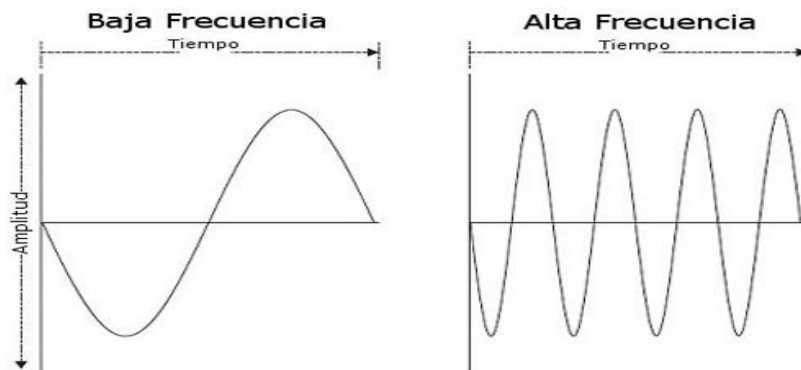


Figura 3.4 Ejemplo de una onda a baja y alta frecuencia

Como se puede observar, existe una relación matemática entre los conceptos antes definidos, ya que las ecuaciones 3.2 y 3.3 son parecidas. Por eso se dice que el periodo es el inverso de la frecuencia y viceversa.

La otra relación importante que está ligada con la frecuencia es la longitud de onda, ya que, a mayor longitud de onda, la frecuencia es menor (baja frecuencia), y en cambio, si la longitud de onda es más corta, la frecuencia es mayor (alta frecuencia); esto se ilustra gráficamente en la figura 3.5. La longitud de onda es expresada por la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{c}{f} [m] \text{-----} \quad \text{Ecuación 3.4}$$

Donde: λ = Longitud de onda en metros

C = Velocidad del sonido en segundos

f = Frecuencia en Hz

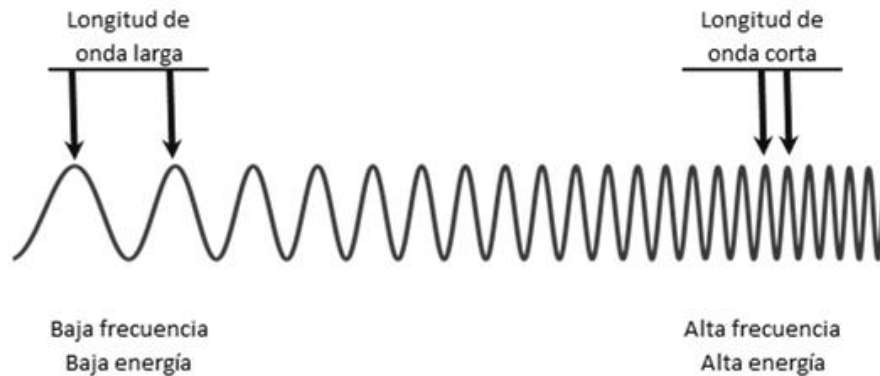


Figura 3.5 Relación entre frecuencia y longitud de onda

Ejemplo: se quiere conocer la longitud de onda de la voz de una persona, la cual tiene una frecuencia de 120 Hz. La velocidad del sonido se tomará a temperatura ambiente (aproximadamente 23 °C).

Dada la ecuación 3.4. y sustituyendo los valores de frecuencia y velocidad del sonido, la longitud de onda está dada por:

$$\lambda = \frac{c}{f} [m]$$

Remplazando C y f, se tiene: $\lambda = \frac{331.4+(0.607*23)}{120} [m]$

$$\lambda = 2.878 [m]$$

Por lo tanto, según la fórmula anterior, la longitud de onda de dicha voz será de 2.878 metros.

Amplitud

“En señales de audio, la amplitud es la fuerza o intensidad de la señal. Se define como el valor máximo que alcanza una oscilación en un ciclo (figura 3.6). También se denomina valor pico de una señal” (Davis & Jones, 1989)

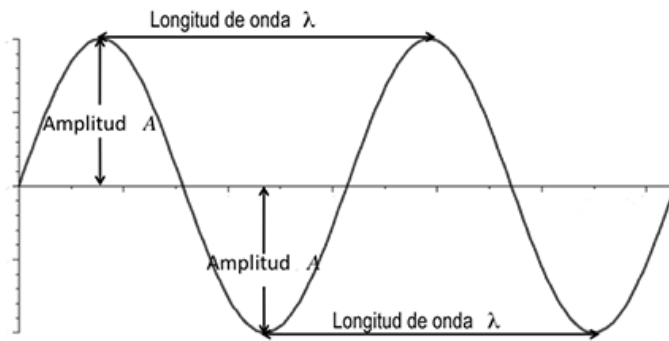


Figura 3.6 Longitud y amplitud de una onda de sonido

¿Cómo se mide el sonido?

Después de conocer algunas definiciones de acústica, toca estudiar cómo se mide el sonido y esto se logra a través del concepto de presión sonora.

Nivel de presión sonora

En la mayoría de los libros de audio suele abreviarse este concepto como SPL (Sound Pressure Level) que traducido al español es nivel de presión sonora y que comúnmente se le llama “nivel de sonido” (Davis & Jones, 1989). El término presión sonora se define como la intensidad o nivel de sonido que genera una fuente sonora. Para medir dicho nivel de presión se usa la unidad internacional para la presión, que es el **Pascal (Pa)**.

“El rango de los sonidos audibles para el ser humano está comprendido entre los valores de presión sonora muy pequeños ($20 \times 10^{-6} \text{ Pa} = 0.00002 \text{ Pa}$) y hasta valores que, si bien todavía son pequeños, son un millón de veces más grandes que los anteriores (20 Pa).

Estas cifras son poco prácticas de manejar, por lo que se usa otra escala que comprime este rango: la escala de **decibeles**. Entonces para calcular el nivel de presión sonora, NPS (en inglés se usa la sigla SPL) en decibeles [dB] se utiliza la siguiente ecuación” (Cory, 2005):

$$NPS = 20 \log_{10} \frac{P}{P_{ref}} \text{ ----- Ecuación 3.5}$$

Donde:

NPS = Nivel de presión sonora en *dB*.

P = Presión sonora medida en *Pa*.

P_o = Presión de referencia = *20 μPa*.

\log_{10} = Logaritmo en base 10.

Para poder expresar la presión sonora en decibeles (dB), es necesario definir una presión de referencia, que en este caso es la mínima presión sonora que el oído puede escuchar. Dicha presión de referencia es igual a *20 μPa*.

Ejemplo: se quiere conocer el nivel de presión sonora que es capaz de soportar el oído humano.

El ser humano puede soportar una presión sonora de hasta *P = 20 Pa* (Davis & Jones, 1989). Por lo tanto, sustituyendo los valores del ejemplo en la ecuación 3.5, se tiene:

$$NPS = 20 \log_{10} \frac{20 Pa}{20 \times 10^{-6} Pa} \text{ dB}$$
$$NPS = 120 \text{ dB}$$

El resultado indica que la máxima presión sonora que puede soportar el oído humano es de 120 dB.

El sistema de audio

La definición de sonido no es la misma que la de audio, así que no hay que confundir estos dos términos. “El audio es *sonido procesado* tanto en transmisión, como en grabación y reproducción. Una señal de audio es toda aquella presión sonora interpretada por un sistema. Como siempre, con un ejemplo básico se entenderá mejor: en un estudio de grabación, la voz en directo del cantante es sonido que se convertirá en audio en el momento que la vibración sonora transmitida por el aire sea captada, interpretada y procesada por el micrófono que tiene delante” (Ingeniería Musical, 2018).

En la actualidad existen diferentes maneras de comunicación y transmisión de información. Una de esas formas y de las más antiguas es el habla, que es el acto mediante el cual el ser

humano convierte una idea en un conjunto de sonidos que tienen un significado para el destinatario (Díaz Caneja). Este es el ejemplo más claro de un sistema de audio. Al igual que el proceso de la comunicación, un sistema de audio está compuesto por elementos que cumplen cada una de las funciones antes descritas; emisor, canal, receptor, etc.

¿Qué es un sistema de audio?

Un sistema de audio es una disposición funcional de componentes electrónicos que procesan el sonido y lo amplifican, para posteriormente distribuirlo y así transmitir un mensaje (Davis & Jones, 1989) . Este consiste en la combinación de micrófonos, procesadores digitales de audio, amplificadores y altavoces. Esto puede hacerse por alguna de las siguientes razones, que son las más comunes:

- A) Ayudar a la gente a escuchar algo mejor (más claramente audible).
- B) Hacer sonar más fuerte por razones artísticas (refuerzo sonoro).
- C) Para permitir que las personas escuchen el sonido en ubicaciones remotas (sesiones de videoconferencia).

Comunicarse es una necesidad, y para hacerlo de forma eficiente se deben emplear los elementos necesarios para poder cumplir con tal fin; por tal motivo, al diseñar una sala de videoconferencia debe incluir un sistema de audio que no solo sea capaz de procesar y amplificar el sonido localmente, sino que también pueda transmitirlo de manera clara para sesiones remotas.



Figura 3.7. Diagrama de un sistema de audio básico

Para entender cómo funciona un sistema de audio, en la figura 3.7 se presentan los elementos que lo integran. El micrófono (receptor) capta el sonido de la fuente (voz, instrumento musical, grabación, etc.) y lo convierte en una señal eléctrica (voltaje de nivel de micrófono). Posteriormente, ese voltaje de nivel de micrófono es enviado a un preamplificador que convierte ese voltaje en uno más alto, el cual se llama nivel de línea. Después, el voltaje de nivel de línea entra a un procesador de sonido, que es el encargado de procesar la señal del micrófono y darle las características deseadas a la señal de salida; dichas características pueden ser reducción de ruidos, mezclar canales, eliminación de frecuencias, etc. Una vez que la señal de nivel de línea sale del procesador, esta pasa a un amplificador que es el encargado de darle la potencia necesaria a la señal para que esta pueda mover los altavoces; por esto, a la señal que sale del amplificador se le llama nivel de altavoces. Como paso final, la señal llega a los altavoces que emiten el sonido y transmiten el mensaje al receptor.

- **Fuente:** La fuente es sin duda alguna el elemento principal de la comunicación, como se vio en el modelo de Shannon-Weaver y, por ende, también es el componente principal de cualquier sistema de sonido; ya que es la parte que emite el mensaje. El sonido emitido puede ser la voz humana, el sonido de algún instrumento, o alguna grabación de un sistema electrónico (grabadora, pc, Smartphone, etc.). En esta parte, el elemento que funciona como transductor es el micrófono, ya que es el encargado de convertir la voz en señales eléctricas que puedan ser amplificadas posteriormente.
- **Preamplificador:** La preamplificación es el proceso mediante el cual un elemento electrónico tiene la misión de amplificar señales de bajo nivel (como micrófonos) a niveles más altos.
- **Procesador:** El procesador es el cerebro del sistema de audio, ya que es el encargado de controlar y procesar los niveles de micrófono y convertirlos en niveles adecuados de salida de línea. El procesador tiene funciones que ayudan a mejorar la calidad del audio, entre las cuales podemos encontrar la cancelación de ecos, eliminación de ruidos, supresión de frecuencias no deseadas, etc.
- **Amplificador:** “El amplificador de potencia es el elemento encargado de amplificar la señal de nivel medio, o de línea, al nivel necesario para poder mover un altavoz. El factor de amplificación de esta etapa es mucho mayor que el de la etapa anterior

(preamplificación), siendo el nivel de señal de salida muy alto. Hay que tener en cuenta que esta señal eléctrica es la que el altavoz convertirá en señal acústica y hará que se escuche al nivel deseado.

- **Altavoz:** Finalmente, como ya hemos explicado, el altavoz es el transductor encargado de convertir la señal eléctrica en señal acústica. Más adelante, se explicará con más detalle cómo funcionan” (El sistema de audio básico).

Conceptos de electricidad

A continuación, se estudiarán los conceptos de electricidad y electrónica que son importantes conocer para que al lector y diseñador se le faciliten la comprensión de los temas y aspectos técnicos que se mencionarán más adelante y así saque el mejor provecho. Se omiten los temas básicos, pero se recomienda retroalimentarse con otras fuentes confiables.

Circuito eléctrico

“Un circuito eléctrico es una combinación de elementos conectados para formar una trayectoria completa por la cual los electrones pueden moverse. La finalidad de un circuito es hacer uso de la energía de los electrones en movimiento. Por lo tanto, un circuito es también un sistema de elementos o componentes con el cual la energía eléctrica puede cambiarse a otras formas de energía, como térmica, luminosa o magnética.

Elementos de un circuito eléctrico

Un circuito completo básico consta de cuatro elementos:

- 1) *Fuente de energía.* La fuente de energía en un circuito produce la fuerza que origina que los electrones se muevan. En electricidad, esta fuerza es llamada voltaje o fuerza electromotriz. La unidad básica de fuerza es el volt. El flujo de electrones se denomina corriente. Las fuentes de energía más usadas en circuitos eléctricos son las celdas químicas y los generadores electromecánicos. Estos dispositivos realizan el trabajo necesario para mover a los electrones a través de los elementos del circuito.
- 2) *Conductores.* Los conductores en un circuito proporcionan una trayectoria fácil por la cual los electrones pueden moverse a través del circuito. El cobre es el material conductor más comúnmente empleado, ya sea en forma de alambre, barras o canales.

El alambre de cobre puede estar des nudo o cubierto con algún tipo de material aislante. El aislamiento impide que los electrones se muevan fuera del alambre.

- 3) *Carga*. La carga es el elemento de un circuito que transforma la energía de los electrones en movimiento (trabajo). Una bocina es un circuito de carga.
- 4) *Dispositivo de control*. Un sencillo dispositivo de control del circuito es el interruptor mecánico de pared. Éste permite abrir o cerrar un circuito. Cuando el interruptor está en posición de "encendido", actúa como conductor para mantener en movimiento a los electrones a lo largo del circuito. Cuando el interruptor está en la posición de "apagado", la trayectoria del circuito se interrumpe. Además de los familiares interruptores de apagado y encendido, otros dispositivos como los relevadores pueden proporcionar una acción de conmutación y control del flujo de electrones en un circuito.

Ley de Ohm

Los componentes de un circuito eléctrico se miden en unidades: voltaje, corriente y resistencia, los cuales tienen una relación que se muestra en la ley de Ohm. Estos conceptos deben dominarse, por eso se sugiere su estudio en otras fuentes ya que en este trabajo no se profundizará en ellos, solo se tomarán las ecuaciones.

$$I = \frac{V}{R} \text{ ----- Ecuación 3.6}$$

Donde:

I = Intensidad o corriente y se mide en amperios (A)

V = Voltaje o tensión y se mide en voltios (V)

R = Resistencia y se mide en ohms (Ω)

Potencia eléctrica

La potencia eléctrica se define como la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo. La unidad básica de potencia es el watt (W) y su definición está relacionada con la tensión aplicada y la intensidad que circula por un circuito” (Buban & L. Schmitt, 1983). Por lo tanto, la potencia eléctrica o ley de watt se puede expresar con la siguiente fórmula:

$$P = V * I \text{ ----- Ecuación 3.7}$$

Donde:

P = Potencia eléctrica, se mide en watts

V = Voltaje o tensión, se mide en volts

I = Intensidad de corriente eléctrica, se mide en amperios

Relación entre la ley de Ohm y la potencia eléctrica

Ya que la ecuación de la ley de Ohm y la fórmula de la potencia eléctrica (ley de Watt) tienen unidades en común, pueden relacionarse unas con otras y sustituirse para obtener fórmulas que permita calcular cualquier unidad combinando dos.

Fuente de tensión ideal

“La fuente de tensión es un componente en los circuitos eléctricos que produce una tensión entre sus terminales. La fuente es ideal cuando dicha tensión es constante independientemente de lo que se conecte. De hecho, no existen las fuentes ideales, pero algunas fuentes, como la línea domiciliaria 127/220 V y las baterías de autos se aproximan bastante” (Miyara, 1999).

Existen dos tipos de fuentes de tensión: las fuentes constantes: corriente continua (figura 3.8) y las fuentes variables: corriente alterna (figura 3.9).

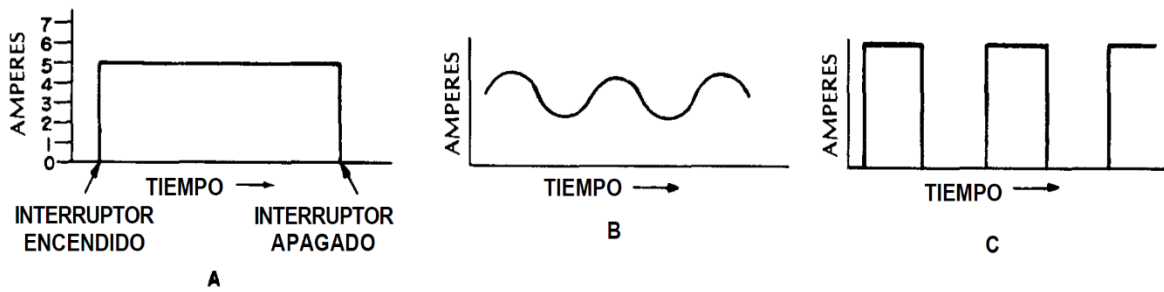


Figura 3.8 (A) corriente continua constante; (B) corriente continua variable; (C) corriente continua pulsante

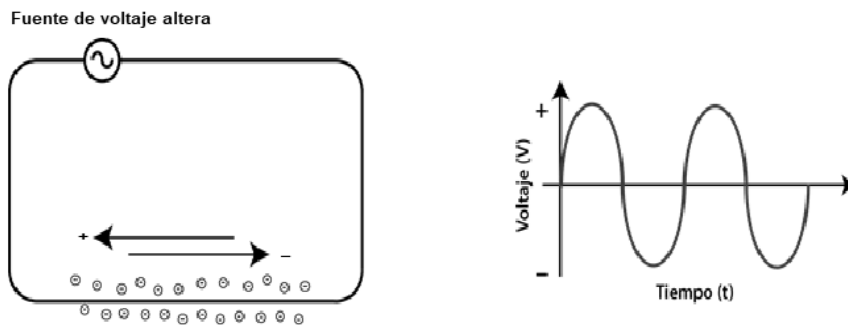


Figura 3.9 La polaridad del voltaje en un circuito de C.A. cambia en intervalos regulares

Microfonía

Una videoconferencia sin sonido no es capaz de transmitir ningún mensaje; he ahí la importancia de tener un sistema de audio.

El elemento encargado de captar el mensaje de la fuente es el micrófono; su función es la de un transductor, es decir, transforma una energía (acústica) en otra (eléctrica).

“El micrófono se encarga de transformar las vibraciones sonoras que produce la voz en electricidad. Esto se logra a través de un diafragma que se encuentra dentro del micrófono, que es una membrana similar al tímpano de nuestros oídos.

Partes de un micrófono

Pero, ¿cómo se realiza el proceso de transformación del sonido? Para poder entender la función del micrófono, es necesario conocer cada una de las partes que la conforman; las cuales son las siguientes (figura 3.10).



Figura 3.10 Partes que componen un micrófono

1. **Diafragma:** Es la parte más delicada de un micrófono. El diafragma es una membrana que recibe las vibraciones de la voz y está unido al sistema que transforma estas ondas en electricidad.
 - **Transductor (bobina):** Funciona como micro-generadores eléctricos. Genera corriente a partir del movimiento de una bobina en un campo magnético.
 - **Carcasa:** Es la cubierta de los componentes del micrófono. Los hay metálicos tanto como de plástico.
 - **Rejilla:** Es el elemento que se encarga de proteger al diafragma de los golpes.
 - **Conector:** El conector es el encargado de llevar la señal eléctrica hacia el preamplificador o directamente al DSP. Por lo general son conectores tipo XLR u otro tipo de jack. Cabe señalar que en los micrófonos inalámbricos se usan transmisores RF (Radio Frecuencia) para enviar y recibir la señal y así evitar el uso de cables” (García Gago, 2013).

Características principales de un micrófono

Existen características que distinguen los tipos de micrófonos. Como diseñador de un sistema de audio en una sala de videoconferencias, se debe comprender cada una de ellas, ya que serán de guía al momento de elegir qué micrófono utilizar.

- **Patrón polar (direccionalidad):** Es la capacidad del micrófono de captar el sonido en determinadas direcciones. La sensibilidad de un micrófono varía según el ángulo de donde capta el sonido respecto a su eje (figura 3.11). Los diversos patrones polares se estudiarán más adelante.

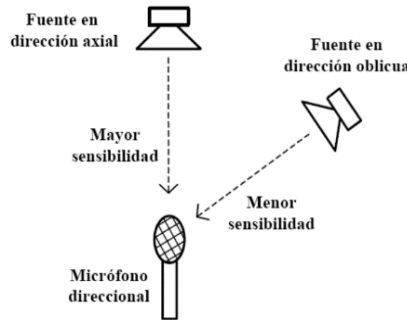


Figura 3.11 Efecto sobre la sensibilidad de un micrófono

- **Sensibilidad:** Indica la cantidad de señal eléctrica (voltaje) que es capaz de proporcionar un micrófono al recibir 1 Pascal de nivel de presión sonora (94 dB SPL). Dicho en otras palabras, la sensibilidad indica la eficiencia con la que un micrófono transforma la presión sonora en electricidad (audio-technica.com). Esta es una característica importante, ya que permite saber la precisión del micrófono al captar las señales.

De manera general, al momento de elegir un micrófono se debe considerar lo siguiente:

- En los casos que se tengan fuentes de alta presión sonora se recomienda elegir un micrófono poco sensible.
- Para fuentes de baja presión se recomienda el uso de micrófonos muy sensibles.

¿Por qué estas recomendaciones?

Si se tiene una fuente sonora alta y el micrófono es de alta sensibilidad, este captará además de la señal deseada, el ruido. Y al momento en que esta señal sea enviada al preamplificador para aumentar el nivel de ganancia, también aumentará el ruido de fondo. Por esta razón es recomendable elegir un micrófono poco sensible para fuentes de alta presión sonora, ya que captará los ruidos más fuertes que, por lo general, es la

señal deseada. En el caso de fuentes de baja presión, se recomienda el uso de micrófonos más sensibles. Por lo general este tipo de micrófonos se utilizan en espacios donde el ruido es menor (como estudios de grabación, salas de juntas, cabinas de radio, etc.), ya que, aunque la señal sea débil, el micrófono proporcionará una buena salida hacia el preamplificador. Al momento que sea aumentado el nivel de ganancia no captará mucho ruido de fondo, debido a que es casi nulo en el espacio donde se usa este tipo de micrófonos.

“Normalmente la sensibilidad de un micrófono se mide en dB_{SPL} (decibelios referenciados a nivel de presión sonora) referidos a $1\text{V}/\text{Pa}$. También se expresa a veces en mV/Pa y en $\text{mV}/\mu\text{bar}$, siendo $1\text{mV}/\mu\text{bar}=10\text{mV}/\text{Pa}$ ” (Aranda, 2001).

Pero al momento de adquirir un micrófono y preguntar por su sensibilidad, o buscar el valor en la ficha técnica, casi siempre se recibirá la respuesta en dB. Por lo que en caso de que el micrófono indique la sensibilidad en dB, pero el usuario requiera el valor en mV/Pa se puede hacer la conversión con la siguiente fórmula.

$$1 \frac{\text{mV}}{\text{Pa}} = -60 \text{ dB} \text{ ----- Ecuación 3.8}$$

El rango de sensibilidad recomendado en un micrófono comprende entre -60 y -40 dB (audio-technica.com); o expresado en voltaje, se encuentra entre 1mV y 10mV .



Figura 3.12. Rango de sensibilidad recomendado en un micrófono

Como se puede apreciar en la figura 3.12, la sensibilidad de un micrófono se representa con números negativos. También se observa que entre más se acerque a 0 dB mayor será la sensibilidad; por ejemplo; se puede decir que un micrófono de -48 dB es más sensible que uno de -55 dB.

- **Respuesta en frecuencia:** Esta característica está ligada con la sensibilidad. Es una gráfica (figura 3.13) que indica el nivel con el que el micrófono capta el sonido para cada frecuencia, es decir, muestra como varía la sensibilidad de un micrófono según la frecuencia audible captada.

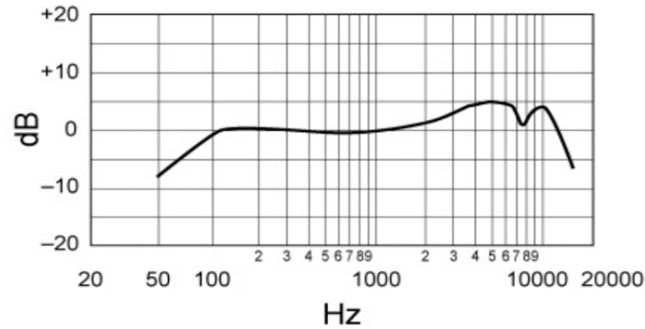


Figura 3.13 Curva de respuesta en frecuencia de micrófono Shure SM58

- **Impedancia:** La impedancia en un micrófono es una propiedad vinculada con su modelo eléctrico; esta se mide en Ohmios (Ω) y está compuesta por una fuente de tensión y una impedancia (3.14).

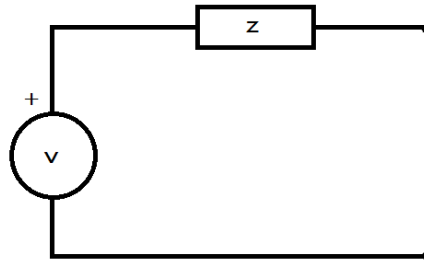


Figura 3.14 Modelo eléctrico de un micrófono, formado por una fuente de tensión V y una impedancia Z

Los micrófonos son clasificados según su impedancia:

- Micrófonos de baja impedancia: 50 – 1 000 ohmios.
- Micrófonos de media impedancia: 5 000 – 15 000 ohmios.
- Micrófonos de alta impedancia: Más de 20 000 ohmios.

Los micrófonos más habituales son los de baja impedancia, considerados hasta unos 500 ohmios (Miyara, 1999). Hoy en día prácticamente nadie usa micrófonos de alta impedancia.

“La diferencia entre uno y otro radica en que a la hora de conectar un cable para unirlo a la matrix mixer (mezcladora) o al amplificador, los de baja impedancia son menos ruidos, ya que al oponer poca resistencia a la corriente que circula, permiten utilizar cables de casi cualquier longitud con muy pocas pérdidas; mientras que los de alta impedancia al restringir en mayor cantidad el paso de la corriente, se recomienda no usar cables muy largos (mayores a 6 metros), ya que esto causará pérdidas en el nivel de salida.

El nivel de salida en micrófonos de baja impedancia, es en general, muy pequeño (algunos μv hasta unos 100 mv).

- **Dinámica:** Es la diferencia que existe entre el sonido más débil que se transforma en señal eléctrica en el micrófono, y el sonido más fuerte que se traduce en señal eléctrica sin distorsión.
- **Relación señal ruido:** En los micrófonos existen dos formas de producción de ruido; la más evidente es la captación de ruido ambiental, la otra forma es el ruido eléctrico, que es característico de cualquier sistema eléctrico-electrónico. El ruido eléctrico es intrínseco del micrófono y aparecería aun ubicándolo en una cámara anecoica. Este ruido puede reducirse (pero no eliminarse) realizando un diseño del micrófono de modo que posea muy baja impedancia (100 Ω , por ejemplo) y además utilizando materiales de gran calidad en su fabricación.

Existen dos formas de especificar el ruido eléctrico; la primera consiste en asociarlo a un nivel de presión sonora equivalente, la segunda a través del concepto de relación señal/ruido.

La relación señal ruido (SNR, por sus siglas en inglés) representa la diferencia entre el nivel de presión sonora (SPL) que soporta el micrófono y el nivel de ruido propio, y a menudo se expresa en dB:

$$\frac{S}{R} = 20 \log_{10} \frac{\text{señal}}{\text{ruido}} [\text{dB}] \text{ ----- Ecuación 3.9}$$

Cuanto mayor sea el nivel de presión sonora soportado y menor el ruido propio, mejor será la relación señal ruido. Por el contrario, si el SPL soportado es menor y el ruido propio aumenta, la relación SNR será menor.

Dicho de otra manera: cuanto mayor sea la relación señal ruido, se tendrá más claridad al momento de captar un sonido y viceversa. La SNR también indica qué porcentaje de la señal SPL está por encima del ruido de fondo. Si existe una SPL de 120 dB y un ruido propio en el micrófono de 40 dB, la relación señal/ruido será de 80 dB. Para una señal de 100 dB una relación señal/ruido de 80 dB es muy buena y 70 dB es buena” (García López, 2019).

- **Saturación:** Se presenta cuando el nivel de presión sonora es mayor al que puede captar el micrófono y, por lo tanto, la señal de salida se satura, es decir, aunque haya aumento de presión sonora en la entrada, no lo habrá en la salida. Cuando el micrófono no produce ninguna salida a pesar de que capte una señal, se dice que está saturado.

Clasificación de los micrófonos

Los micrófonos se suelen clasificar dependiendo sus características. Se dividen principalmente según su patrón polar y su respuesta en frecuencia; asimismo existe otra forma de clasificación, que es según su tipo de transductor. A continuación, se mencionarán cada una de ellas.

Micrófonos por tipo de transductor

La sociedad internacional de medición y control ISA-EE. UU., define un transductor como un dispositivo electrónico de detección que convierte un fenómeno físico en una señal de salida eléctrica, neumática o hidráulica (Renganathan). En este caso, la forma en que el micrófono transforme la señal acústica en eléctrica (voltaje) dependerá del tipo de transductor que este tenga, los cuales se clasifican en:

Micrófonos dinámicos. También llamado de bobina móvil, es el tipo de micrófono más utilizado; normalmente se usan en lugares de espacio amplio. Por su diseño, se puede identificar de fácil manera, ya que es el típico micrófono de mano presente en casi todas partes.

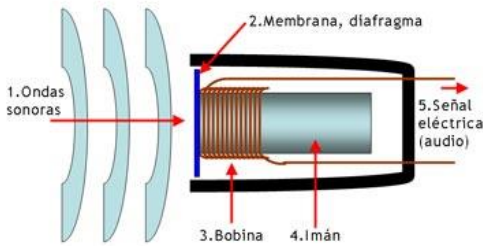


Figura 3.15. Partes de un micrófono dinámico



Figura 3.16. Micrófono dinámico Shure SM58

Estos micrófonos captan las ondas sonoras a través del diafragma (figura 3.15), para así generar una corriente eléctrica a través del movimiento de una bobina. Son más robustos y simples que el micrófono de condensador, por esto mismo son más baratos. Además, soportan altos niveles de presión sonora y son muy resistentes a la humedad, a las altas temperaturas y sobre todos a los golpes (audio-technica.com).

Una de las características principales que se debe conocer es que estos micrófonos generan su propia corriente, es decir, no necesitan baterías ni ninguna fuente de energía externa (micrófono pasivo) para poder funcionar más que la recibida cuando este se conecta al amplificador, o mezcladora. Un ejemplo de este micrófono es el Shure SM58 (figura 3.16).

Micrófonos de condensador. “También conocidos como micrófonos de capacitador, normalmente son catalogados como micrófonos de uso profesional, ya que son muy sensibles y captan el sonido de forma más suave y natural. Son utilizados principalmente para grabación de audio en estudio. Funcionan con base al cambio de capacitancia entre 2 placas cargadas eléctricamente (figura 3.17). Todos los micrófonos de condensador requieren de alimentación fantasma (phantom power) para cargar las placas y los preamplificadores internos; dicha alimentación es una corriente continua (C.C.) normalmente entre 12 y 48 volts. La alimentación de 48 volts es la más común, generalmente suministrada por los amplificadores o mezcladoras de audio y si es el caso, por el DSP” (García Gago, 2013).

Cabe señalar que estos micrófonos son muy sensibles a los golpes y a la humedad. No es recomendable darle golpes, ya que esto puede provocar que se dañe el diafragma. La figura 3.18 muestra un ejemplo de un micrófono de condensador.

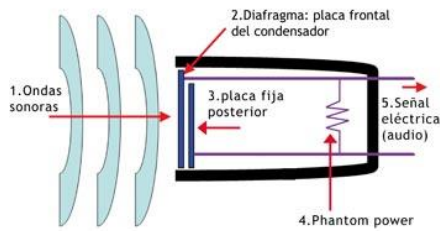


Figura 3.17 Partes de un micrófono de condensador



Figura 3.18 Micrófono de condensador Shure PGA27

Micrófonos de cinta: “Es un tipo de micrófono micro-dinámico que usa una fina película o cinta en forma de zigzag conductora de la electricidad, está colocada entre los polos de un imán (figura 3.19). Las ondas de presión hacen vibrar la cinta dentro del campo magnético, generándose en ella una tensión cuya amplitud y frecuencia es proporcional a la velocidad y frecuencia de la onda de presión. Los micrófonos de cinta son habitualmente bidireccionales. Capturan el sonido procedente de delante del micro y de la parte trasera, pero no de los lados (ángulo de 90°). Se pone como ejemplo la figura 3.20.

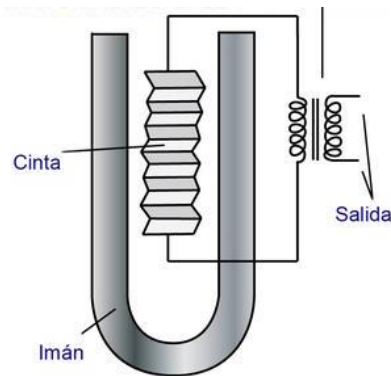


Figura 3.19 Partes de un micrófono de cinta



Figura 3.20 Micrófono de cinta Rover R-121

Micrófonos piezoeléctricos: También llamados micrófonos de cristal. Se basan en la característica de cristales, como el cuarzo, de generar una tensión eléctrica cuando sus láminas se deforman al recibir la presión de las ondas sonoras (figura 3.21). Esta propiedad recibe el nombre de *efecto piezoeléctrico*. Un ejemplo es el micrófono Shure MX393/C de la figura 3.22.

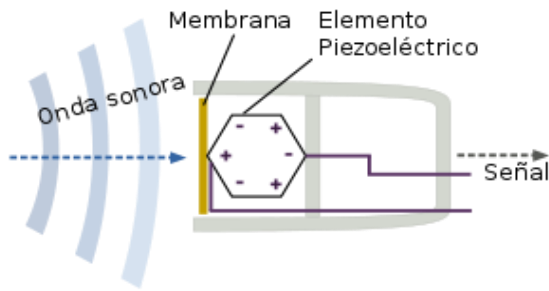


Figura 3.21 Partes de un micrófono piezoeléctrico



Figura 3.22 Micrófono piezoeléctrico de superficie Shure MX393/C

Micrófonos electret: Se parecen mucho a los de condensador, pero no necesitan polarización externa (phantom power) ya que “la traen de fábrica”. El diafragma actúa como una de las paredes del condensador (figura 3.24), es una lámina que durante su construcción es cargada con energía eléctrica, es decir, polarizada. Esta lámina lleva el nombre de electret o electrodo laminar” (García Gago, 2013). Debido a su pequeño tamaño, estos micrófonos se usan en grabadoras portátiles, celulares o micrófonos de computadoras (figura 3.24).

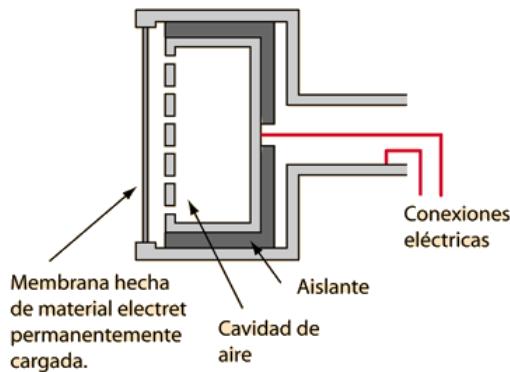


Figura 3.23 Partes de un micrófono electret



Figura 3.24 Micrófono electret

Micrófonos inalámbricos: Cualquiera de los micrófonos mencionados anteriormente puede ser un micrófono inalámbrico; la diferencia radica en que el micrófono inalámbrico no necesita cables (conectados directamente a él) para para transmitir la señal. La gran ventaja de estos micrófonos es que dan flexibilidad, libertad y dinamismo al usuario, es por eso que son muy utilizados en casi cualquier espacio, no sólo en una sala de videoconferencias.

¿Cómo funcionan?

Al no tener una conexión a través de cables, este micrófono funciona con el principio de radio frecuencia (RF); prácticamente es una pequeña emisora de radio. Las señales de audio son enviadas de forma inalámbrica (por el aire) desde un transmisor hacia un receptor (figura 3.25). Los receptores inalámbricos procesan las señales enviadas desde un micrófono (de cualquier tipo) y las convierten en una señal eléctrica. Esa señal es enviada después a través de un cable al amplificador o mezcladora (mixer).

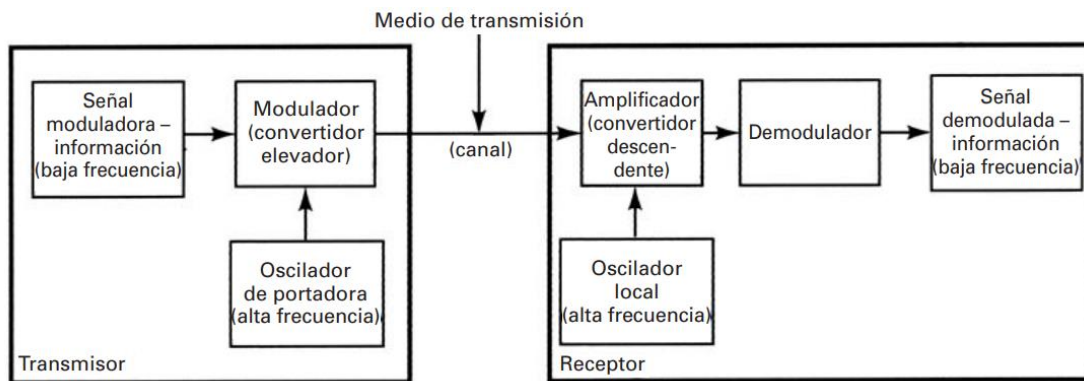


Figura 3.25 Diagrama a bloques de un sistema de transmisión RF

La transmisión RF también está expuesta a interferencias y ruidos, por lo que para transmitir una señal se debe encontrar una región del espectro electromagnético libre. Cada micrófono necesita un espacio del espectro, por lo que la cantidad de micrófonos inalámbricos que se pueden utilizar está limitada por la eficiencia espectral.

El principio para transmitir una señal inalámbrica se llama **modulación**, la cual Wayne (Tomasi, 2003) menciona que “es un proceso que tiene por finalidad modificar alguna característica de la denominada onda portadora, tomando como referencia la forma de la señal que se tiene como información. La característica que cambia en la onda denominada portadora, puede ser la amplitud, la frecuencia o la fase y la señal que se toma como referencia puede ser de audio o video”.

Dicho de otra forma, La modulación es el proceso de transformar información de su forma original a una forma más adecuada para la transmisión.

Los dos tipos básicos de modulación son analógicos (las dos más conocidas y usadas son la modulación en amplitud AM y la modulación en frecuencia FM) y digital, aunque en este documento no se profundizará en su estudio, se sugiere el dominio de los conceptos.

La modulación digital trae muchas ventajas frente al AM y FM: Mayor rango dinámico, mejor respuesta en frecuencia, mayor eficiencia espectral y ofrece la posibilidad de encriptar la señal.

Número de canales: De modo general el número de canales de un micrófono inalámbrico varía según a eficiencia espectral del sistema, la cantidad de ruido en el espectro. (Shure, 2022)

Un ejemplo de micrófonos inalámbricos es el sistema Shure PGXD24 (figura 3.26). Los sistemas inalámbricos Shure, hoy en día, realizan transmisión con modulación digital.



Figura 3.26 Sistema de micrófono inalámbrico digital Shure PGXD24/BETA58A

Micrófonos por tipo de patrón polar (direccionalidad)

El patrón polar de un micrófono es su sensibilidad para captar el sonido con relación a la dirección o ángulo del que procede, o dicho de una forma más fácil, es la calidad con la que el micrófono "escucha" el sonido procedente de distintas direcciones. (Shure.es, 2019)

Algunos patrones de direccionalidad son: omnidireccional, bidireccional, cardioide, súper cardioide, híper cardioide.

Patrón polar omnidireccional: Este micrófono capta el sonido procedente de todas las direcciones, por eso se dice que su ángulo de captación es de 360° (figura 3.27). Esto quiere decir que no importa la orientación que tenga el micrófono respecto a la fuente de sonido, la presión sonora será la misma en toda la membrana.

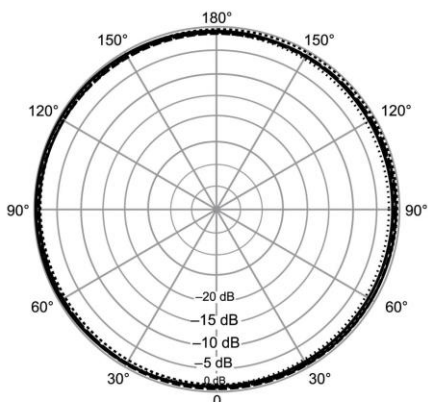


Figura 3.27 Diagrama polar de un micrófono omnidireccional



Figura 3.28 Micrófono omnidireccional Shure SM63

Patrón polar bidireccional: Estos micrófonos captan el sonido en la parte frontal y en la parte trasera, pero lo rechazan a los lados. El ángulo de captación del sonido de estos micrófonos es de 90° (figura 3.29).

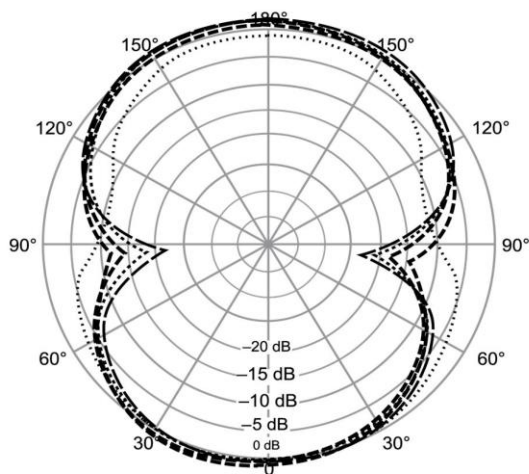


Figura 3.29 Diagrama polar del micrófono bidireccional



Figura 3.30 Micrófono bidireccional Rode K2

Patrón polar cardioide: Un micrófono cardioide tiene la máxima captación del sonido en su parte frontal y la mínima en la parte trasera, por lo tanto, su ángulo de captación es de 130° (figura 3.31).

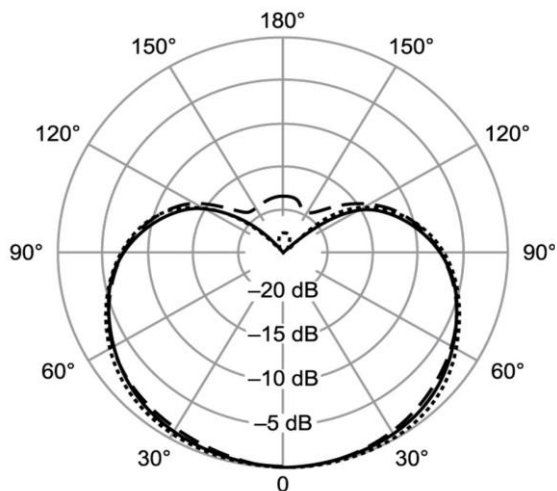


Figura 3.31 Diagrama polar del micrófono cardioide



Figura 3.32 Micrófono cardioide Audio-Technica AT-2020USB

Patrón polar supercardioide: Los micrófonos súper cardioides ofrecen un patrón de captura más estrecho que los cardioides y tienen un gran nivel de rechazo del ruido de ambiente. Su ángulo de captación es de 115° (figura 3.33). Se utilizan para grabar de video con sonido en exteriores, por ejemplo, en estadios.

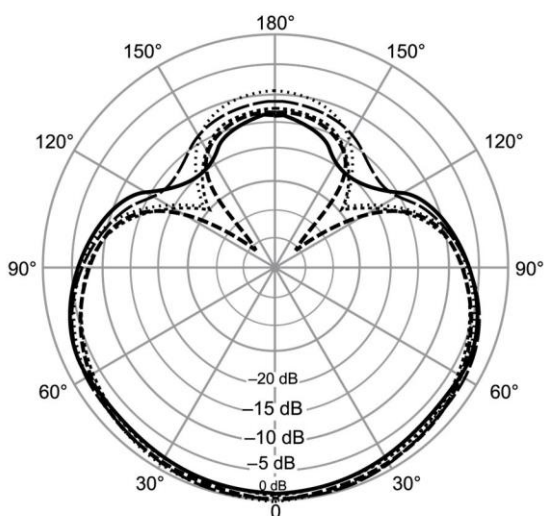


Figura 3.33. Diagrama polar del micrófono supercardioide



Figura 3.34. Micrófono supercardioide Rode NTG2

Patrón polar hipercardioides: Los micrófonos hipercardioides prácticamente son iguales a los supercardioides, ya que lo único que los diferencia es su ángulo de captación, siendo el del hipercardioides más estrecho e igual a 105° (figura 3.35).

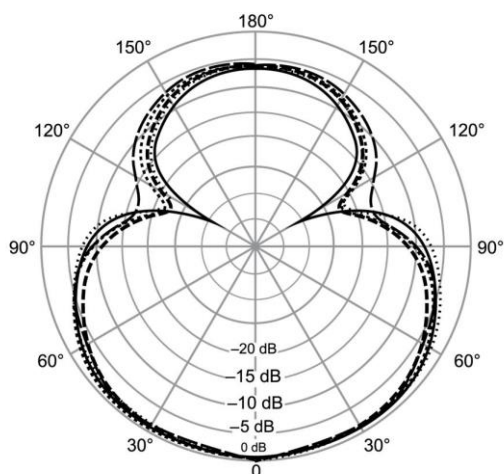


Figura 3.35 Diagrama polar del micrófono hipercardioides



Figura 3.36 Micrófono supercardioides Sennheiser MKH-416

La tabla 3.1 muestra la comparación de las características de cada uno de los patrones antes mencionados.

Tabla 3.1 Patrones de cobertura de micrófonos.

Características	Micrófono Omnidireccional	Micrófono Bidireccional	Micrófono Cardioides	Micrófono Supercardioides	Micrófono Hipercardioides
Ángulo de cobertura	360°	90°	130°	115°	105°
Ángulo de máximo rechazo	0°	90°	180°	125°	110°
Rechazo posterior (relativo al frente)	0 dB	0 dB	25 dB	12 dB	6 dB
Sensibilidad al sonido ambiente	100%	33%	33%	27%	25%

¿Cómo elegir el tipo de micrófono según su patrón polar?

Por lo visto anteriormente, se puede elegir un micrófono según la forma en que se quiera captar el sonido. Para eso es necesario tomar en cuenta la situación en la que se usará, ya que, por ejemplo, no se requiere el mismo patrón polar para captar el sonido en una cabina de grabación que para un concierto; o para una fuente de sonido en movimiento que para fija; es ahí donde la persona encargada de hacer la propuesta de los micrófonos debe de tomar en

cuenta dichas situaciones. A continuación, se mencionarán algunos escenarios en donde se pueden usar los micrófonos antes mencionados según su patrón polar.

- **Micrófono omnidireccional:** Estos micrófonos son los indicados para captar una fuente de sonido en movimiento, ya que no importando de donde provenga el sonido, este lo captará de la misma manera. También se usan para grabar una fuente de sonido amplia o múltiples fuentes de sonido; como su ángulo de captación es de 360° tienen la ventaja de captar todas las fuentes de su alrededor de la misma forma.
- **Micrófono bidireccional:** re el sonido que provienen de sus laterales y en cambio lo captan de su parte delantera y trasera. Esta característica es idónea cuando se requiere captar el sonido de dos personas que se encuentran de frente; por ejemplo, dos locutores en una cabina de radio o en una grabación a dueto de dos cantantes.
- **Micrófono cardioide:** captan el sonido en la dirección a la que apuntan (frente) e ignora lo demás. Es usado generalmente en grabaciones de voces, por ejemplo, en conciertos se requiere la máxima captación de la voz del cantante y es necesario rechazar lo mejor posible el ruido de fondo. También son utilizados en estudios de grabaciones, cuando se requiere captar la voz y el sonido de cada uno de los instrumentos por separado (Shure.es, 2019).
- **Micrófono supercardioides e hipercardioides:** Además de captar el sonido frontal, también captan algo de señal procedente de la parte trasera. Estos son adecuados para captar una señal de forma individual en entornos con mucho ruido. La aplicación de estos se puede encontrar principalmente en el uso de cámaras de cine o de TV.

Aplicación del patrón polar

En resumen, conocer el patrón polar de un micrófono es de gran utilidad al momento de elegir uno, ya que esto puede ayudar a evitar la captura de ruidos o fuentes no deseadas además de saber si será capaz de captar o no una fuente. También permite diseñar arreglos para así evitar conflictos al momento de captar una o varias señales con uno o varios micrófonos, esto se puede ver en los siguientes ejemplos:

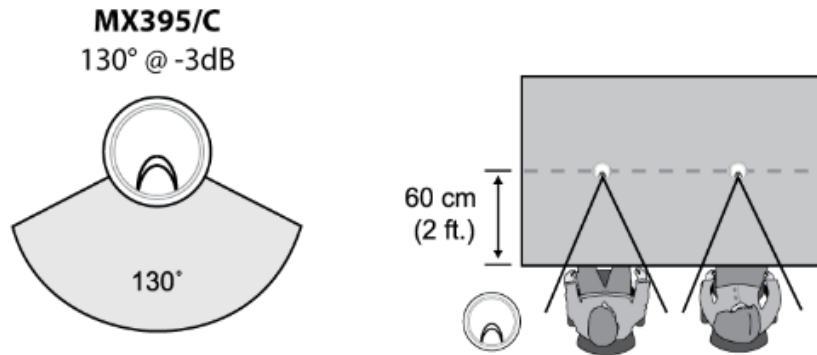


Figura 3.37 Patrón polar cardioide del micrófono Shure MX395/C y aplicación

En la *figura 3.37* se puede observar el patrón polar cardioide de micrófono MX395 de Shure. Un ejemplo de la aplicación de este tipo de patrón es cuando dos o más personas están dando una conferencia o hablando hacia una multitud. Se recomienda poner un micrófono para cada persona, ya que como se sabe, este tipo de micrófono captará la señal que tenga de frente a un ángulo de 130° y rechazará lo que tenga en la parte trasera. Esto es ideal para evitar el ruido que produzcan las personas que estén frente a los ponentes.

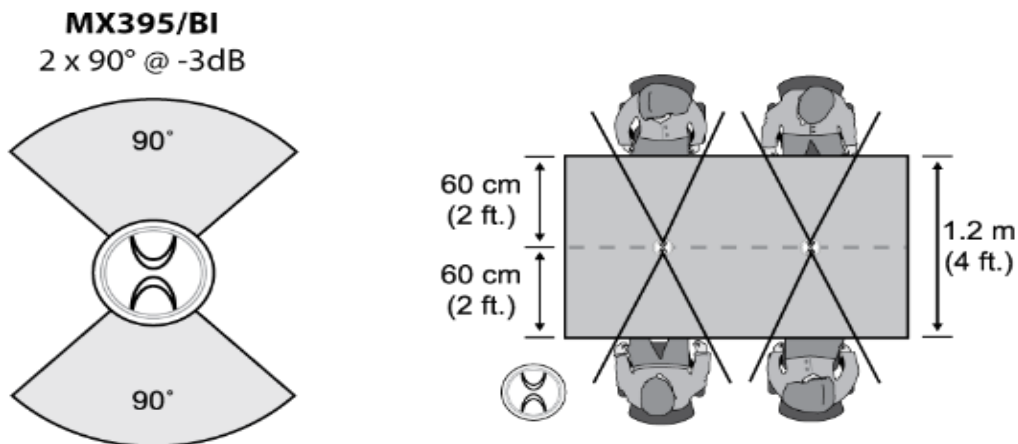


Figura 3.38 Patrón polar bidireccional del micrófono Shure MX395/BI y aplicación

Como se ve en la *figura 3.38*, utilizar un micrófono con ángulo de captación bidireccional en una sala de juntas o cualquier otro espacio donde las personas que hablen se vean de frente es la aplicación más eficaz. Este tipo de escenario es idóneo, ya que con un solo micrófono se puede captar la voz de dos personas.

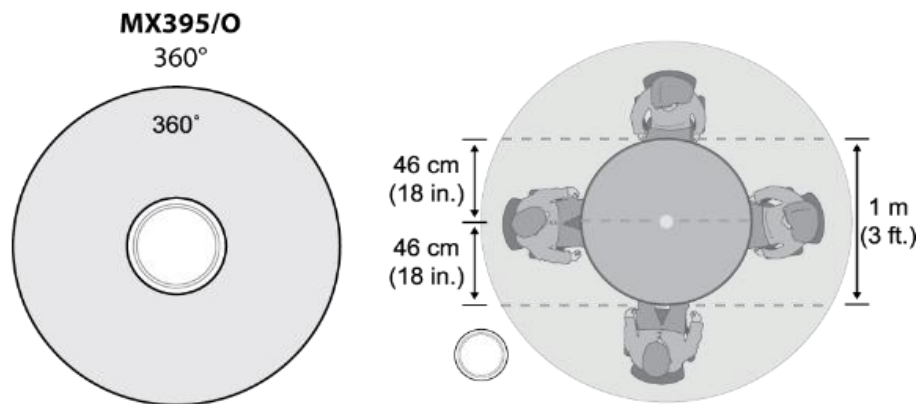


Figura 3.39 Patrón polar omnidireccional del micrófono Shure MX395/O y aplicación

Otro claro ejemplo de la aplicación del patrón polar es cuando varias personas hablan alrededor de una mesa redonda, por lo que el diseñador elegirá un micrófono omnidireccional (figura 3.39), ya que no importando dónde se sienten, el micrófono los “oír” de la misma manera a todos los participantes.

Micrófonos según su respuesta en frecuencia

Uno de los términos más utilizados en audio es la respuesta de frecuencia. “La respuesta de frecuencia de un dispositivo describe la relación entre la entrada y la salida del dispositivo con respecto a la frecuencia y amplitud de la señal. Otro término para esto es respuesta de magnitud. En su uso más común, la respuesta de frecuencia describe el rango utilizable de frecuencias de señal que el dispositivo pasará de entrada a salida” (Davis & Jones, 1989). La mayoría de los libros muestran que el rango de frecuencia que componen el espectro audible para el ser humano va de los 20 Hz a 20 KHz” (McCarthy, 2007). Por lo general, los micrófonos se dividen en dos categorías según su rango de respuesta en frecuencia, las cuales son:

1. **Respuesta en frecuencia plana.** “La respuesta en frecuencia de un micrófono se representa gráficamente mediante una curva de respuesta, la cual el fabricante debe incluir en las especificaciones del micrófono. Como muestra la figura 3.40, en este tipo de micrófonos, todas las frecuencias audibles (20 Hz – 20 kHz) tienen el mismo nivel de salida, por eso se le conoce como respuesta en frecuencia “plana”, ya que su curva de respuesta es casi una línea plana. El uso de estos micrófonos es adecuado

para aplicaciones en las que la fuente de sonido deba ser reproducida sin cambios o "coloración" sobre el sonido. Eso es bueno si está grabando instrumentos musicales o efectos de sonido, pero un micrófono con una respuesta plana generalmente no suena bien en las voces" (Rochman, 2017).

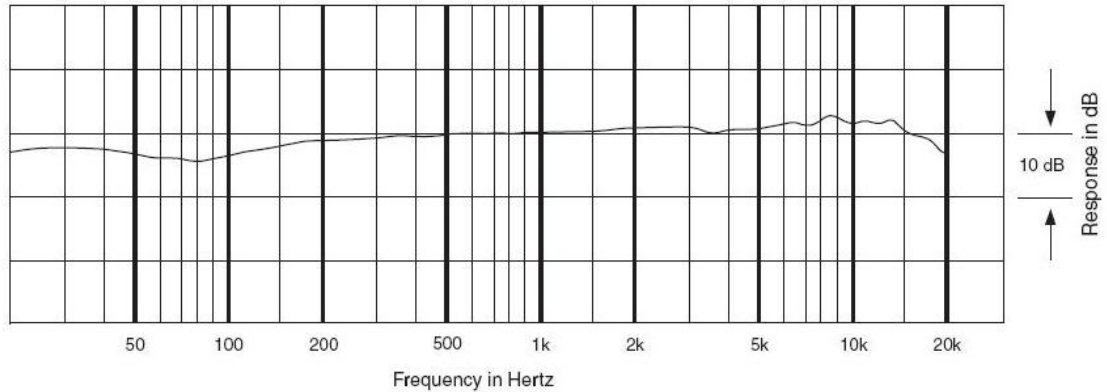


Figura 3.40. Curva de respuesta en frecuencia de un micrófono AT2020 de Audio-Technica

2. **Respuesta en frecuencia personalizada.** A diferencia de la respuesta plana, un micrófono con respuesta en frecuencia personalizada (también llamada respuesta con forma) es más sensible a unos rangos de frecuencias que a otros según su aplicación, por ejemplo, para una mejor inteligibilidad de voces en directo un micrófono puede *aumentar su presencia* en el rango de 2 KHz – 8 KHz; esto causará que en su curva de respuesta se observen picos y valles. Un ejemplo de esta respuesta en frecuencia se puede observar en la figura 3.41 (Rochman, 2017).

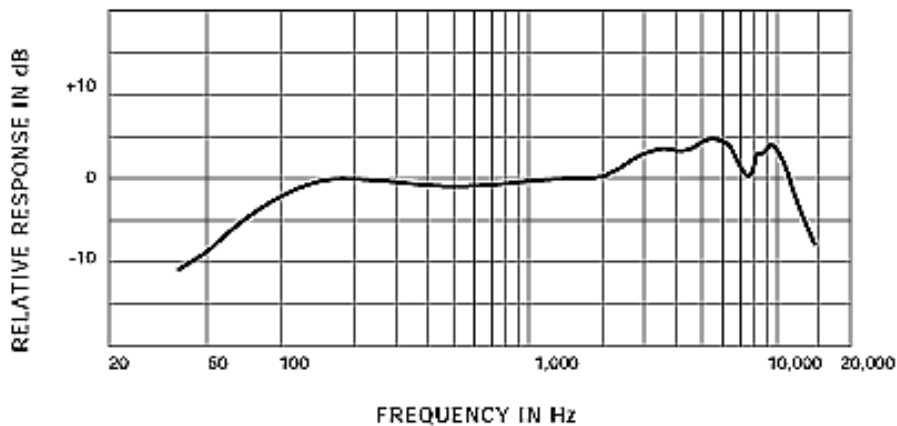


Figura 3.41 Curva de respuesta en frecuencia de micrófono SM58 de Shure

Micrófono pasivo: no necesitan una fuente de energía externa para poder funcionar.

Micrófono activo: requieren de una fuente externa para poder funcionar (usualmente baterías).

Después de conocer y estudiar los diferentes tipos de micrófonos y características de cada uno, ya se cuentan con los fundamentos para elegir de mejor manera cuál a utilizar en el diseño de una sala de juntas o en cualquier otro espacio.

Amplificadores y altavoces de audio

Anteriormente se habló del tema de la microfonía, que, como se mencionó es de vital importancia al momento de diseñar un sistema de audio, ya que es la parte encargada de captar la señal (sonido) proveniente de la fuente.

También se estudió que existen otros elementos que componen el sistema de audio, estos son los altavoces y los amplificadores. En esta sección se estudiarán los distintos tipos de altavoces que se pueden utilizar, las diferentes formas de conexión y sobre todo conocer cómo calcular un arreglo de altavoces. Asimismo, se abordarán los conceptos y requerimientos.

Amplificadores

“El amplificador es el primer bloque procesador de señal *puramente eléctrico*. Su finalidad es aumentar el nivel de las señales provenientes de generadores de bajo nivel, como los micrófonos, hasta alcanzar un nivel apto para determinada aplicación, como puede ser excitar un parlante o caja acústica (mejor conocido como altavoces). La idea de la amplificación es sumamente recurrente en la electrónica, y aunque tal vez no lo parezca a primera vista existen amplificadores en todos los dispositivos o equipos electrónicos, tales como relojes digitales, controles remotos, computadoras, teléfonos celulares, etc.; pero para el interés de este tema, la aplicación principal de los amplificadores será para señales de audio” (Miyara, 1999).

Clasificación de los amplificadores

“Los amplificadores se clasifican según la señal que pueden manejar a la entrada. Por esto, existen los preamplificadores (amplificadores de bajo nivel) y los amplificadores de potencia

(amplificadores de alto nivel). La función de los preamplificadores es llevar las señales de bajo nivel a nivel de línea, que es el nivel estándar que manejan las entradas y salidas de las consolas de mezcla (matrix mixer). Por el contrario, los amplificadores de potencia reciben la señal de nivel de línea a su entrada y lo amplifican hasta el nivel de potencia” (Davis & Jones, 1989).

En la actualidad, los preamplificadores vienen normalmente incorporados en los equipos o consolas generadoras de señal, por esto, el usuario no puede controlarlos. Por otro lado, los amplificadores de potencia pueden ser controlados por el usuario; por lo que es sumamente necesario tener un buen conocimiento técnico para la correcta manipulación de sus características.

La comprensión completa de la función y la aplicación de los amplificadores de potencia requiere un dominio de los conceptos de potencia eléctrica y su relación con el voltaje, la resistencia o la impedancia y la corriente. Estas relaciones se establecen en la Ley de Ohm, una de las ecuaciones fundamentales más importantes en la física eléctrica y, por lo tanto, en el audio. Debido a que también se recomienda tener un buen dominio de los conceptos relacionados con los amplificadores; se describen algunos a continuación.

Características de los amplificadores

Ganancia

“Se ha mencionado que la función principal de un amplificador de audio es incrementar la potencia de una señal de entrada. Pero ¿qué significa precisamente esto?

Como se puede ver en la figura 3.42, la señal pequeña que se quiere amplificar se aplica entre dos terminales llamados de entrada (fuente), y la señal ya amplificada se obtiene entre otros dos terminales denominados de salida (carga).

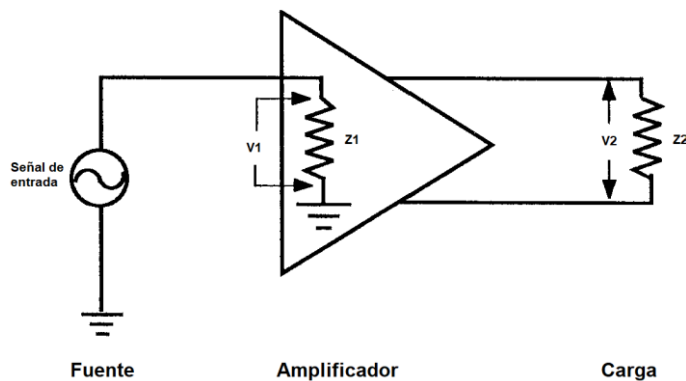


Figura 3.42 Circuito típico de un sistema de audio: una señal de entrada (fuente), un amplificador de potencia y una salida (carga)

Uno de los parámetros más fundamentales de un amplificador es la *ganancia*, o *amplificación*, que se define como el cociente entre el voltaje de salida y el voltaje de entrada (ecuación 3.10). Dicho en otras palabras, en qué proporción o razón aumenta el voltaje de salida con respecto al de entrada.

$$G = \frac{V_{salida}}{V_{entrada}} \text{ ----- Ecuación 3.10}$$

Para esta definición se ha tomado el voltaje como variable de entrada y de salida, obteniéndose por ello la ganancia de voltaje. En algunos casos (que no se analizará aquí) las variables de entrada o de salida, o ambas, son corrientes en lugar de voltaje.

La ganancia muchas veces se expresa también en decibeles (dB), y su valor se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$G|_{dB} = 20 \log_{10} G = 20 \log_{10} \frac{V_{salida}}{V_{entrada}} \text{ ----- Ecuación 3.11}$$

Ejemplo: un amplificador recibe a la entrada una señal de 200 mV y produce a la salida una señal de 15 V. Entonces, aplicando la ecuación 3.10, se tiene:

$$G = \frac{15 \text{ V}}{0.2 \text{ V}} = 75 \text{ V}$$

y en dB, se tiene:

$$G|_{dB} = 20 \log_{10}(75) = 37.5 \text{ dB}$$

Nivel de micrófono, de línea y de potencia

Una propiedad fundamental que hay que conocer sobre los amplificadores es el **nivel de señal** que estos son capaces de manejar a la entrada. Existen tres niveles de señal característicos: **bajo nivel, nivel de línea y nivel de potencia.**

Las señales de *bajo nivel*, también conocidas como nivel de micrófono, corresponden a las señales producidas directamente por los transductores, como por ejemplo los micrófonos. Las señales de *nivel de línea* son el resultado de aplicar preamplificadores a las señales de bajo nivel, pero también son señales que producen equipos como los reproductores de cd, los sintonizadores y otros instrumentos musicales electrónicos. Finalmente, el *nivel de potencia* es el nivel de señal que se requiere para excitar (hacer funcionar) los altavoces o cajas acústicas” (Miyara, 1999). En la tabla 3.2 se aprecian los voltajes de salida que producen cada tipo de amplificador según su entrada.

Tabla 3.2. Voltaje de salida según el tipo de señal

Nivel de señal	Ejemplos	Rango de Tensión (Voltaje)
Bajo	Micrófonos Fonocaptore Cabezales de reproducción magnética	$V_s < 7.75 \text{ mV}$
Línea	Preamplificadores Caseteras Reproductores de CD y DVD Entrada o salida de consola	$245 \text{ mV} < V_s < 24.5 \text{ V}$
Potencia	Amplificadores de audio de potencia	$24.5 \text{ V} < V_s$

V_s = Voltaje de salida del amplificador

Potencia de salida

“La potencia nominal de un amplificador que se especifica en un equipo (amplificador de audio) es la potencia eficaz o RMS; *esta indica la potencia que la unidad es capaz de entregar a una carga específica* (altavoz), a un nivel de distorsión específico y en un rango de frecuencia específico. Por ejemplo, la especificación de potencia para un amplificador

profesional típico que se encuentra en su hoja de especificaciones puede mostrarse de dos formas:

1. Potencia de salida = 200 W (estéreo, 8 ohms, 20 Hz - 20 kHz, 0.08% THD 2ch Drive)
2. Potencia = 280 W (mono, 6 ohms, 1 kHz, 1% 1ch Drive)

Donde: THD = Total Harmonic Distortion (Distorsión Armónica Total)

W = Watts

Si se quisiera saber cuál de los dos amplificadores es mejor, a simple vista parecería que el segundo amplificador es mucho mejor que el primero (280 W frente 200 W), cuando en realidad son las especificaciones del mismo receptor. Lo que ha variado el rango de frecuencias tomado para la medida (de 20 Hz a 20 KHz en el primer caso y una sola frecuencia, 1 kHz, en el segundo caso) la impedancia (8 ohm frente a 6 ohm) y el número de canales que se está usando, dos canales en el primero (estéreo) y un canal en el segundo (mono)” (Rodriguez, 2018).

Hay dos estándares comunes que facilitan la comparación de las clasificaciones de salida del amplificador: FTC y EIA. La norma FTC, establecida por la Comisión Federal de Comercio, requiere que se cumpla con la potencia nominal establecida por el fabricante, con ambos canales controlados, en el rango de frecuencia anunciado, generalmente de 20 Hz a 20 kHz, a una distorsión armónica total no superior (o THD). La clasificación EIA, establecida por la Asociación de Industrias Electrónicas, refleja la potencia de salida de un solo canal manejado en la banda media, generalmente 1 kHz, con un recorte de 1% de THD.

“La potencia que entrega a la salida el amplificador, como se verá después, permite calcular, en función de los datos técnicos de los altavoces o cajas acústicas, el nivel de presión sonora producido por el sistema completo” (Davis & Jones, 1989).

Respuesta en frecuencia

“Otra característica de los amplificadores es su *respuesta en frecuencia* (frequency response). Esta indica la variación de la ganancia (la relación entre el nivel de señal de entrada y el de salida, normalmente en **dB**) para el conjunto de frecuencias de funcionamiento del amplificador. Este un dato que el fabricante proporciona de dos maneras diferentes, la

primera es a través de una gráfica, como se puede observar en la figura 3.43, en donde se presenta en forma de gráfica la ganancia en función de la frecuencia. Se observa que la respuesta es razonablemente plana, sin las desviaciones características de los micrófonos, hasta las frecuencias inferior y superior de corte, donde empieza a caer.

La segunda forma es especificar los límites inferior y superior con una tolerancia, por ejemplo: 20 Hz a 20 kHz, $\pm 0.5\%$ dB. Esto significa que la respuesta entre 20 Hz y 20 kHz se mantiene casi constante, con una tolerancia de 0.5 dB hacia arriba o hacia debajo de su valor nominal. Aunque esta especificación no brinda información completa como la gráfica, en la mayoría de los casos es suficiente para seleccionar un amplificador para determinada aplicación.

Como mínimo un amplificador debe reproducir el margen de frecuencias del espectro audible. En realidad, hoy en día los amplificadores cubren ampliamente el rango de frecuencias audibles.

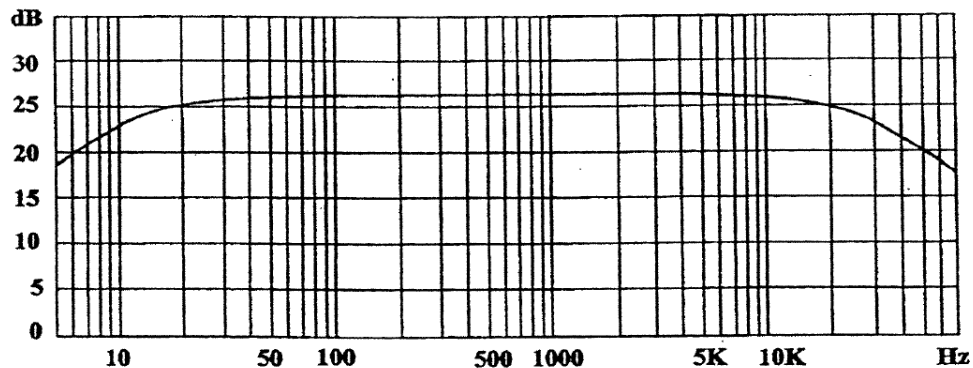


Figura 3.43 Respuesta en frecuencia de un amplificador

Sensibilidad

Se define como el valor mínimo de señal de entrada (voltaje) necesaria para producir la máxima potencia a la salida. Se puede especificar en V o en dBV. Si por cualquier circunstancia se supera el nivel de sensibilidad, se producirá saturación en la señal de salida y esto provocará que exista una distorsión cuando los altavoces reproduzcan la señal.

Distorsión

La distorsión consiste en la deformación de una señal a causa de una transferencia no lineal (señal no deseada), y tiene efectos claramente audibles. En el caso de los amplificadores siempre existe algo de distorsión. Existen dos tipos de distorsión:

1. La distorsión armónica total (total harmonic distortion), THD. Cuando a la salida del amplificador además de la señal de entrada amplificada, aparecen algunos de sus armónicos. Normalmente se expresa en %, es decir: THD %.
2. La distorsión armónica por intermodulación (intermodulation distortion), IMD. aparece cuando en la entrada de un amplificador existen señales de distinta frecuencia.

Relación señal/ruido

Sin lugar a duda, otra especificación importante de los amplificadores es su relación señal/ruido (figura 3.44), la cual se define de la misma manera que para los micrófonos, es decir, como el cociente entre el nivel de señal de salida y el nivel del ruido del propio amplificador, por lo que se utiliza la misma ecuación 3.9.



Figura 3.44 Gráfica de la relación señal ruido de un amplificador

$$S/R|_{dB} = 20 \log_{10} \frac{S}{R} \text{ [dB]}$$

Cuanto mayor sea este parámetro, menor será la cantidad de ruido que introduce el amplificador y viceversa. Al igual que en los micrófonos, el fabricante debe proporcionar cuál es el valor o el nivel de la señal utilizada (el *valor* se expresa en V, mientras que el *nivel* se expresa en algunos de los niveles referenciados, dBu o dBV). Normalmente la señal

respecto a la cual se especifica la S/R es la máxima señal, es decir, la que proporciona la máxima potencia del amplificador.

Por ejemplo, si un amplificador de 200 W tiene una relación S/R de 95 dB a máxima potencia, ¿cuál será la relación S/R cuando el amplificador esté entregando solo 10 W, es decir, una potencia 20 veces menor que la máxima? Tomando la ecuación de potencia 3.6 y 3.7:

$$V_{salida} = \sqrt{P \times R} \text{ ----- Ecuación 3.12}$$

se puede observar que, si la potencia se reduce 20 veces, entonces el voltaje se reducirá $\sqrt{20}$ veces, es decir, alrededor de 4.47 veces. Entonces la relación S/R experimentará la misma reducción, que en dB significa una reducción de $20 \log_{10} 4.47 \text{ dB}$, es decir, 13 dB. Por lo tanto, se tiene que:

$$S/R|_{10 \text{ W}} = 95 \text{ dB} - 13 \text{ dB} = 82 \text{ dB}$$

Con este resultado se puede apreciar que un mismo amplificador puede entregar distintos valores de relación S/R, ya que dependerá de la potencia que esté entregando en diferente momento.

Impedancia

La impedancia es la oposición al paso de la corriente alterna. Existen dos tipos de impedancia en un amplificador, las cuales son:

1. Impedancia de entrada: es la impedancia que se mide externamente en las terminales de entrada del amplificador. Para ver la importancia de esta especificación, es necesario observar en la figura 3.45 que entre la fuente de señal y la impedancia de entrada se forma un divisor de voltaje. Se puede plantear la ecuación del divisor de voltaje para obtener el voltaje efectivo aplicado al amplificador:

$$V_{amp} = \frac{Z_{Entrada}}{Z_{Señal} + Z_{Entrada}} V_{señal} \text{ ----- Ecuación 3.13}$$

Donde:

V señal = Voltaje de la fuente de señal

Z señal = Impedancia de la fuente de señal

Z entrada = Impedancia de entrada del amplificador

V amp = Voltaje del amplificador

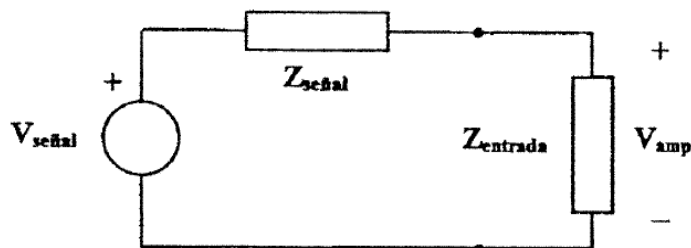


Figura 3.45. Modelo eléctrico de la conexión entre un generador de señal y un amplificador

Dándole valores a cada una de las variables, se puede ver que el voltaje real a la entrada del amplificador se reduce más mientras más pequeña sea la impedancia de entrada con respecto a la impedancia interna de la fuente de la señal. Por esto, es necesario que la impedancia de entrada sea lo suficientemente alta comparada con las impedancias usuales en la salida de línea (por ejemplo, las mezcladoras), para que así pueda existir una buena adaptación de tensión entre la fuente de sonido y el amplificador. Normalmente la impedancia de entrada en los amplificadores está en el rango entre $10\text{ k}\Omega$ y $50\text{ k}\Omega$ (Miyara, 1999).

2. Impedancia de salida: esta no se debe confundir con la impedancia de altavoz (la carga mínima que debe conectarse al amplificador), ya que son conceptos diferentes. La impedancia de salida de un amplificador, a diferencia de la impedancia de entrada, suele ser muy baja, alrededor de $0.1\ \Omega$.

¿Cuál es la razón por la que la impedancia de salida de los amplificadores en cuanto más baja, mejor? Bueno, esto se debe a que en los sistemas de audio no se busca la máxima transferencia de potencia, si no de voltaje. Y esto se logra con la impedancia de salida baja.

Factor de amortiguación

Por lo general, en los altavoces no se especifica la impedancia de salida, aunque comúnmente se proporciona un dato equivalente, que es el factor de amortiguación (damping factor). Este concepto es la relación que existe entre la impedancia nominal de carga (speaker output) y la impedancia real de salida. Por ejemplo, un amplificador que entrega una cierta potencia a un altavoz de $4\ \Omega$ y cuya impedancia de salida es de $0.02\ \Omega$, posee un factor de amortiguación de:

$$F.A. = \frac{Z_{Altavoz}}{Z_{Salida Amplificador}} \text{ ----- Ecuación 3.14}$$

$$F.A. = \frac{4 \Omega}{0.02 \Omega} = 200$$

Si bien se consideran satisfactorios los valores superiores a **4**, los amplificadores actuales alcanzan factores de amortiguación de varios cientos.

Diafonía

También conocida como separación de canales (crosstalk), y se presenta en los amplificadores con salida estéreo (dos canales). Esta especificación describe en qué medida la señal de salida aplicada en la entrada de un canal aparece en la salida del otro canal no excitado. En teoría, cada canal de sonido debe ser independiente del otro, pero en realidad, parte de la señal de un canal afecta a la salida del otro. Para obtener este parámetro basta con aplicar una señal en un canal y nada en el otro. Posteriormente se mide el nivel obtenido en ambos canales (en dBu o dBV), y al valor del canal no excitado se le resta el valor del canal excitado” (Miyara, 1999).

Ejemplo: se aplica una señal que produce 24 dBV a la salida del canal excitado y -40 dBV a la salida del canal no excitado. Entonces la diafonía resultante es de:

$$D = SNE - SE \text{ [dB]} \text{ ----- Ecuación 3.15}$$

Donde:

D = Diafonía

SNE = Nivel de señal en canal no excitado

SE= Nivel de señal en canal excitado

Sustituyendo los valores, se tiene:

$$D = -40 \text{ dBV} - 24 \text{ dBV} = -64 \text{ dB}$$

La diafonía en un amplificador siempre es un número negativo.

Tipos de amplificadores de audio

En el mercado existen dos formas de amplificar una señal de audio, las cuales son: a corriente constante y a voltaje constante.

-
- a) **Amplificadores de corriente constante.** “La mayoría de los amplificadores existentes en el mercado son de corriente constante: estos suministran una cantidad fija de corriente, independientemente de la carga (lo que está conectado a él) y lo que cambia a su salida es el voltaje. Estos amplificadores también son conocidos como amplificadores de baja impedancia.
- b) **Amplificadores de voltaje constante.** Son amplificadores con la función exactamente opuesta a la de los de corriente constante, ya que suministran una cantidad fija de voltaje, independientemente de la carga y lo que cambia a la salida es la corriente. Estos amplificadores son muy poco usados en la actualidad” (Berstein, 2018)

Rara vez se puede ver en la etiqueta del equipo si el amplificador es de *corriente constante* o *voltaje constante*. En caso de que el amplificador no tenga a la vista la leyenda de voltaje o corriente constante, ¿cómo se puede saber qué tipo de amplificador es? Esto se puede ver usualmente en la parte trasera de los amplificadores, específicamente en la salida de audio (donde se conectan los altavoces): para los amplificadores de corriente constante se puede ver la leyenda “impedancia de altavoz: 4 Ω , 6 Ω , 8 Ω , etc.” (figura 3.46)



Figura 3.46 Vista trasera de un amplificador de corriente constante

Por el contrario, si el amplificador es de voltaje constante, se puede observar que a la salida de altavoz puede decir: 25V, 70V, 100V, etc. (ver figura 3.47).



Figura 3.47 Vista trasera de un amplificador de voltaje constante

Aplicaciones

Ya que se estudiaron los tipos de amplificadores que existen y sus diferentes características, surge la pregunta: ¿cuándo utilizar un amplificador de corriente constante (baja impedancia) o uno de voltaje constante?

Como se abordará más adelante, existen dos tipos de arreglos para conectar altavoces a un amplificador, las cuales son serie y paralelo. Independientemente del tipo de conexión que se utilice, los amplificadores de baja impedancia se utilizan cuando el número de altavoces conectados a él es pequeño y la longitud del cable entre los altavoces es corta; por ejemplo, en salas de juntas pequeñas, en un teatro en casa, un estudio de grabación, etc.

Por el contrario, se utilizan los amplificadores de voltaje constante cuando se requieren muchos más altavoces y las distancias desde el amplificador son grandes (por lo general más de 50 m); por ejemplo, en hoteles, centros comerciales, hospitales, estadios, etc. (Davis & Jones, 1989).

Altavoces

“Para que un sistema de audio sea completo, además de los micrófonos y amplificadores, se le debe agregar algún transductor que convierta la energía eléctrica en energía acústica (sonido). Estos transductores son llamados altavoces o parlantes” (Miyara, 1999).

Clasificación de los altavoces

Existen diferentes maneras de convertir la energía eléctrica en acústica a través de altavoces, pero en el mundo terrenal de los sistemas de sonido prevalecen dos tipos: los altavoces electromagnéticos (electromecánicos y electroestático) y los piezoeléctricos. Estos se pueden clasificar según su frecuencia de funcionamiento o en función de su tipo de radiación.

Tipos de altavoces según su funcionamiento

- **Altavoz electrodinámico o de bobina móvil.** “Este tipo de altavoces están constituidos por un circuito magnético y su principio de funcionamiento es el movimiento de una bobina móvil y la membrana. Como la bobina está inmersa en un campo magnético, al circular por ella una corriente eléctrica se genera una fuerza que le imprime movimiento. Dicho movimiento se transmite al cono o diafragma y este actúa entonces como una especie de pistón impulsando el aire hacia afuera o hacia adentro, según la polaridad de la tensión aplicada a la bobina. Este proceso genera sucesivas ondas de compresión y rarefacción del aire, que es como se propaga el sonido.

Los altavoces de bobina móvil son los más utilizados en el mercado y están formados por las siguientes partes (ver figura 3.48):

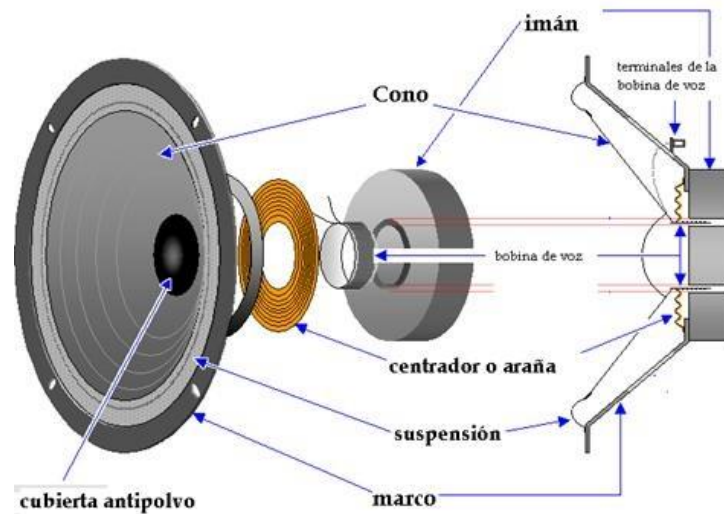


Figura 3.48 Partes que conforman un altavoz de bobina móvil

- **Cono:** Diafragma de material fibroso y liviano con la finalidad de que sea lo más inerte posible. Normalmente tiene estructura redonda o elíptica.
- **Campana:** Soporte para el conjunto de componentes que forman el altavoz
- **Imán permanente:** Forma parte del sistema de excitación del altavoz, genera un campo magnético constante.
- **Yugo:** Aloja en su interior el imán permanente.

- **Bobina móvil:** Devanado montado sobre un tubo cilíndrico.
 - **Araña:** Centra la bobina móvil en el entrehierro del imán permanente. Se sitúa en el cuello del cono y une a este con la bobina móvil.
 - **Tapa protectora:** Protege de polvo y otros agentes el circuito magnético y la bobina móvil.
 - **Terminales de conexión:** Dos hilos que unen los bornes de la bobina con los dos bornes situados sobre la campana del altavoz. Van situados sobre una regleta aislante.
- **Altavoz electroestático o de condensador.** Está basado en un sistema de tres placas paralelas. La placa central es móvil y está inmersa dentro del campo eléctrico generado por las otras dos placas. La placa central está cargada eléctricamente y ejerce las funciones de diafragma” (Lydia, 2019)

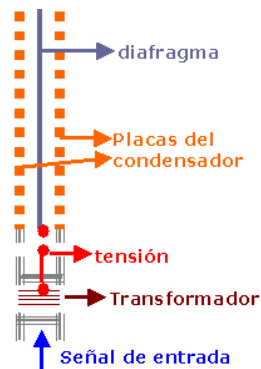


Figura 3.49 Partes que conforman un altavoz de condensador

- **Altavoz piezoeléctrico.** “El otro tipo de altavoz que se utiliza en los sistemas de sonido se basa en el efecto piezoeléctrico. Este efecto fue descubierto a finales del siglo XIX por Pierre y Jacques Curie. El efecto piezoeléctrico (presión eléctrica) es una propiedad de ciertos materiales cristalinos. Cuando tal cristal se deforma mecánicamente a causa de vibraciones, se genera electricidad. Por otro lado, si se aplica un potencial eléctrico a través del cristal, cambia las dimensiones, expandiéndose o contrayéndose en el eje de polarización eléctrica y generando así una onda sonora correspondiente al potencial eléctrico aplicado. Este tipo de

altavoces son mayormente utilizados en computadores, celulares y otros aparatos eléctricos, ya que, debido a su tamaño, son más prácticos” (Baños, 2015).

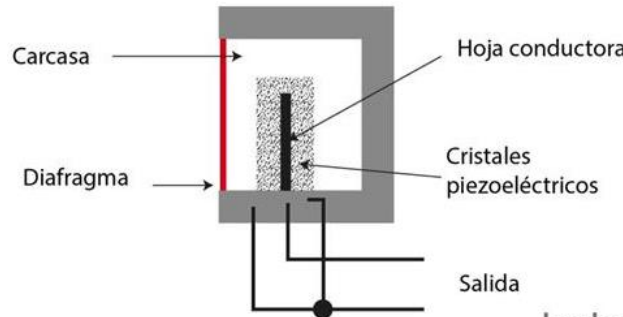


Figura 3.50 Partes de un altavoz piezoeléctrico

Tipos de altavoces en función del acoplamiento con el medio de radiación:

- **De radiación directa.** El diafragma del altavoz es el elemento que radia directamente al aire. La mayoría de los altavoces estudiados son de este tipo.



Figura 3.51 Altavoz Eighteen Sound 12MB700 de alta impedancia y de radiación directa

- **De radiación indirecta.** Se intercala un dispositivo entre el diafragma y el aire, con el objetivo de acoplar la impedancia de ambos. El más claro ejemplo de estos es el megáfono.



Figura 3.52 Altavoz BOSCH LBC 3482/00 de radiación indirecta

Tipos de altavoces en función del margen de frecuencia que puede reproducir:

“La banda de audio o banda de Audio-Frecuencia (AF) comprende solamente las frecuencias susceptibles de ser escuchadas por el oído humano, banda que se extiende teóricamente de 20 Hz a 20 kHz, pero que en realidad comprende desde unos 20 o 30 Hz hasta unos 15, 16, o 17 kHz aproximadamente. A su vez, la banda AF puede clasificarse en:

- **Infrasonidos (inaudibles):** ondas menores a los 20 Hz (aproximadamente) y el oído humano promedio no puede oírlos a volumen normal.
- **Banda sónica (audible):** ondas entre los 20 Hz y los 15 – 17 kHz aproximadamente, sonidos que el humano sí puede oír a volumen normal.
- **Sonidos ultrasónicos (inaudibles):** ondas superiores a los 15- 17 kHz y el oído humano promedio no las puede oír a volumen normal.

En los sistemas de sonido, debido a que es imposible que un solo altavoz reproduzca con alta eficiencia todas las frecuencias del rango teórico de audio (20 Hz a 20 kHz), se optó por dividir a la banda de AF en cuatro rangos (figura 3.53)” (Zetina & Zetina, 2004):, los cuales son:

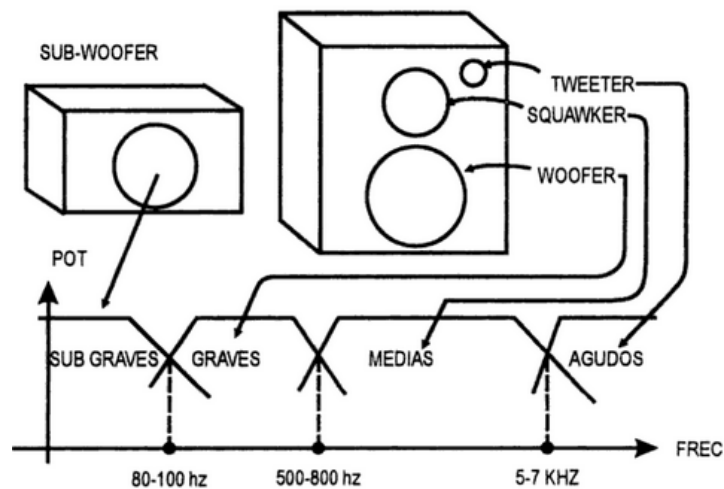


Figura 3.53 Altavoces que reproducen los diferentes rangos de banda de audio

-
1. **Sub-Woofers:** Son altavoces con la capacidad de reproducir sonidos de muy baja frecuencia (figura 3.54), llamados tonos sub-graves. Se usa principalmente en aplicaciones de sonido envolvente.



Figura 3.54 Subwoofer de techo Crestron® Saros® Express

2. **Woofers:** Un Woofers es un altavoz (figura 3.55) que está dimensionado y construido para que pueda manejar bien las frecuencias bajas entre 80 - 300 Hz a unos 500 – 800 Hz aproximadamente y así poder reproducir tonos graves. Este tipo de altavoz realiza la mayor parte del trabajo reproduciendo las frecuencias que se escuchan, como las voces, la mayoría de los instrumentos musicales y los efectos de sonido.



Figura 3.55 Woofer JL Audio 10TW3-D4 10" 400w

3. **Squawker:** También conocidos como midrange o medios, son altavoces que reproducen las frecuencias de gama media del margen audible (figura 3.56). Su frecuencia de resonancia se sitúa de 500 Hz - 800 Hz a unos 5 – 7 kHz aproximadamente.



Figura 3.56 Altavoz de medios APS 8" M88

4. **Tweeters:** Un tweeter es un altavoz (figura 3.57) especializado en altas frecuencias (5 - 7 kHz a 20 kHz), es decir, optimizado para reproducir el rango de sonidos agudos.



Figura 3.57 Tweeters 1" Alpine SPS-110TW

Características de los altavoces

En un sistema de refuerzo sonoro, los altavoces juegan un papel muy importante, ya que es el enlace final entre la fuente de sonido y la audiencia. Para quienes deseen conocer cómo funcionan los altavoces y no verlos como cosas mágicas y poderosas capaces de hacer milagros acústicos, es necesario que dominen los conceptos de sus características más importantes.

Respuesta en frecuencia

“La siguiente característica es uno de los criterios más importantes a tomar en cuenta al momento de elegir un altavoz para un sistema de audio; y no es otra cosa que una gráfica (figura 3.58) que indica cómo varía la sensibilidad del altavoz con respecto a la frecuencia. En teoría, la curva de un altavoz debería ser uniforme en todo el espectro audible de frecuencias, pero como de todos los componentes de audio, el altavoz es el más imperfecto,

y por ello comúnmente su respuesta en frecuencia resulta más irregular que la del micrófono y mucho más que la de un amplificador.

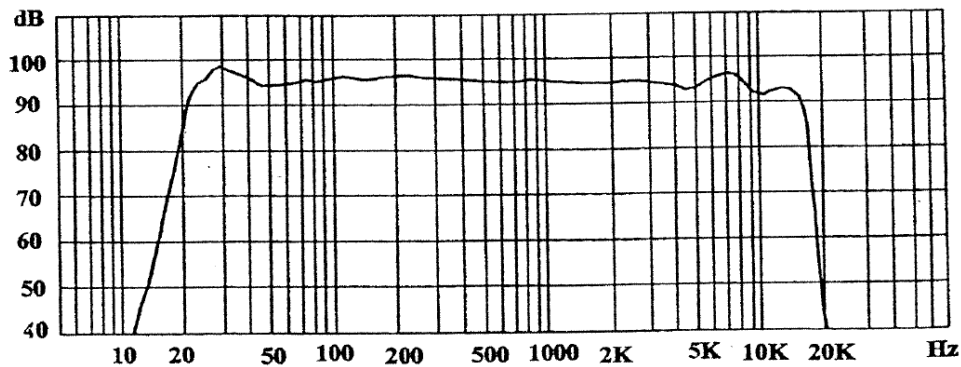


Figura 3.58 Curva de respuesta en frecuencia de un altavoz

Potencia

La especificación de potencia indica la cantidad de potencia proveniente del amplificador de sonido que el altavoz puede soportar sin que este se distorsione o se destruya.

Esta propiedad no tiene relación con la respuesta de frecuencia ni con la distorsión. La potencia de un altavoz se puede especificar de varias maneras. *La potencia continua* (a veces denominada incorrectamente potencia RMS) o potencia media máxima, se refiere a la potencia promedio disipada en el altavoz, a menudo por una señal de onda sinusoidal continua. Está relacionada con el hecho de que una gran parte de la potencia que recibe un altavoz se disipa en forma de calor en la bobina aumentando su temperatura. Un altavoz rara vez se encuentra con una señal de este tipo en el uso práctico.

La potencia de pico máxima se refiere al máximo valor instantáneo de potencia (a muy corto plazo) que el altavoz puede manejar. Este valor está relacionado con otra limitación de los altavoces, que es el máximo recorrido o excursión de la bobina sin que se destruya el diafragma o cono (normalmente conocido como desconado del altavoz). La razón para aplicar la potencia durante un tiempo muy corto es evitar que la bobina se caliente excesivamente y que se destruya por sobrecalentamiento antes que se pueda destruir por ruptura del diafragma.

También existe un procedimiento de medición de potencia normalizado por la EIA (Electronic Industries Association: Asociación de industrias Electrónicas) que tiene en cuenta

tanto la potencia media (limitaciones térmicas) como la potencia de pico (limitación de excursión) mediante la aplicación de una señal creada para este fin y que se encuentra estandarizada. La calificación EIA siempre representa el nivel promedio de la señal, no el nivel máximo.

Los valores anteriores permiten dimensionar el amplificador necesario para un determinado altavoz. Por ejemplo, un amplificador con muy poca potencia no permitirá que se realice la capacidad total del altavoz. Si el amplificador de baja potencia es presionado demasiado fuerte, impulsado a clipping (nivel de recorte) para obtener el nivel de volumen deseado, producirá armónicos que pueden destruir más fácilmente el altavoz debido al sobrecalentamiento de la bobina. Por otro lado, un amplificador demasiado potente puede destruir el altavoz debido a una sobre-excursión de bobina y / o sobrecalentamiento. El procedimiento para hacer coincidir un amplificador de potencia con un altavoz se describe más adelante.

Impedancia nominal

La impedancia se define como la oposición total al flujo de corriente alterna en un circuito eléctrico. En las especificaciones de los altavoces, el término impedancia nominal es usualmente utilizada. Esto refleja el hecho de que la impedancia real de un altavoz varía considerablemente con la frecuencia. La impedancia nominal de un altavoz generalmente se toma como la impedancia mínima que presenta al amplificador de potencia (por encima de la resonancia).

En la figura 3.59 se puede observar la curva de impedancia típica para un altavoz con una impedancia nominal de 8 ohmios. La impedancia nominal está directamente relacionada con la cantidad de potencia que un altavoz puede “extraer” del amplificador. Por ejemplo, si un amplificador de potencia tiene una potencia nominal de 100 Watts a 8Ω , un altavoz de 8Ω puede extraer 100 Watts de ese amplificador. Un altavoz de 16Ω , solo puede extraer unos 50 vatios del amplificador. Se podría suponer a partir de esta línea de razonamiento que un altavoz de 4Ω podría extraer 200 Watts del mismo amplificador. Este puede no ser el caso porque, cuando se conduce una carga de 4Ω , el amplificador de potencia puede tener un límite de corriente antes de que se alcance la salida de potencia.

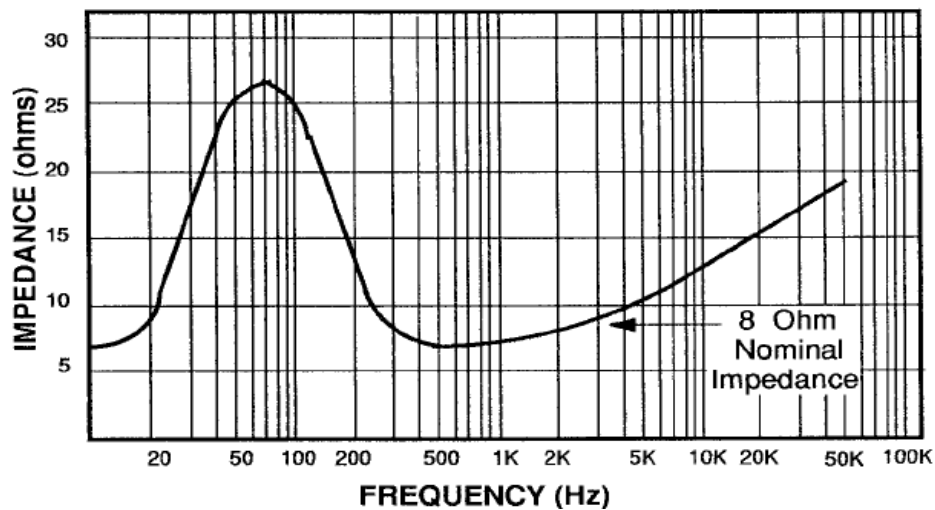


Figura 3.59 Curva de impedancia de un altavoz de 8 Ω

Sensibilidad

Es una especificación que está relacionada con el nivel de presión sonora que se puede obtener con una potencia dada. Por lo tanto, la sensibilidad de un altavoz se define como el nivel de presión sonora (SPL) obtenida a un metro de distancia (sobre su eje) cuando se aplica una potencia eléctrica de 1 W a la entrada. A veces se especifica directamente como SPL a 1 metro y 1 W, sin utilizar la palabra “sensibilidad”. No es sencillo determinar el SPL a una distancia diferente de 1 m, ya no depende sólo del altavoz, sino de las características acústicas del ambiente donde se utilizan.

NOTA: La sensibilidad a menudo se confunde con la eficiencia. La sensibilidad es el nivel de sonido producido por una potencia de entrada dada a una distancia específica directamente en frente del altavoz.

La eficiencia es el porcentaje de la salida de potencia acústica total radiada en todas las direcciones (no importa la distancia) en relación con una potencia de entrada dada. Si dos altavoces tienen la misma sensibilidad, el que tenga una dispersión más amplia es el más eficiente. Dados dos altavoces con características direccionales similares, podemos tener una idea de su eficiencia relativa examinando sus especificaciones de sensibilidad" (Davis & Jones, 1989).

Ángulo de cobertura (direccionalidad)

“Esta característica también es conocida como direccionalidad y está relacionada con la sensibilidad, ya que esta varía dependiendo la dirección del altavoz. Las características direccionales de un altavoz se pueden especificar de varias maneras, el método más común es especificar la dispersión horizontal y vertical por separado en grados. Por lo tanto, el ángulo de cobertura de un altavoz se define como el ángulo donde en nivel de presión sonora (SPL) se reduce en 6 dB con relación al eje principal (ver figura 3.60). Esta definición especifica la dispersión horizontal y vertical separado en grados. Estas cifras representan normalmente el ángulo que está delimitado por los puntos donde el nivel de presión del sonido es 6 dB más bajo que el nivel del eje.

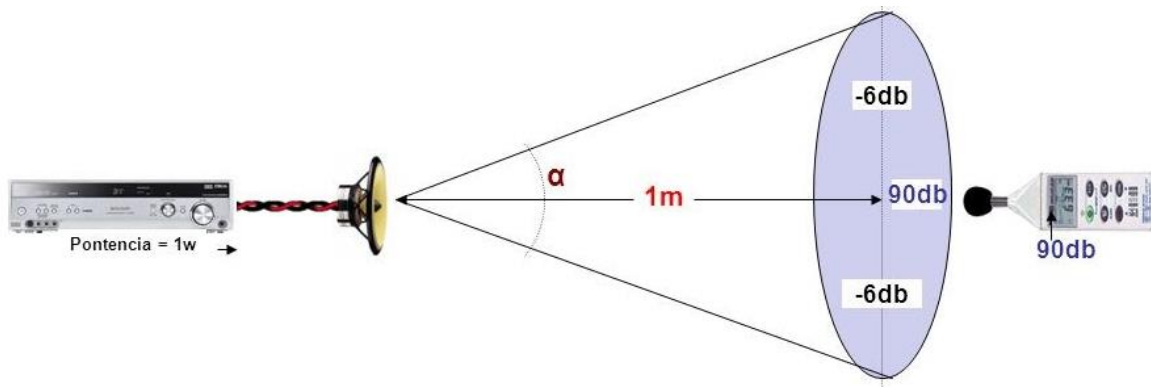


Figura 3.60 Ángulo de cobertura de un altavoz

La superficie delimitada por el ángulo de cobertura es un dato muy importante al momento de calcular el número de altavoces necesarios para cubrir un área con buena calidad sonora.

Todo esto da origen a un determinado diagrama direccional horizontal (figura 3.61) donde el patrón polar resulta simétrico por la simetría horizontal del altavoz y en alta frecuencia es muy direccional; y otro vertical (figura 3.62) donde el patrón polar es muy asimétrico y la asimetría se profundiza en alta frecuencia, esto debido a que los altavoces no son simétricos. En ambos casos, los diagramas respectivos corresponden a mediciones efectuadas en una cámara anecoica (sin eco)” (Miyara, 1999)

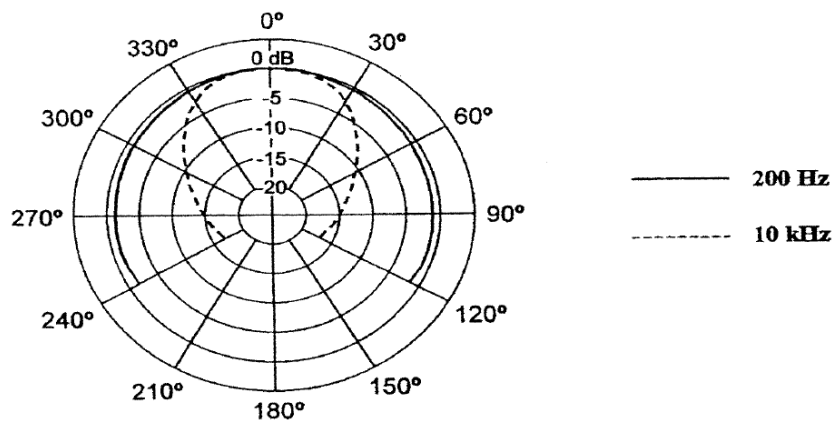


Figura 3.61 Diagrama direccional horizontal de un altavoz

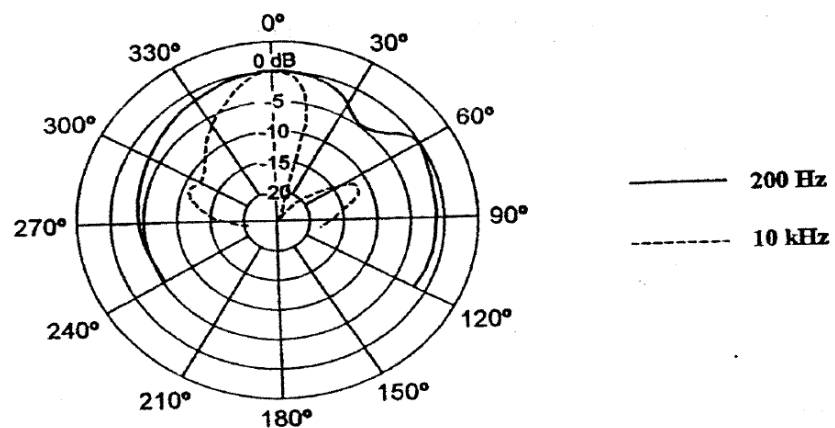


Figura 3.62 Diagrama direccional vertical de un altavoz

Distorsión

El altavoz es uno de los componentes de un sistema de audio que presenta mayor distorsión y esta aumenta a medida que crece la potencia aplicada. La distorsión de un altavoz se produce cuando este excede sus capacidades y entrega una señal de salida no audible. Existen muchas fuentes potenciales de distorsión, la mayoría de ellas no están bajo el control del diseñador y operador del sistema; por ejemplo, a causa de la sobre excursión del altavoz o debido a defectos mecánicos en su fabricación. Cuando al controlador del altavoz se le pide producir un nivel de presión sonora más alto de lo que es capaz de entregar a una frecuencia determinada, se produce una sobre excursión.

Fallas típicas

Cuando un altavoz falla y deja de funcionar, obviamente es importante identificar y, si es posible, corregir la causa de la falla. En algunos casos, se requerirá una buena cantidad de trabajo de detección. Usualmente las fallas en los controladores de los altavoces pueden ser por dos causas: defectos de fabricación u operación incorrecta. Los altavoces también pueden fallar debido a problemas en los componentes de procesamiento de señal externos del sistema de sonido. Estos problemas son más difíciles de rastrear, especialmente si ocurren de manera intermitente. Puede requerirse la cooperación del usuario final para identificar y corregir la falla. El punto de partida para identificar la causa de la falla de un altavoz es el componente que falla. Al examinar los síntomas y la evidencia física, a menudo es posible determinar y corregir la causa de la falla.

De altavoces a amplificadores

Ya se estudió que existen dos formas de amplificar una señal: a corriente constante y a voltaje constante. Una vez abordado el tema de amplificadores y altavoces, surge la pregunta: ¿en qué se relacionan estos dos conceptos? La respuesta es simple; el amplificador es el que suministra la potencia necesaria para que el altavoz pueda funcionar y así las personas puedan escuchar un mensaje.

Ahora bien, para el diseño de un sistema de sonido, es necesario conocer cómo se conectan físicamente estos dos equipos. Por lo tanto, en esta sección se abordarán los distintos tipos de conexiones entre altavoces y lo más importante, los requerimientos que debe de tener un amplificador de audio para hacer funcionar de forma eficiente uno o varios altavoces, o en su defecto, si ya se cuenta con un amplificador, poder diseñar un arreglo de altavoces para que puedan funcionar correctamente con las características del amplificador.

Acoplamiento de altavoces con amplificadores de corriente constante

Los amplificadores más utilizados en la actualidad son los de baja impedancia. Estos suministran una cantidad fija de corriente (independientemente del valor de la carga que se conecte a él) y lo que cambia a la salida es el voltaje. Es decir, si se necesita más potencia, el

amplificador sólo varía el voltaje de salida: más potencia, más voltaje, menos potencia, menos voltaje.

La capacidad de estos amplificadores es limitada, y es delimitada por la fuente de poder. Por ejemplo, cuando un amplificador solo puede entregar 100 Watts, la limitante no es el diseño del altavoz en sí, sino la fuente de poder, ya que es necesario utilizar potencia de alguna parte para poder elevar el voltaje de salida.

Todo depende de la impedancia

La potencia de un amplificador depende directamente de la carga, es decir, depende de cómo es el altavoz (o arreglo de altavoces) que se va a conectar al él. Por esto, antes de realizar una conexión de un altavoz con un amplificador, es necesario saber que todo depende directamente de la impedancia del altavoz. Es necesario poner énfasis en este punto, ya que probablemente esto sea lo más importante al momento de diseñar un sistema de altavoces. Pero ¿qué se significa que todo depende de la impedancia del altavoz? Bien, en el siguiente ejemplo se demostrará esta afirmación.

Ejemplo: Se tiene un amplificador de 100 Watts, medido por la especificación estándar EIA 4 Ohms a 1 kHz.

Como es un amplificador de corriente constante (ya que su salida es de 4 Ω), lo que entregará a su salida será voltaje. Pero ¿cuál es el voltaje máximo que será capaz de entregar dicho amplificador?

Tomando como fuente la Ley de Ohm y las ecuaciones 3.6 y 3.7, se tiene la siguiente ecuación (la misma que la 3.12).

$$V = \sqrt{P \times R}$$

Donde:

V = voltaje máximo de salida del amplificador

P = potencia del amplificador

R = impedancia del amplificador

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$V = \sqrt{100 \times 4} = 20 \text{ Volts}$$

Con este resultado se observa que cuando este amplificador trabaja a máxima potencia entrega a su salida 20 Volts.

Ahora bien, para calcular la potencia que este amplificador puede entregarle a un altavoz (dependiendo de su impedancia) se utiliza la siguiente forma, también obtenida de la Ley de Ohm.

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ ----- Ecuación 3.16}$$

Donde:

P = potencia suministrada al altavoz por el amplificador

V = voltaje máximo a la salida del amplificador = 20 volts

R = impedancia del altavoz

Calculando la potencia suministrada para diferentes impedancias se obtiene la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Potencia de un altavoz a diferentes impedancias

<i>Impedancia del altavoz</i>	<i>Potencia suministrada al altavoz por el amplificador</i>
1 Ω	400 Watts
2 Ω	200 Watts
4 Ω	100 Watts
8 Ω	50 Watts
16 Ω	25 Watts

Retomando los valores del amplificador, se tiene 100 Watts a 4 Ohms. Esto quiere decir que el amplificador puede entregar una potencia máxima de 100 Watts cuando se le conecta una carga de 4 Ohms (altavoz); ese es su límite, no puede entregar más potencia.

Pero ¿qué pasa si al amplificador se le conecta un altavoz con una impedancia de 1 Ω o 2 Ω? Como se observa en la tabla 3.3, si la impedancia del altavoz es más baja que la mínima

impedancia del amplificador (4Ω , en este caso), se le está pidiendo al amplificador que entregue más potencia de la que es capaz de suministrar. Y esto es prácticamente poner el amplificador en corto, ya que se sobrecalentaría y eventualmente se quemaría (a menos que tuviera una buena protección contra cortos).

Entonces, la posibilidad de alimentar un altavoz de 1Ω o 2Ω , no funciona para este amplificador. La impedancia mínima que se puede conectar es de 4Ω , que es la impedancia de salida del amplificador.

Con este ejemplo se demuestra que *“la máxima transferencia de potencia ocurre cuando la impedancia de la carga (altavoz) es igual a la impedancia del amplificador.* También se observa que cuanto más grande es la impedancia del altavoz, el amplificador suministra menos potencia.

Cuando se diseña un sistema de audio no solo se toma en cuenta la impedancia de los altavoces, sino también la impedancia del cable que los conecta con el amplificador, ya que la impedancia vista por el amplificador incluye tanto los cables como el altavoz. Por ejemplo, si se utiliza un cable muy largo y de calibre muy pequeño, ese cable aumentará la resistencia vista por el amplificador y, por lo tanto, el altavoz o arreglo de altavoces no recibirá la potencia máxima, sino que recibirá un poco menos. Por ende, siempre es bueno saber cuál es la impedancia total de dicho cable, tema que se aborda en la sección 3.8.

Conectando múltiples altavoces

La impedancia total vista por un amplificador puede ser solo la de un altavoz, o en su defecto la de varios altavoces conectados entre sí. Pero ¿cómo se pueden conectar varios altavoces? Existen dos formas de poder realizarlo, las cuales son: conexión en serio o conexión en paralelo. Aunque también puede ser una combinación de las dos conexiones, es decir, una conexión o circuito serie-paralelo.

Conexión en serie

Cuando se conectan varios altavoces en serie, la corriente que circula por cada uno de ellos es la misma y se corresponde con la suministrada por el amplificador. El voltaje total que suministra el amplificador es dividido entre los altavoces. La impedancia total será igual a la

suma algebraica de cada una de las impedancias individuales de cada altavoz; por esto, mientras más altavoces se conecten, mayor será la impedancia.

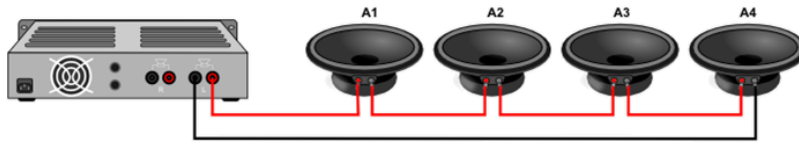


Figura 3.63 Conexión de cuatro altavoces en serie

Para calcular la impedancia total de cualquier arreglo de altavoces conectados en serie se utiliza la siguiente ecuación:

$$Z_T = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n \text{ ----- Ecuación 3.17}$$

Donde:

Z_T = impedancia total del sistema

n = número de altavoces conectados

Al hablar de conectar altavoces en serie se suele pensar que cualquier persona puede realizar la conexión, pero a veces no se conoce como se realiza la conexión físicamente. Como se observa en la figura 3.64, la conexión se realiza conectando un cable que va de la terminal positiva del amplificador al positivo del primer altavoz, del negativo del primer altavoz al positivo del segundo altavoz y del negativo del segundo altavoz a la terminal negativa del amplificador. Se sigue este criterio de conexión a medida que se conecten más altavoces.

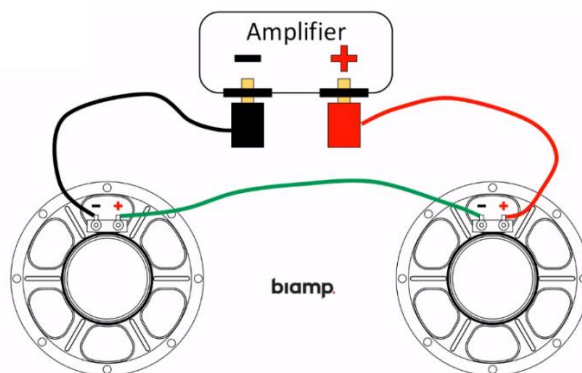


Figura 3.64 Conexión física de altavoces en serie

Ejemplo: se tiene un amplificador de 400 Watts a 16 Ohms. Calcular la impedancia mínima de carga que se le puede conectar a dicho amplificador.

Primero se calcula el voltaje máximo que puede entregar dicho amplificador a su salida. De la ecuación 3.12, se sustituyen los valores y se tiene:

$$V = \sqrt{400 \times 16} = \sqrt{64000} = 80 \text{ Volts}$$

Después, de la ecuación 3.16 se despeja R (impedancia del altavoz) para así poder sustituir valores de potencia y voltaje del amplificador.

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{80^2}{400} = 16 \Omega$$

Donde:

P = potencia suministrada al altavoz por el amplificador

V = voltaje máximo a la salida del amplificador = 20 volts

R = impedancia del altavoz

Ya que se conoce la impedancia mínima que se debe conectar al amplificador (16 Ohms), ¿cuántos altavoces en serie se pueden conectar para poder cumplir dicha impedancia? Bien, la respuesta es simple: se pueden conectar tantos altavoces como se requieran, siempre y cuando la suma total de las impedancias no sea menor que 16 Ω . Por ejemplo, se pueden conectar dos altavoces de 8 ohms cada uno, ya que, sumadas las impedancias será igual a 16 Ω . También se puede conectar 5 altavoces de 4 Ω , puesto que la suma total de impedancias será de 20 Ω . Pero no sería posible realizar la conexión (claro que se puede conectar, pero no funcionaría) de tres altavoces de 4 Ω , debido que la suma de sus impedancias da como resultado 12 Ω , cosa que demandaría más potencia al amplificador de la que puede dar” (Berstein, 2018).

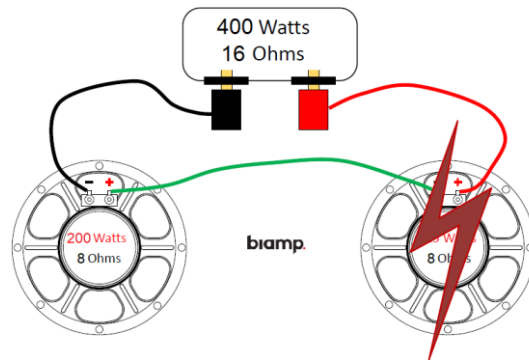


Figura 3.65 Falla de un altavoz conectado en serie

Como se puede ver en la figura 3.64, en un arreglo de altavoces en serie, cuando uno de los altavoces falla, el otro altavoz deja de funcionar. Esto pasa porque al no haber continuidad en el circuito, el segundo altavoz no recibe energía del amplificador.

Conexión en paralelo

Cuando se conectan varios altavoces en paralelo (figura 3.66), el voltaje que circula por cada uno de ellos es el mismo, mientras que la corriente que suministra el amplificador es dividida entre los altavoces. En este caso, la inversa de la impedancia total será igual a la suma algebraica de la inversa de las impedancias parciales de cada altavoz. Quedando la ecuación como se muestra a continuación:

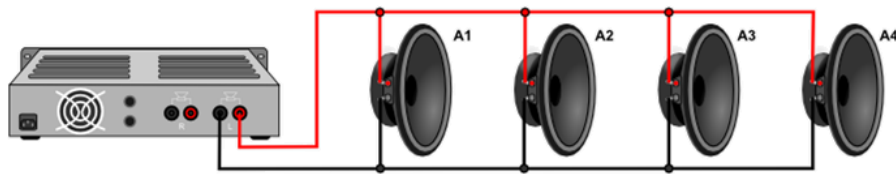


Figura 3.66 Conexión de cuatro altavoces en paralelo

$$\frac{1}{Z_T} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_n}$$

Despejando Z_T se tiene la ecuación final para el cálculo de la impedancia total de altavoces en paralelo.

$$Z_T = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_n}} \text{ ----- Ecuación 3.18}$$

Donde:

Z_T = impedancia total del sistema

n = número total de altavoces en paralelo

“Cuando se realiza un arreglo en paralelo la impedancia disminuye a medida que se conectan más altavoces. La conexión de altavoces en paralelo se realiza conectando un cable que va de la terminal positiva del amplificador al positivo del primer altavoz, del positivo del primer altavoz al positivo del segundo altavoz, del negativo del segundo altavoz al negativo del primer altavoz y del negativo del primer altavoz a la terminal negativa del amplificador (figura 3.67). Se sigue este criterio de conexión a medida que se conecten más altavoces (Berstein, 2018).

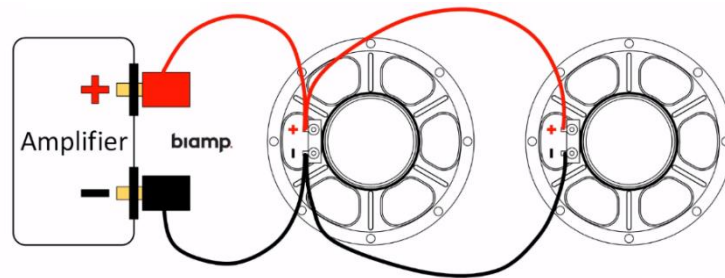


Figura 3.67 Conexión física de altavoces en paralelo

Ejemplo: se tiene un amplificador de 100 Watts a 4 Ohms. Calcular la impedancia mínima de carga que se le puede conectar a dicho amplificador.

La máxima transferencia de potencia ocurre cuando la impedancia del altavoz es igual a la impedancia del amplificador. Por lo tanto, la impedancia mínima que se le puede conectar a dicho amplificador es de 4 Ω (la misma del amplificador). Al igual que un circuito en serie, el número total de altavoces que se puede conectar en un circuito en paralelo depende de la impedancia total del sistema. En este caso, la suma total de la impedancia del sistema no debe ser menor que 4 Ω .

Para este caso, suponiendo que se quisieran conectar dos altavoces de 8 Ω cada uno, ¿sería correcto realizar dicha conexión?

Sustituyendo los valores en la ecuación 3.18, se tiene:

$$ZT = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{1}{8}} = 4 \Omega$$

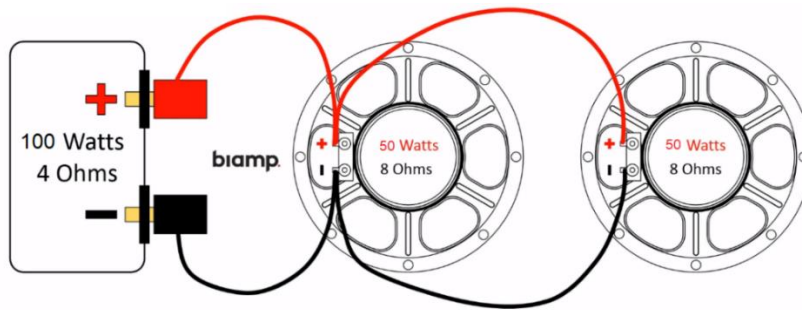


Figura 3.68 Conexión de dos altavoces en paralelo

El resultado confirma que sí es posible conectar dos altavoces de 8 Ω cada uno en paralelo, ya que la impedancia total sería 4 Ω , que es valor mínimo que se le puede conectar al amplificador. Realizando el cálculo correspondiente, también se puede ver que la potencia total se divide entre los altavoces, que para este caso sería de 50 Watts cada uno (figura 3.68).

Cuando se conectan altavoces en paralelo con impedancias iguales, la impedancia total del sistema siempre será la mitad de la impedancia de los altavoces, por ejemplo: si se tiene dos altavoces de 16 Ω cada uno, su impedancia total será la mitad, es decir, de 8 Ω ; Esto solo se cumple cuando las impedancias de los dos altavoces son iguales y siempre y cuando se conecten paralelo, no se cumple con más de dos altavoces. Este consejo es útil para realizar un cálculo de forma rápida.

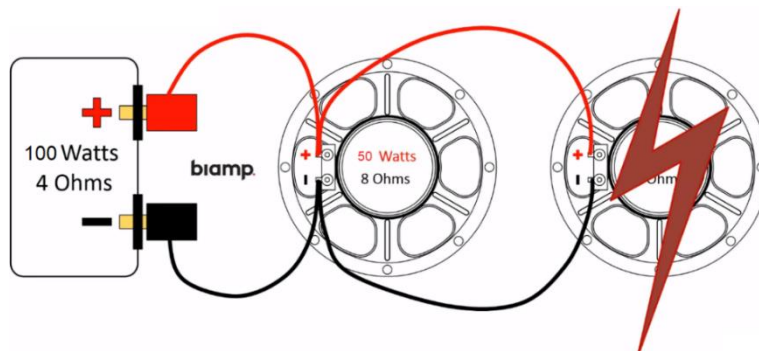


Figura 3.69 Falla de altavoz en paralelo

En este tipo de conexiones (figura 3.69) si un altavoz falla, no pasa nada. Lo único que ocurre es que se pierde la cantidad de energía acústica que suministra el altavoz que deja de funcionar. El altavoz que por su parte sigue funcionando, no representa ningún riesgo para el amplificador, ya que su impedancia de 8 Ω y por lo tanto es mayor que la impedancia del amplificador”.

Conexión en serie – paralelo

Una conexión serie – paralelo es un circuito mixto de altavoces, ya que se conectan altavoces en serie y en paralelo al mismo tiempo (en el mismo arreglo). La figura 3.70 muestra los altavoces A1 y A2 conectados en serie, así como A3 y A4. Pero los altavoces A1 y A3 están en paralelo. En este caso, cuando la conexión de los altavoces es mixta, la impedancia total del sistema se calcula utilizando las fórmulas 3.17 y 3.18.

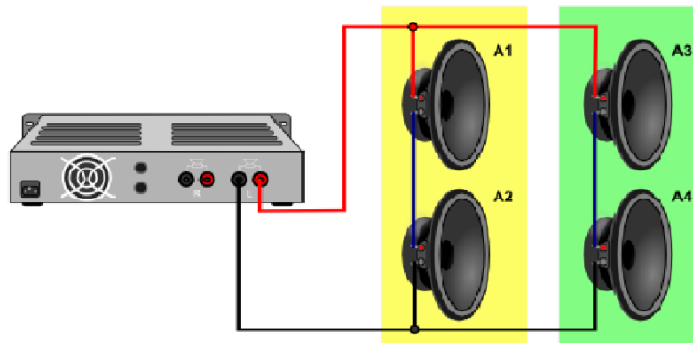


Figura 3.70 Conexión de altavoces serie - paralelo

Ejemplo: Se tiene un altavoz de 200 Watts a 4 Ohm y se quiere realizar un arreglo serie-paralelo de cuatro altavoces de manera que se use eficientemente toda la potencia del amplificador sin llegar a sobrecargarlo.

Para realizar este arreglo de altavoces, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- 1- Hay que recordar que cuando se conectan altavoces en serie, la impedancia aumenta; por el contrario, cuando se conectan en paralelo, la impedancia disminuye.
- 2- Como son cuatro altavoces los que se van a conectar en serie-paralelo, existen solo dos formas de realizar dicho arreglo. Uno es conectando tres altavoces en serie y uno en paralelo (figura 3.71). La otra es conectar dos altavoces en serie, en paralelo con otros dos altavoces en serie (figura 3.72).

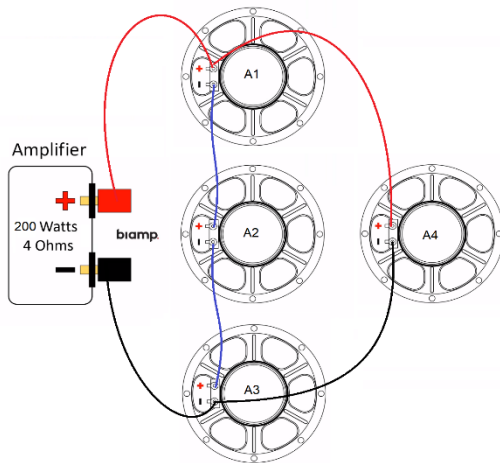


Figura 3.71 A) Conexión de cuatro altavoces en serie-paralelo

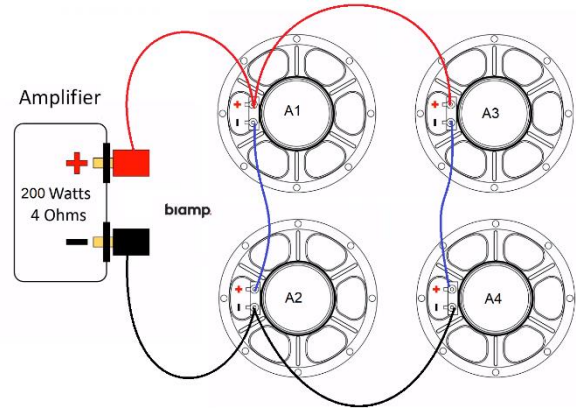


Figura 3.72 B) Conexión de cuatro altavoces en serie-paralelo

3- Para este ejemplo, la forma elegida en que se conectarán los altavoces será como en la figura 3.72. Así, para poder realizar el cálculo de la impedancia total, se pueden poner impedancias al azar a cada uno de los altavoces y realizar las operaciones correspondientes hasta igualar la impedancia total con la del amplificador. Por otro lado, se puede hacer un análisis más conciso como el siguiente: sabiendo que, al conectar impedancias iguales en paralelo, la impedancia total es la mitad del valor de dichas impedancias. Por lo tanto, si se conectan dos impedancias de $8\ \Omega$ en paralelo, la impedancia total será igual a $4\ \Omega$ (igual a la del amplificador). Después, sabiendo que las impedancias en serie se suman, se pueden dividir en dos esas impedancias de $8\ \Omega$, dando así dos impedancias de $4\ \Omega$. Quedando el arreglo final como se observa en la figura 3.73, los altavoces 1 y 2 (en serie) que están en paralelo con los altavoces 3 y 4 (en serie).

Para comprobar que efectivamente, la conexión no sobrecarga el amplificador, se realizan las operaciones correspondientes.

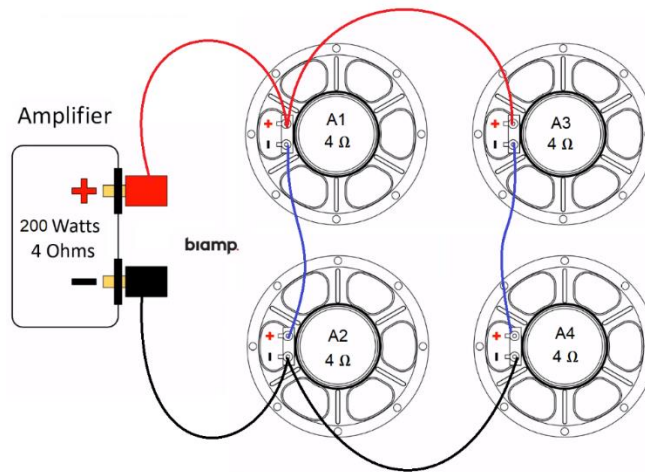


Figura 3.73 Conexión de cuatro altavoces serie- paralelo a un amplificador de 4 Ω

Como $A1 = 4 \Omega$ y $A2 = 4\Omega$ están en serie, sus impedancias se suman:

Al mismo tiempo $A3 = 4 \Omega$ y $A4 = 4\Omega$ también están en serie, sus impedancias se suman:

Una vez simplificando se tienen dos impedancias de 8Ω cada una en paralelo. A estos valores se les sustituye en la ecuación 3.18.

$$ZT = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{1}{8}} = 4 \Omega$$

Por lo tanto, se comprueba que la impedancia total del sistema es igual a la impedancia del amplificador. Así que, al realizar este arreglo de altavoces, el amplificador no sufrirá ningún daño.

Cuando se diseña un sistema de altavoces en serie o paralelo, o bien uno mixto, hay que recordad que la potencia se reparte en partes iguales entre todos los altavoces, siempre y cuando todos tengan la misma impedancia. Para esto, solo se toma la potencia total del amplificador y se divide entre el número de altavoces que están conectados. Por otro lado, si las impedancias de los altavoces son diferentes, la potencia no se reparte por igual.

Recomendaciones

- Para conectar múltiples altavoces, es necesario hacer un circuito serie-paralelo.
- La impedancia total del sistema debe ser igual o mayor que la impedancia del amplificador.
- El cableado en este tipo de circuitos es complejo. Ya que hay que utilizar cables de colores, cables de cuatro conductores, etc. Por esto es muy probable cometer errores. De ahí que después de cuatro altavoces, realizar este tipo de conexiones es muy complicado.
- Si algún altavoz falla, es más difícil determinar que puede suceder. Esto depende de qué altavoz falla dentro del circuito. Por ejemplo, cuando son altavoces en serie, al fallar uno, pueden fallar varios altavoces. En este caso, al ser un circuito serie-paralelo, es más difícil saber qué es lo que verá el amplificador.
- Mientras más altavoces se quieren instalar, se requerirá más cable. Esto afectará directamente a la impedancia del sistema.

Acoplamiento de altavoces con amplificadores de voltaje constante

Un arreglo de altavoces también puede diseñarse con amplificadores de voltaje constante, que como se explicó antes, suministran una cantidad fija de voltaje (independientemente del valor de la carga que se conecte a él, dentro sus limitaciones).

Principio de funcionamiento

“Los sistemas de voltaje constante, también conocidos como de alta impedancia, utilizan el mismo principio que las empresas de energía eléctrica desarrollaron para transportar energía eléctrica a grandes distancias. Cuando trasladan energía de un lugar a otro, atravesando cientos de kilómetros de cable, minimizan la pérdida de potencia - producto de la resistencia del cable - elevando el voltaje y disminuyendo la corriente. Ellos resolvieron el mismo problema de distribución, pero entendiendo bien que lo que realmente querían distribuir era potencia y no voltaje (que es lo que interesa en audio). Como el valor de la potencia no cambia con las variaciones de los valores del voltaje y la corriente, siempre que se mantenga su razón, se pueden variar sus valores sin producir cambios en el valor de la potencia. Por ejemplo, 100

W son siempre 100 W, si uno recibe 10 V y 10 A, en términos de potencia va a ser lo mismo recibir 100 V y 1 A.

La idea de las compañías eléctricas fue utilizar un transformador elevador en la estación generadora y luego un transformador reductor en el lugar receptor de la energía. Esto reduce la pérdida de potencia, debido a que la pérdida se produce por la resistencia que presenta el conductor al paso de la corriente, aumentando la pérdida con el cuadrado de la corriente.

Esta solución fue aplicada al audio con el nombre de **sistema de voltaje constante** (figura 3.74). En forma análoga a lo que hicieron las compañías eléctricas, en este sistema se le acopla un transformador elevador a la salida del amplificador (estación generadora) y un transformador reductor en la entrada de cada altavoz (estación reductora).

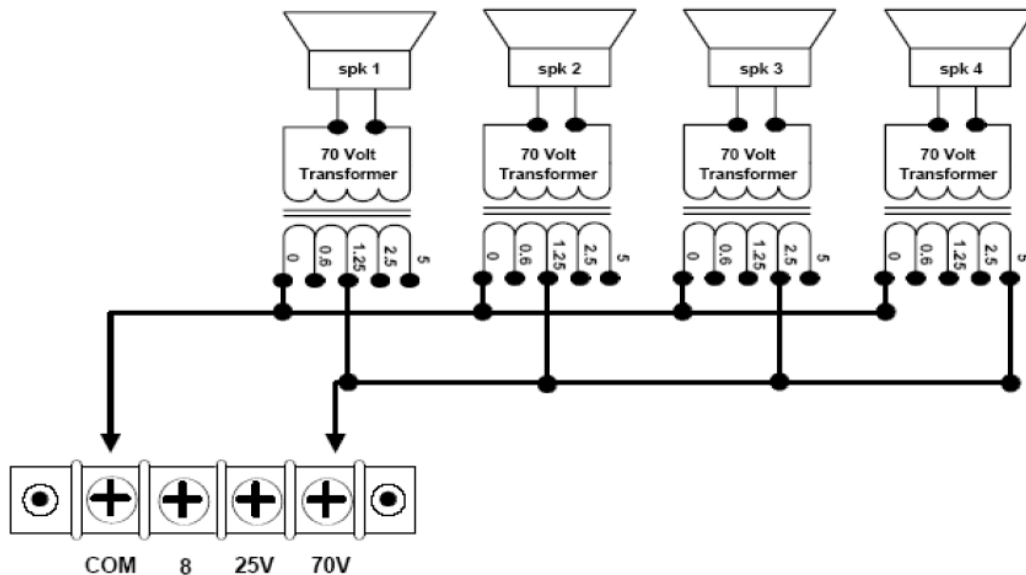


Figura 3.74 Diagrama de un Sistema de Voltaje Constante de 70 V

Se debe considerar, que el voltaje de salida será el mismo para amplificadores de voltajes iguales, pero de potencias distintas. Esto quiere decir, que si se tiene diferentes amplificadores que entregan potencias distintas - por ejemplo, uno de 500 W, otro de 100 W y uno de 10 W – pero diseñados para un mismo voltaje - por ejemplo 70 V - el voltaje máximo que presentará cada uno en su salida será 70 V” (Rodríguez, 2005).

¿Qué voltaje utilizar?

Existen múltiples estándares de voltaje que se pueden utilizar al momento de diseñar un sistema de voltaje constante. El voltaje más utilizado en los Estados Unidos (y por lo tanto en América) es de 70 V, que debería llamarse de 70.7 V. Este voltaje es en realidad 100 V pico de una onda senoidal (CA), que equivale en realidad a 70.7 V RMS, siendo esta la razón por lo que se le conoce como línea de 70 V. Por otro lado, el voltaje más utilizado en Europa para diseñar este tipo de sistemas es de 100 V. Las aplicaciones de este tipo de arreglos son fundamentalmente para poli difusión: aeropuertos, centros comerciales, hospitales, estadios, etc. debido a que se puede llevar voltaje a grandes distancias. También existen aplicaciones para sistemas de alta potencia, pero los voltajes son más elevados (200V, 240V, etc.). Por ejemplo, para pistas de carreras de autos donde los altavoces están a grandes distancias. Es el mismo principio de distribución, solo que se requiere mayor voltaje.

Opciones de amplificación

“Los amplificadores diseñados para funcionar en sistemas de voltaje constante cuentan con su propio transformador elevador acoplado internamente a la salida de potencia, por lo que no es necesario conectar un transformador externo al amplificador. Estos sistemas son llamados de acople directo.

En caso de utilizar un amplificador de potencia que no ha sido diseñado para funcionar en un sistema de voltaje constante, el amplificador necesitará de un transformador para que suministre voltaje constante. Son llamados sistemas de acople con transformador, que pueden ser montados internamente o montados externamente, pero como son grandes, añaden peso, costo y ocupan más espacio para colocarlos.

Normalmente en los amplificadores de voltaje constante se puede seleccionar el voltaje en el que se desea que trabajen. Los más comunes son 70 V y 100 V, además de poseer una salida para conectar altavoces de baja impedancia” (Rodríguez, 2005).

En la figura 3.75 se muestra la parte trasera del amplificador SIMA QX-240, y específicamente en el indicador número 2 se observan los tipos de salidas de baja y alta impedancia para conectar altavoces.

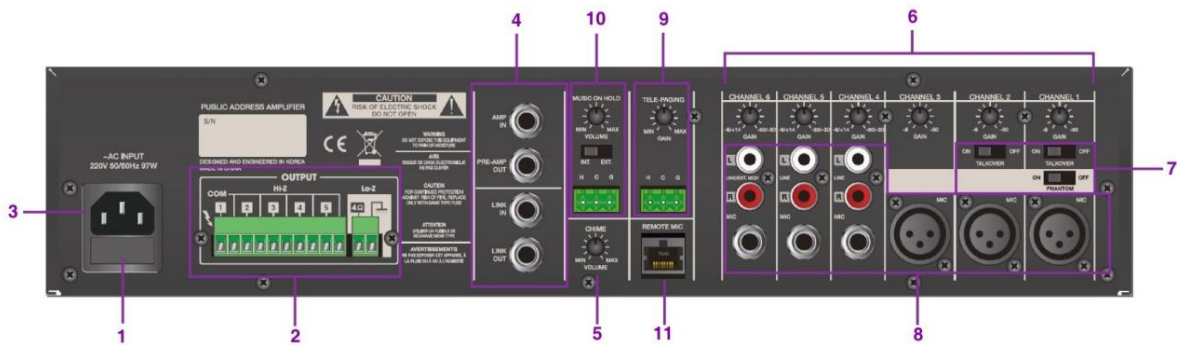


Figura 3.75 Vista Trasera del amplificador SIMAX QX-240

Conectando altavoces

Hay que considerar que el voltaje que circula por la línea es alto, por lo que nunca se debe conectar altavoces directamente al amplificador si no poseen un transformador acoplado a su entrada. Por eso en el mercado existen altavoces que poseen un transformador interno conectado a su entrada y en caso que ser requiera conectar un altavoz normal a la línea de voltaje constante será necesario acoplarle un transformador apropiado en su entrada. En la figura 3.76 se puede observar que el amplificador ya tiene integrado su transformador internamente (acople directo) pero los altavoces conectados a él tienen transformadores reductores.

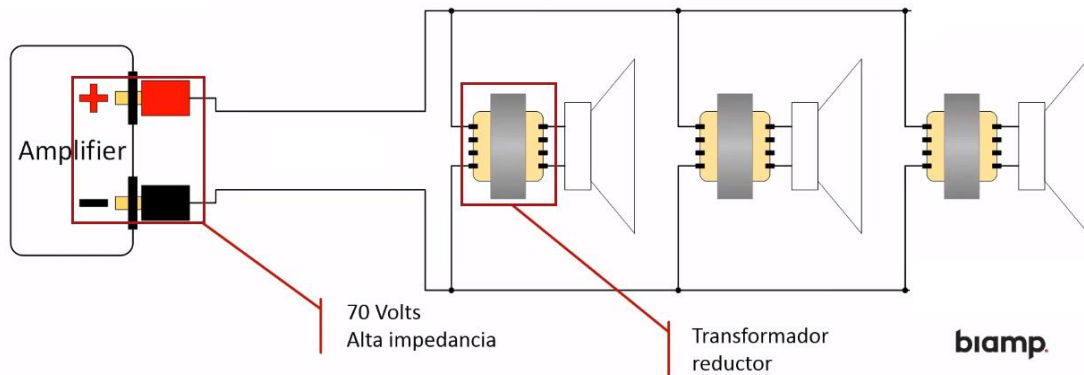


Figura 3.76 Amplificador de voltaje constante con acople directo

Por otra parte, la figura 3.77 muestra un amplificador de acople con transformador, ya que al no estar diseñado para altavoces de voltaje constante (alta impedancia) necesita un transformador elevador. Los altavoces también tienen su propio transformador reductor.

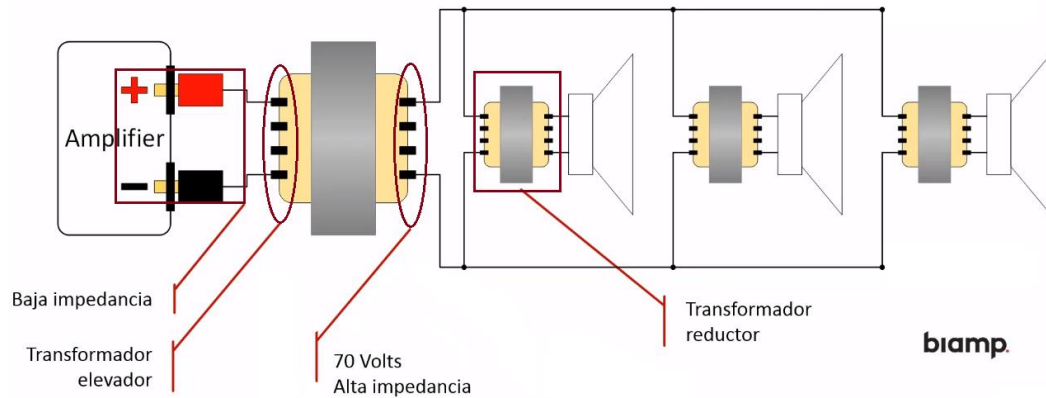


Figura 3.77 Amplificadores de voltaje constante de acople con transformador

Transformadores

En audio los transformadores se usan generalmente para transferir energía de un circuito a otro. Debido a que la mayoría de las veces estos difieren su impedancia, es necesario igualarla si se quiere obtener la máxima transferencia de energía. En este caso, cuando se utiliza un amplificador de acople con transformador, ya se ha mencionado que se deben utilizar transformadores elevadores y transformadores reductores. Pero ¿cómo funcionan estos transformadores? es muy útil conocer su funcionamiento, ya que se deberá hacer uso de ellos si por alguna razón no se cuenta con un amplificador dedicado a voltaje constante.

- **Transformadores elevadores.** Son los transformadores que se conectan a la salida del amplificador cuando no es de voltaje constante. Estos elevan la salida de baja impedancia del amplificador a alto voltaje (70V o 100V).

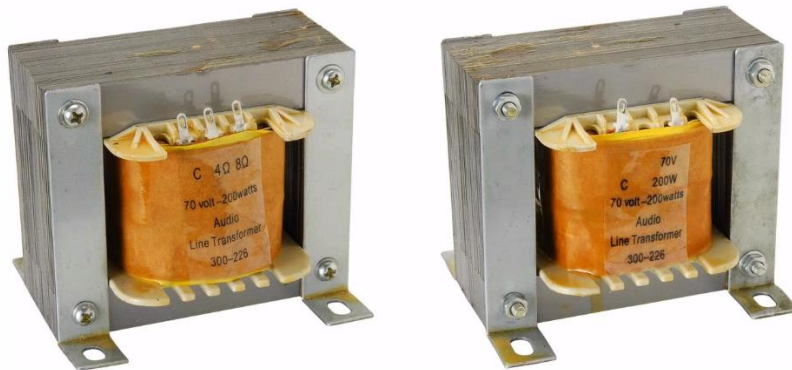


Figura 3.78 Bobinado primario (izquierda) y secundario (derecha) de un transformador elevador

La figura 3.78 muestra el bobinado primario y secundario de un transformador elevador. Como se puede apreciar, el bobinado primario (de entrada) tiene tres terminales: común, $4\ \Omega$ y $8\ \Omega$. El bobinado secundario (salida) tiene dos terminales: común y $70\ \text{V}$. Además, especifica el voltaje y potencia que entrega.

La forma correcta de conectar estos transformadores es la siguiente: del lado primario la terminal común siempre va conectado al negativo de la salida del amplificador, la terminal $4\ \Omega$ u $8\ \Omega$ va conectado al positivo de la salida del amplificador; esto depende de la salida de baja impedancia que indique el amplificador ya que las dos deben coincidir (ver figura 3.79).

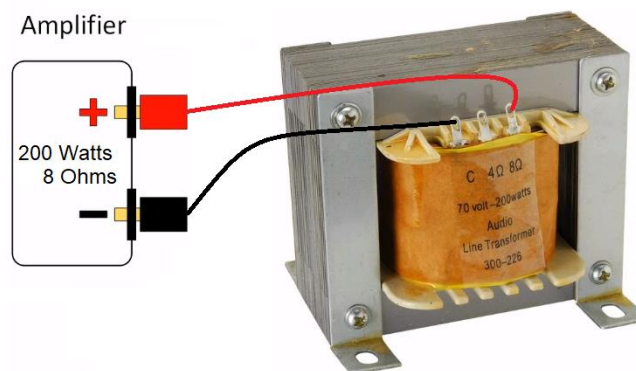


Figura 3.79 Acople de un amplificador con un transformador elevador

Del lado secundario, la terminal común se conecta al negativo del altavoz y la terminal de 70V al positivo. Se conecta de esta forma siempre y cuando el altavoz ya tenga integrado internamente su transformador reductor, y que tanto el voltaje del amplificador como el del mismo altavoz coincidan (ver figura 3.80).

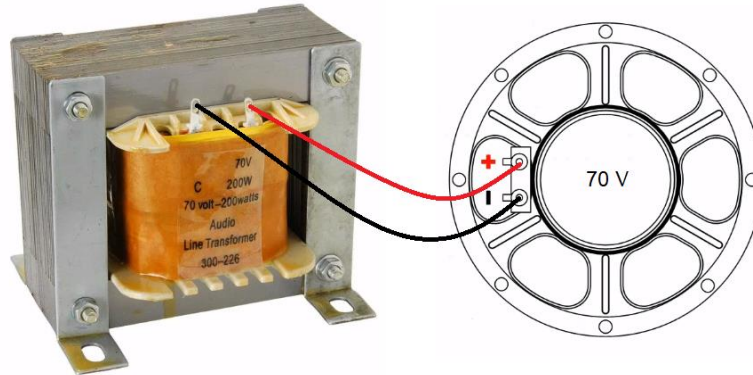


Figura 3.80 Conexión de un transformador elevador con un altavoz de voltaje constante

- **Transformadores reductores.** La función que cumplen es de bajar la alta impedancia a una que pueda soportar el altavoz (baja impedancia). Cuando un altavoz es de voltaje constante ya incluyen uno de estos transformadores internamente. En caso de que se requiere conectar un altavoz de baja impedancia a una línea de 70V o 100V, es necesario acoplar un transformador reductor a la entrada de dicho altavoz.



Figura 3.81 Bobinado primario (izquierda) y secundario (derecha) de un transformador reductor

Al igual que el transformador elevador, este tipo de transformadores también tienen dos bobinados. Obsérvese (figura 3.81) que el lado primario tiene varios cables de diferentes colores, cada uno de los “taps” posee características propias en cuanto a la potencia que consumen y su impedancia. Dependiendo qué cable se conecte, será la

potencia que se le entregará al altavoz. Por ejemplo, si se le quiere dar 10W el azul, si se quiere 5W el blanco, y así según la potencia deseada. Los taps de los transformadores son muy útiles, ya que permiten escoger la máxima potencia entregada a cada altavoz en forma independiente. De esta manera se pueden ajustar los niveles de presión sonora máximos de los altavoces conectados a una misma línea en forma individual.

Por su parte, el lado secundario solo tiene dos terminales, las cuales van conectado directamente al altavoz. La salida de baja impedancia siempre debe de coincidir con la impedancia del altavoz.

Conexión de transformadores elevadores y reductores

La figura 3.82 muestra la conexión correcta entre un transformado elevador y un transformador reductor en un sistema de voltaje constante.

El positivo del amplificador se conecta a la terminal de baja impedancia del bobinado primario del transformador reductor (es necesario que sus impedancias coincidan) y negativo del amplificador va conectado al común.

La salida de 70V del bobinado secundario del transformador elevador se conecta con la terminal (tap) de potencia requerida del bobinado primario del transformador reductor y los comunes se conectan entre sí.

Por último, la salida de baja impedancia (bobinado secundario) del transformador reductor se conecta con el positivo del altavoz y el común con el negativo. La impedancia de salida del transformador reductor no necesariamente debe ser la misma que la del amplificador, pero sí debe coincidir con la impedancia del altavoz (Berstein, 2018).

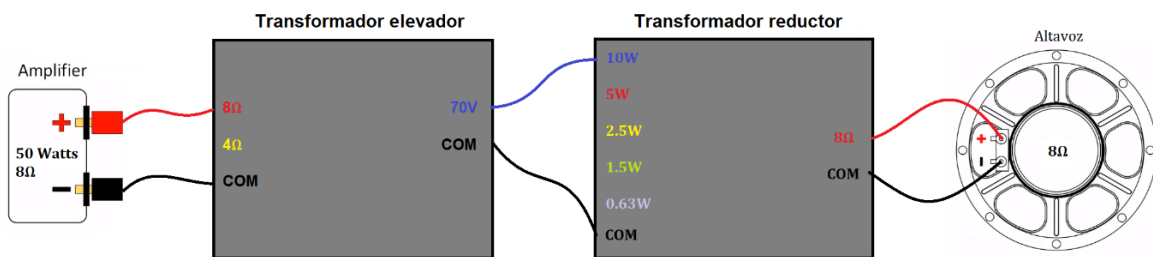


Figura 3.82 Sistema de altavoces de voltaje constante con transformador elevador y reductor

Calculando un sistema de voltaje constante

Los sistemas de voltaje constante fueron creados con el propósito de poder conectar altavoces a una gran distancia del amplificador y/o conectar una gran cantidad de altavoces a un solo amplificador. Así que después de haber visto las características de este tipo de sistemas, el siguiente paso es aprender a calcular (diseñar) uno.

Existen dos formas de calcular estos sistemas: de forma matemática o con la regla de oro.

- **La regla de oro.** La forma más rápida de calcular un sistema de altavoces de voltaje constante es con la regla de oro: *“la suma de la potencia nominal utilizada en todas las derivaciones primarias de los altavoces no debe exceder la potencia del amplificador”*. Esto significa que, si el amplificador tiene una potencia X a su salida, la suma de las potencias individuales de cada uno de los altavoces conectados a él no debe ser mayor que la de dicho amplificador. Ya que, si se pasa, se puede sobrecargar el amplificador y así dañarlo.

Para ejemplificar esto, la figura 3.83 muestra un sistema donde el amplificador está entregando una potencia de 50 Watts a 70V. Así que se pueden conectar tres altavoces de 15 W cada uno sin ningún problema, sumando en total una potencia de 45 W, que es menor que la del amplificador (50 W), por lo tanto, no hay ninguna sobrecarga. Pero si se quisiera conectar otro altavoz más, no sería posible, ya que la suma total de potencia sería de 60 W, que es mayor de 50 W. Esto sobrecargaría al amplificador y fallaría todo el sistema.

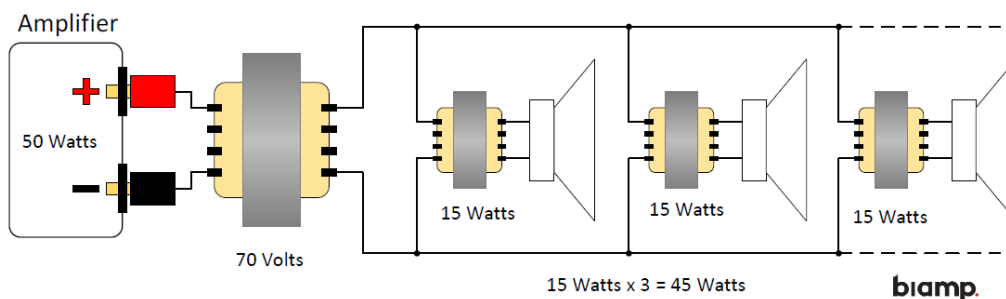


Figura 3.83. Sistema de voltaje constante con tres altavoces

-
- **Matemáticamente.** Si se quiere calcular uno de estos sistemas más detalladamente, se debe hacer uso del concepto más importante: todo depende de la impedancia. Así que se tiene que calcular la impedancia que está viendo el amplificador y mientras este no se sobrecargue, todo estará bien. Para esto, la impedancia de la carga (circuito de altavoces y cables) tiene que ser igual o mayor que la impedancia mínima soportada por el amplificador o transformador (si es el caso). Para calcular esto existen varios pasos:

Paso 1: Calcular la carga mínima del amplificar

El primer paso es calcular la impedancia mínima que puede soportar el amplificador, y esto se calcula con las ecuaciones 3.6 y 3.7 de la Ley de Ohm.

$$Z = \frac{V^2}{P} \text{ ----- Ecuación 3.19}$$

Donde:

Z = Carga mínima segura para el amplificador (Ohms)

V = Voltaje de la línea de altavoces (25V, 70V, 100V, etc.)

P = Potencia de salida del amplificador

Tomando los valores de la *figura 3.83*: P = 50 Watts y V = 70 V y sustituyéndolos en la ecuación 3.19, se tiene:

$$Z = \frac{(70)^2}{50} = \frac{4900}{50} = 98 \Omega$$

Con base a este resultado, se determina que el valor mínimo de la carga que se le puede conectar a ese amplificador es de 98 Ω .

Paso 2: Para cada altavoz, calcular la impedancia del primario del transformador reductor.

De la misma forma que se calculó la impedancia mínima del amplificador, hay que calcular para cada altavoz la impedancia del bobinado primario del transformador reductor.

Como se recordará, los transformadores reductores tienen varias terminales (taps) para seleccionar la potencia que se le quiere entregar al altavoz. Para el ejemplo de la

figura 3.83, la potencia seleccionada en cada uno de los altavoces es de 15 Watts. Así que, sustituyendo los valores de voltaje y potencia, en la ecuación 3.19, se obtiene:

$$Z = \frac{(70)^2}{15} = \frac{4900}{15} = 326.67 \Omega$$

Po lo tanto, la impedancia individual de cada altavoz es de 326.67 Ω .

Paso 3: Calcular la impedancia total de la carga

En este ejemplo, como son tres los altavoces conectados en paralelo y con impedancias iguales, se utiliza la ecuación 3.18 para calcular la impedancia total del sistema.

$$Z_T = \frac{1}{\frac{1}{326.67} + \frac{1}{326.67} + \frac{1}{326.67}} = 108.89 \Omega$$

Paso 4: Comparar la impedancia mínima del amplificador con la impedancia total de la carga.

Una vez que se tiene la impedancia del paso 3 hay que compararla con la del paso 1, esto para verificar si la impedancia total del sistema es mayor que la impedancia mínima soportada por el amplificador. Sí se cumple esto, no habrá ningún problema y el amplificador no se sobrecargaría.

Para este ejemplo la impedancia del amplificador es de 98 Ω y la del sistema de altavoces es de 108.89 Ω y se cumple que la impedancia del sistema es mayor que la del amplificador. Así que se puede implementar el arreglo sin que el amplificador sufra algún daño.

En caso de que la impedancia del sistema sea menor que la impedancia del altavoz es necesario utilizar un amplificador más grande (de mayor potencia) o seleccionar menor potencia en los altavoces.

Implementar un sistema de altavoces de voltaje constante tiene sus ventajas y desventajas, así que el integrador o el cliente deberán escoger si es viable y está dentro de su presupuesto.

Ventajas de un Sistema de Voltaje Constante

- “Una gran cantidad de altavoces pueden ser conectados a un mismo amplificador sin sobrecargarlo.
- La potencia entregada a cada altavoz puede ser ajustada individualmente por medio de los taps (terminales de conexión) que posee cada uno de los transformadores.
- Permite conectar cables más largos y de menor calibre, ya que existe menos pérdida en la línea.
- Altavoces con transformador pueden ser conectados a la línea de voltaje constante en cualquier punto entre el amplificador y el último altavoz, sin bajar la impedancia más de lo recomendado.
- Si un altavoz se daña, no afecta el resto del sistema.

Desventajas de sistemas de voltaje constante

- La respuesta frecuencia de los transformadores es limitada.
- Muchas veces es necesario montar transformadores externos, lo que implica que dos conexiones extras deben hacerse durante la instalación.
- Los transformadores pueden ser conectados invertidos, cargando excesivamente el amplificador.
- Los transformadores pueden ser costosos y pesados para el sistema.
- Todos los transformadores tienen pérdida por inserción” (Rodríguez, 2005)

Como punto final de esta sección, es muy recomendable tener potencia de sobra en el amplificador cuando se diseña un sistema de altavoces constante. Normalmente sobredimensionada en un 20% con respecto a la potencia total del sistema, esto por cuestiones de headroom dinámico (rango dinámico), saturación de los transformadores o por crecimiento y ampliación de zonas o cambio futuros de bocinas de mayor potencia y calidad.

Procesadores digitales de audio

Otro de los componentes que integran un sistema de audio es el procesador digital de señales o DSP (Digital Signal Processor, por sus siglas en inglés). Existen diferentes tipos de DSP: de audio, vídeo, transmisión de dato, etc. pero el propósito de esta sección es conocer sobre los procesadores digitales de audio, que como su nombre lo dice, su función es procesar, analizar, interpretar o manipular señales de audio. Otro término común para un procesador de señal es una unidad de efectos o un dispositivo de efectos, a veces abreviado EFX.

Hay una cantidad de diversos tipos de procesadores de señal de uso frecuente para la aplicación de audio. Los más comunes son quizás los ecualizadores, compresores, limitadores, filtros, etc.

Quizá haya confusión y se piense que estos DSP que se deben instalar o integrar al sistema de audio individualmente. Esto no es así, ya que un DSP de audio es un equipo capaz de realizar todos esos procesamientos e incluso más (Davis & Jones, 1989). En un sistema de audio de alta fidelidad (hi-fi) y especialmente en este caso, cuando se diseña una sala de videoconferencias, es necesario hacer el uso de un DSP inteligente, ya que será el encargado de procesar todas las señales de audio.

En el mercado existen varios fabricantes líderes en la venta y fabricación de DSP inteligentes, así que el diseñador o cliente serán los encargados de escoger según sus necesidades y presupuesto, el más conveniente. Se pueden encontrar procesadores de marcas como Crestron, Biamp, Yamaha, Roland, Community, etc. (figura 3.84).



Figura 3.84 Algunas marcas de fabricantes de procesadores digitales de audio

TesiraFORTÉ DAN VT

Para poder comprender las características y funciones de un procesador de audio inteligente hay que tomar algún equipo de un fabricante y ponerlo como ejemplo. En esta ocasión el DSP TesiraFORTÉ DAN VT (figura 3.85) de Biamp Systems será objeto de estudio.



Figura 3.85 Parte frontal del procesador digital de audio TesiraFORTÉ DAN VT

Características

“El TesiraFORTÉ DAN VT es un procesador de audio digital con 12 entradas analógicas y 8 salidas analógicas, e incluye tecnología de cancelación de eco acústico AEC (Acoustic Echo Cancellation) en las 12 entradas. Incluye hasta 8 canales de audio USB configurables, una interfaz VoIP de 2 canales, una interfaz telefónica FXO estándar y una red de audio digital Dante.

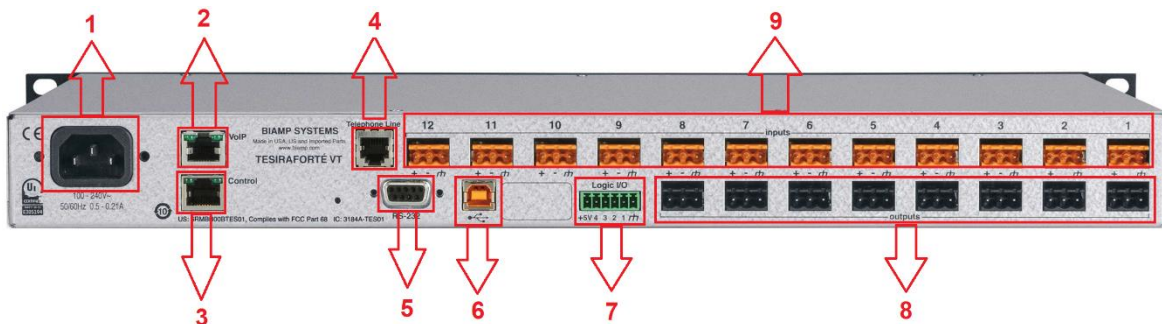


Figura 3.86 Parte trasera del procesador digital de audio TesiraFORTÉ DAN VT

La figura 3.86 muestra la parte trasera del TesiraFORTÉ DAN VT y sus respectivos puertos de entrada y salida.

1. Fuente de alimentación universal 100 – 240 V.
2. Interfaz SIP VoIP a través de un conector RJ-45.
3. Puerto Gigabit Ethernet para la programación y el control en un conector RJ-45.
4. Conector RJ-11 para una sola línea de comunicación telefónica.
5. Puerto serie RS-232 para la transmisión de datos de control dentro o fuera del DSP programable por software.
6. Conexión de bus serie universal (USB) en un conector estándar tipo USB-B configurable para transmitir hasta 8 canales de audio.
7. 4 canales de conexión de entrada y salida de propósito general (GPIO) para enviar o recibir señales lógicas.
8. 12 entradas de nivel de línea / micrófono con AEC.
9. 8 salidas de nivel de línea / micrófono.

Al igual que este procesador, existen otros procesadores con características similares o mejores. Es común que cuando no se está familiarizado con los DSP, existen conceptos que son difíciles de comprender, por este motivo se abordarán los más importantes.

- **VoIP.** La mayoría de los DSP de audio en la actualidad tienen esta función. ¿Pero qué es y para qué sirve? VoIP es la abreviación de Voz sobre protocolo de internet también llamado voz sobre IP (siglas en inglés de Voice over IP), es un conjunto de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando el protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables solo por telefonía convencional. VoIP está disponible en muchos teléfonos inteligentes, computadoras personales y en los dispositivos de acceso a Internet.

VoIP se utiliza en los DSP de audio para transmitir voz a través de cables Ethernet RJ-45. Esto es muy útil cuando se diseña una sala de videoconferencias, ya que se puede realizar un arreglo completo de micrófonos VoIP, se pueden conectar varias líneas telefónicas para poder comunicarse remotamente.

-
- **Telephone line.** Cuando un DSP tiene esta función, quiere decir que se le pueden conectar líneas telefónicas analógicas a él. El número de líneas dependerá de los puertos que tenga.
 - **Logic I/O.** Son pines de conexión de entrada y salida de propósito general (GPIO). No tienen un propósito definido, ya que se pueden programar según las necesidades. Por ejemplo, se puede programar uno de estos pines para que se le conecte un botón que sirva para encender todos los micrófonos, o para bajar o subir el volumen. En fin, se puede programar para el uso que más convenga.
 - **Puerto de control.** Por lo general es un puerto RJ-45. Este sirve para conectar el equipo con una computadora a través de un cable de control RJ-45. Una vez estén conectados, con un software del fabricante del DSP se pueden programar y controlar todas las funciones con las que cuenta el equipo.
 - **Puerto RS-232.** La función de este puerto es transmitir datos de control, ya sea entre equipos del mismo fabricante o incluso de diferente fabricante. A través de este puerto se pueden recibir órdenes de otros equipos. Por ejemplo, un equipo de control puede solicitar al DSP que habilite determinado número de salidas (altavoces).
 - **Audio USB.** Es un puerto que sirve para transmitir audio mediante un conector USB. Por ejemplo, se puede conectar este puerto al puerto USB de una computadora y así transmitir el audio que se esté reproduciendo en ella al DSP.
 - **Entradas.** Son entradas de nivel de línea. Generalmente estas entradas van conectadas los micrófonos, aunque también se pueden conectar otras fuentes de audio con voltaje de línea.
 - **Salidas.** Las salidas se pensarían que van conectadas directamente a los altavoces, pero no es así. Pero como son de nivel de línea, tienen que pasar por una etapa de amplificación antes de poder conectarse a los altavoces. Así que las salidas de este DSP van conectadas a las entradas de un amplificador.

Algo muy importante que se debe conocer cuando no se ha trabajado con estos equipos es que el DSP de audio necesita programarse para que se pueda administrar todas sus funciones. El fabricante es el encargado de proporcionar el software con el que se puede programar. Para este caso en el que se está poniendo como ejemplo el DSP TesiraFORTÉ DAN VT, el software para programarlo se llama Tesira Software¹ y se puede descargar desde la página del fabricante” (Biamp, 2019).

También hay que tener en cuenta que, para poder programar este equipo, es necesario tomar un curso de certificación que usualmente imparte el fabricante. Por lo que en este trabajo no se abordará ningún tema con respecto a la programación del DSP, pero se compartirán algunas capturas de pantalla de los diferentes bloques que se pueden encontrar dentro del software Tesira.

Estructura de Ganancia

Como ya se estudió, la ganancia es un de las propiedades de los amplificadores. Pero a diferencia de los amplificadores que tienen una ganancia fija, en un DSP se puede modificar la ganancia según se requiera.

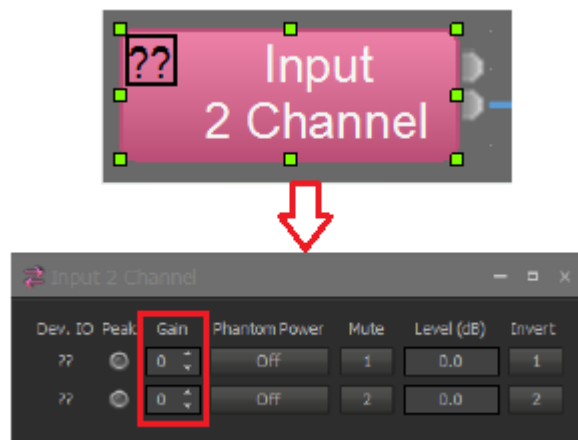


Figura 3.87 Estructura de ganancia en Tesira Software

¹ <https://support.biamp.com/Tesira/Software-Firmware>

En la figura 3.87 se puede apreciar un bloque de entrada (arriba) y su ajuste de ganancia (abajo). Cuando se conecta un micrófono a cualquiera de las entradas del DSP, se puede ajustar su ganancia en un bloque digital dentro del programa Tesira.

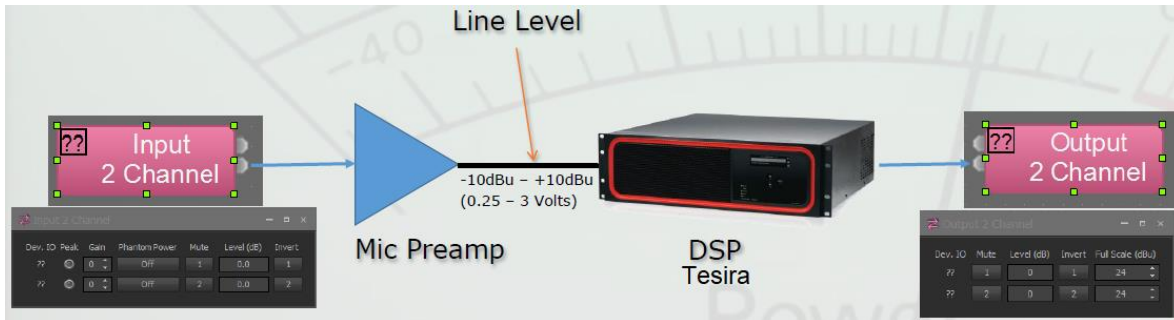


Figura 3.88 Etapa de ganancia de un DSP Tesira

Para ilustrar mejor el concepto de ganancia, la figura 3.88 muestra cómo funciona. Se preamplifica la entrada de micrófono para que a la salida del DSP tenga una mayor ganancia.

Filtros ecualizadores

Los filtros son bloques de procesamiento que afectan la respuesta en frecuencia de una señal y los ecualizadores son un conjunto o combinación de filtros. Se pueden implementar varios tipos de filtros de paso en una señal de entrada.

- Low Pass Filter – Filtro pasa bajas frecuencias, discrimina altas frecuencias (figura 3.89)
- High Pass Filter – Filtro pasa altas frecuencias, discrimina bajas frecuencias.

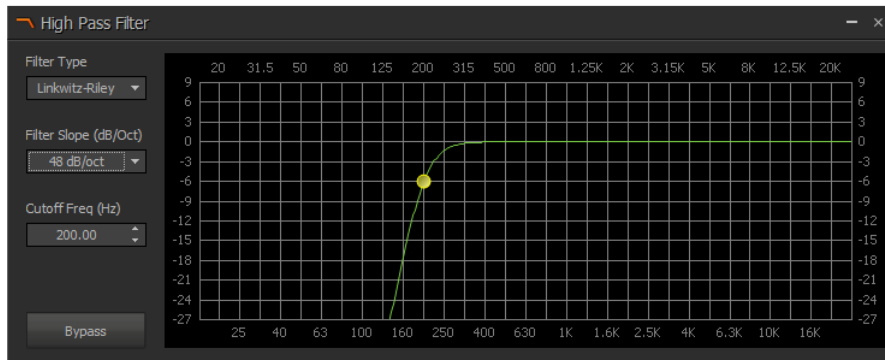


Figura 3.89 Filtro pasa bajas en Tesira Software

- UberFilter- Es un bloque que puede hacer todos los tipos de filtros simultáneamente (figura 3.90).

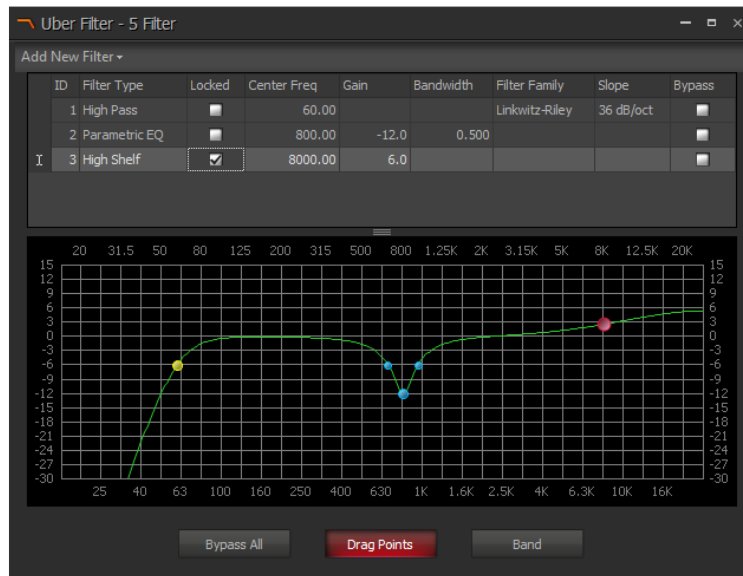


Figura 3.90 Uber filtro en Tesira Software

Algunos ejemplos de ecualizadores que se pueden implementar en Tesira son:

- Ecualizadores paramétricos – Filtros personalizables, definidos por frecuencia, ganancia y ancho de banda
- Ecualizadores gráficos – Frecuencia y ancho de banda fijos, ganancia ajustable (figura 3.91).



Figura 3.91 Ecualizador gráfico en Tesira Software

Compressor/ PeakLimiter

Comprime o limita el rango dinámico de una señal una vez que esta excede un punto de operación Threshold (típicamente por un índice definido por el usuario).

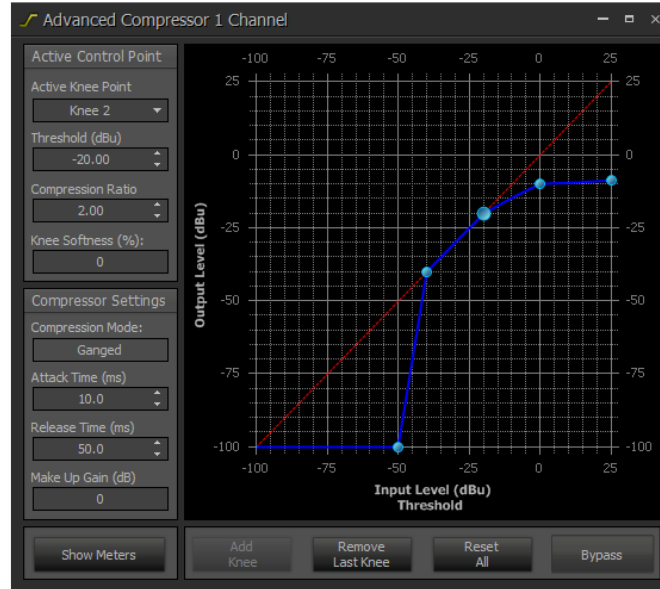


Figura 3.92 Compresor en Tesira Software

Ducker

Atenúa una señal mientras otra está presente. Se utiliza principalmente en los micrófonos. Esta función permite “apagar” un micrófono cuando no capte la voz de un usuario y volver a activarlo cuando se empiece a hablar de nuevo.

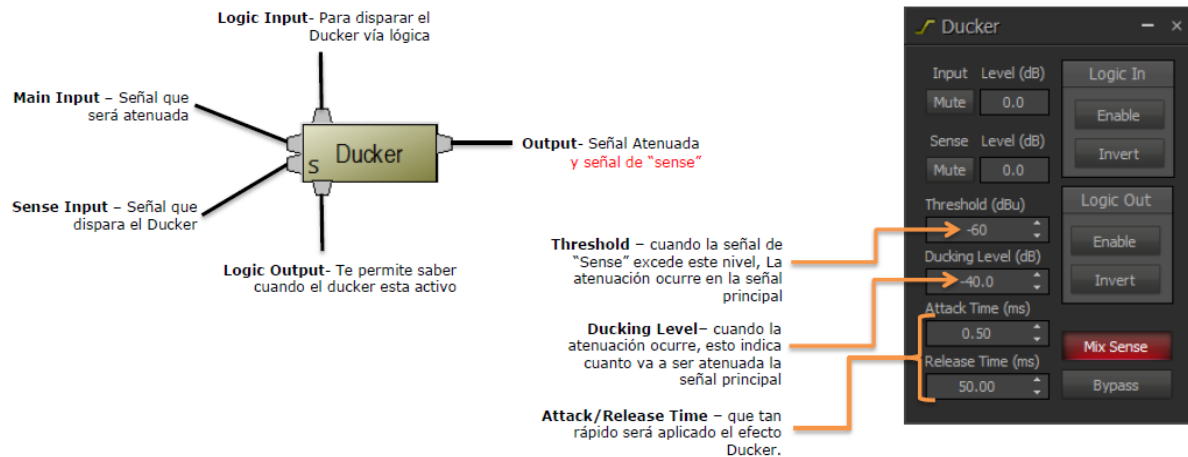


Figura 3.93 Ducker en Tesira Software

Compuerta de ruido.

Una compuerta del ruido también funciona de una manera similar a un compresor. Sin embargo, la aplicación es diferente. Una compuerta del ruido atenuará drásticamente las señales que son más bajas que un umbral definido por el usuario.

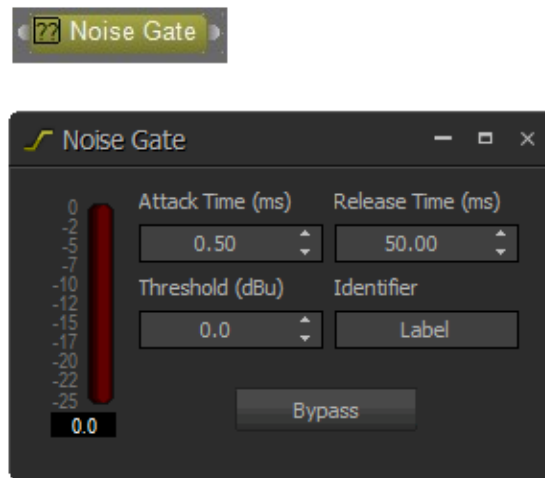


Figura 3.94 Compuerta de ruido en Tesira software

Matrix Mixer

Estas sirven para mezclar dos o más señales. Como su nombre lo dice, es una matriz donde se pueden combinar entradas para que se activen a diferentes salidas. Funciona igual que una mezcladora de audio física.



Figura 3.95 Matrix Mixer en Tesira software

Feedback Suppressor

La eliminación de la retroalimentación puede ser alcanzada a menudo a través de un ecualizador. Dependiendo de la operación de la unidad, pueden detectar frecuencias del problema y aplicar automáticamente la atenuación a la señal - ayudando a evitar la retroalimentación. Esta función del software permite eliminar el eco para que el usuario que esté al otro extremo de la sesión no lo escuche la retroalimentación del micrófono con las bocinas de la sala.

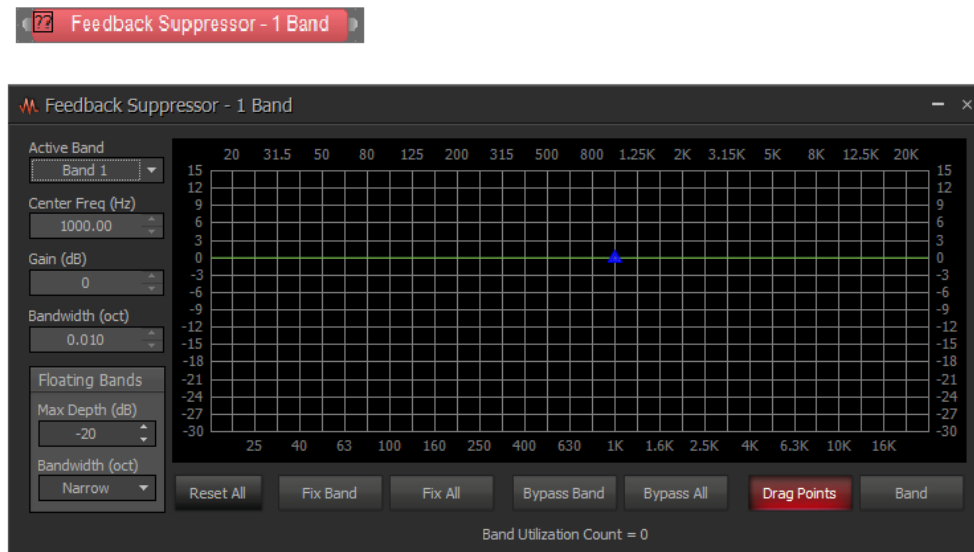


Figura 3.96 Supresor de retroalimentación en Tesira software

Audio en red

Dante es una solución patentada de redes de medios digitales, desarrollada por Audinate y que opera en redes de 100Mbps y Gigabit utilizando el Protocolo de Internet estándar (IP) sobre Ethernet. Permite el transporte de audio sin comprimir de baja latencia a través de redes IP estándar con sincronización precisa de muestra, detección automática de dispositivos y canales, y enrutamiento de señal fácil de usar (Audinate).

Interfaz de control

Probablemente surja la duda de cómo controlar todos los bloques de procesamiento que se pueden implementar en el DSP Tesira Forte que se tomó como ejemplo. La respuesta es

simple, existe otro software del fabricante llamado Biamp Canvas². Este permite importar la configuración que se haya hecho en el software Tesira y posteriormente generar una interfaz gráfica con los controles de cada uno de los bloques agregados, los cuales se pueden manipular desde una computadora, desde una Tablet o algún Smartphone. Para ejemplificar esto, la figura 3.97 muestra algunos controles: control de volumen, mute, activar entradas o salidas, realizar llamadas telefónicas, etc.

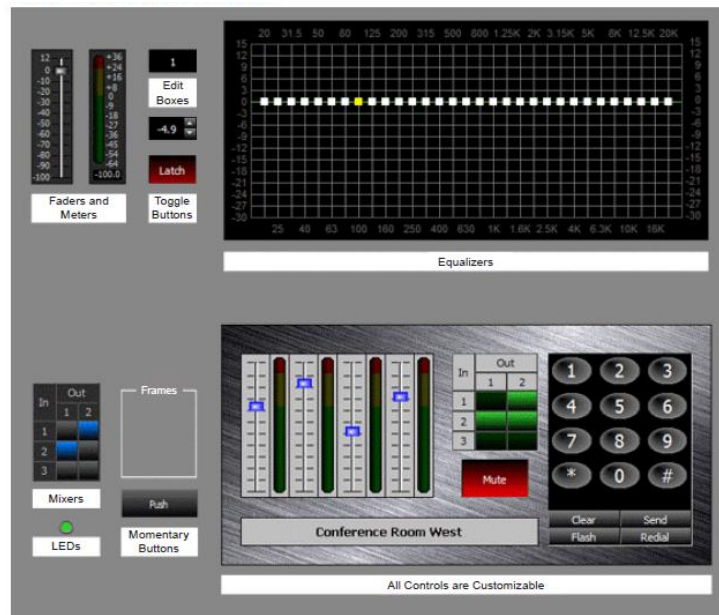


Figura 3.97 Ejemplos de controles en Biamp Canvas

Mezcladoras de audio

Los procesadores digitales de audio son caros y a menudo su precio se cotiza en dólares. Debido a esto, es muy probable que no se puede agregar uno de estos equipos inteligentes en la etapa de procesamiento cuando no se cuentan con los recursos suficientes. Aunque lo ideal para el diseño de una sala de videoconferencias, como en este caso, es utilizar uno, ya que esto permitirá al usuario tener control de todos los parámetros al alcance de su mano.

Existen opciones que se pueden implementar cuando no se puede costear un DSP inteligente, entre ellas se encuentran las mezcladoras de audio.

² <https://www.biamp.com/products/tesira-software>

La mezcladora de audio o mesa de mezclas es un dispositivo electrónico al cual se conectan diversos elementos emisores de audio (ver figura 3.98), tales como micrófonos, entradas de línea, reproductores de cd, computadoras etc. No solo pre amplifica y asigna señales de entrada a diferentes salidas, sino que también permite una variedad de diferentes mezclas y un enrutamiento y procesamiento de señales especiales. La ruta básica de la señal es la siguiente: entrada de micrófono o línea al bus de mezcla para controlar el nivel maestro a la salida.

En general, hay una serie de entradas, por supuesto, y cada entrada puede asignarse a los buses. A veces, la asignación se realiza a través de los interruptores (figura 3.99) de encendido / apagado (asignado / no asignado) y, a veces, a través de los controles de nivel, por lo que parte de la señal se asigna a un bus determinado. La consola generalmente proporcionará ecualización, y posiblemente filtros de paso alto, para cada canal de entrada, y algunas veces para las mezclas de salida. Otros componentes o funciones pueden incluirse en la consola, como compresores, osciladores de prueba, circuitos de intercomunicación y lógica de silenciamiento.



Figura 3.98 Entradas y salidas de una mezcladora de audio Yamaha MGP16X



Figura 3.99. Controles de la mezcladora de audio Yamaha MGP16X

El DSP es el corazón del sistema de audio, ya que es el encargado de controlar todo: entradas, salidas, nivel de volumen, filtros, compresores, etc.

Al diseñar una sala de videoconferencias automatizada no sería viable utilizar una mezcladora de audio, ya que esta requiere que una persona la esté operando manualmente, además que son grandes y pesadas. Como el objetivo de esta propuesta es automatizar todos los procesos (los que sean posibles), lo más conveniente es utilizar un DSP inteligente, como lo es el TesiraFORTÉ DAN VT.

Sumando el DSP a todos los elementos ya estudiados, se puede realizar un pequeño sistema de audio como se observa en la figura 3.100, donde se aprecia que el sistema está compuesto micrófonos de red (a través de Dante) conectados a la entrada del DSP TesiraFORTÉ DAN VI y sus salidas van hacia un amplificador que a su vez alimenta a altavoces de techo y altavoces de monitor.

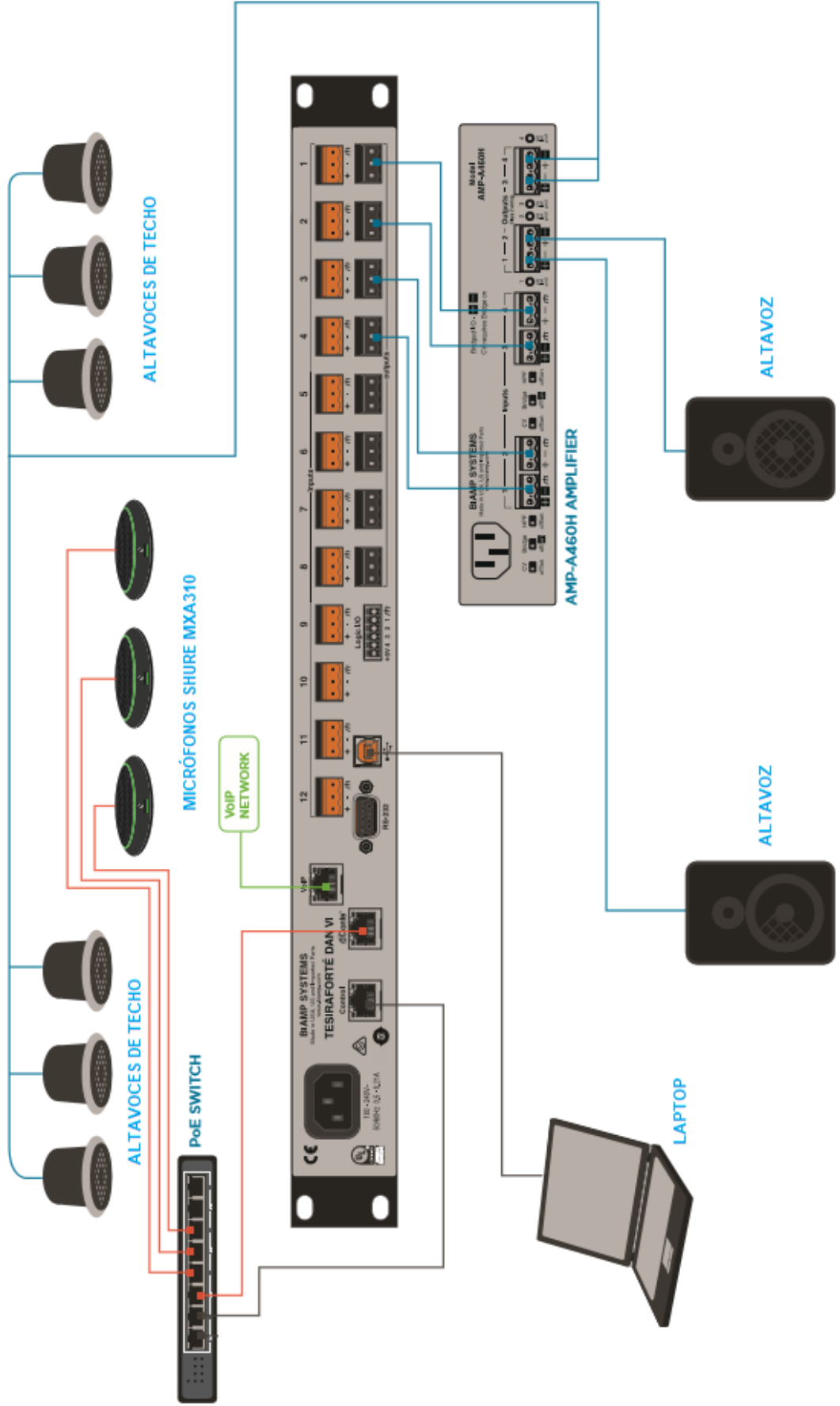


Figura 3.100 Sistema de audio con TesiraForte

Cableado de audio

En un sistema de audio, el sonido viaja a través ondas electromagnéticas, pero para poder hacer esto, necesita un medio de transporte por el cual desplazarse. Estos medios físicos son los cables y son los que realizan la conexión entre equipos, por ejemplo, entre el micrófono y la mezcladora, o entre la computadora y el DSP, etc.

El cableado probablemente cuesta menos que cualquier otro componente en un sistema de audio. Aun así, puede haber cientos de cables en un solo sistema, por lo que el costo puede sumar una cifra considerable. El zumbido, los chasquidos, la señal perdida debido a circuitos abiertos o las salidas defectuosas debidas cortocircuitos pueden ser causados por un solo cable. Independientemente de la calidad de los micrófonos, las mezcladoras, los DSP, los amplificadores y los altavoces; todo el sistema puede fallar o silenciarse debido a un solo cable defectuoso. Así que no se recomienda ahorrar dinero y escatimar al momento de comprar el cableado, ya que esto podría provocar la falla completa del sistema, por lo que se recomienda utilizar cables de buena calidad.

Hay diferencias importantes entre los cables de aspecto similar. No todos los cables son iguales, ni todos los conectores se parecen de la misma manera. Incluso si el diámetro total, el calibre del cable y la construcción general son similares, dos cables pueden tener propiedades eléctricas y físicas significativamente diferentes, como resistencia, capacitancia entre conductores, inductancia entre conductores, flexibilidad general, densidad de blindaje, durabilidad, capacidad de resistir aplastamientos o curvas pronunciadas, resistencia a la tracción, etc. Los siguientes párrafos arrojan algo de luz sobre las características de los cables.

Partes del cable de audio

“Un cable de audio es, fundamentalmente, un cable eléctrico que transporta una señal de audio. Un cable eléctrico es un hilo más o menos grueso hecho de un material conductor de la electricidad cubierto por una envoltura de un componente aislante a modo de funda que lo protege en toda su longitud” (Musicalecer, 2019).

La figura 3.101 muestra las partes de un cable de audio coaxial. La estructura de dicho cable es la misma para los demás tipos de cables de audio, ya que por lo general lo único en lo que se diferencian es en el número de conductores que tienen.

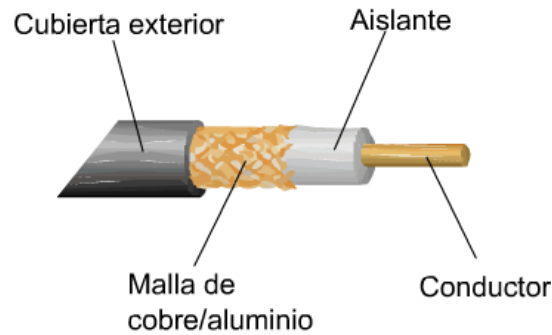


Figura 3.101 Estructura básica de un cable de audio coaxial

Tipos de cables de audio

“Existen diferentes conexiones en un sistema de audio. Por ejemplo, conexiones de micrófonos, de altavoces, de consolas, etc. Es por esto por lo que también hay diferentes tipos de cables de audio, ya que es necesario utilizar cierto tipo de cable según la conexión que se va a realizar. A continuación, se mencionan algunos tipos de cables utilizados en un sistema de audio.

- **Cable simple**

Para que fluya electricidad tiene que haber una diferencia de cargas entre dos puntos. Es por este motivo que un cable para audio se compone siempre de dos conductores. Uno de ellos se conoce como vivo y el otro como masa o tierra. El vivo es el que lleva la señal, podría decirse que es el positivo. Y la masa sirve como punto cero o negativo. La tierra tiene, además, otra función que es servir de apantallamiento para los ruidos, no permitiendo que lleguen al vivo.

Este sería un cable simple de audio que sirve para llevar una señal mono (figura 3.102).

También se utiliza este cable simple para la conexión de altavoces en equipos de sonido (figura 3.103), aunque son más gruesos para impedir pérdidas de señal. Suelen ir identificados con diferentes colores, negro y rojo, generalmente.



Figura 3.102 Cable simple utilizado para algunas conexiones de micrófonos



Figura 3.103 Cable para altavoces

- **Cable coaxial**

Su misión es llevar las señales de alta frecuencia desde el transmisor a la antena. Hay de varios tamaños y grosores dependiendo de la potencia que se maneje. Los coaxiales son muy usados para conectar antenas de TV y servicios de televisión por cable. Hay que recordar que el coaxial de video tiene una impedancia de 75Ω , mientras que el de audio es de 50Ω .

Cables balanceados y no balanceados

- Los *cables no balanceados* tienen más probabilidad de recoger interferencias. Estos cables (figura 3.104) están compuestos por dos conductores: uno vivo (por donde viaja la señal) y otro de tierra. La tierra de estos cables generalmente es la malla que los protege de interrupciones electromagnéticas.

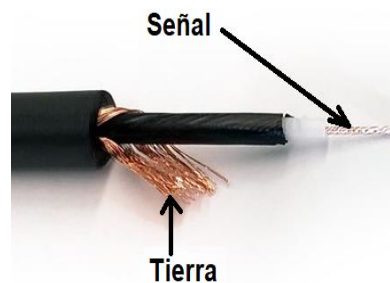


Figura 3.104 Cable desbalanceado GACI Gotham

La desventaja de este tipo de cables es la longitud que pueden tener. Se recomienda que una conexión no balanceada no sea superior a 5 m, ya que pasando esta longitud se tendría pérdida de señal y más ruido por interferencia.

-
- Los *cables balanceados*, por su parte, están diseñados minimizar y casi anular toda interferencia y/o ruido eléctrico. Estos cables se componen de tres conductores (figura 3.105): un positivo (por donde viaja la señal de audio normal), un negativo (la misma señal de audio, pero con polaridad invertida) y la tierra (normalmente dispuesto a modo de malla). Esto consiste en que un pin conduce la señal, otro la señal invertida y otro hace de masa, las dos señales se suman en el receptor y dan como resultado una señal con más ganancia y sin ruidos. Este tipo de cables tienen una aplicación profesional.

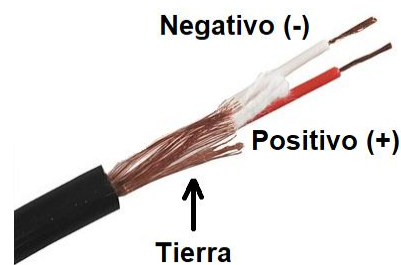


Figura 3.105 Cable balanceado 8451 Belden

Conexiones balanceadas y no balanceadas

Quizá se piense que es lo mismo una conexión balanceada que un cable balanceado. Esto no es así, ya que para que una conexión sea considerada balanceada, todos los puntos de dicha conexión deben de serlo. Esto incluye las salidas de hardware (consola), los cables y las entradas en las que se conectan los cables. Si alguno de estos puntos no está balanceado, hará que la conexión completa sea *no balanceada*.

Para usar conexiones balanceadas se tiene que comprobar que la matrix o consola (hardware) las permita. Esto generalmente aparece en el manual del equipo, suele indicar: balance (las permite) o Unbalance (no las permite). Otra forma de verificar si el hardware es balanceado, es revisar tiene salidas o entradas XLR, ya que está se compone de tres pines donde se conecta el cable balanceado. Por el contrario, el hardware es *no balanceado* si se trata de una guitarra o un bajo, si tiene una salida mono o estéreo de tipo Jack o si tiene entradas o salidas RCA. Para confirmar esto, siempre se debe consultar el manual del equipo.

Conocer la diferencia entre los cables balanceados y no balanceados es crucial a la hora de elegir los cables adecuados para cada situación. Esto evitará pérdidas de señal o interferencias

desagradables al momento de diseñar un sistema de audio. El uso de un cable inadecuado podría incluso dañar el sistema. Se recomienda siempre procurar que salidas y entradas de equipos de audio sean siempre iguales, balanceado con balanceado y no balanceado con no balanceado, para evitar posibles interferencias o pérdidas de señal. Aunque en el caso de ambientes profesionales, es necesario optar siempre por la opción balanceada” (García Gago, 2013).

Cable para altavoces

Una de las cosas más importantes al momento de diseñar un sistema de audio es el tipo de cable que se debe utilizar para conectar altavoces con los amplificadores. A menudo no se le da importancia a este tema y suele instalarse el mismo tipo de cables para diferentes altavoces y amplificadores. Uno de los errores que se comete al comprar cables para altavoces es fijarse en el precio y creer que porque un cable es caro es también de buena calidad. Esta práctica debería dejarse, y enfocarse a lo que en realidad importa: en el calibre del cable, sus características eléctricas y el material del que está construido.

Características de los cables de altavoces

Existen propiedades de los cables que hay que tomar en cuenta al momento de elegir el mejor cable para altavoces. Entre las más importantes se encuentran:

- **Resistencia.** Esta es por mucho la especificación más importante a considerar al momento de comprar el cableado para los altavoces. Entre menor sea la resistencia del cable, mejor será la calidad de sonido entregada por el altavoz. Entre más corto y grueso sea un cable tendrá menor resistencia, debido a que la resistencia eléctrica de un cable es proporcional a su longitud e inversamente proporcional al área de su sección transversal.

La resistencia o impedancia de un cable la proporciona el fabricante por medio de tablas. Generalmente se especifica la resistencia del cable cada cierta distancia, según su calibre.

- **Calibre.** También conocido como número de cable AWG “American Wire Gauge” (Calibre de alambre estadounidense). Esta característica del cable es una especificación de su diámetro, es decir, de su grosor.

El paso de corriente a través de un cable provoca aumento de temperatura de este. Esto causa que los cables de calibre bajos (más delgados) puedan ser dañados por la temperatura. La especificación del calibre de un cable también se da por medio de tablas.

- **Pureza del material conductor.** “En los catálogos de los fabricantes, generalmente se menciona la calidad de los conductores con los que están hechos los cables. Los dos materiales conductores más frecuentes utilizados en la actualidad siguen siendo el cobre y la plata.

¿Pero en realidad importa de qué tipo de material esté hecho el conductor? En realidad, no depende tanto de qué tipo de material esté hecho el conductor, sino de la pureza y el tratamiento aplicado a dicho material al momento de su elaboración. Esto tiene como resultado la presencia de un número menor de discontinuidades en el interior del conductor, eliminando la distorsión, el brillo o la aspereza del sonido. En resumen, entre más puro sea el cable conductor, mayor será la calidad del sonido” (Elite, 2018).

- **Pérdidas por inserción.** Es la pérdida de potencia de la señal de audio. Puesto que la impedancia del cable está en serie con la del altavoz, el amplificador entrega energía tanto al altavoz como al cable. Así que cuando se agrega el cableado al sistema, este sube la impedancia total y por ende provoca que el amplificador entregue menos potencia.

La pérdida de potencia en un cable se puede observar en las tablas que proporciona el fabricante. Este parámetro viene especificado en porcentaje, que representa el desperdicio de potencia en el cable. Entre más delgado sea el cable, la pérdida será mayor y viceversa.

- **Atenuación.** La atenuación de una señal de audio es otra forma de representar la pérdida de potencia en el cable. Esta característica se representa en decibelios (dB). Las pérdidas se representan con un número negativo, entre más negativo sea este número, mayor será la pérdida.

En la tabla 3.4 se observan las características de un cable a 50m y 100 m. La pérdida de señal representa el desperdicio de potencia en el cable, la atenuación es la disminución del nivel

de presión sonora asumiendo el mismo amplificador (que combina la pérdida del cable junto al hecho de que el amplificador entregue menos potencia al aumentar la impedancia de la carga). Por ejemplo, se puede observar que entre más grueso (mayor sección) sea el cable, menor es la pérdida y atenuación de la señal.

Tabla 3.4 Factor de amortiguamiento, pérdida de señal, atenuación e impedancia resultantes para diferentes longitudes y secciones de cable de altavoz

Longitud del cable en metros Cable length in m	Sección de cable Wire section	Número del cable AWG, american wire gauge	Factor de Amortiguamiento Damping Factor		Pérdida de señal Signal loss		Atenuación Attenuation		Impedancia Impedance
			4 ohm	8 ohm	4 ohm	8 ohm	4 ohm	8 ohm	
50 m	0.33	22	1	2	57%	40%	-7,3 dB	-4,4 dB	5,30
	0.52	20	1	2	45%	29%	-5,3 dB	-3,0 dB	3,33
	0.82	18	2	4	34%	21%	-3,7 dB	-2,0 dB	2,10
	1.30	16	3	6	25%	14%	-2,5 dB	-1,3 dB	1,32
	2.08	14	5	9	17%	9%	-1,6 dB	-0,9 dB	0,83
	3.31	12	7	15	12%	6%	-1,1 dB	-0,5 dB	0,52
	5.26	10	12	23	8%	4%	-0,7 dB	-0,3 dB	0,33
	8.37	8	18	35	5%	3%	-0,4 dB	-0,2 dB	0,21
	13.30	6	27	53	3%	2%	-0,3 dB	-0,1 dB	0,13
100 m	0.33	22	0	1	73%	57%	-11,2 dB	-7,3 dB	10,59
	0.52	20	1	1	62%	45%	-8,5 dB	-5,3 dB	6,66
	0.82	18	1	2	51%	34%	-6,2 dB	-3,7 dB	4,19
	1.30	16	2	3	40%	25%	-4,4 dB	-2,5 dB	2,63
	2.08	14	2	5	29%	17%	-3,0 dB	-1,6 dB	1,66
	3.31	12	4	8	21%	12%	-2,0 dB	-1,1 dB	1,04
	5.26	10	6	12	14%	8%	-1,3 dB	-0,7 dB	0,66
	8.37	8	9	19	9%	5%	-0,9 dB	-0,4 dB	0,41
	13.30	6	14	29	6%	3%	-0,5 dB	-0,3 dB	0,26

Conectores

Los cables son los medios por donde viajan las señales, pero los conectores son interfaces que se conectan a la punta de los para poder conectar equipos. Cuando las distancias ente equipos son pequeñas, generalmente se compran cables ya armados que incluyen su conector. Pero cuando las distancias son grandes es necesario comprar los conectores por separado y “conectarlos” (soldarlos) a la punta de los cables.

Generalmente cuando se compra un cable de audio, se especifica con el tipo de conector que se necesita, por ejemplo: un cable RCA es un cable armado con conectores RCA, y así según el tipo de cable. Es por esto que en el mundo del audio cuando se habla de cables, feralmente son cables ya fabricados incluyendo su tipo de conector.

En seguida se mencionarán los conectores más utilizados cuando se conectan equipos de audio. Es necesario conocerlos y familiarizarse con ellos, ya que en algún momento se utilizarán.

Tipos de conectores

Los conectores de audio lo hay machos y hembras y es muy fácil distinguirlos. Los que tienen un pin o punta saliente son machos; los conectores hembra tienen un hueco donde insertar los machos. Además de por su “sexo”, los conectores se pueden clasificar como aéreos y de chasis (figura 3.106).

- **Aéreos:** Son la mayoría. Ya que son los que están conectados al cable de audio.
- **Chasis:** Son los conectores que se encuentran anclados al equipo (consola, amplificador, etc.).



Figura 3.106 Conector aéreo (izquierda) y de chasis (derecha)

Conectores analógicos. En los conectores analógicos se pueden encontrar varios tipos, pero los más utilizados en el área de audio son:

- **XLR o Cannon.** Es el conector XLR más utilizado para audio profesional, se utiliza sobre todo para módulos de sonido de estudio, micrófonos, altavoces con alimentación y aparatos de alta gama para uso residencial. Consiste en un conector de 3 pines (figura 3.107) que transmite una señal de audio siempre balanceada, esto sirve para aumentar la ganancia y permite cubrir distancias más largas de cable sin

pérdida de volumen y sin interferencias. Es posible usar cables con este tipo de conector en distancias hasta de 350 metros.



Figura 3.107 Conector XLR hembra (izquierda) y macho (derecha)

- **Jack Estéreo (TRS):** Los conectores TRS (Tip-Ring-Sleeve) transmiten la señal en dos canales (izquierdo y derecho). A estos se le conectan tres cables, dos conductores y uno de tierra. Los conectores TRS pueden ser balanceados o no balanceados, según cómo los utilicen. Se diferencia porque lleva dos bandas transversales en la punta del conector (figura 3.108).



Figura 3.108 Conector REAN NYS231 Jack g 3.5mm Macho-Stereo

- **Conector de presión.** Permite la conexión haciendo presión de cables desnudos o cables con terminales tipo espada. Generalmente se utiliza para la conexión entre altavoces y amplificadores; la figura 3.109 muestra este tipo de conector.



Figura 3.109 Conector de presión con dos terminales

Conectores digitales: Los conectores digitales son más sencillos que los analógicos, pero estos están constantemente mejorando a medida que avanza la tecnología. Entre los conectores más utilizados se encuentran:

-
- **USB.** Este tipo de conectores hacen posible el intercambio de información entre el equipo de audio y ordenadores. Los cables USB también transmiten información MIDI. Como se vio en la sección de procesadores digitales de audio, el procesador TesiraFORTÉ DAN VT tiene una interfaz USB para poder transmitir audio desde una computadora. Los conectores USB más común en los equipos de audio son los de tipo A y tipo B (figura 3.110).

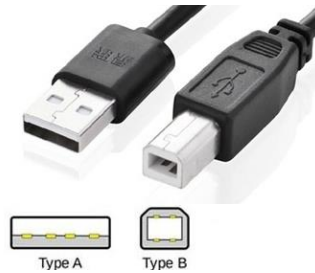


Figura 3.110 Conector USB tipo A (izquierda) y tipo B (derecha)

- **Conectores de fibra óptica.** Los cables de fibra óptica pueden llevar muchos canales de audio digital a través de un solo cable (figura 3.111). La ventaja de transportar audio a través de fibra óptica es que esta puede ir en la misma tubería o canalización de los cables eléctricos, ya que, al transportar información por medio de la luz, no se producen interferencias electromagnéticas en el cable.



Figura 3.111 Cable de fibra óptica para audio

Idealmente, un conector debe ser fácil de usar, difícil de desconectar accidentalmente, y no debe presentar resistencia ni interferencias para ingresar al sistema de sonido. Algunos conectores se acercan más a este ideal que otros. Si un sistema nunca tiene que ser reconfigurado o movido, entonces las conexiones soldadas, engarzadas o envueltas en alambre serían las mejores. Dichas conexiones tienen una resistencia mínima, no tienden a desarrollar resistencia con el tiempo y no es probable que se desconecten accidentalmente. (Davis & Jones, 1989).

Capítulo 4 Video

El sistema de video es imprescindible, ya que es el encargado de que los participantes en la sesión puedan verse mutuamente, y así convertir una simple sala de juntas en una sala donde puedan celebrarse sesiones de videoconferencia.

Un sistema de video para una sala de videoconferencias puede ir desde un diseño tan simple como una computadora con una pequeña cámara web hasta algo más sofisticado como pantallas de proyección y Video Wall (mosaico de pantallas).

En esta sección solo se estudiarán los elementos que componen un sistema de video, así como las diferentes opciones a elegir al momento de proponer un diseño.

Elementos de un sistema de video

El sistema de video, a diferencia del sistema de audio, es muy simple, ya que solo se compone de dos elementos: la fuente de video y la pantalla de proyección.

- **Fuente de video.** La fuente de video es la encargada de proveer los datos que serán proyectados en la pantalla de video. Aunque existen varias fuentes de video (figura 4.1) como reproductores de DVD, Blu-Ray, computador, etc., la principal fuente en una sala de videoconferencias son las cámaras, ya que están son las encargadas de grabar a los participantes de la sesión tanto local como remota.



Figura 4.1 Fuentes de video

-
- **Pantalla:** La pantalla es la parte del sistema de video que actúa como monitor para mostrar la información gráfica generada por la fuente. En una sala de videoconferencias pueden instalarse diversos tipos de pantallas según las dimensiones del espacio, por ejemplo, una pantalla de 60” (figura 4.2).



Figura 4.2 Pantalla LG Smart 60”

En el mercado existen diferentes tipos de fuentes de video y de pantallas para proyección. A continuación, se mencionarán algunos de estos elementos para que el diseñador de la sala de videoconferencias pueda conocer entre las distintas variedades al momento de elegirlos y así poder definir cuáles utilizar según las necesidades de la sala.

Tipos de cámaras o códecs para videoconferencia

La función principal de las salas de videoconferencias es “ver” a las personas que se encuentran en otro lugar geográfico y esto se logra recibiendo la señal de video que se encuentra en cada una de las salas involucradas en la sesión. Esto se consigue a través de una cámara, las cuales pueden ser: cámaras web o códecs de videoconferencia.

Cámara web

Cámara web del inglés "Webcam" es una cámara para uso en red. Es un dispositivo que se conecta al puerto USB de una computadora permitiendo así capturar video e imágenes y transmitirlos a través de internet. Estos tipos de cámaras no son recomendables para una videoconferencia de alta calidad, ya que, al ser muy sencillas, solo pueden brindar una resolución máxima de 720p (1280 x 720 pixeles). La desventaja principal de estas cámaras es que no son autónomas, ya que necesitan de un programa (software) instalada en una

computadora para que puedan funcionar, por lo que, si por alguna razón no se cuenta con una computadora a la mano, no se podrá realizar la videoconferencia.



Figura 4.3 Cámara Web TechZone TZ16CAM

Códecs de videoconferencias

Un códec de videoconferencias es un procesador de señales audio y video de tipo profesional. Esto quiere decir que no necesita de una computadora para poder funcionar, ya que es un equipo capaz de funcionar solo conectándose a la red (plug and play). Las cámaras que se conectan a este tipo de códecs son de alta calidad con resoluciones de 1080p (1920 x 1080 pixeles). Algunas marcas conocidas en el mercado y líderes en la fabricación de este tipo de códecs son Cisco y Polycom.

- **Cisco TelePresence SX80 Codec.** El códec SX80 de Cisco (figura 4.4) es un potente motor de audio y video. Incorpora aplicaciones de colaboración de video de alta definición en grandes salas de salas de juntas. Los ejemplos incluyen capacitación, sesiones informativas y salas de demostración, así como auditorios.

El SX80 ofrece hasta 1080p60 video de alta definición de extremo a extremo. El códec ofrece un completo conjunto de entrada y salida y un motor de medios flexible. Admite tres pantallas para ayudar a habilitar una variedad de casos de uso adaptables a sus necesidades específicas.

Cisco ofrece tres paquetes integradores SX80 para reducir la necesidad de equipos externos y el costo general de implementar video en salas de reuniones más grandes.

Los paquetes incluyen:

1. SX80 Codec y la cámara PrecisionHD 1080p 4X para escenarios de salas más pequeñas.
2. Códec SX80 y cámara Precision 60 para escenarios de salas más grandes.

-
3. SX80 y el sistema de cámara dual SpeakerTrack 60, que presenta un enfoque de conmutación único, directo y rápido para el seguimiento activo de los altavoces.



Figura 4.4 Códec de videoconferencia Cisco SX80

Para mayor información, visitar el documento de características técnicas.³

- **Polycom RealPresence Group 700.** Polycom es uno de los mayores fabricantes de productos de videoconferencia a nivel mundial, líder en innovación. Es por ello que se pueden elegir varios tipos de códecs de videoconferencias de este fabricante. Entre los más importantes se encuentra el Polycom RealPresence Group 700 (figura 4.5). Esta solución está diseñada para integrarse en salas de reuniones grandes, salas de capacitación, aulas y otros espacios de trabajo que tienen requisitos más complejos. RealPresence Group Series es el único sistema de videoconferencia grupal basado en estándares que está certificado con Skype for Business local y en línea (la conexión a Microsoft Teams requiere el servicio RealConnect para Microsoft Teams). Este códec permite compartir video con una resolución de hasta 1080p (1920 x 1080 pixeles). La cámara EagleEye Producer utiliza innovadores algoritmos de seguimiento facial para grabar con precisión a todos los participantes de la sala o para centrarse en la persona que habla.

La serie Polycom RealPresence Group tiene tres códecs de videoconferencias: el Group 700, utilizado para salas grandes, el Group 500, utilizado para salas medianas y el group 300, utilizado para salas pequeñas.

³ <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/telepresence/endpoint/ce98/sx80-administrator-guide-ce98.pdf>

El paquete Polycom Real Presence Group 700 incluye:

1. El códec de videoconferencia RealPresence Group 700.
2. El micrófono RealPresence Group.
3. La cámara Polycom EagleEye IV.



Figura 4.5 Polycom RealPresence Group 700

Para mayor información, visitar la ficha técnica del fabricante⁴.

Tipos de pantallas de videoconferencias

Para poder ver la información de la fuente de video, es necesario que sea proyectada en una pantalla. En una sala de videoconferencias, según sus funciones y necesidades, se pueden implementar los siguientes tipos de pantallas:

- **Monitor.** Un monitor es un dispositivo que muestra los datos o información al usuario que proporciona la fuente (generalmente un PC) (Concepto Definición, 2019).. Para una sala de videoconferencias, no es práctico utilizar un monitor, ya que son pequeños. Generalmente se utilizan para sesiones de video llamadas personales, pero no para grupales, así que, a menos que sea por una emergencia, no se recomienda utilizarlas para sesiones de videoconferencias, ya que la experiencia de los usuarios no sería la adecuada.

⁴ <https://www.poly.com/content/dam/www/products/video/group/group-700/doc/group-700-ds-es-x1.pdf>

-
- **Pantalla de videoconferencias.** Por lo general, las pantallas de videoconferencias (conocidas como pantallas comerciales, figura 4.6) son las más utilizadas en las salas. Puede pensarse que estas pantallas son televisiones, pero esto no es así, ya que son pantallas fabricadas especialmente para salas videoconferencias, noticieros, etc. Estas pantallas no incluyen altavoces internos debido a que el sonido se transmite a través de los altavoces externos del sistema de sonido del lugar.

El tamaño de la sala de videoconferencias, la calidad de la iluminación y el presupuesto juegan un papel importante en la selección de pantallas. La regla general es: cuanto más grande es la sala, más grande será la pantalla. Para una sala pequeña pueden utilizarse pantallas de 43” a 50”, para salas medianas de 60” a 70” y salas muy grandes de 80” a 85” (Fields, 2016).



Figura 4.6 Pantalla de videoconferencias LG 55LV35A

Pantallas de proyección.

Una pantalla de proyección es una instalación compuesta de una superficie lisa para mostrar el resultado de la proyección a una audiencia. Estas pantallas no pueden funcionar solas, ya que requieren de un proyector para que la imagen o video se refleje en ella. Por lo tanto, si se optan por instalar este tipo de pantallas en una sala de videoconferencias, deben elegirse al mismo tiempo que el proyector (Maquituls, 2015).

Las pantallas se pueden fabricar en telas, plástico, fibra de vidrio, acrílicos o incluso en cristal. En cuanto a las pantallas de proyección existentes en el mercado, se pueden encontrar los siguientes tipos:

-
1. **Pantalla fija.** Se trata de un marco metálico donde se sujeta la tela de la pantalla, normalmente con broches que la sostienen tensada en todo momento (figura 4.7). Estas se usan en eventos temporales en donde no existe una instalación fija, por lo tanto, no es práctica para una sala de videoconferencias automatizada.



Figura 4.7 Pantalla de proyección fija

2. **Pantalla manual.** Es una pantalla enrollable que sube y baja accionando un mecanismo manual como el de una persiana (figura 4.8). Así que para su instalación no necesitan una fuente eléctrica y su costo es mucho más económico. Tampoco se recomienda utilizarlas para la automatización de una sala, ya que es necesario que alguien la opere manualmente para subirla o bajarla, aunque si no se opta por la automatización, se puede utilizar.



Figura 4.8 Pantalla de proyección manual

-
3. **Pantalla eléctrica.** Estas pantallas son enrollables, pero esto se logra mediante un motor eléctrico integrado en la carcasa y un control que permite subirla o bajarla según se requiera (figura 4.9). Estas pantallas se utilizan en espacios donde se requiere una instalación permanente, ya que, al ser pesadas, no es muy práctico quitarlas y volver a instalar en cualquier momento. Para salas de videoconferencias este tipo de pantallas son las más recomendables, ya que se pueden integrar al sistema de automatización y de este modo operarlas desde la comodidad de una pantalla táctil o Tablet.



Figura 4.9 Pantalla de proyección eléctrica

Proyector

Un proyector es un dispositivo capaz de proyectar imágenes ópticas fijas o en movimiento en una superficie o pantalla de proyección.

La calidad que se puede obtener con un proyector está estrechamente relacionada con la calidad de la pantalla de proyección. Por esto, es preciso determinar el tamaño correcto, el tipo de material de la pantalla de proyección, el tipo de montaje, el formato de imagen del proyector y la distancia entre la pantalla y el espectador.

¿Cómo elegir correctamente un proyector?

Si es que se opta por instalar un sistema de proyección en vez de una pantalla de videoconferencias o Smart TV, lo primero que hay que hacer es elegir el proyector adecuado según las características y necesidades de la sala. En esta sección se mencionarán solo características recomendadas para elegir un buen proyector y que influirá al momento de realizar la sesión en la sala.

- **Luminosidad.** Quizá el aspecto más importante a tomar en cuenta es la luminosidad de la sala, ya que, dependiendo de esta, se optará por elegir un proyector con mayor o menor cantidad de lúmenes.

“La luminosidad o **potencia luminosa** de un proyector se mide en **lúmenes ANSI** e indica la cantidad de luz que puede proyectar un proyector sobre una determinada superficie. Las dimensiones de la imagen y la distancia de proyección son factores igualmente importantes para determinar la potencia luminosa requerida por un proyector, porque a una distancia mayor, la intensidad luminosa se reduce.

Para determinar cuánta potencia luminosa es la adecuada para un proyector, hay que tener en cuenta el tipo de iluminación de la sala, ya que existen diferentes proyectores según las condiciones lumínicas de cada espacio. Por ejemplo, si una sala es pequeña y no está del todo iluminada, se puede optar por elegir un proyector de 3,00 a 4,000 lúmenes; por el contrario, si una sala está completamente iluminada y es grande, se recomienda elegir un proyector de 5,000 lúmenes o más. La imagen 4.10 muestra la potencia luminosa optima en proyectores para distintas habitaciones.

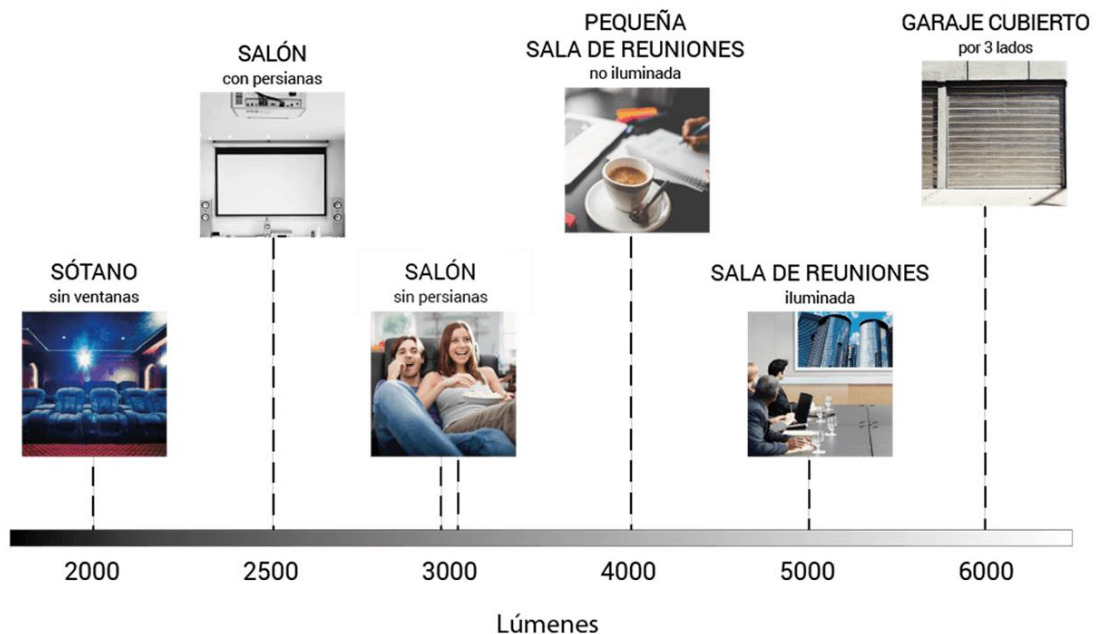


Figura 4.10 Potencia luminosa (LUMENES) en proyectores por tipo de habitación

- **Contraste:** El contraste indica la diferencia máxima en luminosidad entre blanco y negro. En una relación de contraste 1000:1 el punto más claro es, por consiguiente, mil veces más claro que el punto más oscuro. Cuanto mayor sea el contraste de un proyector, más nítida y natural será la imagen proyectada.
- **Resolución.** La resolución es la cantidad de píxeles (que son puntos diminutos de luz) que pueden reproducirse en un espacio determinado; estos se expresan usando dos números: la anchura y el alto en píxeles. A mayor densidad de píxeles, más nitidez tendrá la imagen. Por lo tanto, *la resolución de un proyector va estrechamente relacionada con la calidad de imagen que este puede proyectar.*

En el caso de una sala de conferencias una resolución FULL HD (1920 x 1080 píxeles) sería lo más conveniente, ya que por lo general no se proyecta contenido de muy alta resolución (4K). Algunas resoluciones que pueden manejar los distintos proyectores se muestran en la figura 4.11.

- **SVGA** = 800 x 600 píxeles (formato 4:3). Gama baja.
- **XGA** = 1024 x 768 píxeles (formato 4:3). Gama baja y ámbito corporativo.
- **WXGA** = 1280 x 800 píxeles (formato 16:10). Ámbito corporativo y multimedia.
- **HD ready** = 1280 x 720 píxeles (formato 16:9). Cine en casa de gama baja.
- **Full HD** = 1920 x 1080 píxeles (formato 16:9). Ámbito corporativo.
- **WUXGA** = 1920 x 1200 píxeles (formato 16:10). Ámbito corporativo.
- **4K** = 3840 x 2160 píxeles (formato 16:9). Cine de gama alta.



Figura 4.11 Resoluciones de proyectores

- **Tecnología**

En el mercado existen esencialmente tres tipos de tecnologías empleadas para generar imágenes en un proyector:

- **LCD (Liquid Crystal Display)**

Alta calidad de imagen y precisión del color, un poco más brillante en comparación directa con la tecnología DLP.

- **DLP (Digital Light Processing)**

Menos precisión de color, contraste alto, texto nítido y trazado preciso de líneas.

- **LCoS (Liquid Crystal on Silicon)**

Altas resoluciones, mejores contrastes. Reune las ventajas de LCD y DLP.

- **Distancia de alcance.** Se mide en pulgadas (") y es la máxima distancia de manera correcta sin perder definición. Esta distancia depende de la resolución del proyector. El tamaño de la imagen aumenta entre más lejos esté el proyector de la pantalla, pero puede variar dependiendo del factor de zoom, la relación de aspecto y otros ajustes. La tabla 4.1 muestra la distancia de proyección que recomienda el fabricante Epson (Epson) para un proyector con relación de aspecto 16:9" (visunext, 2020).

Tabla 4.1 Pantalla o imagen con relación de aspecto 16:9

Tamaño de imagen o pantalla	Distancia de proyección mínimo a máximo
80 pulg. (203 cm)	100 a 109 pulg. (255 a 278 cm)
100 pulg. (254 cm)	125 a 137 pulg. (319 a 348 cm)
120 pulg. (305 cm)	151 a 165 pulg. (383 a 418 cm)
150 pulg. (381 cm)	189 a 206 pulg. (479 a 523 cm)

Video Wall

“Un Video Wall es una gran superficie de visualización compuesta por varias pantallas. Estas pantallas están disponibles en varios tamaños, normalmente con un diámetro de pantalla entre 46 y 80 pulgadas. La elección del tamaño de pantalla dependerá del contenido que se vaya a visualizar y de la distancia de visualización. La resolución está sujeta al tamaño de la pared donde se vaya a instalar. Por ejemplo, una pantalla mural 4K requiere 4 pantallas Full HD en una configuración de 2x2. Así que se pueden formar matrices de varios monitores, 2x2, 2x3, 3x3, o según la relación de imagen que se desea proyectar.

Características

- Necesitan un controlador de Video Wall para llevar el contenido a las pantallas.
- Son muy flexibles en cuanto a tamaño ya que se pueden agregar pantallas para aumentar la resolución total.
- Necesitan un mecanismo de calibración para garantizar que todos los paneles individuales reproduzcan los mismos niveles de brillo y color.

¿Qué son las matrices de Video Wall?

Una matriz de Video Wall está conformada por las pantallas, las entradas de video, cables HDMI, y lo más importante, el controlador de Video Wall (figura 4.12).

Las matrices de Video Wall enrutan las fuentes de video a múltiples destinos. Estas matrices de conmutación aceptan señales de varias fuentes de entrada como laptops, cámaras, Blu-ray, etc., y enrutan la salida a diferentes destinos, que en este caso son las diferentes pantallas que forman el arreglo del Video Wall” (Barco, Barco.com, 2019)



Figura 4.12 Matriz de Video Wall 2x2 con fuentes de video

La versatilidad de un Video Wall es superior a un proyector o a una pantalla LCD normal, ya que, a diferencia de estas, el Video Wall permite proyectar video de varias fuentes al mismo tiempo, gestionar la pantalla según la fuente que se desea compartir y sobre todo ahorrar tiempo en la configuración de cada fuente de video. También permite que todos los usuarios puedan compartir el video de su estación de trabajo al mismo tiempo que lo hacen los demás, por lo es muy recomendable su uso para una sala de videoconferencias.

Capítulo 5 Iluminación y climatización

Existen dos formas de iluminar una sala de videoconferencias: iluminación natural e iluminación artificial. El arquitecto será el encargado de diseñar la mejor manera de aprovechar la luz natural y complementarla con la luz artificial, de tal manera que en conjunto puedan proporcionar las mejores condiciones de iluminación de la sala en cualquier momento del día.

Iluminación natural

La principal fuente de iluminación natural es la luz del sol, y es la que se aprovechará en gran medida para poder iluminar la sala. En la actualidad, con la ayuda de la tecnología, se pueden realizar diseños arquitectónicos simulando las calidades ambientales y la exposición a los rayos solares para hacer propuestas espaciales y formales de cualquier construcción.

Ventajas de la luz natural

- “La luz natural produce ahorros de energía al permitir que se use menos calor, menos aire acondicionado y menos luz artificial. Esto se ve reflejado en el ahorro de energía menores costos de la tarifa eléctrica.
- Las investigaciones han demostrado que la iluminación natural ayuda a las personas a ser más productivas, más felices, más sanas y tranquilas.
- En comparación con otros métodos de iluminación, la iluminación natural reduce la fatiga visual y hace que sea más fácil de ver para las personas” (Andrés, 2020).

Pero ¿cómo aprovechar la luz natural? Como ya se mencionó, esta se aprovechará según el diseño de la sala: utilizando tragaluces, domos o lo más común, las ventanas.

Persianas y cortinas

“La luz natural de una sala de juntas generalmente se aprovecha a través de ventanas y ventanales con el uso de cortinas y persianas. Una persiana es un elemento mecánico que se coloca en el interior de la ventana para regular el paso de la luz y el control de la privacidad, las cuales pueden fabricarse de diferentes materiales. El sistema más habitual en una sala de videoconferencias consiste en enrollarla para recogerla en un tambor superior y desenrollarla para desplegarla. Aunque existen diferentes tipos de persianas, las más utilizadas para una sala de juntas son las enrollables y venecianas.

Una *veneciana* es un tipo de persiana fabricada en aluminio, PVC o madera y formada por lamas de mayor o menor grosor que se suben o bajan mediante cordeles y se pliegan o extienden gracias a unas varillas (figura 5.1) que actúan como guías. Las láminas de las persianas venecianas pueden variar su posición para permitir o no el paso de luz y regular su ángulo mediante un tirador de PVC” (Decofilia, 2015).



Figura 5.1 Persiana veneciana en sala de juntas

“Las *persianas enrollables* (figura 5.2) cuentan con un accionamiento manual o motorizado que permite enrollar o desenrollar la tela, se caracterizan por su funcionalidad y diseño; se adaptan a todos los ambientes, controlando el paso de la luz, de tal forma que no sólo difuminan o aíslan por completo los rayos solares, sino que además se convierten en un excelente aislante térmico.



Figura 5.2 Persianas enrollables en sala de juntas

Por otro lado, también se puede optar por instalar una cortina corrediza como se aprecia en la figura 5.3. Algunos tipos de cortinas son de un material muy pesado y grueso que perjudican seriamente el ingreso de la luz natural por lo que no es una muy buena alternativa, lo mejor es utilizar una cortina que deje ingresar fácilmente la iluminación natural” (Flores, 2019)



Figura 5.3 Cortina corrediza en sala de juntas

Iluminación artificial

A diferencia de la iluminación natural, la luz artificial es producida por el ser humano y su fuente principal es la electricidad, la cual alimenta a las lámparas, bombillos, reflectores, leds, etc. Con la luz artificial se ilumina una sala de juntas cuando la luz natural no es suficiente o cuando hay ausencia de esta.

Las ventajas de la iluminación artificial es que se puede controlar a voluntad, modificar la intensidad, la cantidad de luz y ajustarla a cada situación según las necesidades y gustos.

Lámparas

Las lámparas son dispositivos que transforman la energía eléctrica o química en energía lumínica para así poder iluminar un espacio. En la actualidad existen diversos tipos de lámparas, pero las que se utilizan mayormente en casi todos los ambientes son las de tecnología LED.

Lámparas LED

Una lámpara LED Ésta está formada por Leds (figura 5.4), que no son más que diodos que al pasar la electricidad a través de ellos, emiten pequeña luz. Lo que hace la tecnología LED es agrupar diferentes diodos en una misma placa para que, de esta manera, con la suma de todas esas iluminaciones pequeñas, formar un LED.



Figura 5.4 Partes de una lámpara LED

Los diodos usan corriente continua (CC) para su funcionamiento, por lo tanto, las lámparas LED necesitan circuitos internos que transformen la corriente en alterna para poder trabajar (drivers o balastos). Por otro lado, la tecnología LED consume poca energía (hasta un 90% menos) lo cual se refleja de inmediato en el recibo de luz. Además, estéticamente los LED son muy versátiles por sus diseños, colores y cambios de iluminación” (Óptima LED, 2020).

Tiras LED

A parte de las lámparas, también se utilizan tiras LED para iluminar una sala de juntas o cualquier otro espacio debido a que son más versátiles y se pueden realizar arreglos con una mejor estética y efecto lumínico que las lámparas.

La ventaja de las tiras led es que se pueden cortar y ajustar de tamaño según se necesiten, además de que se pueden añadir varias tiras soldándolas entre sí.

Las lámparas y tiras LED se instalan a la par en una sala de juntas (figura 5.5.) y se logra un aspecto estético muy agradable, así como una iluminación proporcional e idónea.



Figura 5.5 Lámpara y tiras LED en una sala de juntas

Control de iluminación

“El control de iluminación es la capacidad de regular el nivel y la calidad de la luz en un espacio determinado para tareas o situaciones específicas. Controlar la luz de forma adecuada no solo mejora la experiencia, sino que ayuda a ahorrar energía al utilizar luz cuando y donde más se necesita” (Urquijo, 2017).

Cuando se habla de controlar la iluminación en una sala de juntas, no solo se piensa en controlar la luz artificial, sino también la natural. Se puede utilizar persianas y cortinas en combinación con atenuadores para lograr dicho objetivo.

¿Iluminación natural o artificial?

“Con una adecuada iluminación (sea natural o artificial), las personas pueden rendir más, mantener su estado de alerta, mejorar su sueño, influye en su estado de ánimo y por tanto su bienestar” (Jiménez, 2022). Generalmente se piensa que “la luz artificial es dañina para la salud, pero los efectos de la exposición breve a rayos UV procedentes de luz artificial son insignificantes. Es muy poco probable que las radiaciones visibles e infrarrojas procedentes de lámparas tengan efectos sobre la salud, a menos que sean extremadamente intensas y se utilicen a corta distancia” (CCRSERI, 2012).

Descartando el tema de la salud; *¿cuál es la mejor forma de iluminar un espacio?*, la respuesta es sencilla: la luz natural. Pero una vez que esta se ha aprovechado al máximo, se debe complementar con la luz artificial de manera que juntas puedan brindar la iluminación adecuada.

Es ahí donde entra en juego el control de iluminación, el cual permite aprovechar la luz natural a través del control de cortinas y persianas eléctricas, y al mismo tiempo la luz artificial a través de sensores, atenuadores y otros sistemas. Esta es la ventaja de automatizar la iluminación de una sala de juntas: el máximo aprovechamiento de las dos fuentes de luz.

Existen sistemas y equipos de gestión de iluminación que pueden controlar las dos fuentes de luz y así producir un equilibrio entre ellas para ahorrar energía y crear un ambiente óptimo en las salas de juntas. En el capítulo 6 se verán algunos ejemplos.

Climatización

“La normativa española define climatización como: dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas.

Así pues, la climatización comprende tres factores fundamentales: la ventilación, la calefacción (climatización de invierno), y la refrigeración (climatización de verano). A partir de esta definición se desprende que el concepto climatización equivale a lo que en inglés se llama **Heating, Ventilating and Air Conditioning**, o por sus siglas **HVAC**”.

La climatización, ya sea natural o artificial, toma un papel muy importante en una sala de juntas o videoconferencias debido a que provee confort en cuanto a humedad y temperatura del ambiente” (Gobierno de España, 2007).

Ventilación natural

“La ventilación natural consiste en permitir el flujo de aire exterior consiguiendo que las temperaturas se mantengan en los niveles de confort. La calidad del aire mejora, asegura una buena ventilación y, a su vez, ahorra dinero y energía.

A diferencia de la artificial, la ventilación natural no puede ser del todo controlada, ya que esta depende de las condiciones del medio ambiente. Por ejemplo, para ventilar una sala de juntas es necesaria la introducción de aire exterior del edificio para así poder modificar la temperatura interna de este; lo cual puede suponer un problema cuando el aire exterior está a temperaturas alejadas de las requeridas en el interior.

Para poder introducir aire del exterior en una sala de juntas, es necesario utilizar ventanas y ventanales. Además del aire, esto también permite el ingreso de la luz solar. Con el desarrollo de los nuevos edificios y espacios, las nuevas técnicas han favorecido el empleo del cristal y el incremento térmico es considerable en verano cuando la radiación solar los atraviesa, pero es favorable en invierno, disminuyendo las necesidades de calefacción.

El principal beneficio de ventilar de forma natural es que las personas por lo general se sienten mucho mejor en un espacio con ventilación natural que artificial. Sin embargo, en ocasiones, esto no es posible, por ello contar con un buen equipo de climatización es

importante, desde el punto de vista de calidad y, por supuesto, teniendo en cuenta la eficiencia energética permitirá ahorrar y ser más respetuosos con el medio ambiente” (Remica, 2020).

Climatización artificial

“La climatización artificial consiste en utilizar un sistema basado en el tratamiento del aire para obtener un control simultáneo de humedad y temperatura dentro de un espacio. El principal sistema de climatización que se utiliza en la actualidad es el sistema de aire acondicionado, que proviene de las siglas **HVAC**. Cuando se habla de HVAC se hace alusión a las mejores prácticas para lograr confort térmico y salud en interiores, las cuales consisten en la renovación del aire y a su tratamiento para conferirle unas condiciones de salubridad (es decir condiciones de pureza, acondicionamiento para conseguir un aire apto para la respiración), temperatura y humedad confortables para las personas.

¿En qué consiste HVAC?

Concretamente comprende las siguientes acciones:

- **Calentamiento.** Se trata de aportar calor al aire para poder disfrutar de una mejor temperatura en invierno. Tradicionalmente, se optaba por los sistemas de calefacción, pero hoy en día se utilizan otros sistemas, como los sistemas de ventilación mecánicos de doble flujo.
- **Enfriamiento.** Se trata de buscar el confort en interiores durante los meses más cálidos, refrigerando las estancias. Sin duda, el sistema más conocido es el de los aparatos de aire acondicionado.
- **Ventilación.** Históricamente, cuando los edificios permitían el paso del aire con facilidad no era tan necesario el uso de sistemas mecánicos. Pero, en la actualidad, los edificios son más compactos y cerrados, por lo que casi no se filtra el aire por las paredes, puertas y ventanas, así que es necesario un sistema de ventilación.

Es importante destacar que los sistemas HVAC, por lo general se instalan en edificios grandes, ya que su elevado costo hace que instalarlo solamente en un pequeño espacio sea un desperdicio de dinero. Para salas de videoconferencias se recomienda instalar un sistema de aire acondicionado acompañados de ventilación natural (para climas cálidos), y un sistema de calefacción (para climas fríos)” (S&P, 2017)

Termostato

Un termostato es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura. En otras palabras, es un dispositivo que permite regular la temperatura de forma automática; ya sea el aire acondicionado o la calefacción. En la actualidad, los termostatos se pueden ver en las instalaciones como pantallas digitales con botones para controlar la temperatura. E incluso en una aplicación móvil con una interfaz gráfica.

Existen termostatos con la capacidad de controlar calefacción, refrigeración, humedad relativa, piso radiante, aire forzado y sistemas HVAC. Pero para un espacio como una sala de juntas, basta con solo controlar la calefacción y refrigeración, esto se puede lograr con un termostato similar al de la figura 5.6, el cual puede funcionar con un sensor de temperatura externo o con el que trae integrado; se le pueden conectar elementos de calefacción como hornos de gas o aceite, y también elementos de enfriamiento como ventiladores o aire acondicionados. La temperatura se regula con los botones de (+) y (-) y se selecciona frío o caliente, según se desee.

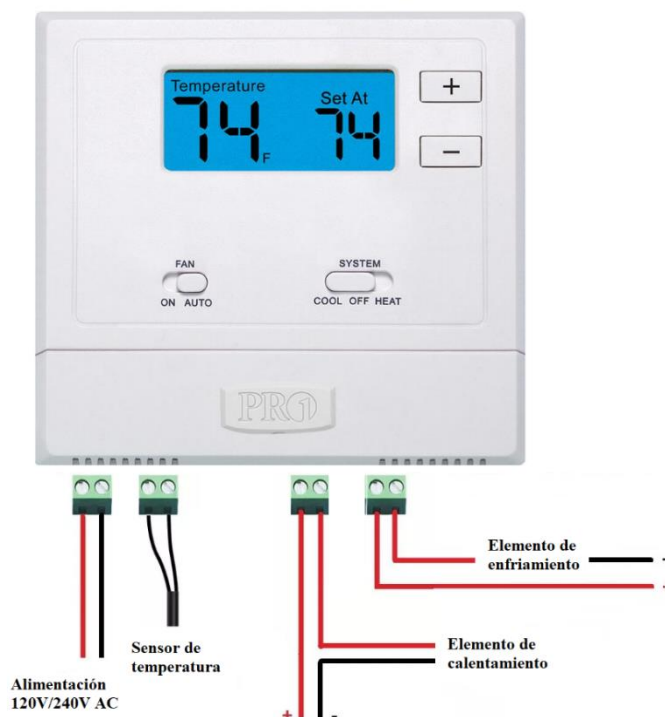


Figura 5.6 Conexión básica de un termostato Pro1 T601

Capítulo 6 Comunicaciones y procesadores de control

Para lograr la integración de todos los elementos que componen una sala de juntas, a saber: audio, video, iluminación y climatización; es necesario que estos se comuniquen a través de procesadores de control, los cuales serán los encargados de controlar los distintos dispositivos conectados y les darán instrucciones para realizar una función.

¿Qué es un sistema de control?

Es un sistema compuesto por un grupo de elementos que ejercen control sobre otros sistemas. Estos sistemas de control generalmente se utilizan en procesos de producción industriales, pero en esta propuesta se estudiarán procesadores que controlan los sistemas de una sala de juntas, a saber, audio, video, iluminación, etc. Así que, en pocas palabras, se puede pensar en ellos como una caja o cerebro (compuesto por elementos eléctricos-electrónicos) que será el encargado de unificar, administrar y controlar los demás sistemas.

En esta sección se describirán algunos de los procesadores y sistemas de control que se pueden utilizar en una sala de juntas, los cuales pueden ser inalámbricos o cableados.

Sistema de control Lutron RadioRA 2

RadioRA 2 es un sistema de control total e inalámbrico que da la posibilidad de ajustar la cantidad de luz natural y eléctrica (utilizando controles de iluminación, persianas y cortinas automatizadas), además de regular la temperatura. El sistema se integra de los siguientes componentes: botoneras, controles de iluminación, sensores, fuentes de alimentación, termostatos, transmisores, atenuadores, etc. Todos estos elementos pueden ser controlados por el usuario desde una aplicación por medio de una Tablet o Smartphone, o de forma física.

El siguiente diagrama (figura 6.1) proporciona una descripción general de los componentes que integran el sistema RadioRA 2, así como los productos Lutron compatibles. Se pueden instalar todos o algunos componentes al diseñar una sala de juntas.

System Overview RadioRA 2

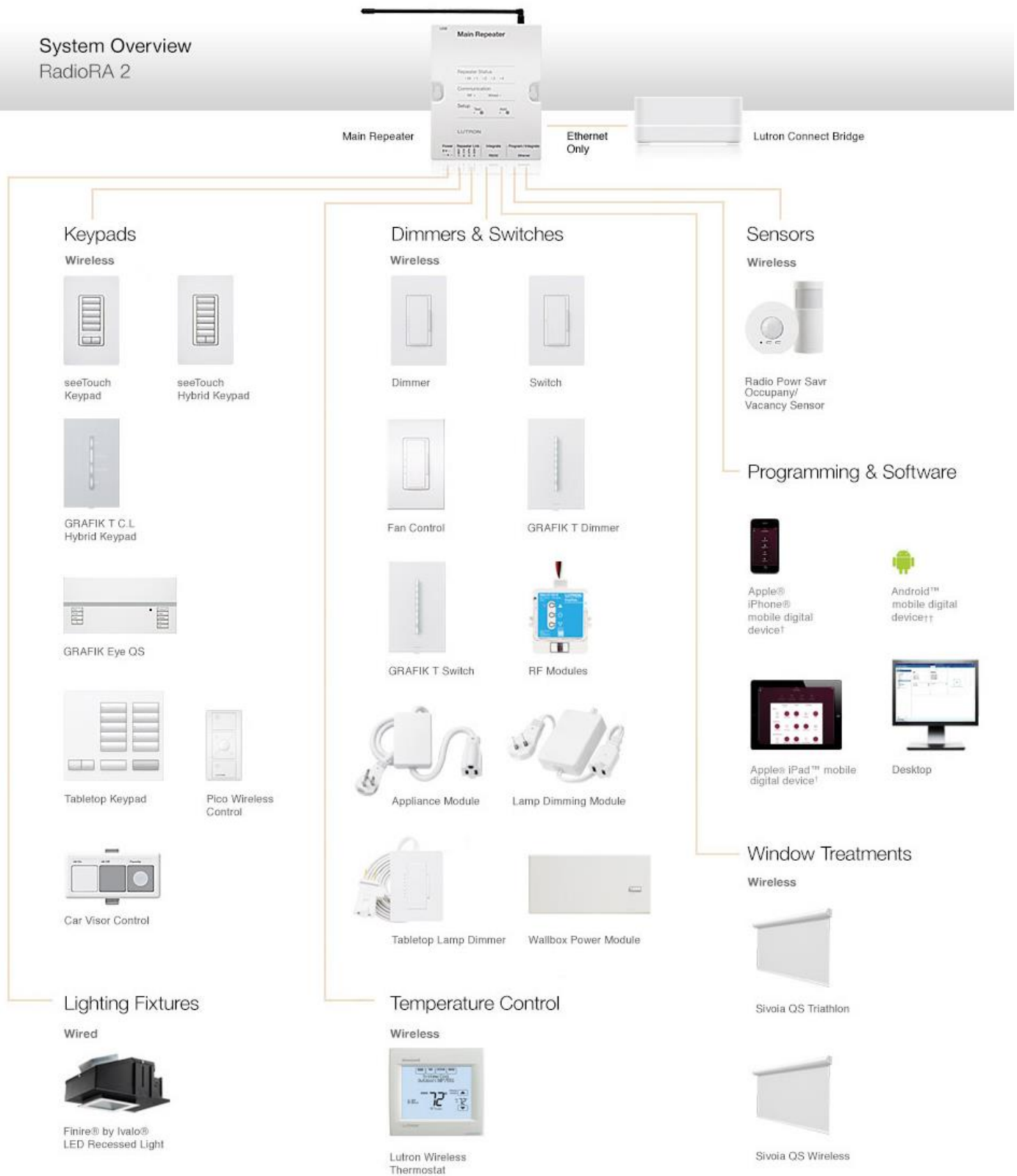


Figura 6.1 Componentes del sistema de control RadioRA 2

Descripción de algunos elementos del sistema RadioRa2 de la figura 6.1

Repetidor principal

Es un repetidor que amplía la señal de dispositivos RF.

Botoneras (Keypads)

Los teclados o botoneras (inalámbricas o cableadas) pueden controlar sistema de iluminación o asignarles cualquier función que se desee.

GRAFIK Eye QS

El GRAFIK Eye® QS es la una unidad de control permite controlar tanto luces como cortinas, sin necesidad de interfaces, utilizando una sola unidad de control. Incluye un botón a presión para recordar escenas, una pantalla de información que muestra el estado y el ahorro de energía. Controla hasta 16 zonas de iluminación y hasta 3 zonas de cortinas en salas de conferencias. A él se le pueden conectar botonera, termostatos, sensores, etc.

Pico Wireless Control

Ajuste las luces, las cortinas o el audio desde cualquier lugar de un espacio con un control inalámbrico Pico. Este control versátil y fácil de usar no requiere cables y es compatible con una amplia variedad de iluminación Lutron, soluciones automatizadas de tratamiento de ventanas y sistemas de audio.

Dimmer

Las atenuadoras digitales Lutron proporcionan control local y se pueden usar en aplicaciones unipolares o de ubicación múltiple. La principal función de estos elementos es controlar la intensidad de iluminación de una lámpara, ya sea individual o por zonas.

RadioRA 2 Digital switch

Los interruptores digitales RadioRA 2 reemplazan los interruptores convencionales para controlar el encendido y apagado de las luces a las que está conectado.

Lutron Wireless Thermostat

El termostato inalámbrico de Lutron le permite ajustar los sistemas de calefacción y refrigeración desde cualquier lugar utilizando su dispositivo móvil. Cuenta con una interfaz de pantalla táctil, controla la temperatura desde teclados, sensores, dispositivos móviles y sistemas de control de terceros.

Radio Power Saver wireless occupancy/vacancy sensors

Dado que muchos espacios de un edificio permanecen desocupados entre el 40% y el 70% del día, las luces que se dejan encendidas son una pérdida de energía y dinero. Los sensores inalámbricos ahorran esta energía al automatizar el cambio o atenuación de las luces según sea la ocupación de una sala, habitación o lugar.

Window Treatments

Las cortinas de Lutron pueden ser enrollables, romanas, venecianas, etc. Estas funcionan con un motor para realizar la función de subir/bajar, abrir/cerrar. De igual forma el motor está conectado de manera inalámbrica al sistema RadioRA2.

Programación y software

Lutron Designer+ (figura 6.2) es la herramienta de Lutron para diseñar sistemas de control de iluminación y generar documentación integral del diseño del sistema (por ejemplo, lista de elementos, esquema unifilar y secuencia de operaciones). Para descargar el software, visitar la página web del fabricante⁵.



Figura 6.2 Software Lutron Designer +

⁵ <https://www.lutron.com/es-LA/Service-Support/Paginas/Technical/SoftwareDownloads/SoftwareDownloads.aspx>

El software RaidoRA2 Essentials (figura 6.3) es donde se programan, controlan y respaldar los sistemas Lutron. El uso del software requiere una cuenta myLutron, pero en la web se pueden encontrar webinars y documentos⁶ donde ingenieros e implementadores Lutron comparten información de cómo utilizar el software.

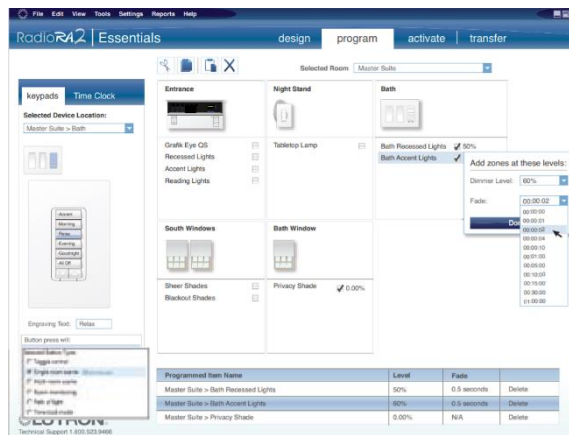


Figura 6.3 Software RadioRA2 Essentials

El diseño, configuración y programación se realiza mediante el software Essentials para los dispositivos RADIO RA2 de Lutron. Las aplicaciones Lutron Home permite controlar y supervisar el sistema RadioRA® 2 directamente con el dispositivo móvil (figura 6.4), iPad o iPhone, ya sea local o remotamente.



Figura 6.4 Interfaz gráfica de aplicación Lutron Home

⁶ <https://manuals.plus/es/Lutron/radiora-2-manual#axzz7sfchYUSe>

Sistema de control Crestron

Crestron es la marca líder en el mercado de la automatización residencial y empresarial. Puede ser usado para automatizar toda una sala de conferencias haciendo uso de diferentes sistemas propios o bien puede funcionar solamente como una interfaz gráfica para comunicar todos los sistemas de otras marcas y facilitar la vida del usuario final desde una sencilla interfaz de control. El sistema permite al usuario controlar un espacio través de diferentes interfaces de control como: botoneras (de muro o mesa), pantallas táctiles, controles remotos, a través de un celular inteligente o tableta, así como tener el control local.

Para automatizar una oficina o una sala de conferencias, se pueden integrar los siguientes sistemas Crestron:

- Sistemas de control.
- Distribución de audio y video.
- Control de iluminación.
- Programas para diseño de interfaces.
- Sistemas para presentación inalámbricos.
- Persianas motorizadas.
- Bocinas.

Los componentes básicos que integran un sistema de control Crestron son los siguientes:

- **Procesador de control.** Crestron maneja muchos procesadores, la elección de este depende del alcance, tipo de programación y compatibilidad de interfaces con otros sistemas de terceros. El procesador es el encargado de guardar toda la configuración y/o programación y es el que coordina las acciones solicitadas por él usuario en forma automática con los demás sistemas.

- **Interfaces con el usuario.** Las interfaces de usuario son dispositivos físicos que el usuario puede manipular para modificar algún valor del dispositivo o sensor conectado. Algunas interfaces son:

Botoneras. Principalmente se manejan dos líneas llamadas Cameo® y Horizon® ambas con opciones alámbricas e inalámbricas (figura 6.5).



Figura 6.5 Botoneras Crestron

Controles Remotos. Son controles inalámbricos con o sin pantalla LCD, su función es la misma que las botoneras.

Pantallas Táctiles. Crestron maneja muchas pantallas táctiles propias para controlar todo el sistema desde una interfaz gráfica, pueden ser de muro (figura 6.6) o de mesa (figura 6.7).



Figura 6.6 Pantalla táctil para empotrar en muro, modelo TSD-2220



Figura 6.7 Pantalla táctil para mesa. Modelo TS-1070-GV-W-S

Tablet o Smartphone. Crestron también permite controlar el sistema a través de tablets y Smartphones Android® o iOS® (figura 6.8), haciendo el manejo más fácil para el usuario.



Figura 6.8 Interfaz gráfica de sistema Crestron para iOS y Android

- **Distribución de video.** Al igual que el audio, este sistema puede ser Crestron u otras marcas. Y también es de los sistemas más importantes para implementar una sala de videoconferencias. En la figura 6.9 se pueden observar algunos componentes y accesorios que integran este sistema.



Figura 6.9 Componentes de sistema de video Crestron

- **Sistema de audio.** Este sistema puede ser Crestron o marcas de terceros y es uno de los principales componentes de una sala de juntas, el cual puede incluir bocinas, micrófonos, amplificadores, procesadores, matrices, extensores, etc. Como se aprecia en la figura 6.10.



Figura 6.10 Componentes de un sistema de audio Crestron

- **Control de iluminación.** Este sistema puede ser Crestron o marcas de terceros. Al igual que un sistema Lutron, este está integrado por botoneras, sensores, lámparas, controladores (figura 6.11), etc.



Figura 6.11 Componentes de sistema de iluminación Crestron

- **Persianas motorizadas.** Este sistema puede ser Crestron (figura 6.12) o cualquier otra marca. Se puede utilizar cualquier tipo de persianas, pero los componentes principales para automatizar el sistema son los motores y controladores.



Figura 6.12 Accesorios para persianas motorizadas Crestron

- **Climatización.** Este sistema puede ser compuesto por sensores de temperatura, termostatos, ventiladores (figura 6.13), etc. Se pueden integrar al sistema de control Crestron para controlarlos de una manera fácil y sencilla.



Figura 6.13 Componentes de un sistema de climatización Crestron

- **Control de hardware y software.** El software para programar el sistema de control se llama Crestron Toolbox y está integrado por los elementos de la figura 6.14.



Figura 6.14 Componentes del sistema de control Crestron

Sistema de control 4-Series CP4N

“Un ejemplo de un sistema de control Crestron es el CP4N (figura 6.15), el cual es un procesador diseñado para integrar y automatizar la tecnología dentro de cualquier espacio, edificio comercial o instalación moderna en red. Las redes confiables y el control de IP permiten una integración perfecta con otros sistemas y dispositivos, con capacidad de control adicional utilizando pantallas táctiles Crestron, controles remotos inalámbricos y aplicaciones para dispositivos móviles, así como administración remota a través del software Crestron Fusion® y el servicio XiO Cloud®.



Figura 6.15 Procesador de control Crestron CP4N

4-Series™ Control System

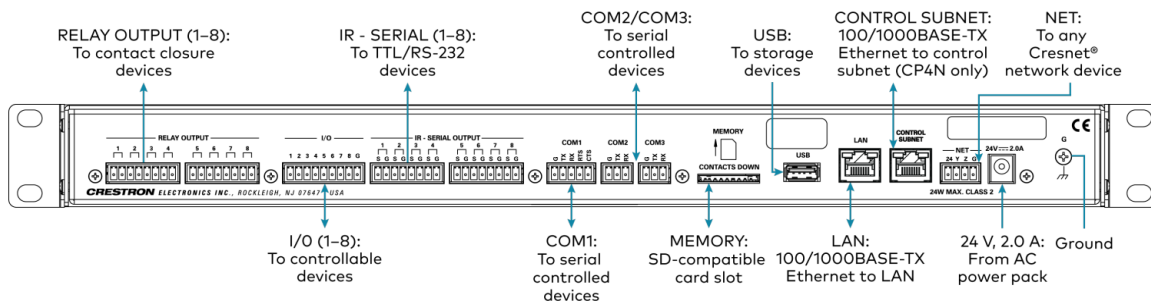


Figura 6.16 Puertos y conexiones del procesador de control Crestron CP4N

Conectividad de puertos

Los procesadores de control Crestron tienen diferentes puertos y conexiones (figura 6.16) algunos de ellos son los siguientes:

- **PUERTOS IR** – Puertos Infrarrojos. A través de estos puertos se puede controlar cualquier dispositivo que funcione con un control remoto de infrarrojo como la mayoría de televisiones, reproductores de streaming, reproductores de audio, cajas de cable, etc.
- **PUERTOS COM** – Puertos Seriales. A través de estos puertos el procesador se puede comunicar de una o dos vías (es decir el equipo a controlar también puede enviar información al procesador de su estado o información). Este tipo de puertos se utilizan mucho para controlar proyectores, matrices de video, etc.
- **PUERTOS I/O** – Entradas y salidas digitales conocidas como versiports de 0 a 24 VCD o entradas análogas con referencia a tierra entre 0 a 10 VCD. Estos puertos pueden ser usados como entrada para detectar señales de sensores y como salida para controlar motores, luces, termostatos, etc.
- **RELAY** – Relevadores normalmente abiertos con capacidad de 1 Amper y 30 VAC/VDC. Se utilizan para operar cualquier motor en bajo voltaje o en alto voltaje añadiendo un relevador de la capacidad deseada en forma externa.
- **Red Crestron** – Red de comunicación interna de Crestron por donde pueden agregarse una gran cantidad de dispositivos como botoneras, termostatos, amplificadores, sensores, etc.
- **Ethernet** – Puerto Ethernet para conexión a red 100Base-TX / 1000 Base-T.
- **PoE** – Pueden ser alimentados por PoE mediante el mismo cable Ethernet.
- **Subnet** – Puerto Ethernet 100/1000 Mbps para crear una subred exclusiva para el manejo de todos los dispositivos Crestron.
- **Tarjetas Exp** – El procesador puede aceptar tarjetas de expansión de IR, COM, I/O y tarjetas de 8 y 16 Relay” (Crestron, 2022).

Sistema de control Digital Media Crestron 3-Series

El sistema de presentación Digital Media de Crestron (figura 6.17) proporciona una solución completa de enrutamiento de señales y control de presentaciones audio y video 4K para salas de juntas. El DMP Integra el sistema de control, el conmutador de matriz de video, el mezclador de micrófono, el DSP de audio, el amplificador y el centro de distribución de Digital Media, todo en un solo equipo. Ofrece una gran flexibilidad de enrutamiento de señales y un procesamiento de alto rendimiento sin necesidad de componentes separados.



Figura 6.17 Sistema de presentación Crestron DM 3-Series

Si se quiere diseñar una sala de juntas con un solo procesador capaz de controlar los sistemas de audio y video juntos, este es el indicado. Debido a su precio es elevado, muy pocos optan por utilizar estos equipos.

El siguiente diagrama (figura 6.18) muestra un pequeño sistema de control realizado con el procesador Digital Media de Crestron. Este sistema controla el audio y video de dos proyectores en una sala de juntas a través de una pantalla táctil de mesa Crestron y un iPad.

Con la matriz de video del DM se puede seleccionar cualquiera de las entradas de video y proyectarla en cualquiera de las dos pantallas a través de los proyectores.

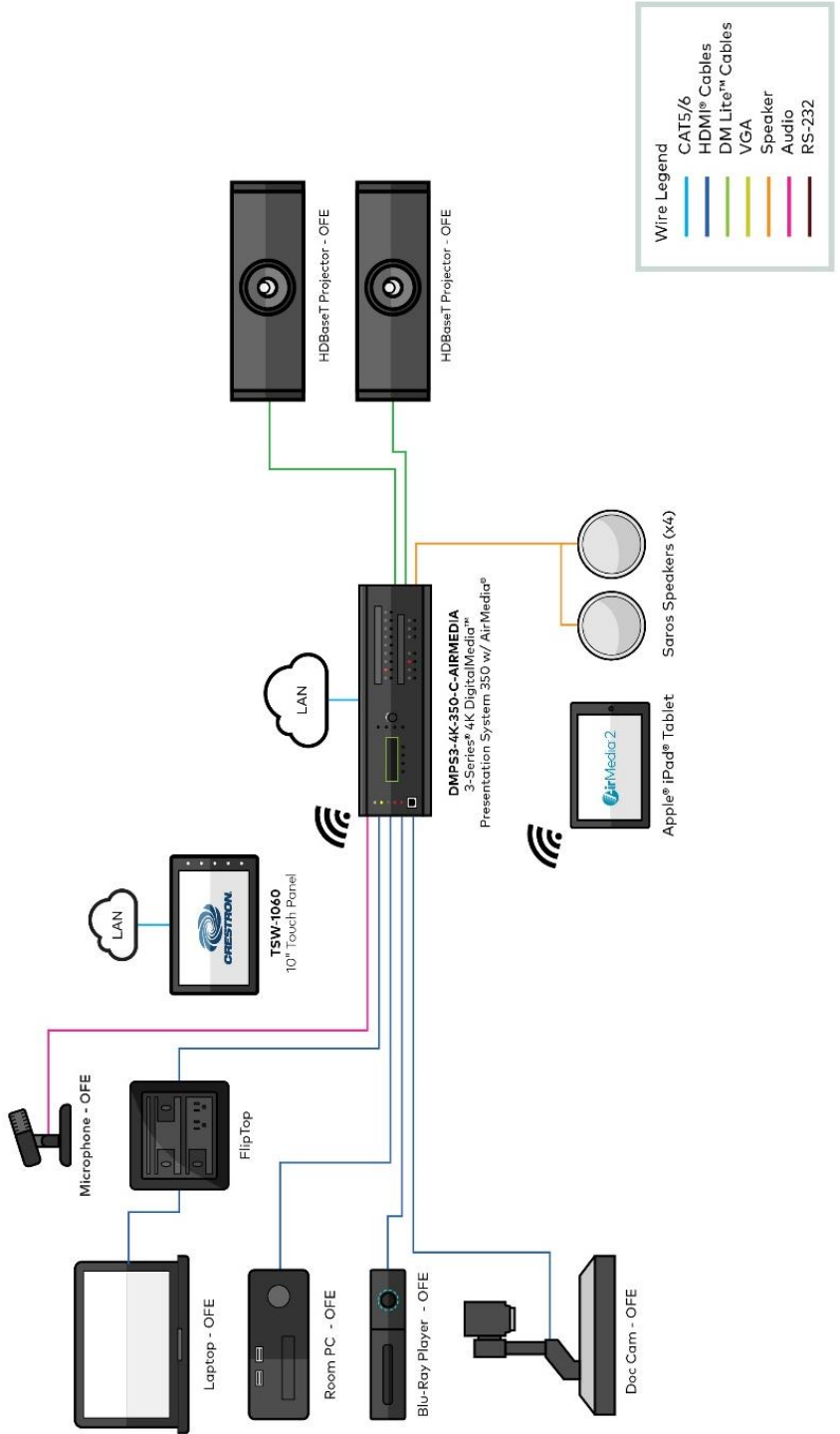


Figura 6.18 Diagrama de un sistema de control con el Procesador Digital Media Crestron

Red de comunicaciones

Para poder conectar todos los equipos a la red de la sala de conferencia, a saber, procesadores de audio y video, pantallas sistemas de control, es necesario la utilización de equipos y cables de red. Es por eso que el objeto de estudio de este capítulo no es profundizar en todo el proceso de las redes de comunicación, más bien es describir los diferentes equipos y medios de transmisión.

“El objetivo principal de una red de comunicaciones es la transmisión de datos a entre dos o más dispositivos. Considerando el modelo sencillo de la comunicación de datos (figura 6.19), se muestra un diagrama de bloques:

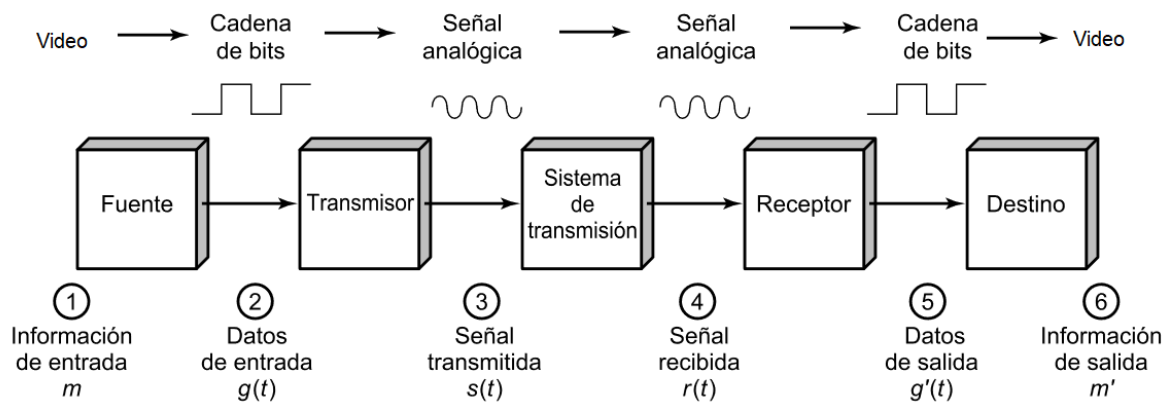


Figura 6.19 Modelo simplificado de la comunicación de datos

Explicando los elementos para un sistema de comunicación de datos, se tiene que:

- **La fuente:** es el dispositivo que genera los datos para transmitir, puede ser, por ejemplo, una computadora, un Smartphone, una cámara web o micrófono.
- **Transmisor:** Normalmente los datos generados por la fuente no se transmiten directamente tal y como son generados (audio, video, texto, etc.). Al contrario, el transmisor transforma y codifica la información, generando señales electromagnéticas susceptibles de ser transmitidas a través de algún sistema de transmisión. Por ejemplo, un módem (transmisor) convierte las cadenas de bits generadas por una computadora personal y las transforma en señales analógicas que pueden ser transmitidas a través de la red de fibra óptica de algún proveedor de internet.

-
- **El sistema de transmisión:** Puede ser desde una sencilla línea de transmisión de una LAN hasta una compleja red de medios de transmisión como internet. Los sistemas físicos de transmisión más utilizados en la actualidad son: fibra óptica, cable UTP o WiFi.
 - **El receptor:** El receptor acepta la señal proveniente del sistema de transmisión y la transforma (decodifica) de tal manera que pueda ser manejada por el dispositivo de destino. Por ejemplo, un módem de una casa captará la señal analógica de la red de fibra óptica y la convertirá en una cadena de bits.
 - **El destino:** Puede ser una computadora, un Smartphone o un servidor. Este interpreta la cadena de bits y descifra el mensaje de tal forma que sea el mismo que el mensaje de origen” (Stallings, 2004).

Aunque el modelo presentado pueda parecer aparentemente sencillo, en realidad implica una gran complejidad, es por eso que se recomienda su estudio si se quiere profundizar en el área de redes.

Redes LAN y WAN

“La mayoría de las redes informáticas empresariales se pueden separar en dos tipos generales de tecnología: redes de área local (LAN) y redes de área amplia (WAN). En las redes LAN normalmente se conectan dispositivos cercanos: dispositivos en la misma habitación, en el mismo edificio o en un campus. Por el contrario, las redes WAN conectan dispositivos que suelen estar relativamente separados, por ejemplo, un red telefónica mundial o servidores de diferentes compañías. Juntos, LAN y Las WAN crean una red informática empresarial completa, trabajando juntas para hacer el trabajo de una red informática: transmisión de datos de un dispositivo a otro.

En una sala de juntas o videoconferencias, se utiliza únicamente el concepto de red LAN, ya que todas las conexiones físicas que se realizarán serán de manera local. Por lo que solo se tratará este tópico, ya que la red WAN solo se aplica (en este caso) cuando se habla de internet para realizar la sesión de videoconferencia.

LAN SOHO

Para comenzar, primero piense en una LAN de oficina Small Office/Home Office (SOHO) hoy en día, específicamente una LAN que usa solo tecnología de LAN Ethernet. En primer lugar, la LAN necesita un dispositivo llamado **switch** LAN Ethernet, que proporciona muchos puertos físicos a los que se pueden conectar los cables. Una red Ethernet usa cables Ethernet, que es una referencia general a cualquier cable que se ajuste a cualquiera de varios estándares de Ethernet.

La LAN utiliza cables Ethernet para conectar diferentes dispositivos uno de los puertos del switch o en su defecto también puede haber conexiones inalámbricas a través de Access Points.

La figura 6.20 muestra un diagrama de una LAN Ethernet SOHO, en ella se puede observar un único switch LAN, 4 cables conectados a: una impresora, una PC y un dispositivo de red denominado Access Point, que a su vez conecta de forma inalámbrica a dispositivos como laptops o Smartphone. Por último, tiene una conexión hacia otro dispositivo de red llama Router (El router conecta la LAN a la WAN, que en este caso es Internet).

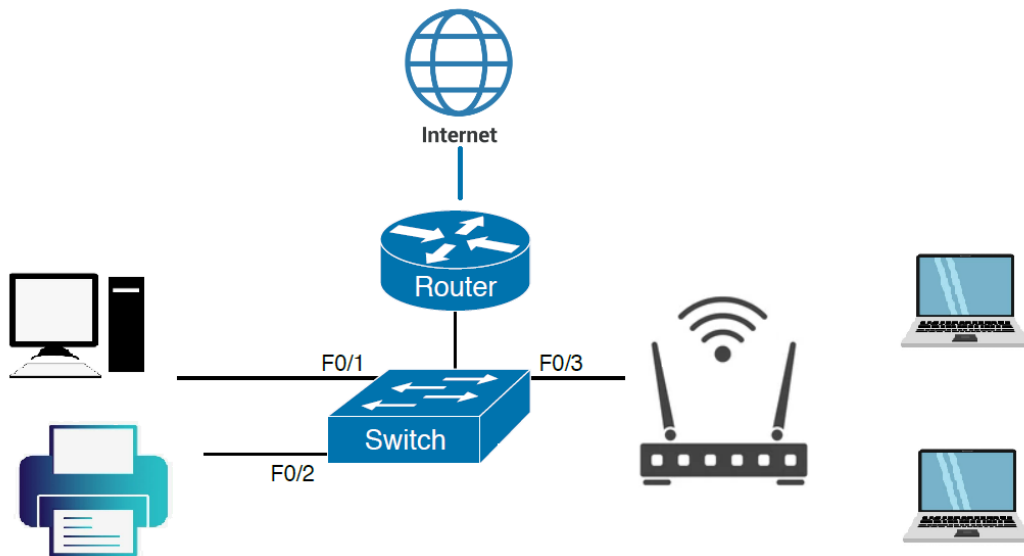


Figura 6.20 Diagrama básico de una red LAN

Comprender las redes de comunicación requiere el estudio de varios temas, a saber, el modelo OSI, las diferentes topologías de red, los protocolos de enrutamiento, direccionamiento, segmentación de red, etc. Estos son temas avanzados y requieren un análisis profundo para comprenderlos.

Para el diseño de una sala de conferencias, la red de comunicaciones abarca los medios físicos de transmisión y algunos conceptos de direccionamiento IP para la configuración de los equipos. A continuación, se definirán algunos equipos y medios para que la comunicación dentro de la sala sea factible y eficaz.

Estándares de capa física Ethernet

El término Ethernet se refiere a toda una familia de estándares. Algunos estándares definen los detalles de cómo enviar datos a través de un tipo particular de cableado y a una velocidad particular. Otros estándares definen protocolos o reglas que los nodos Ethernet deben seguir para ser parte de una red LAN Ethernet. Todos estos estándares de Ethernet provienen del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) e incluyen el número 802.3 como parte inicial del nombre del estándar. Ethernet admite una gran variedad de opciones para enlaces físicos. Actualmente, Ethernet incluye muchos estándares para diferentes tipos de cableado óptico y de cobre, y para velocidades desde 10 megabits por segundo (Mbps) hasta 400 gigabits por segundo (Gbps). Los estándares también difieren en cuanto a los tipos y longitudes de los cables.

La elección de cableado más fundamental tiene que ver con los materiales utilizados dentro del cable para la transmisión física de bits: ya sea alambres de cobre o fibras de vidrio. Para la elección del cable adecuado que se comprará para una nueva LAN, un ingeniero de redes debe conocer los nombres y las características de los diferentes estándares Ethernet compatibles con los productos Ethernet. Por lo general, en una sala de juntas, se necesitan velocidades mínimas de 100 Mbps hasta 1Gbps, ya que no se pretenden transmitir grandes cantidades de datos todo el tiempo. En la Tabla 5.1 enumera algunos estándares de capa física de Ethernet.

Tabla 5.1 Estándares IEEE 802.3 Ethernet

Nombre formal del estándar IEEE	Nombre informal del estándar IEEE	Nombre Común	Velocidad	Tipo de Cable	Distancia Máxima
802.3	10BASE-T	Ethernet	10 Mbps	Cobre	100 m
802.3u	100BASE-T	Fast Ethernet	100 Mbps	Cobre	100 m
802.3z	1000BASE-LX	Gigabit Ethernet	1000 Mbps	Fibra Óptica monomodo	5 Km
802.3ab	1000BASE-T	Gigabit Ethernet	1000 Mbps	Cobre	100 m
802.3an	10GBASE-T	10Gig Ethernet	10 Gbps	Cobre	100 m

Medios de transmisión

Los cables de red son medios de transmisión por los cuales circulan los datos de un punto A a un punto B. La capacidad de transmisión en términos de velocidad o ancho de banda dependen en mayor parte de la distancia y tipo de cable que se utilice.

Los tres medios de transmisión más utilizados en la actualidad son el cable UTP (par trenzado), el cable coaxial y la fibra óptica.

Par trenzado

Tanto para señales analógicas como para señales digitales, el par trenzado es con diferencia el medio de transmisión más usado. El par trenzado es el medio más usado en las redes de telefonía e, igualmente, su uso es básico en el tendido de redes de comunicación dentro de edificios. El par trenzado es mucho menos costoso que cualquier otro medio de transmisión guiado (cable coaxial o fibra óptica) y, a la vez, es más sencillo de manejar.

Pares trenzados apantallados y sin apantallar (STP y UTP)

Hay dos variantes de pares trenzados: apantallados y sin apantallar. En redes, el par trenzado no apantallado (UTP, Unshielded Twisted Pair) es el cable más habitual (figura 5.29). Esto es así porque el par sin apantallar es el menos caro de todos los medios de transmisión que se usan en las redes de área local (LAN), además de ser fácil de instalar y manipular.

El par trenzado sin apantallar se puede ver afectado por interferencias electromagnéticas externas, incluyendo interferencias de pares cercanos o fuentes de ruido próximas. Una manera de mejorar las características de transmisión de este medio es embutiéndolo dentro

de una malla metálica, reduciéndose así las interferencias (figura 6.21). El par trenzado apantallado (STP, Shielded Twisted Pair) proporciona mejores prestaciones a velocidades de transmisión superiores. Ahora bien, este último es más costoso y difícil de manipular que el anterior. Ya sea UTP o STP, en la práctica a los dos tipos se le conoce como cable UTP” (Odom, 2020).

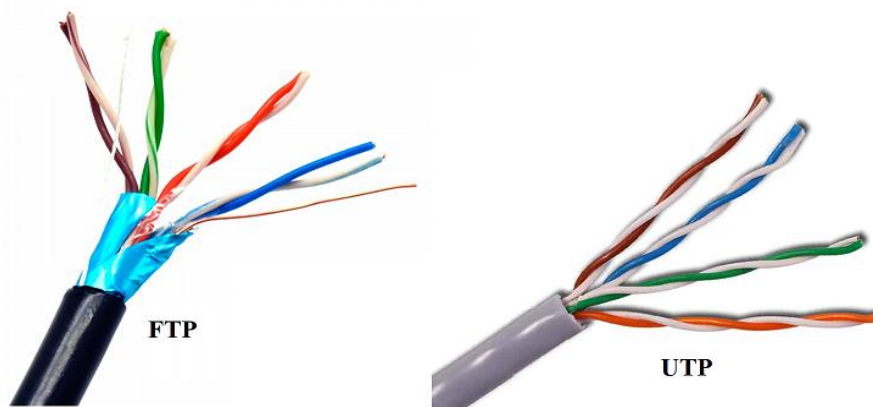


Figura 6.21 Cable FTP (izquierda) y UTP (derecha)

Coaxial y fibra óptica

Aunque existen otros medios de transmisión como el cable coaxial y la fibra óptica (figura 6.22), estos se utilizan con menor frecuencia para la transmisión de datos en una sala de videoconferencias. La fibra óptica se utiliza cuando se quiere pasar una señal sin interferencias dentro de ducto eléctrico, ya que es delgada e inmune a las interferencias electromagnéticas debido a que solo transporta luz en su interior. Por otro lado, el cable coaxial casi no se utiliza, a excepción de algunas conexiones de micrófonos.



Figura 6.22 Jumper de F.O. (izquierda) y cable coaxial (derecha)

Wireless

Uno de los medios más utilizado en la actualidad en casi todos los sitios es la transmisión inalámbrica. Ya sea con la red de telefonía celular o utilizando el WiFi de la casa u oficina, la conexión inalámbrica hace más fácil conectarse con el mundo.

En una sala de juntas, la conexión inalámbrica se realiza a través de los llamados Access Points. Estos equipos permiten que los equipos de los usuarios (celulares, tablets, laptops, etc.) puedan conectarse a la red y así poder comunicarse.

En esta sección no se profundizará en el estudio de la tecnología WiFi, ya que es muy extensa, por lo que se recomienda su estudio en otras fuentes confiables.

Equipos de red

Los equipos de red necesarios para la conectividad de equipos y usuarios en una sala de juntas son los switches, routers y los Access Points.

Switch

Los switches son dispositivos de red facilitan el uso compartido de recursos mediante la conexión de todos los dispositivos, incluidas las computadoras, las impresoras y los servidores dentro de una red LAN. Gracias al switch, estos dispositivos conectados pueden compartir información y comunicarse entre sí, independientemente de dónde se encuentren en un edificio o en un campus. No se puede crear una LAN sin switches que conecten los dispositivos. En la sala juntas, los equipos con puertos de red RJ45 van conectados a un switch para poder administrarlos, similar al de la figura 6.23.



Figura 6.23 Switch Cisco Catalyst 2960-L de 24 puertos

Router

Un router es un dispositivo de red que se encarga de interconectar varios switches y sus respectivas redes para así crear redes más grandes. Estas redes pueden estar en una sola ubicación o en varias ubicaciones. Además de conectar varias redes, el router también permite que los dispositivos en red y varios usuarios accedan a Internet. La figura 6.24 muestra un router con puertos que conectan a la red LAN con la red WAN. En las salas de videoconferencias estos dispositivos se utilizan como equipos finales para conectar los switches a ellos y así poder tener acceso a internet.



Figura 6.24 Router TP-Link ER7206

Access Point

Un Access Point (AP) es un dispositivo de red que permite que los dispositivos con capacidad inalámbrica se conecten a una red (figura 6.25). Es más simple y fácil instalar un AP para conectar los dispositivos de los usuarios (laptops, tabletas, Smartphones) que conectarlos de manera cableada. Las redes inalámbricas ofrecen acceso más conveniente. Puede proporcionar acceso a Internet fácilmente a un usuario con solo proporcionarles una contraseña de acceso seguro a la red inalámbrica.



Figura 6.25 Access Point Engenius EAP2200

Capítulo 7 Propuesta de diseño

El propósito general de esta propuesta es que el lector tenga los conceptos necesarios para poder comprender un sistema de control para una sala de juntas, los elementos que lo conforman, las características, y, por lo tanto, esté familiarizado con ellos al momento de llegar al paso final, el cual es el diseño e implementación de un sistema que involucre todos los elementos aquí estudiados. Además de la aplicación en una sala de juntas, esto se puede llevar a un nivel residencial.

Por lo tanto, este último capítulo está enfocado en una propuesta de diseño paso a paso de una sala de juntas automatizada, con el fin de integrar todos los elementos en un solo sistema que permita al usuario final controlarlos de manera fácil y sencilla.

Criterios a considerar para el diseño de una sala de juntas

- **Cantidad de personas.** Se debe definir si la sala va a ser utilizada para albergar grupos grandes o pequeños.
- **Tipo de sala.** Una vez definido la cantidad de personas, se debe elegir el tipo de sala, como se estudió en el capítulo 2.
- **Sistema de audio.** También se debe tomar en cuenta el tipo de procesador de audio, así como los de micrófonos y altavoces.
- **Sistema de video.** Para que una sala de juntas se convierta en una sala de videoconferencias, el sistema de video no debe de faltar. Este se debe elegir de manera correcta de acorde a las necesidades de la sala. Si van a existir varias entradas y salidas de video, el tipo de pantalla de proyección, pantalla de Video Wall, así como el códec de videoconferencia a utilizar.
- **Iluminación.** La iluminación es importante en cualquier espacio. Por eso es necesario definir si solamente se controlará la iluminación artificial o también la natural.
- **Climatización.** Para el confort de los usuarios es necesario tener una adecuada ventilación de la sala, y esto se logra de manera natural o a través de climatización artificial. Por lo tanto, hay que elegir un sistema HVAC a utilizar.

- **Procesador de control.** Por último, y como punto más importante se debe elegir el sistema de control que integrará todos los demás sistemas antes mencionados. Este puede ser un solo equipo que, junto con los demás procesadores de audio y video, integraran un solo sistema. O en su defecto puede ser un solo equipo físico que tenga tanto las funciones de procesador de control, audio y video; todo integrado en un solo sistema.

Propuesta del tipo de sala de videoconferencias

1. Cantidad de personas.

Como primer punto se propone una sala de juntas para una audiencia de 8 a 10 personas. Esto delimita el tipo de sala que se puede utilizar.

2. Tipo de sala.

Dado que el tipo de sala es definida por el tipo de mesa, se propone una mesa tipo U. En este punto, es importante que el diseñador se apoye de alguna herramienta de arquitectura para diseñar el tamaño de la sala, de la mesa, la separación entre las pantallas y las personas, y el espacio que ocupará cada componente dentro de la sala. En esta ocasión se hará uso del programa AutoCAD, que es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Es necesario mencionar que esta no es una guía de cómo utilizar el programa, por lo tanto, solo se mostrará el resultado final, así como los criterios a considerar para realizar el diseño.

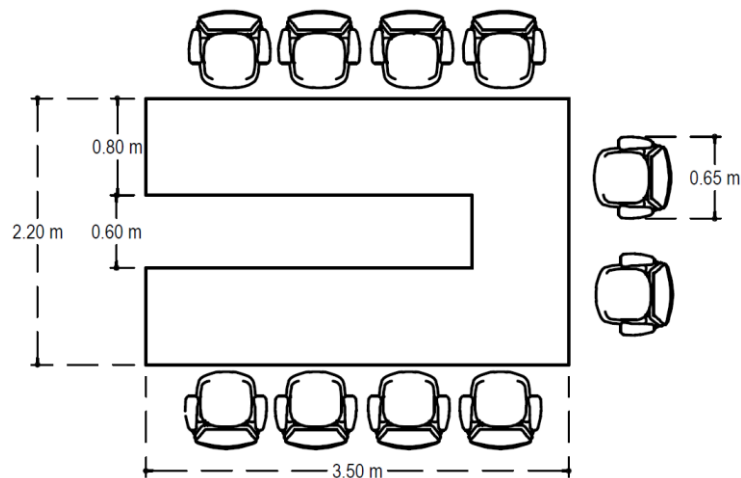


Figura 7.1 Mesa tipo imperial para sala de videoconferencias de 10 personas

3. Características de la sala

La propuesta del tipo de mesa de observa en la figura 7.1, la forma de la mesa es de tipo herradura o tipo “U” con unas dimensiones de 2.2 m de ancho x 3.5 m de largo. Las sillas tienen un ancho de 0.65m, por lo que la mesa puede albergar un máximo de 13 personas si se requiere, pero para mejor comodidad se sugiere 10 participantes. Se propone este tipo de sala debido a que la forma de la mesa es apta para ver el contenido de la pantalla sin ninguna obstrucción de los participantes.

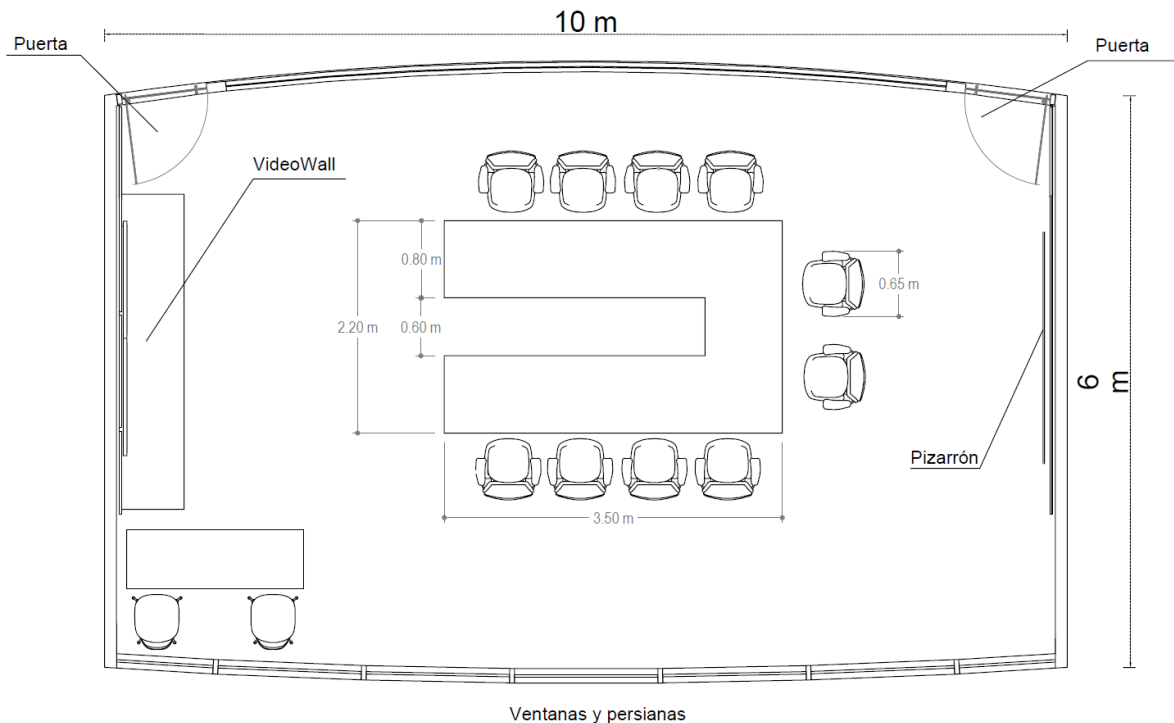


Figura 7.2 Sala de conferencias de 10 m x 6m

Siguiendo con el diseño, se propone una sala de juntas con forma rectangular y una pequeña curvatura a lo largo de la misma. Las dimensiones de la sala son de 6m de ancho x 10m de largo, con dos puertas de acceso, un pizarrón y un Video Wall para la proyección de video (figura 7.2). La altura del suelo al techo de plafón es de 2.5m. También tiene un lado que da hacia el exterior para aprovechar la luz natural a través de las ventanas.

Propuesta del sistema de audio

A continuación, se presentarán una serie de criterios para elegir los altavoces y micrófonos y así proponer cuáles serán los correctos para la sala de la figura 7.2. Estos mismos criterios sirven para calcular los altavoces en cualquier sala, claro que el resultado dependerá de las características y requerimientos del cliente, así como las dimensiones del espacio.

Objetivo: Seleccionar los altavoces y micrófonos indicados para la sala de videoconferencias propuesta.

Información sobre la sala: La altura del techo de plafón en la sala es de 2.5 metros con respecto al suelo, el ancho de la sala es 6 metros, la longitud de 10 metros y la altura promedio de una persona sentada es 1.3 metros. La actividad principal de esta sala es para sesiones de videoconferencias, ocasionalmente presentaciones de proyectos y productos (anuncios y comerciales) y muy pocas veces sesiones de música.

Criterios para elegir un buen sistema de audio

- Ser capaz de reproducir el rango de frecuencias necesario para el contenido principal de la sala.
- Capacidad de crear la presión sonora adecuada para los participantes.
- Brindar cobertura homogénea.
- Enfocar el sonido solo donde se desea.
- Tener suficiente reserva dinámica para evitar daños al altavoz.
- Relación costo-calidad.

La respuesta en frecuencia

Es uno de los principales criterios a tomar en cuenta al momento de elegir el altavoz correcto y depende principalmente del contenido que se desea reproducir, ya sea voz, música, anuncios, etc. En este caso se quiere reproducir principalmente voz humana, ya que se utilizará para sesiones de videoconferencias.

La voz tiene características diferentes por muchas causas, tales como: el género, la edad, la tesitura, el idioma, por mencionar algunas. Según el tono de voz, las frecuencias

fundamentales, también llamada f_0 , se encuentra en el rango de 100-120 Hz en la mayor parte de los hombres y para las mujeres lo tienen comprendido entre los 175 y los 200 Hz, aproximadamente (García & Tapias Merino, 2000).

En la ficha técnica o datasheet, el fabricante incluye la información de respuesta en frecuencia que es capaz de reproducir el altavoz. Aunque prácticamente todos los altavoces son capaces de reproducir la voz y música, no todos los hacen de la manera óptima, ya que no todos pueden reproducir la frecuencia de todos los instrumentos. Es por eso que entre mayor sea el rango de respuesta en frecuencia del altavoz, se dice que es de mejor calidad. Para el oído humano es casi imperceptible la diferencia entre la calidad de los altavoces, por lo que en la práctica se podría instalar cualquier tipo, pero el objetivo de esta propuesta es enseñar los criterios necesarios para elegir un buen altavoz.

Presión sonora

Como se vio en el capítulo 3, la presión sonora es la intensidad o nivel de sonido que genera una fuente sonora. Generalmente, en la ficha técnica de los altavoces, este aparece como SPL, por sus siglas en inglés (Sound Pressure Level).

¿Cómo se mide la presión sonora? El sonómetro es una herramienta capaz de medir la presión sonora y ruido acústico de un lugar y se utiliza mucho en el diseño de las salas. Es un dispositivo como el de la figura 7.3 y puede mostrar el resultado en diferentes maneras:



Figura 7.3 Sonómetro PCE-353N

dB A: Relaciona la presión sonora a la percepción del oído humano a bajo nivel.

dB C: Relaciona la presión sonora a la percepción del oído humano a nivel alto.

dB Z: Expresa la presión sonora sin ninguna clase de filtro.

Cuando se habla de fuente sonora, se deben tomar en cuenta todas aquellas que son capaces de producir un sonido, incluyendo el ruido. Es por esto que un buen sistema de altavoces debería ser capaz de superar o enmascarar el ruido ambiente y recrear y/o superar la presión sonora de la fuente, además deber ser diseñado contemplado la reserva dinámica (headroom).

“El headroom de un altavoz es la capacidad del equipo para ir más allá de su rango de funcionamiento durante cortos espacios de tiempo con el fin de reproducir picos de señal sin distorsión” (Soundsystems, 2018). O hablando términos técnicos, “es la relación entre la señal máxima no distorsionada que puede manejar un sistema y el nivel medio para el que está diseñado el sistema. En las salas de juntas no se necesita llevar a los altavoces hasta su máxima capacidad, ya que, al ser un espacio pequeño, no se necesita gran presión sonora para que los participantes escuchen adecuadamente. Este término se aplica más bien a salas grandes, estadios o conciertos. La tabla 5.1 se muestra el nivel de presión sonora de algunas fuentes de ruido” (Cory, 2005).

Tabla 5.1 Nivel de presión sonora según la fuente de ruido

Presión sonora SPL (Pa)	Nivel de presión sonora SPL (dB)	Entorno
200.0	140	A 30m de aviones militares en el despegue
63.0	130	Astillado y remachado neumático (puesto del operador)
20.0	120	Calderería (niveles máximos)
6.3	110	Punzonadora automática (puesto del operador)
2.0	100	Taller de torno automático
0.63	90	Sitio de construcción: perforación neumática
0.2	80	Borde de la acera de la calle muy transitada
0.063	70	Radio fuerte (en una habitación doméstica promedio)
0.02	60	Restaurante
0.0063	50	Conversación normal a 1 m
0.002	40	Conversación susurrada a 2 m
0.00063	30	
0.0002	20	Fondo en estudios de grabación y televisión
0.00002	0	Umbral normal de audición

Propuesta de altavoz

Para esta sala de videoconferencias, se propone utilizar el altavoz **Ci200ER de KEF**, que es un altavoz de plafón. Se recomienda este tipo de altavoces, ya que la sala de juntas es pequeña, por lo que no se requiere instalar grandes distancias de cable, y al ser altavoces de baja impedancia tampoco requieren transformadores para poder funcionar, basta con la potencia suministrada por el amplificador. La información que proporciona su ficha técnica se muestra en la figura 7.4. Si se requiere conocer más características, visitar la página del fabricante⁷.

Ci200ER



Architectural Speaker

OBSSESSED WITH HIGH RESOLUTION

Specifications

Model	Ci200ER	
Series	E Series	
Nominal impedance	8Ω	
Sensitivity (2.83V/1m)	90dB	
Frequency response (±6dB) open-backed	45Hz - 20kHz	
Frequency range (-10dB)	38Hz - 45kHz	
Nominal coverage (degrees)	100°	
Max SPL (dB)	106dB	
Crossover frequency	2.8kHz	
Drive units	LF	200mm (8in.) Uni-Q
	HF	16mm (0.6in.)
Recommended amplifier power	10 - 125W	
Recommended high-pass filter (Hz)	40Hz	
Product external dimensions	Diameter Ø	289.6mm (11.4in.)
	Depth	103.3mm (4.07in.)
Cut-out dimensions	Diameter Ø	240mm (9.45in.)
Net weight	1.6kg (3.6lbs)	
Mounting depth from surface	97.2mm (3.83in.)	
Optional rough in frame	RIF200R	
Optional rear enclosure	RNC200R	
Ideal rear volume (L)	60L	
Minimum rear volume (L)	30L	
Certification	IP64	

Figura 7.4 Ficha técnica del altavoz KEF Ci200ER

⁷ <https://images.salsify.com/image/upload/s--PGeXQeji--/12881dc675ed4da5b4f7dd91a8f75ee31a334a97.pdf>

Como se puede observar en la figura 7.4, este altavoz tiene una respuesta en frecuencia de 45Hz – 20Khz, la cual es suficiente para reproducir música y voz de manera satisfactoria. Por otro lado, tiene un SPL máximo de 106 dB; así que con este dato es posible calcular el SPL máximo según la distancia de los oyentes.

Calcular en nivel de presión sonora (SPL) en la posición del escucha

La ficha técnica de cada altavoz muestra el SPL máximo que puede proporcionar a un metro de distancia. Es necesario calcular cuál es el SPL máximo que se puede lograr a la distancia que se encuentren los oyentes y verificar que se obtenga el nivel deseado para la aplicación, que en este caso es videoconferencias y música.

“Para calcular el cambio del nivel de presión sonora según la distancia del oyente con referencia al altavoz, se utiliza la ley del inverso de los cuadrados, la cual enuncia que "El sonido decae según el inverso del cuadrado de la distancia". El nivel de presión sonora disminuye 6 dB cada vez que se duplica la distancia entre la fuente y el receptor.

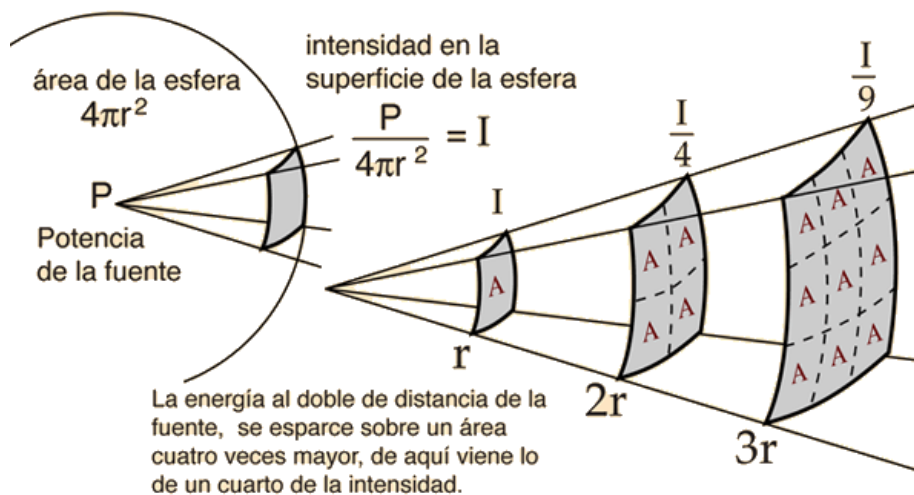


Figura 7.5 Ley inversa de los cuadrados

Se utiliza la figura 7.5 para explicar la ley inversa de los cuadrados:

- El sonido se propaga en ondas esféricas.
- Al aumentar la distancia hacia la fuente (radio), aumenta el área de la esfera

$$A = 4\pi r^2$$

- La potencia acústica de la fuente se distribuye a lo largo del área

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \text{ ----- Ecuación 3.20}$$

Donde:

I = Intensidad [watt/m²]

P = Potencia acústica (watts)

Tomando en cuenta la ley del inverso de los cuadrados, **¿Cuál será el máximo nivel de presión sonora SPL_{max} que será capaz de suministrar el altavoz KEF Ci200ER según la posición de los participantes?**

Primero se define la posición de los participantes dentro de la sala sembrando un altavoz en el extremo más alejado de la mesa y se mide a qué distancia se encuentran los participantes. Esto se muestra en la figura 7.6

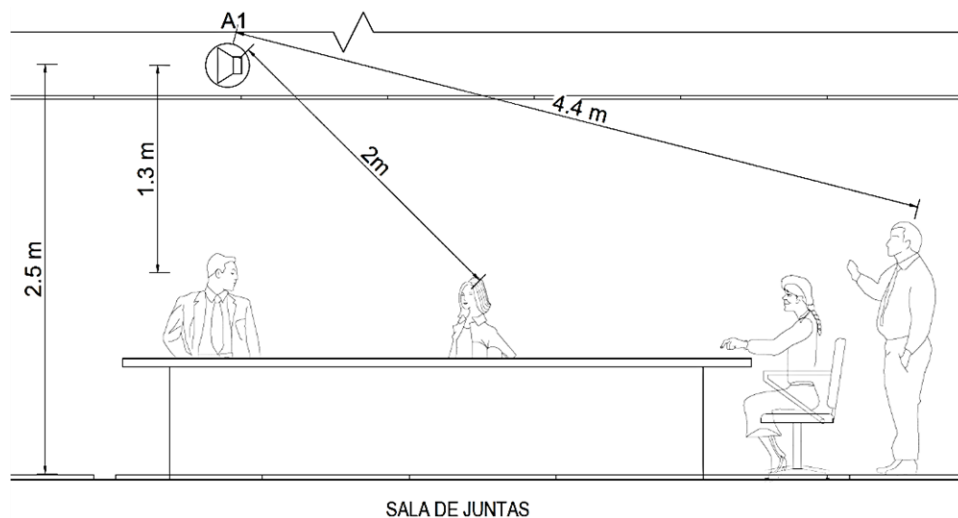


Figura 7.6 Posición de los participantes en la sala de videoconferencias

Para calcular el SPL del altavoz A1 en la posición del oyente, se utiliza la siguiente ecuación:

$$SPL_{oyente} = SPL_{max} - SPL_{atenuación} \text{ ----- Ecuación 3.21}$$

Donde:

SPL_{oyente} = Nivel de presión sonora a cierta distancia del oyente

SPL_{max} = Nivel de presión sonora del altavoz a 1 metro de distancia. Este dato lo proporciona la ficha técnica (figura 7.4).

$SPL_{\text{atenuación}}$ = Atenuación del nivel de presión sonora del altavoz (Sonido y acústica, 2022)

$$SPL_{\text{atenuación}} = 20 \log_{10} \left(\frac{Da}{Dr} \right) \text{----- Ecuación 3.22}$$

Donde:

Da = Distancia a la cual se quiere calcular la atenuación

Dr = Distancia de referencia a 1m

Dada la información de las características de la sala y la ficha técnica del altavoz, se procede a calcular el SPL del altavoz A1 a 2 m y 4.4 m de distancia del oyente utilizando la ecuación 3.21 y 3.22.

Nivel de presión sonora a 2 metros de distancia:

$$SPL_{\text{atenuación } 2m} = 20 \log_{10} \left(\frac{2m}{1m} \right)$$

$$SPL_{\text{atenuación } 2m} = 6.0206 \text{ dB}$$

$$SPL_{2m} = 106 \text{ dB} - 6.0206$$

$$SPL_{2m} = 99.9794 \text{ dB}$$

Nivel de presión sonora a 4.4 metros de distancia:

$$SPL_{\text{atenuación } 4.4m} = 20 \log_{10} \left(\frac{4.4m}{1m} \right)$$

$$SPL_{\text{atenuación } 4.4m} = 12.8691$$

$$SPL_{4.4m} = 106 \text{ dB} - 12.8691$$

$$SPL_{4.4m} = 93.1309 \text{ dB}$$

Por lo que se tiene como resultado el SPL en la posición del oyente:

$$SPL_{1m} = 106 \text{ dB}$$

$$SPL_{2m} = 99.9794 \text{ dB}$$

$$SPL_{4.4m} = 93.1309 \text{ dB}$$

El rango de frecuencias que puede reproducir el altavoz KEF Ci200ER está entre los 38Hz – 45 KHz. Y el contenido de voz y música está comprendido entre el rango de 50Hz - 2KHz; de modo que este altavoz es capaz de reproducir tales sonidos sin ninguna dificultad.

Por otro lado, el nivel de presión sonora de este altavoz es de 106 dB a un metro de distancia del oyente; y haciendo uso de la ley del inverso de los cuadrados, se determinó que a 4.4 m tiene un SPL igual a 93.13 dB. Tomando en cuenta que el nivel promedio de SPL en una sala de videoconferencias es de 50 dB con una reserva dinámica de 65 dB” (Sonido y acústica, 2022), este altavoz es adecuado para reproducir todo el contenido que se utilizará en la sala sin ningún problema.

Cobertura de los altavoces

Calcular la cobertura de un altavoz permite determinar el número de altavoces que son necesarios instalar en una sala de conferencias, dirigir la energía hacia los escuchas y evitar la radiación de energía hacia donde no es necesaria.

Como se abordó en el capítulo 3.6, la cobertura de un altavoz es expresada en grados, y el límite de la cobertura es el ángulo donde el altavoz ha perdido -6dB de SPL respecto a su respuesta en el eje, esto se ejemplifica en la figura 7.5.

La cobertura de un altavoz también puede expresarse por medio de un patrón polar, el cual ofrece una vista más detallada sobre el comportamiento de cada frecuencia, esto se puede consultar en ficha técnica del altavoz.

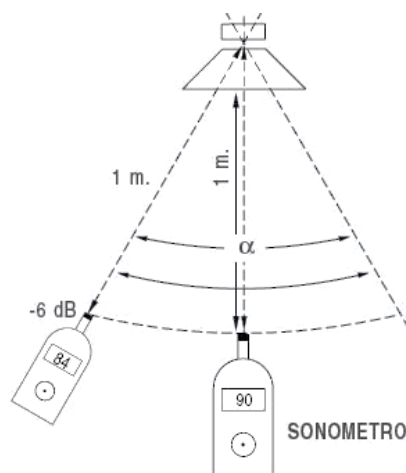


Figura 7.7 Ángulo de cobertura de un altavoz

Sembrado de altavoces

Existen programas de predicción acústica que permiten analizar el comportamiento de un altavoz, los cuales son capaces de anticipar si el altavoz tiene o no la capacidad de producir el SPL deseado, y sobre todo calcular cuál es la cobertura y si esta satisface o no las necesidades del proyecto. En cuanto al sembrado de altavoces en una sala de videoconferencias, los altavoces de plafón suelen ser la mejor solución ya que la instalación es estética y discreta como el altavoz propuesto KEF Ci200ER que se observa en la figura 7.6.



Figura 7.8 Altavoz KEF Ci200ER

Pero, ¿cómo se calcula un sistema de altavoces? ¿Cuántos son necesarios según las medidas de la sala? Se puede optar por elegir diseños de baja o alta densidad.

Diseño de baja densidad

Este diseño de altavoces utiliza menos densidad de la necesaria (menos altavoces), por lo que da como resultado zonas sin cobertura. Las zonas de no cobertura se caracterizan por la baja inteligibilidad del contenido reproducido.

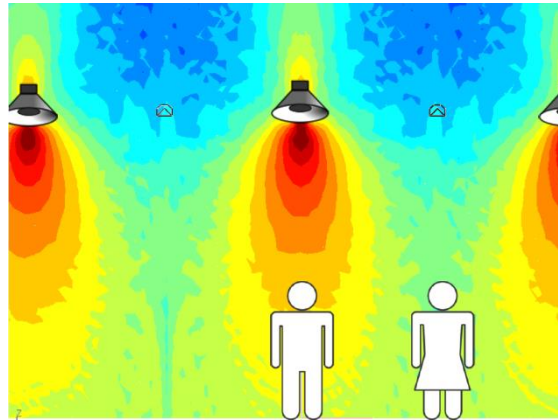


Figura 7.9 Sembrado de altavoces de baja densidad

Diseño de alta densidad

Cuando se realiza un diseño de altavoces de alta densidad (mayor número), los altavoces están muy juntos el uno al otro y esto provoca baja inteligibilidad. Esto se debe a que casi no existen zonas sin cobertura. Este tipo de diseños son muy poco utilizados y no se realizan en una sala de conferencias ya que es un desperdicio de recursos.



Figura 7.10 Sembrado de altavoces de alta densidad

Cálculo de separación de altavoces

En el diseño de altavoces de plafón se busca que el límite de cobertura de un altavoz coincida con el del altavoz vecino, es decir, el límite será donde el altavoz vecino haya perdido -6dB de SPL. Es por esto que se opta por un diseño de baja densidad.

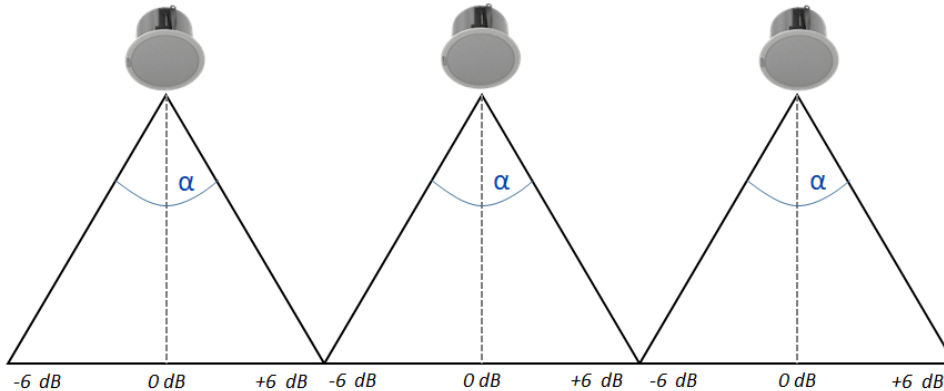


Figura 7.11 Límite de cobertura de tres altavoces

Para calcular la separación que deben de tener los altavoces se utiliza la ecuación 3.23:

$$S = 2D \left(\text{Sen} \frac{1}{2} \alpha \right) \text{ ----- Ecuación 3.23}$$

Donde:

D = Distancia del escucha con respecto al altavoz a 0°.

α = Ángulo de cobertura del altavoz

Independientemente del número de altavoces que se vayan a instalar en la sala, es necesario calcular la separación que tendrán cada uno de ellos. Para esta propuesta se tienen los siguientes datos:

De la ficha técnica, el ángulo de cobertura del altavoz = 100°

De la posición de los escuchas, la distancia del altavoz al oyente a 0° = 1.3 metros

Se aplica la ecuación 3.23 para calcular la separación que deben tener los altavoces.

$$2 (1.3) \left(\text{Sen} \frac{1}{2} * 100 \right)$$

$$S = 1.9916 \text{ m}$$

Cálculo de número de altavoces

“Siempre que sea posible, se instalarán los altavoces del techo hasta situarlos a una altura entre 2.5 m y 5 m del suelo. Este criterio de cálculo tiene en cuenta el ángulo de cobertura del altavoz y la posición del oyente” (Mcgraw-Hill, 2006).

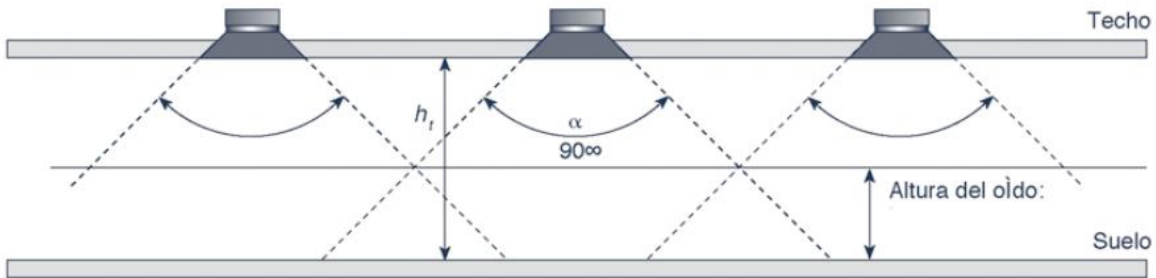


Figura 7.12 Cálculo de altavoces de plafón

El número de altavoces se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$N = \frac{A}{4[(h_t - h_o) \tan(\frac{\alpha}{2})]^2} \text{----- Ecuación 3.24}$$

Donde:

N = Número de altavoces

A = Área de la sala

h_t = Altura del techo

h_o = Altura del oído (oyente)

α = Ángulo de cobertura del altavoz

Por lo tanto, sustituyendo los datos de la sala y altavoz en la ecuación 3.24, se tiene:

$$N = \frac{60}{4[2.5 - 1.3) \tan(\frac{100}{2})]^2} = \frac{60}{4 [(1.2)(1.1917)]^2}$$
$$N = \frac{60}{8.18} = 7.335$$

Así que el número de altavoces necesarios para cubrir toda la superficie de la sala es aproximadamente 7, con una separación de 2 metros entre ellos.

Como el objetivo principal es cubrir el área donde estarán los participantes, sería un desperdicio de recursos instalar los 7 altavoces en toda la sala. Es por eso que, con base a la experiencia implementando este tipo de salas, se recomienda calcular la cantidad de altavoces necesarias solo para el área de mesas y sillas de la figura 7.13.

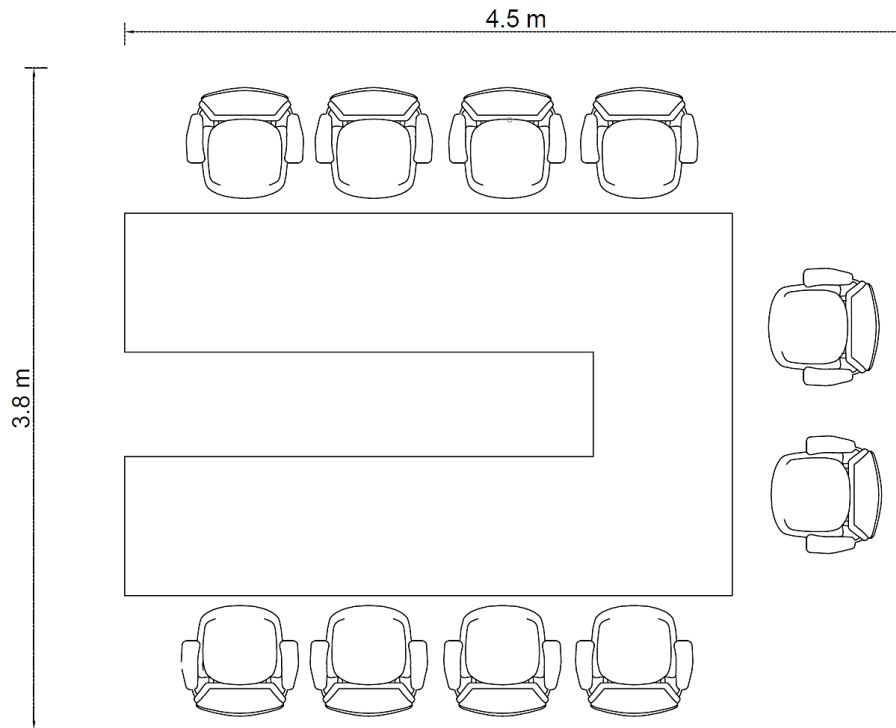


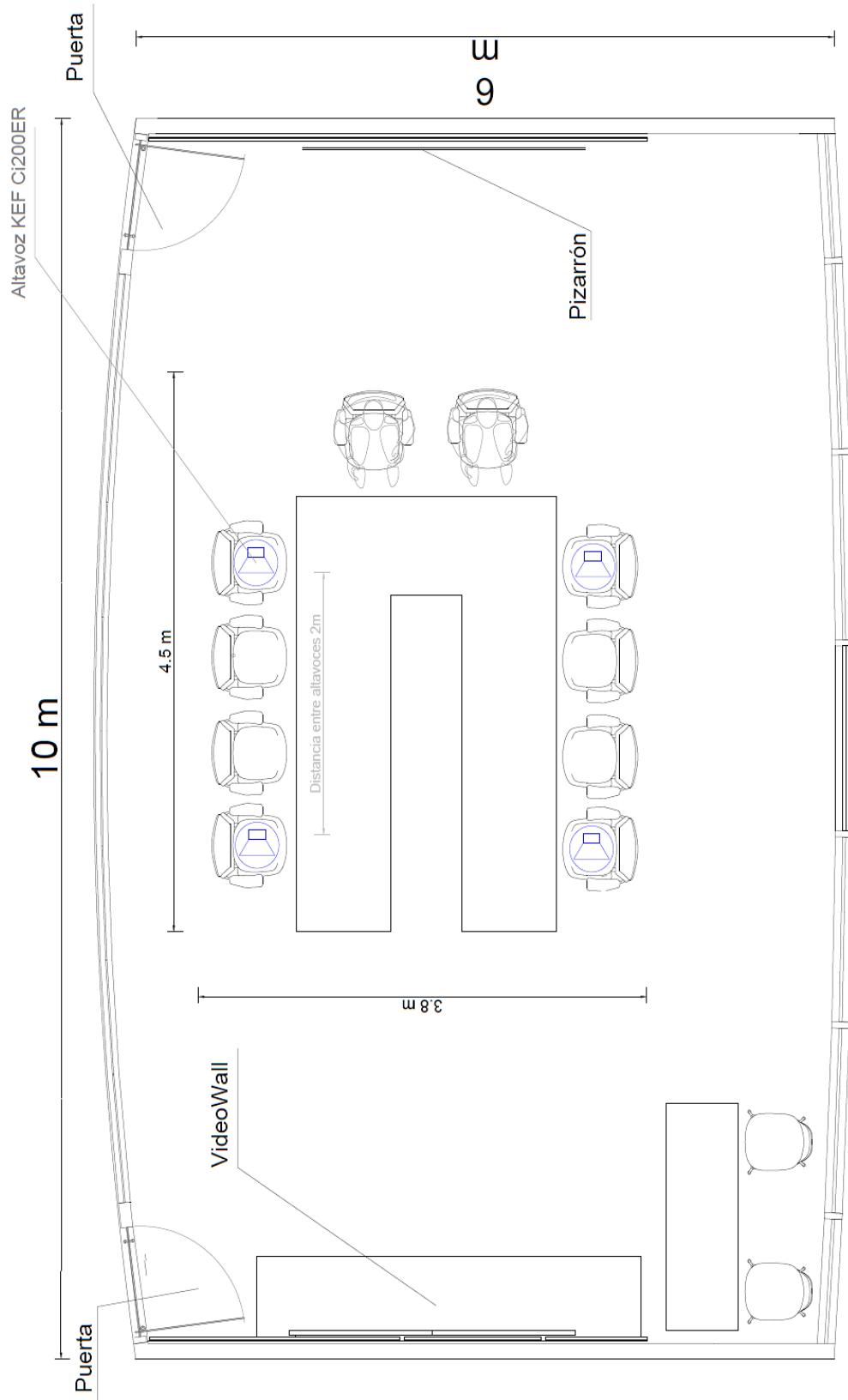
Figura 7.13 Área ocupada por los participantes

Tomando la ecuación 3.24 y sustituyendo valores, se tiene:

$$N = \frac{(3.8)(4.5)}{4[2.5 - 1.3) \tan(\frac{100}{2})]^2} = \frac{17.1}{4 [(1.2)(1.1917)]^2}$$

$$N = \frac{17.1}{8.18} = 2.09$$

Como resultado se obtiene que el número necesario para cubrir el área donde estarán los participantes de la figura 7.13 es de 2 altavoces.



Ventanas y persianas

Figura 7.14 Sembrado de altavoces en sala de conferencias

Como ya se calculó, dos altavoces son suficientes para cubrir el área donde estarán los oyentes. Esta cantidad basta para satisfacer las necesidades de la sala, por lo que, si no se quiere gastar muchos recursos económicos, no es necesario agregar más. Pero en esta propuesta se sugiere instalar cuatro altavoces para un mayor refuerzo sonoro. La separación será de 2 metros entre ellos, como se calculó antes; quedando el sembrado de altavoces como se observa en la figura 7.14.

Para esta sala de videoconferencias, no será necesario la instalación de subwoofers, ya que no se reproducirán sonidos de baja frecuencia (esto se utiliza frecuentemente en conciertos).

Propuesta del amplificador de audio

La selección del amplificador indicado es un punto clave para el buen desempeño del sistema y sobre todo para evitar daños en el mismo. Un amplificador de baja potencia no será capaz de llevar a un altavoz a su máxima capacidad. Un amplificador alta potencia puede causar daños en los altavoces. Por eso la importancia de saber elegir el altavoz correcto.

Como se abordó en el capítulo 3.6, existen dos formas de amplificar una señal de audio: corriente constante y voltaje constante. Así que, al momento de elegir un amplificador, es necesario recordar que *la potencia de un amplificador depende directamente de la carga*, es decir, depende de cómo es el altavoz (o arreglo de altavoces) que se va a conectar al él.

Para la propuesta de altavoces de esta sala se seleccionó el altavoz ***Ci200ER de KEF***, el cual tiene una impedancia nominal de 8Ω como lo especifica su ficha técnica.

Para este arreglo de altavoces se realizará una conexión serie-paralelo debido a que es una sala pequeña y consta de solo cuatro altavoces, lo que permite que la conexión no sea tan compleja.

Cálculo del amplificador

Cuando los altavoces tienen una impedancia nominal, como en esta propuesta, se tiene que utilizar un amplificador de corriente constante. Pero, ¿cómo se determina la impedancia (Z) mínima que debe tener el amplificador para poder alimentar correctamente al sistema? Bien, primero se define el tipo de conexión que tendrá el sistema de altavoces.

Se propone una conexión como en la figura 7.15. Pero, ¿qué tipo de conexión es esta? A simple vista parece una conexión en serie, ya que la salida 1 del amplificador tiene los altavoces A1 y A2 conectados en serie, de igual forma la salida 2 tiene los altavoces A3 y A4 en serie. Pero esto no es así, ya que el amplificador ve el sistema de altavoces como un circuito serie-paralelo como ilustra en la figura 7.16, esto debido a que sus salidas están en paralelo para evitar la falla total del sistema.

¿Por qué se recomienda este tipo de conexión? Se hace porque si una salida falla, la otra sigue funcionando y no deja a la sala sin sistema de audio.

Ahora bien, ¿no es mejor conectar cada altavoz individualmente a una salida del amplificador? La respuesta es no, y esto es así porque el amplificador vería todo el sistema como 4 altavoces en paralelo, lo que reduciría la impedancia total del sistema y esto demandaría un amplificador con menor impedancia cada vez que se conecten más altavoces en paralelo.

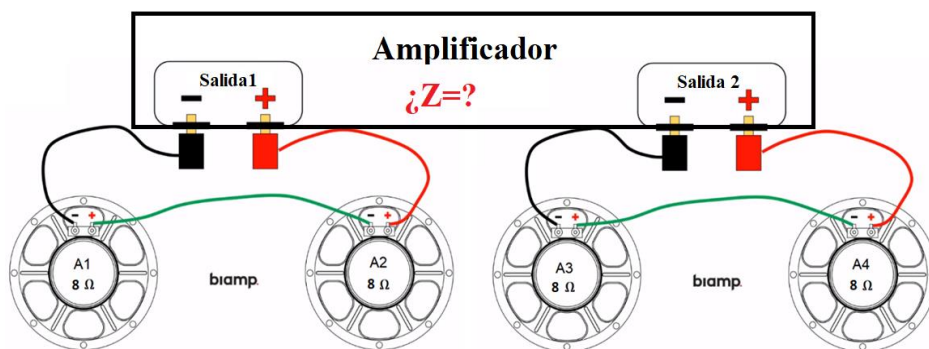


Figura 7.15 Conexión física de los altavoces KEF Ci200ER al amplificador

Para calcular la potencia necesaria que deberá suministrar el amplificador para hacer funcionar el arreglo de altavoces, se debe resolver el circuito serie-paralelo de la figura 7.16, que es en realidad lo que ve el amplificador conectado a él.

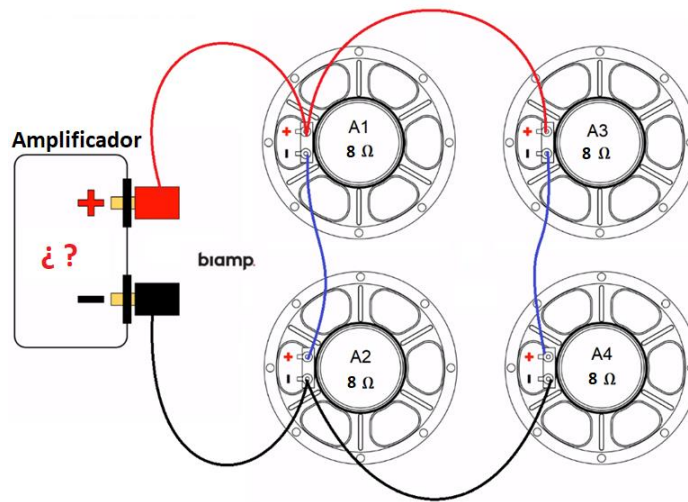


Figura 7.16 Conexión serie-paralelo de lo que ve el amplificador

Se utiliza la ecuación 3.18 del capítulo 3.6 para el cálculo.

$$ZT = \frac{1}{\frac{1}{Z1} + \frac{1}{Z2} + \dots + \frac{1}{Zn}}$$

Hay que recordar que las impedancias en serie se suman, por lo que:

A1 = A2; A3=A4; y al estar conectados en serie, sus impedancias se suman:

$$A1 + A2 = 16 \Omega$$

$$A3 + A4 = 16 \Omega$$

Una vez simplificando se tienen dos impedancias de 16 Ω en paralelo.

$$ZT = \frac{1}{\frac{1}{16} + \frac{1}{16}} = 8 \Omega$$

El resultado obtenido indica que la impedancia mínima que debe tener el amplificador para alimentar correctamente este arreglo de altavoces es de 8Ω

Hay que recordar que *la máxima transferencia de potencia ocurre cuando la impedancia de la carga (altavoz) es igual a la impedancia del amplificador*. Es decir, cuando la impedancia de todo el arreglo de altavoces es la misma que la impedancia de salida del amplificador, se logra la máxima transferencia de potencia. Y si la impedancia del sistema es menor que la del amplificador, el arreglo demandaría más potencia de la que puede suministrar el amplificador, por lo que este se podría dañar.

En resumen, la impedancia total del arreglo de altavoces siempre debe ser mayor que la impedancia de salida del amplificador, esto para asegurar que no se dañe. Es por eso que para esta propuesta se elegirá un amplificador con 4Ω de salida.

La ficha técnica del altavoz KEF Ci200ER recomiendan el uso de un amplificador de que le suministre 10 - 125 Watts para su correcto funcionamiento. Esto no quiere decir que el amplificador tiene que suministrar esa potencia por todo el sistema de altavoces, sino que debe suministrar ese rango de potencia solo para un altavoz.

Con base a las características de las bocinas y la sala, se propone el amplificador Crestron AMP-X300 (figura 7.17) para alimentar al sistema de altavoces, el cual es capaz de brindar una potencia total de 300 Watts una salida total del sistema de 4Ω u 8Ω según se configure. Este amplificador tiene la capacidad de manejar salidas de alta o baja impedancia según se seleccione con el interruptor como se observa en la figura 7.19.



Figura 7.17 Vista frontal amplificador Crestron AMP-X300

Specifications

Audio

Input Signal Types Balanced or unbalanced analog line-level

Output Power

Mode	1 Channel Driven	2 Channels Driven	3 Channels Driven	4 Channels Driven
LoZ, 8 Ω (single ended)	150 W	150 W	75 W ¹	75 W
LoZ, 4 Ω (single ended)	200 W	150 W	75 W ¹	75 W
LoZ, 8 Ω Bridged	300 W	150 W	150 W ¹	N/A
Hi-Z 70V	300 W	150 W	N/A	N/A
Hi-Z 100V	300 W	150 W	N/A	N/A

NOTES:

- Total output power from all channels combined (simultaneously) is up to 300 W.
- Each mode will output power in watts up to the value listed in the table.

Frequency Response 20 Hz to 20 kHz ±0.5 dB at 1 W

High-Pass Filter (70V and 100V operation only) -3 dB @ 80 Hz, -12 dB/octave

THD+N <0.1% at 1 kHz @ -3 dB full rated output power

S/N Ratio >103 dBA, 20 Hz to 20 kHz, balanced

Crosstalk -75 dB at 1 kHz

Input Sensitivity 1.23 Vrms, +4 dBu balanced; 0.316 Vrms, -10 dBV unbalanced; For 150 W (8 Ω), 300 W (8 Ω Bridged), 300 W (70V/100V)

Gain 29 dB @ 8 Ω

Protection Over current, under voltage, over temperature, DC offset, extreme high frequency

Go to Sleep Time 25 minutes with no signal present (when set to POWER SAVER)

Wake Time 0.5 s typical

Wake Threshold 0.44 mV typical

Connectors

CH1-CH4 (2) 4-pin 5.08 mm pitch, 12A plug with screw locking retainers; Power amplifier output; Wire Size: Terminals accept up to 12 AWG (3.31 mm²)

NOTE: Output is direct-coupled, not transformer isolated.

AUDIO IN (UNBALANCED) (4) RCA connectors, female; Unbalanced line-level audio inputs (Summing on channels 1 + 2 and channels 3 + 4); Maximum Input Level: 2.24 Vrms, +7 dBV (+9.2 dBu)

AUDIO IN (BALANCED) (4) 3-pin 3.5 mm detachable terminal block; Balanced line-level audio inputs; Channel pairs 1 - 2 and 3 - 4 can each be configured to operate as stereo channels or a downmixed mono channel; Maximum Input Level: 7.75 Vrms, +20 dBu; Input Impedance: 20k Ω

REMOTE (1) 2 pin 3.5 mm detachable terminal block; Connect to dry contact closure to place amplifier in standby mode.

G (1) 6-32 screw; Chassis ground lug

100-240V~ 1.2-0.6A 50/60 Hz (1) IEC 60320 C14 main power inlet; Mates with removable power cord, included

Controls & Indicators

PWR (1) White/Red LED; White indicates amplifier is on and ready for use; Red indicates amplifier is in standby

HI-Z (1) White LED; Indicates when Hi-Z mode is enabled (70V or 100V); Channels 1 - 2 and 3 - 4 are bridged and set to 70V or 100V operation

SIGNAL (4) White LEDs (one per input); Indicates when an active input signal is present

Figura 7.18 Ficha técnica del amplificador Crestron AMP-X300



Figura 7.19 Parte trasera del amplificador Crestron AMP-X300

Cálculo de la potencia

La ficha técnica de este amplificador (figura 7.18) indica que cuando se selecciona una impedancia de salida 4Ω , el amplificador puede entregar una potencia de hasta 200 watts si se utiliza un canal de salida, 150 watts para dos salidas activas y 75 watts cuando se utilizan los cuatro canales de salida. Para el arreglo serie-paralelo de altavoces propuesto en esta sala se utilizarán solo dos canales de salida, por lo que en una salida se conectarán dos bocinas en serie, y en la otra también dos bocinas en serie (ver figura 7.15).

Tomando que se utilizarán dos salidas del amplificador, cada una suministrará una potencia de 150 watts. Y sabiendo que en cada salida hay dos altavoces conectados, la potencia se dividirá entre ellos, dando como resultados 75 watts de potencia suministrada para cada altavoz. Siendo que la ficha técnica del altavoz KEF Ci200ER (figura 7.4) menciona que puede funcionar con un máximo de 125W, no hay ningún inconveniente con la potencia suministrada por el amplificador. La conexión final de los altavoces con el amplificador se muestra en la figura 7.20. Esta es la propuesta para esta sala de juntas.

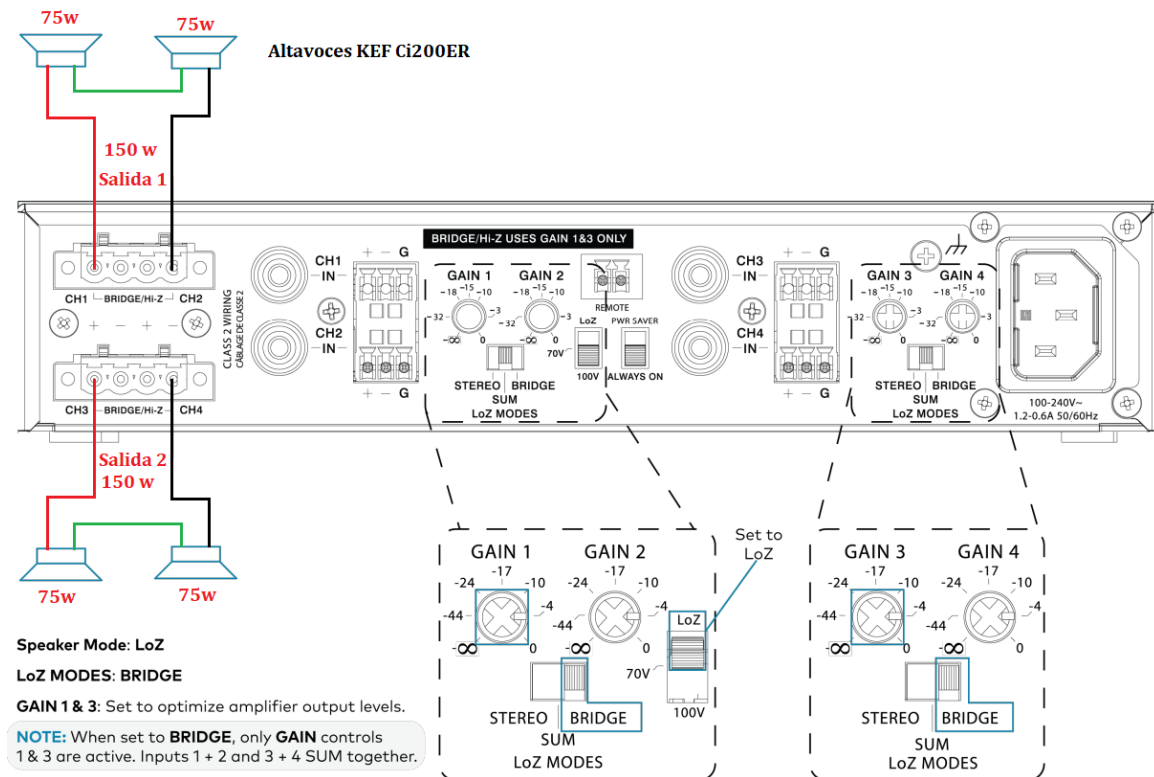


Figura 7.20 Conexión de altavoces KEF Ci200ER al amplificador Crestron AMP-X300

Propuesta de micrófonos

En el capítulo 3.4 se estudiaron los conceptos y los diferentes tipos de micrófonos que existen. Por lo que a continuación se propondrá el micrófono a utilizar en esta sala de videoconferencias.

Al ser un espacio formal y en el que se requiere simplificar todo, se puede optar por elegir micrófonos de mesa debido a que son pequeños y prácticos a diferencia de los micrófonos de mano inalámbricos. Lo ideal sería tener un micrófono de mesa por cada participante, pero además del cableado necesario, no daría un buen aspecto ya que habría mucha cantidad de objetos sobre la mesa. Es por esto que se propone se utilizar un micrófono de techo.

Un micrófono de techo está diseñado para capturar el audio con la calidad premium que se espera en cualquier conferencia. Sus patrones de cobertura son configurable y preparados para salas de cualquier tamaño, forma o aplicación. Con este tipo de micrófonos, el usuario tiene libertad de movimiento por la sala sin la necesidad de permanecer en un solo lugar o sosteniendo un micrófono, puesto que captará la voz de la misma forma, aunque el participante esté sentado, de pie o moviéndose por todo el espacio de la sala.

Shure MXA910

Se propone el micrófono de techo Shure MXA910, que “es un micrófono de red tipo array de alta calidad para entornos de conferencias audio-video: salas de videoconferencias, salas de reunión y espacios multiusos. El array de techo utiliza la tecnología de Shure Steerable Coverage con Autofocus: 8 lóbulos de captación altamente direccionables que capturan el audio de los participantes por encima de ellos con ajuste continuo de la posición de cada lóbulo en tiempo real a medida que los participantes se mueven por la sala.

El micrófono también incluye el paquete DSP (Digital Sound Processor) IntelliMix, que incluye AEC (Acoustic Echo Cancellation), reducción de ruido, mezcla automática y más. El micrófono se programa con el software Designer de Shure o con una interfaz web basada en navegador. El micrófono se integra perfectamente con el audio digital en red de Dante y los controladores preestablecidos de terceros, incluidos Crestron y AMX, para ofrecer una experiencia de conferencia AV de alta calidad que cumpla con las expectativas de integradores, consultores y participantes de las reuniones.

Características del micrófono Shure MXA910

Se abordarán las características principales del micrófono propuesto.

Cobertura configurable

- Este micrófono ofrece cobertura dirigible en tiempo real (figura 7.21), lo que permite una captación precisa con los 8 lóbulos con que cuenta.
- La tecnología autofocus ajusta continuamente la posición de cada lóbulo en tiempo real para obtener un sonido consistente cuando los participantes se sientan o se ponen de pie.

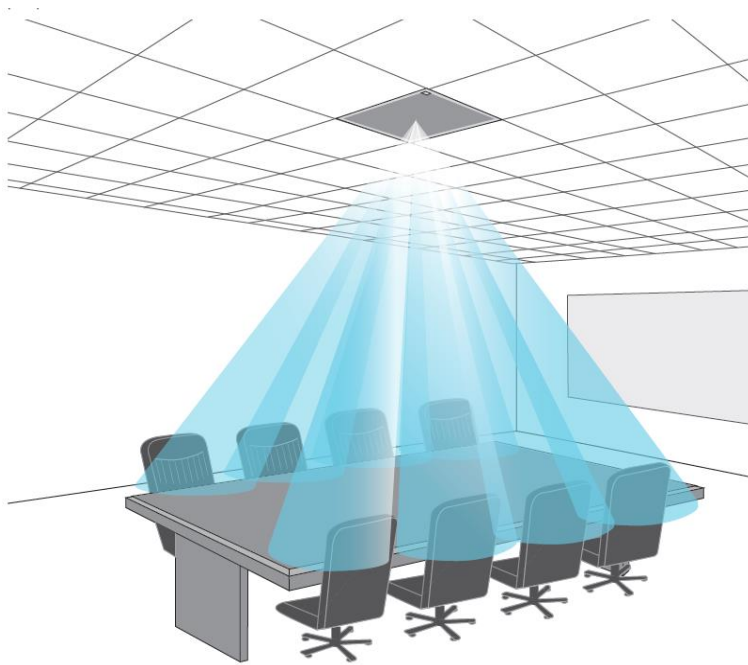


Figura 7.21 Cobertura de micrófono de techo Shure MXA910

DSP de IntelliMix

- El procesador digital de audio IntelliMix que tiene integrado proporciona una mezcla automática, AEC (cancelación de ruido acústico), reducción de ruido, control automático de ganancia, retardo, compresor y ecualización de canal.

Control de software

- El software de configuración de sistema Designer de Shure ofrece control integral del micrófono y de los patrones de cobertura.

Conectividad en red

- En un solo cable de red viajan todas las señales de audio que captan los 8 lóbulos.
- El audio digital Dante puede coexistir en la misma red que los datos TI y los datos de control, o puede configurarse para que use una red exclusiva.

Diseño profesional

- Estos micrófonos tienen diseños estilizado que combina con las salas de juntas y los espacios de reuniones contemporáneos, ya que puede elegirse el color para que coincida con el plafón de la sala.

Partes del sistema MXA910

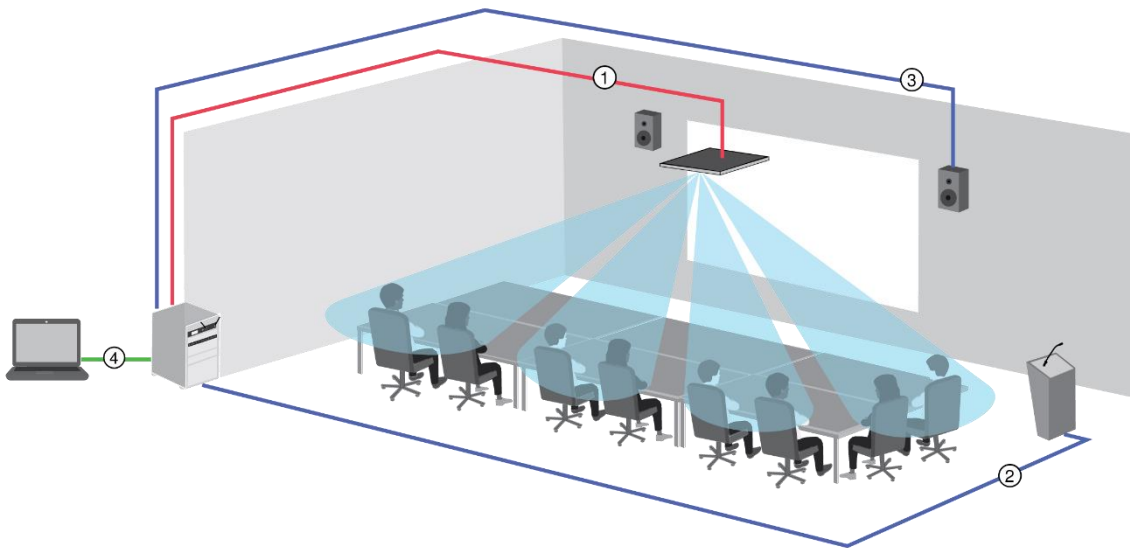


Figura 7.22 Descripción general del sistema MXA910

Tomando como ejemplo la figura 7.22, se describe un sistema de microfónica utilizando el micrófono Shure MXA910.

① **Control, alimentación y audio Dante.** El micrófono se conecta a la red a través de un solo cable de red, que lleva el audio Dante, alimentación por Ethernet (PoE) y la información de control para ajustar la cobertura, los niveles de audio y el proceso.

② **Audio analógico (micrófono a red).** Un equipo analógico, como un sistema de micrófono inalámbrico o micrófono de cuello de ganso en un podio, se conecta a la red de audio Dante a través de una interfaz de red Shure (modelo ANI4IN) para un sistema de conferencias completamente en red.

③ **Audio de extremo lejano (red a altavoces).** Los altavoces y amplificadores compatibles con Dante se conectan directamente a un conmutador de red. Los altavoces y amplificadores analógicos se conectan a través de una interfaz de red Shure (modelo ANI4OUT), que convierte los canales de audio Dante en señales analógicas a través de 4 salidas discretas XLR o de conectores tipo bloque.

④ **Control de dispositivos y audio Dante.** Control: Una computadora conectada a la red programa el micrófono con el software Designer de Shure, y así se puede ajustar remotamente la cobertura, el silenciamiento, el comportamiento de los LED, la configuración de lóbulos, la ganancia y la configuración de la red.

Resumen del funcionamiento

Piense en cada lóbulo como un micrófono individual. Si la mesa tuviera 8 micrófonos, cada uno estaría físicamente colocado según la disposición de los asientos y se conectaría a una consola con controles independientes de ganancia y de canal. Este micrófono de techo permite el control sobre la cobertura física y los ajustes de canales de audio, con configuraciones prefijadas de usuario para cambiar rápidamente entre una configuración y otra. Cada lóbulo se mueve según la disposición de los asientos y tiene tres ajustes de ancho para modificar el tamaño de la superficie de cobertura. Los canales independientes de mezcladoras controlan el nivel y las propiedades de audio de cada lóbulo.

Cada lóbulo está representado gráficamente y puede arrastrarse hasta su lugar. Un canal de mezcladora correspondiente ofrece el control sobre los parámetros de audio de cada lóbulo.

Como se mencionó antes, el software *Designer de Shure* se utiliza para configurar y controlar este micrófono.

La figura 7.23 muestra que este micrófono tiene 8 lóbulos o también llamados canales, los cuales se pueden seleccionar y mover en cualquier punto de la superficie de cobertura. Los lóbulos se pueden mover individualmente según corresponda para obtener la mejor posición para cada uno, o en su defecto, se puede seleccionar la configuración automática y el software será el encargado de ajustar la posición de cada lóbulo para obtener una zona de cobertura máxima dentro de la superficie definida.

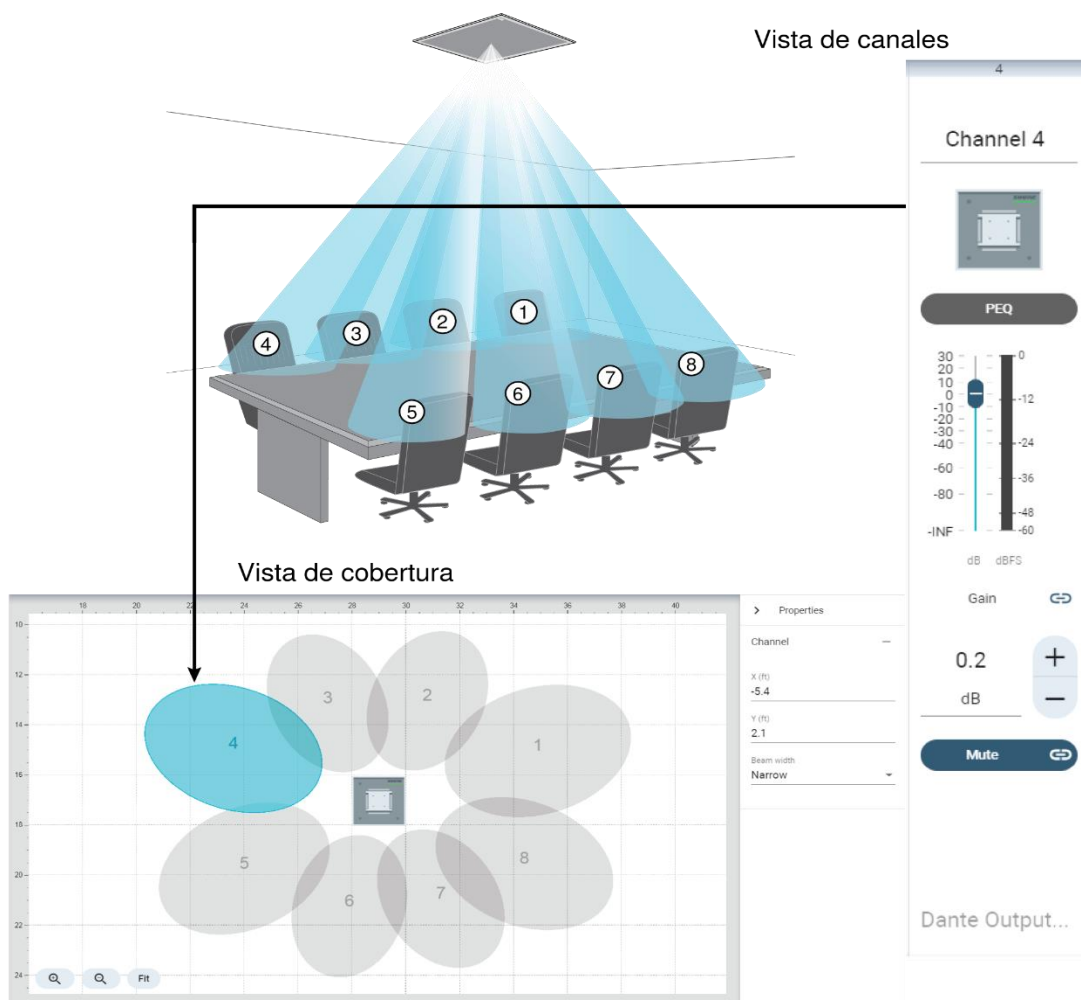


Figura 7.23 Vista de canales de cobertura Shure MXA910

Este micrófono cuenta con la tecnología de Autofocus; esto permite que a medida que los participantes cambian de posición, los lóbulos se mueven en tiempo real, incluso si los participantes de la reunión se reclinan o se ponen de pie.

Pero, ¿es suficiente con un solo micrófono de techo para cubrir toda el área de la sala? ¿o al menos el área de la mesa donde estarán los participantes?

Cobertura del micrófono MXA910

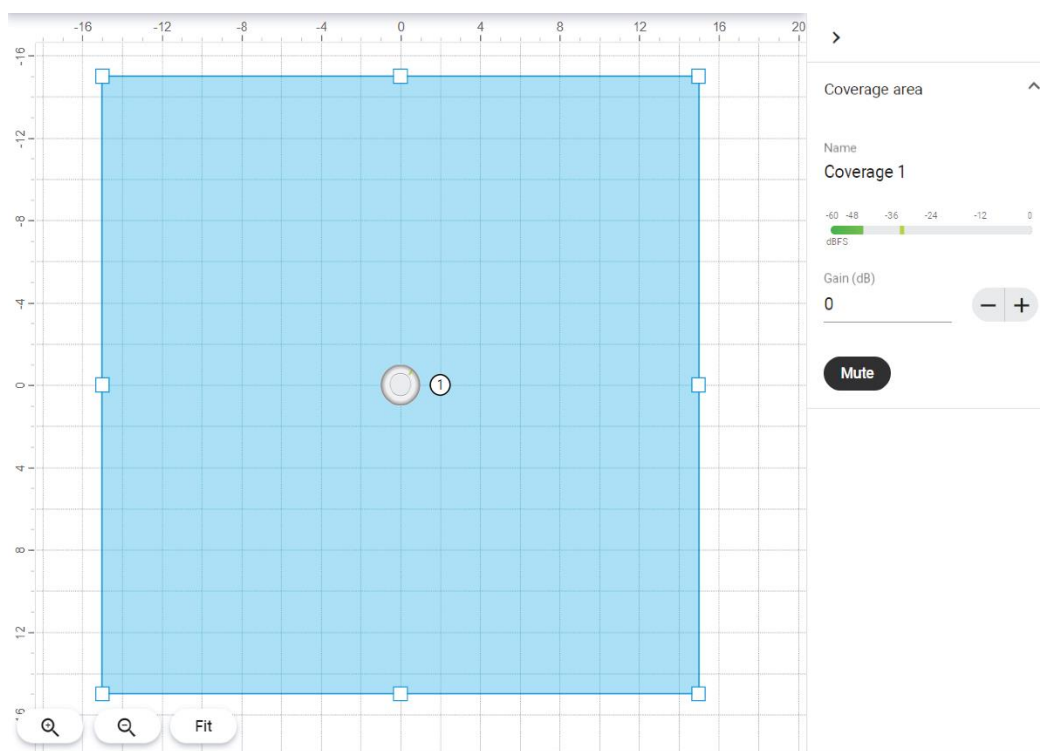


Figura 7.24 Área de cobertura Shure MXA910

La configuración predeterminada de este micrófono Shure MXA910 define un área de cobertura dinámica de 9 x 9 metros (ver figura 7.24). Cualquier participante que esté dentro del área azul tiene cobertura, y cualquiera que esté fuera de esa zona no será captado por el micrófono. Por lo tanto, al proponer una sala con un área de 10 x 6 metros, bastará con solo un micrófono para captar la voz de todos los participantes” (Shure, 2022).

Para la configuración de este micrófono, es necesario tomar cursos que imparte el fabricante

Propuesta del procesador digital de audio

Par esta sala, ser propone instalar un procesador de audio; el encargado de procesar todo el audio y enviarlo a los micrófonos será el DSP Crestron Avia 1281 (figura 7.25), el cual viene integrado con Dante que es una combinación de protocolos de software, hardware y red que permite trabajar con audio digital multicanal, sin comprimir y de baja latencia a través de una red Ethernet.

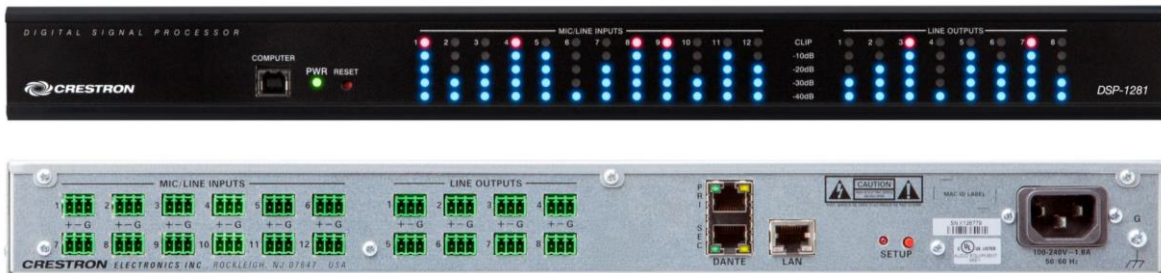


Figura 7.25 Vista general DSP Crestron Avia 1281

La figura 7.26 muestra los puertos y conexiones que disponibles para este procesador, el cual tiene 12 entradas de línea si en su momento se requiere conectar micrófonos de mesa. También tiene dos puertos para conectar micrófonos de red equipados con la tecnología Dante, que en este caso solo se utilizará uno. Por último, tiene un puerto de red para administración y configuración del dispositivo.

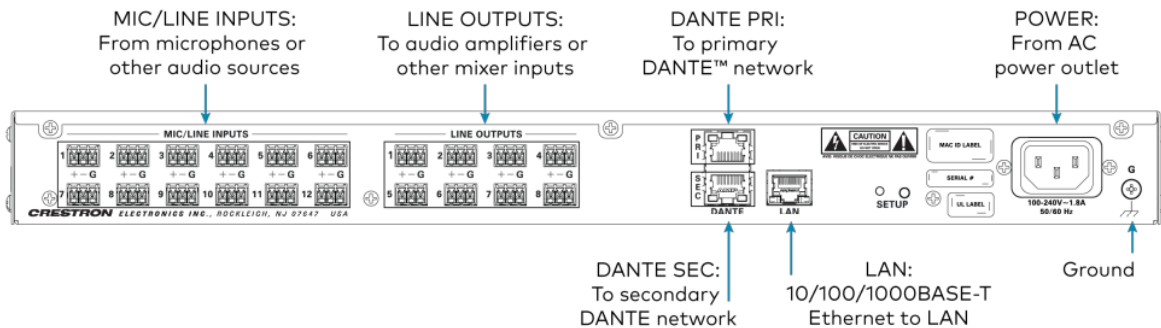


Figura 7.26 Vista trasera DSP Crestron Avia 1281

Las funciones de estos procesadores se abordaron en el capítulo 3.7, por lo que es necesario revisarlo para entender los conceptos de un DSP.

Diseño de audio

Después de elegir los altavoces y micrófonos, se presenta la propuesta de diseño para este sistema de audio.

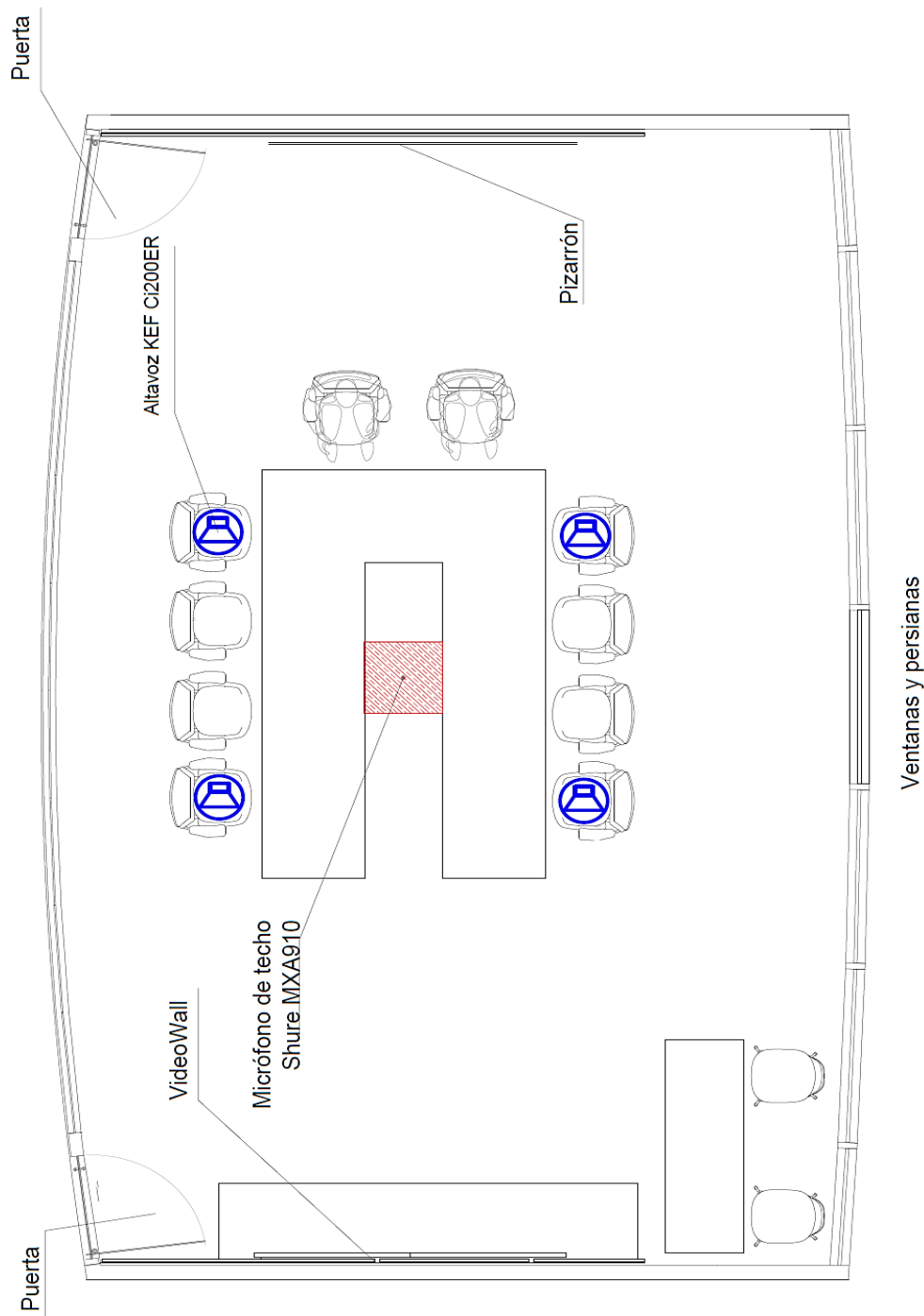


Figura 7.27 Propuesta de diseño del sembrado de altavoces KEF Ci200ER y micrófono Shure MXA910

Propuesta del sistema de video

Pantallas de Video Wall

En el capítulo 4 se abordaron los diferentes sistemas de video que se pueden instalar en una sala de juntas. Para la propuesta de diseño de esta sala se propone utilizar un Video Wall de 2x2 de la marca Samsung, modelo UM55H-E (figura 7.28).

Usualmente las salas de juntas están pensadas para compartir contenido (presentaciones de productos, proyectos, comerciales, etc.), a aparte de sesiones de videoconferencias. Esta es la razón por la que se propone un Video Wall como sistema de video, ya que tiene la capacidad de admitir varias fuentes de entrada y de salida al mismo tiempo, a diferencia de una pantalla convencional o un proyector que solo admiten una fuente a la vez.

Se necesitan cuatro pantallas Samsung para realizar una matriz de 2x2. Cada pantalla tiene un tamaño de 54" y una resolución de 1920x1080 pixeles, por lo que, al integrarlas a la matriz, la resolución final del Video Wall será 3840x2160 (4K) y su tamaño de 110" (esto se ejemplifica en la figura 7.28).

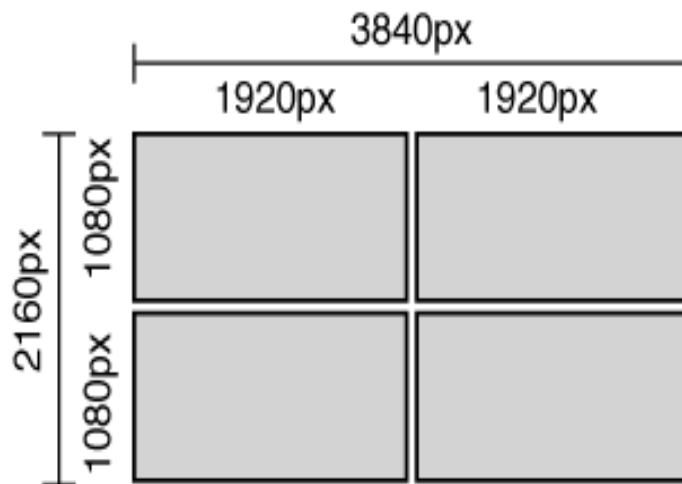


Figura 7.28 Matriz de Video Wall 2x2 4K al conectar 4 pantallas 1080p

Tamaño Diagonal 55"	Tipo de Panel Slim Direct	Resolución 1920x1080	Distancia entre Pixeles (AxV) 0.63mm(H) * 0.63mm(V)
Brillo (Típico) Max 500	Proporción de Contraste 4000:1	Ángulo de Visión (H/V) 178/178	Tiempo de Respuesta 8ms
Gama de Color 72%	Glass Haze 0.25 %	Frecuencia de Escaneo H 30kHz - 81kHz	Frecuencia Máxima de Pixeles 148.5MHz
Entrada HDMI 2	Entrada DP 1	Entrada DVI Sí	
USB 1 (Solo FW descarga)	Entrada Componente N/A	Entrada Composite N/A	
Entrada de Audio Yes	Salida de Auto Stereo Mini Jack	Salida de Video DP(Loop-out)	
Entrada RS232 Sí	Salida RS232 Sí	Entrada RJ45 Sí	
Entrada IR Sí	Entrada HDBaseT N/A	Wi-Fi N/A	



Figura 7.29 Especificaciones técnicas Video Wall Samsung UM55H-E

Driver de Video Wall

Después de elegir las pantallas para Video Wall, es necesario definir la matriz o controlador que será el encargado de llevar todo el contenido de las fuentes de video hacia las pantallas. Ya que la matriz propuesta es de 2x2, bastaría con elegir un controlador de 4 entradas y 4 salidas, pero se sugiere siempre pensar a futuro y elegir sistemas escalables, por lo que se propone una matriz de conmutación de 8x8 ATEN Seamless Switch VM5808H (figura 7.30), la cual puede re direccionar 8 fuentes de vídeo HDMI a 8 pantallas HDMI.



Figura 7.30 Controlador de Video Wall 8X8 ATEN Seamless Switch

Este driver de Video Wall incluye múltiples métodos de control: desde la administración del sistema a través del panel frontal de pulsadores (ver figura 7.30), hasta conexiones IR (infrarrojo), RS-232 y Ethernet.

Extensores de video

Cuando se realiza el tendido e instalación del cableado de video, se presenta un problema muy común, ya que usualmente la canalización o ductos por donde tienen que pasar los cables son pequeños. Debido a que los cables HDMI tienen un conector grande, siempre hay problemas para pasar solo un cable, ya no se diga 2 o más.

Es por eso que los extensores de video son muy utilizados, los cuales distribuye señales de audio y video digital a través de cable de cobre (UTP) o fibra óptica. Esto permite que se conecten fuentes de video a mayor distancia dentro del edificio, sala o espacio. Al conectarse las fuentes de video a través de cable UTP, se puede extender hasta una distancia <100m, cosa que es imposible si se conectan a través de cable HDMI.

La ventaja de los extensores de video, además de ofrecer una mayor distancia de conexión, es que minimiza el espacio a utilizar en los ductos o canalización por donde se realiza la interconexión entre la fuente y la pantalla de proyección o controlador de Video Wall.

Para los casos donde se vayan a pasar más de dos cables HDMI por canalización, se sugiere utilizar extensores de video. Para el sistema de esta sala se proponen los extensores ATEN VE807 (figura 7.31), que son capaces de transmitir audio y video a través de cable UTP CAT5E o CAT6 hasta una distancia de 40 metros.



Figura 7.31 Extensor HDMI/Audio sobre CAT5E O CAT6 (1080p 40 m)

Funcionamiento de los extensores ATEN

- Los extensores ATEN necesitan una fuente de alimentación externa de 9V para poder funcionar.
- En la parte frontal tienen un puerto HDMI y entrada de audio 3.5 para conectar la fuente.
- En la parte trasera tienen dos puertos RJ45. El puerto TMDS sirve para transmitir los datos (audio y video). El puerto DDC solo se conecta si se necesita transmitir energía del transmisor al receptor; es decir, si solo se quiere utilizar una fuente de poder de un lado, con la conexión DDC puede transmitir energía al otro lado.
- Se puede utilizar cable UPT CAT5E o CAT6.



Figura 7.32 Vista frontal y trasera del extensor ATEN VE807

Estos extensores de video pueden ser encastrados en la mesa de la sala, al igual que un fliptop. Utilizarlos evita que se vean de video sobre la mesa y den un mal aspecto.



Figura 7.33 Extensor de video encastrado sobre la mesa

La figura 7.34 representa el diagrama de conexión de las fuentes de video hasta el Video Wall. Se observa que la fuente va conectado a través de HDMI al transmisor de los extensores, de ahí viaja por la canalización a través de cable UTP y llega al otro extremo, que es el receptor, el cual va conectado al controlador. Por último, las salidas del controlador del Video Wall van conectadas a las pantallas.

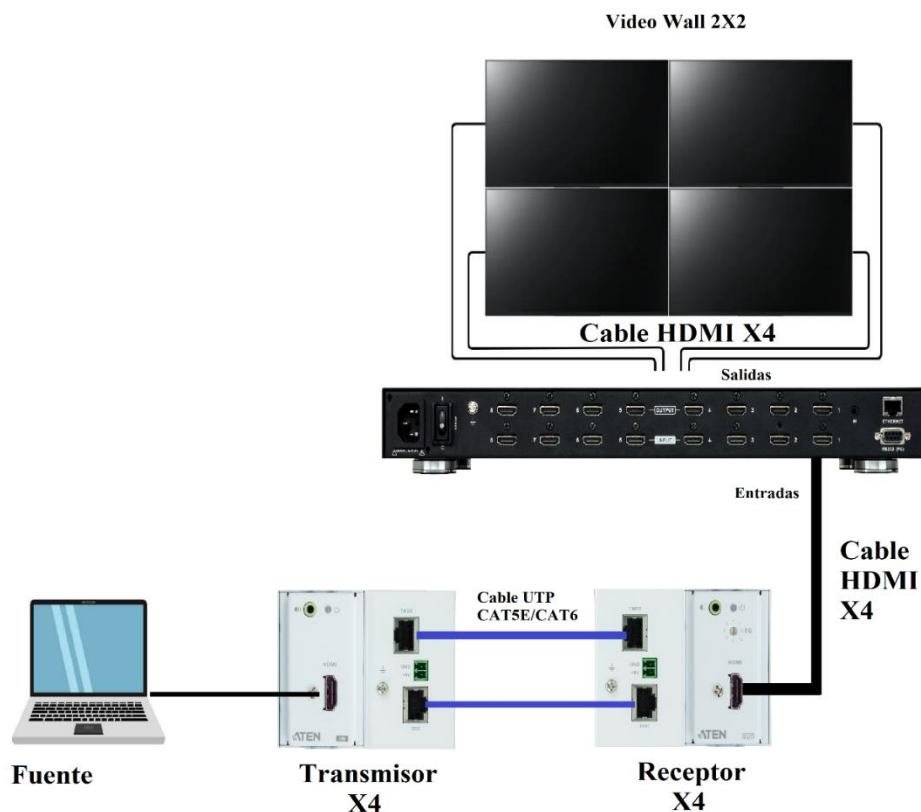


Figura 7.34 Diagrama de conexión entre la fuente y el Video Wall

Propuesta de cámara

Utilizar un códec de videoconferencia suele ser más costoso que una cámara. Por lo que para esta sala se propone utilizar la cámara PTZ PRO 2 de Logitech (figura 7.35). Cuenta con un sistema de imágenes FullHD 1080p. Con funciones mecánicas de panorámica/inclinación/zoom. Si se quiere conocer sus características completas, visitar su ficha técnica⁸.

⁸ <https://www.logitech.com/content/dam/logitech/es/video-collaboration/pdf/conferencecam-ptz-pro2-datasheet.pdf>



Figura 7.35 Cámara web Logitech PTZ Pro 2

Esta cámara se conectará a la computadora a través de cable USB. Debido a que la distancia entre la mesa de conferencias y la del Video Wall es larga, se optará por extender el cable USB. Esto se puede hacer con extensores por cable UTP (figura 7.36), o por extensor tipo USB si ya distancia no es mayor a 5 metros.

El extensor USB sirve para llevar la señal de la fuente hasta la cámara web. Esto permite una fácil instalación por la tubería o canalización.

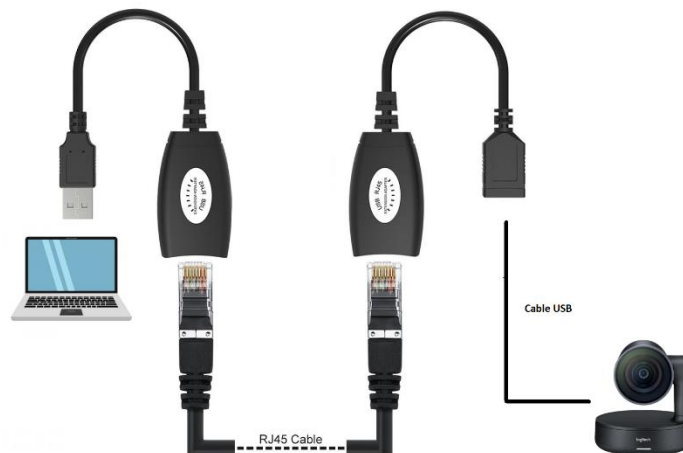


Figura 7.36 Extensor USB por cable UTP

Después de proponer todos los elementos del sistema de video, se realiza el diseño que se observa en la figura 3.27, el cual muestra el Video Wall de frente, y la figura 3.28 que muestra la vista general de la sala con los elementos de audio y video.

Diseño de video

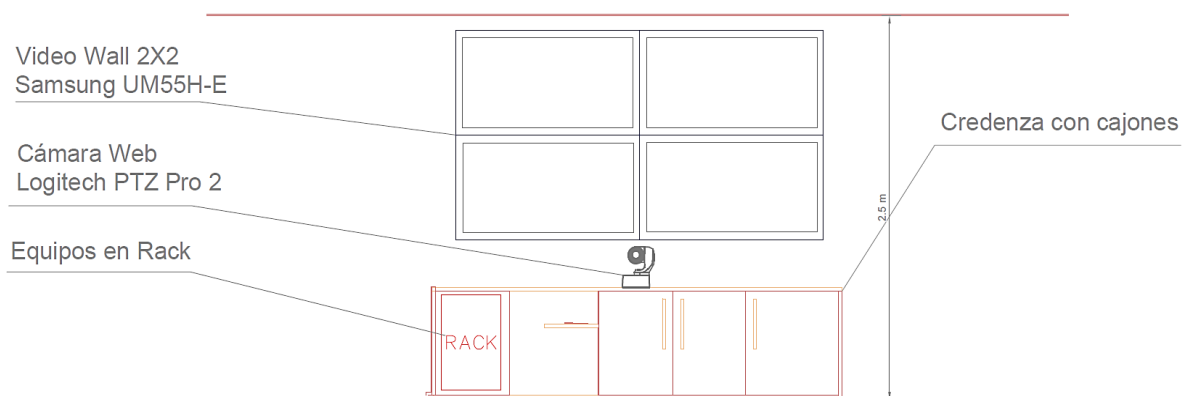


Figura 7.37 Propuesta de diseño de Video Wall para sala de juntas

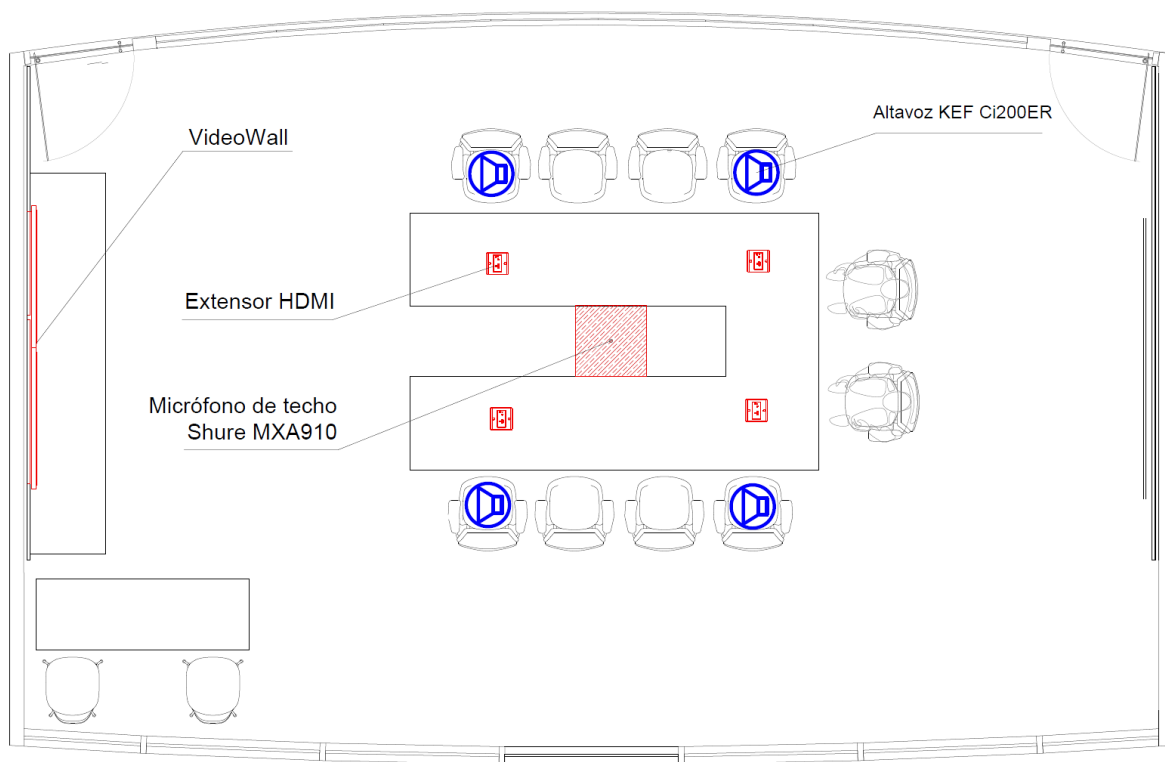


Figura 7.38 Propuesta de diseño de elementos de audio y video para sala de juntas

Propuesta de Iluminación y climatización

La iluminación juega un papel muy importante en cualquier espacio, y en especial en una sala de juntas, es por eso que se propone la automatización de este sistema para una mejor comodidad para los usuarios. Los elementos que integraran la iluminación de esta sala de videoconferencias se proponen a continuación:

Propuesta de unidad de control

Se propone integrar una unidad de control Lutron GRAFIK Eye QS para automatizar la iluminación. En la actualidad se podría elegir otro tipo de sistema para controlar la iluminación, desde focos led inteligentes que se pueden controlar a través de Bluetooth o WiFi, o simplemente interruptores convencionales; pero son sistemas básicos y no cumplen con la idea de innovar y mantenerse a la par de la tecnología.

El GRAFIK Eye QS (figura 7.39) es una unidad de control que permite controlar tanto luces como persiana. Este dispositivo tiene la capacidad de controlar varias zonas de iluminación y cortinas, además de controlar y atenuar la intensidad de las luces dependiendo la zona que se elija. Se pueden programar escenarios para controlar una o varias zonas a la vez. Para programar este dispositivo es necesario tomar cursos que imparte el fabricante.

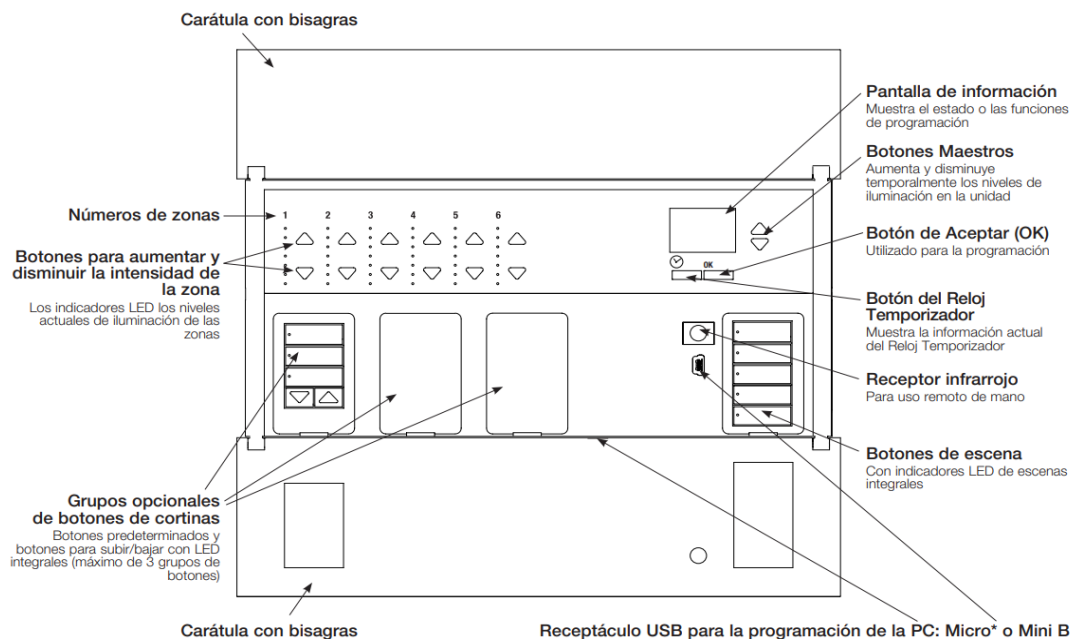


Figura 7.39 Características y funciones de la unidad de control GRAFIK Eye QS

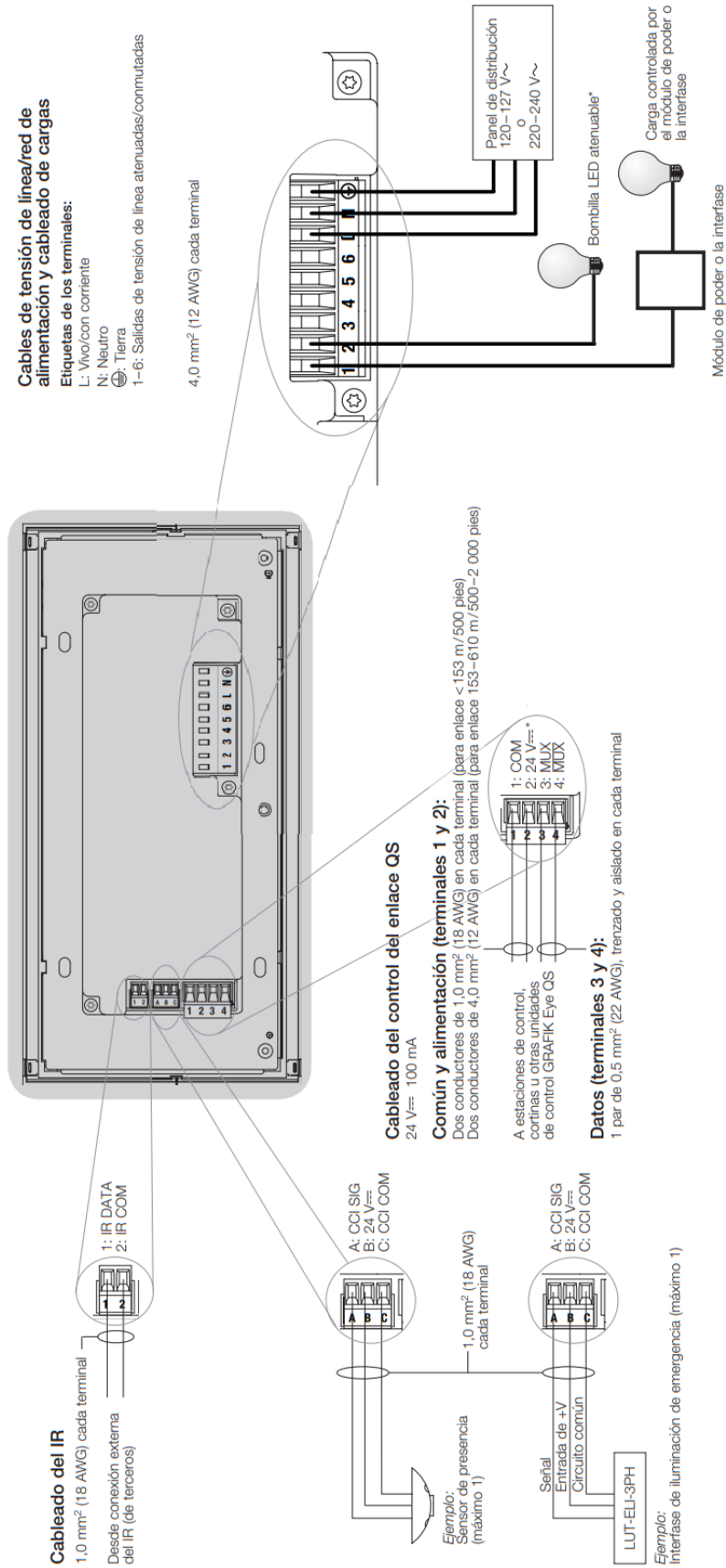


Figura 7.40 Terminales de conexión de la unidad de control GRAFIK Eye QS

La figura 7.40 muestra las funciones de cada una de las terminales de la unidad de control, a saber:

- las terminales 1 y 2 son para conexión de infrarrojos para control del dispositivo.
- Las terminales A, B y C son para conectar un sensor de proximidad o una fuente de emergencia en caso que la primaria falle.
- Las terminales 1-4 se conectan a estaciones de control, cortinas u otras unidades de control GRAFIK Eye QS.
- Las terminales 1-6 son para conectar las zonas de iluminación y las L y N son para la tensión de línea.

Esta unidad permite el control directo de balastos fluorescentes digitales y drivers LED de Lutron sin ninguna interface, pero también se puede optar por instalar módulos de poder que permiten soportar más carga. De igual forma, se pueden conectar cortinas Lutron o de terceros directamente a la unidad principal del sistema para lograr una integración simple de la luz natural. Para la revisión de los tipos de carga que acepta la unidad de control GRAFIK Eye QS, visitar la ficha técnica del equipo⁹.

Elementos para zona de iluminación

Para cada zona de iluminación en la unidad de control, es necesario tener: Un switch, interruptor o control de luces, un Driver o balastro para controlar la carga y por supuesto una carga LED (tiras o lámparas).

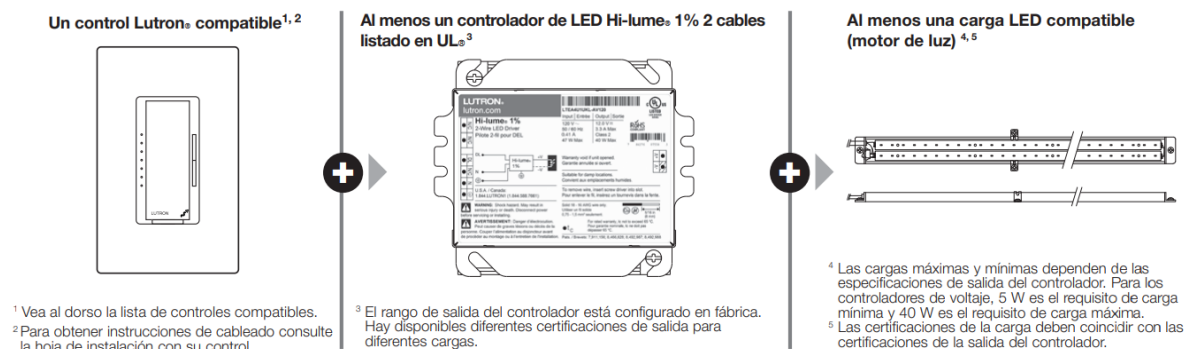


Figura 7.41 Componentes requeridos para zona de iluminación GRAFIK Eye QS

⁹ https://assets.lutron.com/a/documents/032-222B_qs_eco_wireless_full_install.sp.pdf

La iluminación de una sala está compuesta tanto de una fuente natural como artificial, es por eso que en esta propuesta se abordan ambos elementos. Para iluminar la sala de forma artificial, se deben de utilizar por lo menos los elementos de la figura 7.41.

Propuesta de botoneras

Para control de las lámparas y tiras led, se puede hacer el uso de interruptores o atenuadores, pero para el caso de esta sala se prono utilizar botoneras, ya que tienen la función de un interruptor o un atenuador y además cuentan con varios botones.

Botoneras

Las botoneras o teclados programables Lutron tienen la capacidad de controlar luces, persianas/cortinas, termostatos y otros dispositivos. Para el caso de esta sala de conferencias, se propone utilizar botoneras Lutron SeeTouch. La cuales están disponibles en diferentes modelos y colores. El diseño de estas botoneras permite tener varios botones.

Como se observa en la figura 7.42, los botones se pueden programar según la función que se requiera: para abrir o cerrar persianas, para apagar o encender completamente las luces. También se puede programar presets, que son un conjunto de ajustes y valores en cuanto a posición, color o intensidad que se pueden aplicar con solo oprimir un botón. La ventaja de utilizar botoneras, es que el usuario puede elegir los escenarios de iluminación según sus necesidades y gustos, lo cual se refleja como una mejor comodidad para los participantes de la sala.

Según la ficha técnica, se puede conectar un máximo de 3 botoneras a la unidad de control GRAFIK Eye QS. Se pueden consultar diagramas y especificaciones en la página del fabricante¹⁰.

¹⁰ [https://assets.lutron.com/a/documents/hwi-st%20spec%20\(domestic\).pdf](https://assets.lutron.com/a/documents/hwi-st%20spec%20(domestic).pdf)

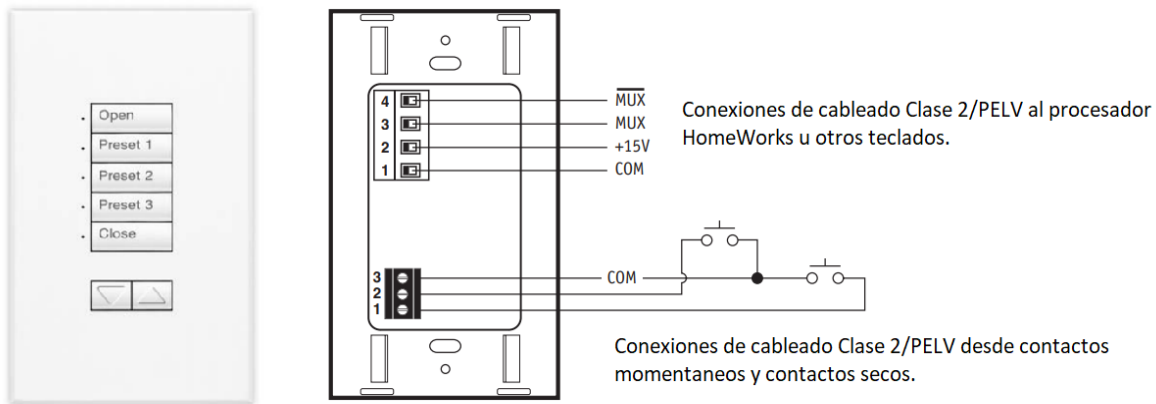


Figura 7.42 Diagrama de conexiones botonera Lutron STWD-5BRL-WH

Propuesta de lámparas y tiras LED

Lámpara LED Tecolite

Para la iluminación de esta sala de conferencias se propone utilizar la lámpara LED ATIK III de la marca Tecolite, que es una lámpara atenuable empotrable en techo. Esta lámpara incluye un driver internamente, por lo que se puede conectarse directamente a una de las zonas del GRAFIK Eye QS. Sus características principales se muestran en la figura 7.43. Consultar su ficha técnica para mejor información de sus características¹¹.

PARAMETROS ELÉCTRICOS	
Tensión Nominal [V~]:	127 V-
Consumo de potencia [W]:	16 W
Frecuencia Nominal [Hz]:	60 Hz
Consumo de Corriente [A]:	0.13 A- A
Factor de Potencia [f.p.]:	0.9
Flujo luminoso [lm]:	1480 lm
Temperatura de color [K]:	2 700 K - 4 000 K - 6 000 K
Color de luz:	CCT Tunable
Ángulo de apertura [°]:	90°
IRC:	80
Temperatura de Operación:	-20°-45°C

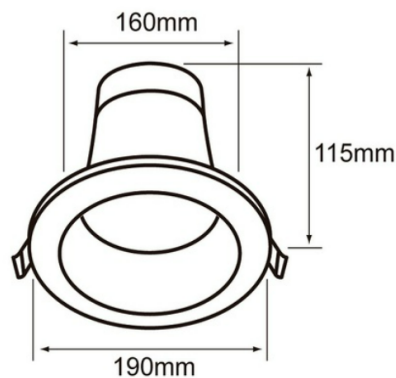


Figura 7.43 Características eléctricas lámpara LED ATIK III

¹¹ <https://tecnolite.lat/uploads/products/tech-sheets/16dydled012vscctb-ficha-tecnica.pdf>

Tira LED Atmoss lighting

Además de las lámparas, la sala también contará con tiras led, por lo que se propone utilizar la tira Atmoss Lighting de 24V con un consumo de 9.6 Watts por metro, como lo muestra su ficha técnica de la figura 7.44.



Referencia	ref.TLED-062	ref.TLED-063	ref.TLED-064
Potencia	9.6W/m	9.6W/m	9.6W/m
Color de luz	3200K	4200K	6500K
Lúmenes	700 lm/m	700 lm/m	700 lm/m
Candelas	190 cd	190 cd	190 cd
Ángulo	120°	120°	120°
IP	IP20	IP20	IP20
Voltaje	DC 24V	DC 24V	DC 24V
Bobina	40 metros	40 metros	40 metros
LED/mts	130 LED/m	130 LED/m	130 LED/m
Chip	SMD 3528	SMD 3528	SMD 3528



Figura 7.44 Características eléctricas tira de led Atmoss Lighting

¿Qué es un balastro?

“Un balastro es un dispositivo que sirve para mantener un flujo de corriente estable en tubos fluorescentes, lámparas PL y otras lámparas de descarga de gas. Estos dispositivos prácticamente no se utilizan en la actualidad, ya que han sido reemplazados por tecnología LED.

¿Qué es un controlador de dispositivo o driver?

Un controlador de dispositivo o driver se utiliza en la iluminación LED y tiene la misma función que un transformador. Se encarga de regular el flujo de electricidad asegurando que un LED o una serie de LEDS se alimenten siempre con el voltaje y la corriente adecuada independientemente de los cambios constantes en las propiedades eléctricas de los LED.

Cómo seleccionar el controlador o driver correcto para la carga LED

- 1) Revisa las especificaciones de la carga LED.
 - a) Identificar si la carga del LED requiere un controlador de "corriente constante" o de "voltaje constante". Este dato se puede conseguir en la ficha técnica.

-
- b) Identificar el voltaje de operación mínimo y máximo de la carga de LED a la corriente de operación deseada. Esta "corriente" será la corriente de salida nominal del controlador LED. Consultar la ficha técnica del fabricante.
- 2) Determinar el rango de operación adecuado del controlador LED.
 - a) Identificar los rangos de corriente de salida de la familia de controladores que incluye la corriente deseada.
 - b) Identifique el (los) rango (s) de voltaje de salida del controlador que incluye el rango de voltaje deseado” (Lampara y luz, 2022)

Cantidad de lámparas en la sala

Para elegir el driver correcto, es necesario definir el tipo de tira led y la cantidad con la que contará la sala. Con base a la forma y dimensiones de la sala de conferencias, se propone instalar un total de 12 lámparas led ATIK III y dos secciones de tiras led Atmos lighting de 7.5 metros cada una. Esto se puede apreciar en la figura 7.45.

La ficha técnica de la lámpara LED indica que tiene una potencia de consumo 16 Watts, lo que hace que el consumo máximo por las 12 lámparas sea de 192 Watts. La unidad de control GRAFIK Eye QS puede soportar una carga de hasta 2000 Watts a 127 volts, por lo que no será un problema alimentar el circuito.

Además de las lámparas, la sala también contará con dos cajillos de iluminación (ver figura 7.46). La medida de una tira led será de 7.5 m, la otra de 10 m. La ficha técnica especifica que tiene una potencia de consumo de 9.6W por metro (ver figura 7.44). Esto da como resultado una potencia máxima de consumo de 168W, por lo que será necesario instalar un driver led que proporcione dicha potencia o en su defecto se pueden instalar dos drivers separados.

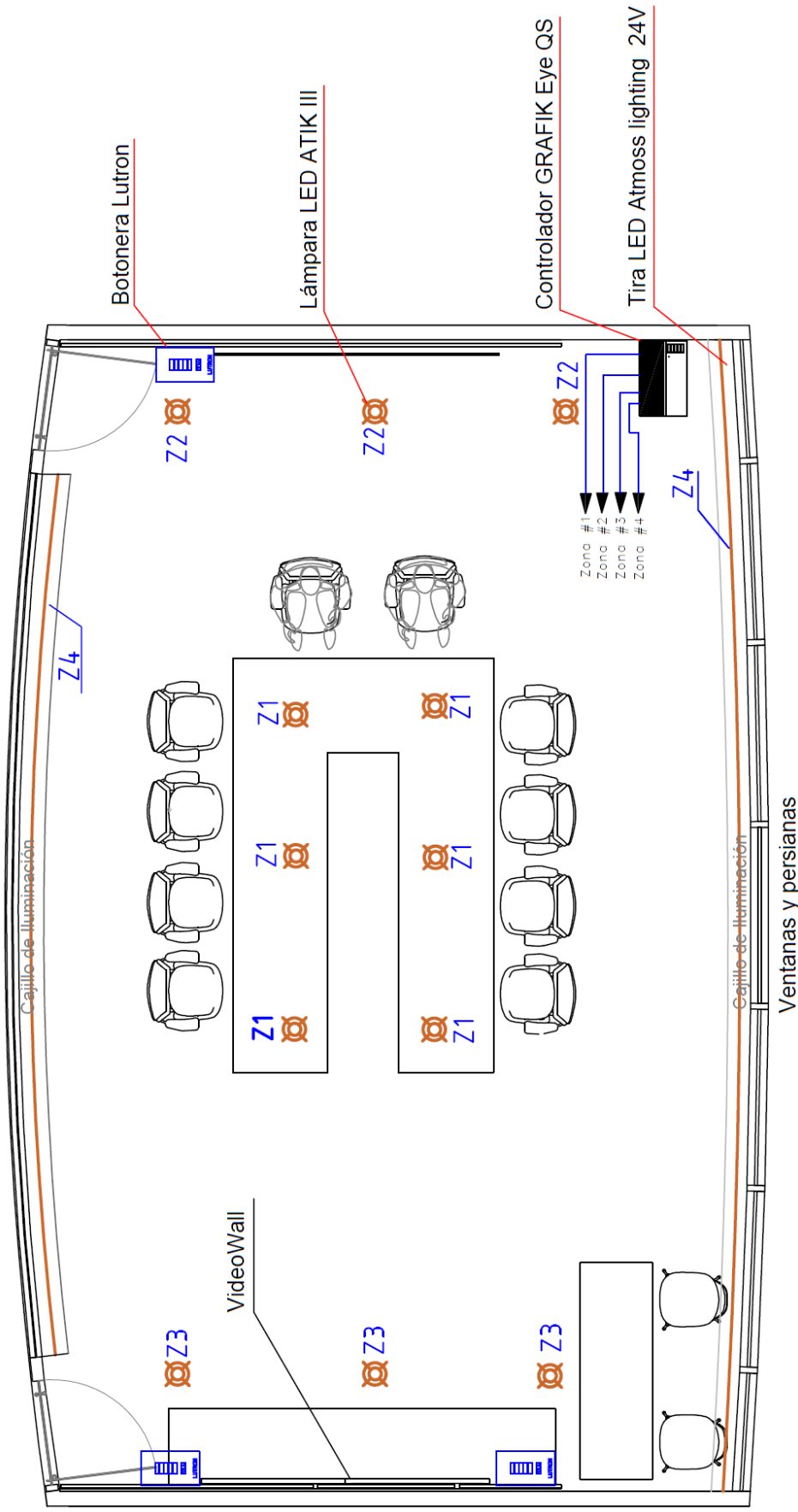


Figura 7.45 Diseño de iluminación de sala de videoconferencias propuesta

Driver LED Smarts Power

Para alimentar las tiras de led se propone el driver atenuable (dimmeable) SMT-024-288VTHW2J de la marca Smarts Power, el cual proporciona una atenuación del 100% al 1% (Power).

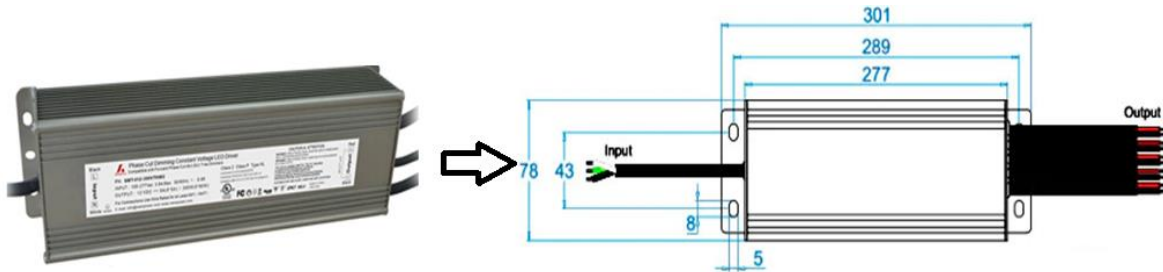


Figura 7.46 Driver LED Smarts Power SMT-024-288VTHW2J

La potencia que entrega este driver es de 300 Watts dividido en cinco salidas (figura 7.46), es decir, 60 W por salida. Por lo que se puede conectar una tira led de hasta 6m por cada salida.

Para la iluminación de la sala, la sección uno de tiras led será de 7.5 m por lo que se dividirá en 4m y 3.5 m. La sección dos será de 10 m y se dividirá en dos partes de 5m. Con esto, un solo driver será capaz de alimentar todo el sistema de tiras led, como se muestra en la figura 7.47.

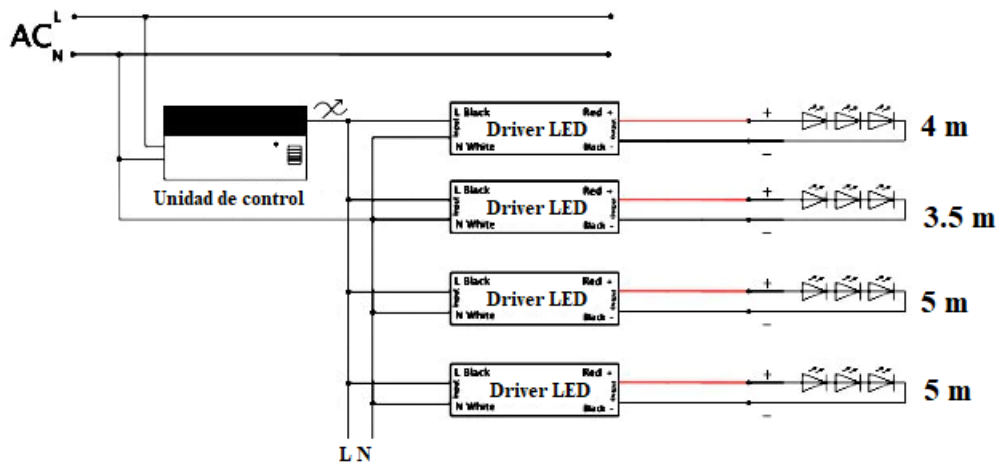


Figura 7.47 Diagrama básico de conexión de driver LED

Propuesta de Cortinas/Persianas

Como se mencionó en el capítulo 5, la iluminación natural es importante al momento de alumbrar un espacio. Las persianas que se proponen para esta sala de conferencias son las Sivoia QS de Lutron ya que permiten una sencilla integración con los controles de iluminación Lutron, por ejemplo, los sistemas GRAFIK Eye QS y Quantum.

El largo de la sala de conferencias es de 10 metros, por lo que se requieren dos persianas de 5 metros cada una para cubrir esta distancia o una combinación de varias persianas de diferentes medidas para cubrir la distancia.

Las persianas Sivoia QS de Lutron se clasifican según el tamaño máximo de tela que son capaces de levantar. Por lo que se sugiere utilizar tres persianas de 3.3 metros cada una; teniendo esto en cuenta, el área total de la tela de una persiana será de 3.3m (ancho de la persiana) x 2.5m (altura del piso al techo) = 8.25 m².

Sivoia QS | roller 200CW

Para esta sala de conferencias se utilizará la persiana enrollable Sivoia QS 200CW, la cual es capaz de soportar 9.3m² de tela y un ancho máximo entre cada soporte de 4.57m (Lutron).

Las tres cortinas se acoplarán (figura 7.48), por lo que se puede optar por alimentar todo el sistema con un solo driver (motor), esto provocará que solo se pueden abrir o cerrar las persianas al mismo tiempo y ninguna será independiente. Es por eso que se propone instalar un driver para cada cortina, y así tener control independiente de cada una.

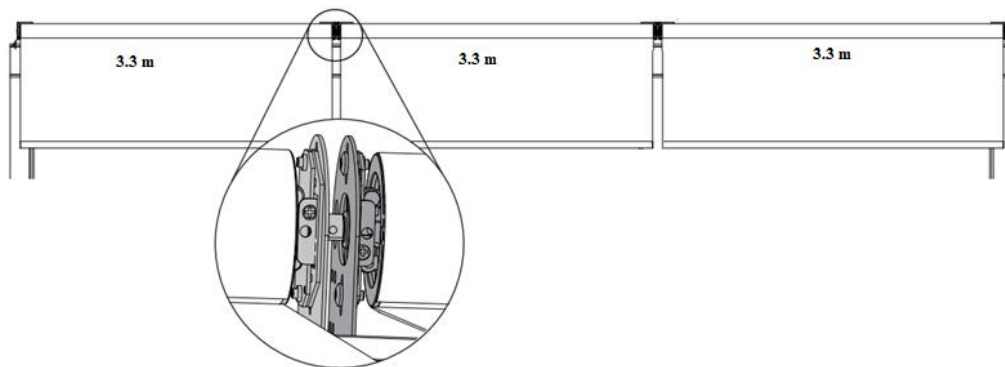


Figura 7.48 Acoplamiento de tres persianas Sivoia QS 200CW

Motores del sistema Sivoia QS:

El EDU (Electronic Drive Unit) es un motor que controla el movimiento de las persianas. Existen dos formas de alimentar el motor de las persianas Sivoia QS.

- **Utilizando una fuente individual.**

La figura 7.49 muestra el diagrama de conexión de las persianas utilizando un transformador individual que alimenta tanto a la botonera como al motor de la persiana.

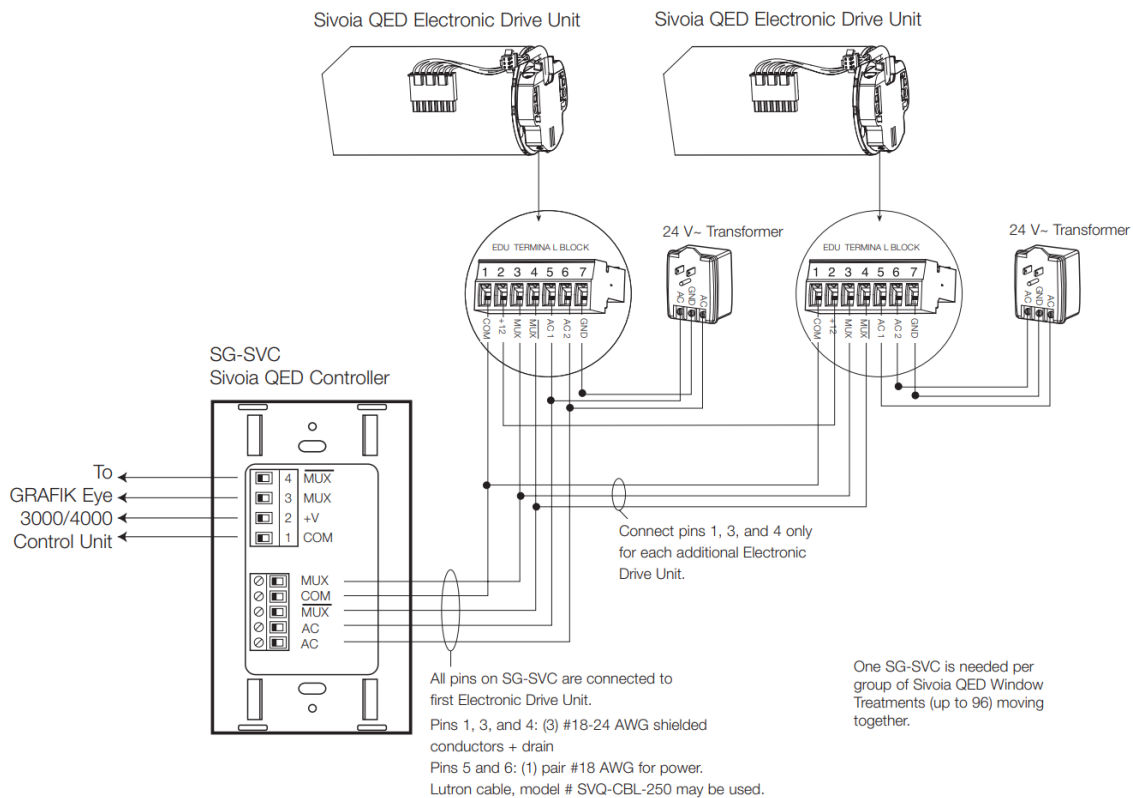


Figura 7.49 Conexión de driver, botonera y transformador de persiana Sivoia QS

- **Utilizando un panel de alimentación.**

La otra forma de conectar una ODU se muestra en la figura 7.50; los motores y botoneras son alimentadas por un panel capaz de proporcionar 10 salidas y una corriente máxima de 15A. Para el diseño de esta sala se propone utilizar el panel de alimentación SVQ-10-PNL de Lutron. El cual es capaz de alimentar hasta 10 persianas. La ventaja de utilizar paneles es

que está todos centralizado y el panel se puede programar y controlar cada salida individualmente.

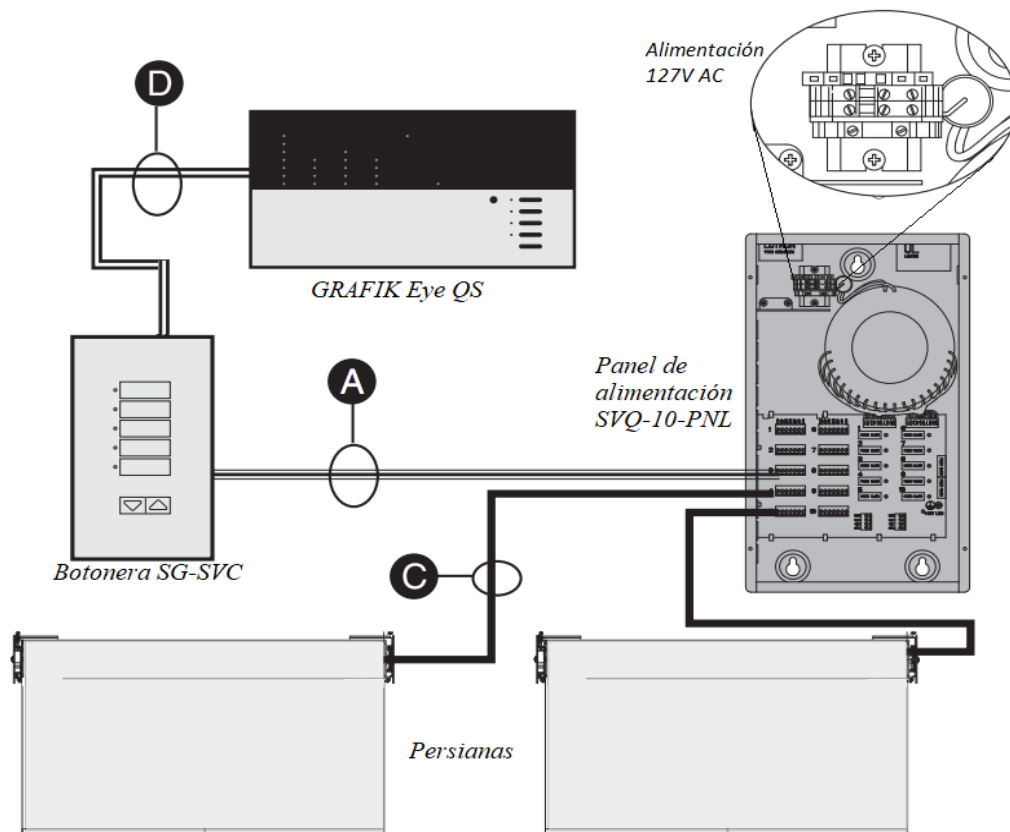


Figura 7.50 Diagrama de conexión de persianas y botoneras con panel de alimentación

Recalcando lo mencionado ya varias veces, para poder programar todos los componentes utilizados, es necesario tomar cursos y certificaciones impartidos por el fabricante tanto de los dispositivos controlados y de los procesadores de control.

Diagramas de conexión física

Para que el lector tenga una idea de las conexiones físicas que se realizan al momento de instalar los equipos, la figura 7.51 muestra la conexión de la unidad de control GRAFIK Eye QS con las botoneras Lutron. La figura 7.52 muestra la conexión final tanto de las botoneras, la unidad de control, las persianas y la fuente de alimentación.

Propuesta de climatización

La ventilación de un espacio es de vital importancia para que las personas se sientan cómodas y no tengan la sensación de estar sofocados. No hay nada mejor como la sensación del aire natural; para lograr esto, la sala de juntas cuenta con una serie de ventanas y ventanales que se pueden abrir si así se requiere. Pero esto no siempre será posible, ya que la viabilidad dependerá de las condiciones del ambiente. Así que para poder ventilar la sala se utilizará un sistema de climatización artificial. Para esta sala se propone utilizar un sistema de aire acondicionado tipo cassette montado en techo. También se puede optar por elegir unidades tipo ducto o un mini Split. Existen sistemas HVAC para ventilar un edificio completo, pero es una solución pensada para muchos espacios, por lo que no es viable para una sola sala de juntas.

El sistema propuesto es un Single Split de cassette de 4 vías montado en techo de la marca LG (figura 7.53). Se elige este Split debido a su estética ya que se oculta perfectamente en el techo de la sala, además si se requiere, se puede instalar un kit purificador de aire compatible. Para conocer sus características, visitar la ficha técnica del fabricante¹². Un solo cassette es suficiente para cubrir el área de la sala.



Figura 7.53 Propuesta de aire acondicionado tipo cassette montado en techo LG CT09F

Después de proponer la iluminación y climatización de la sala, toca agrupar todos los elementos en un diagrama como se observa en la figura 7.54.

¹² <https://gscs-b2c.lge.com/downloadFile?fileId=L95AcxWBkBgK8QWBRu9TQ>

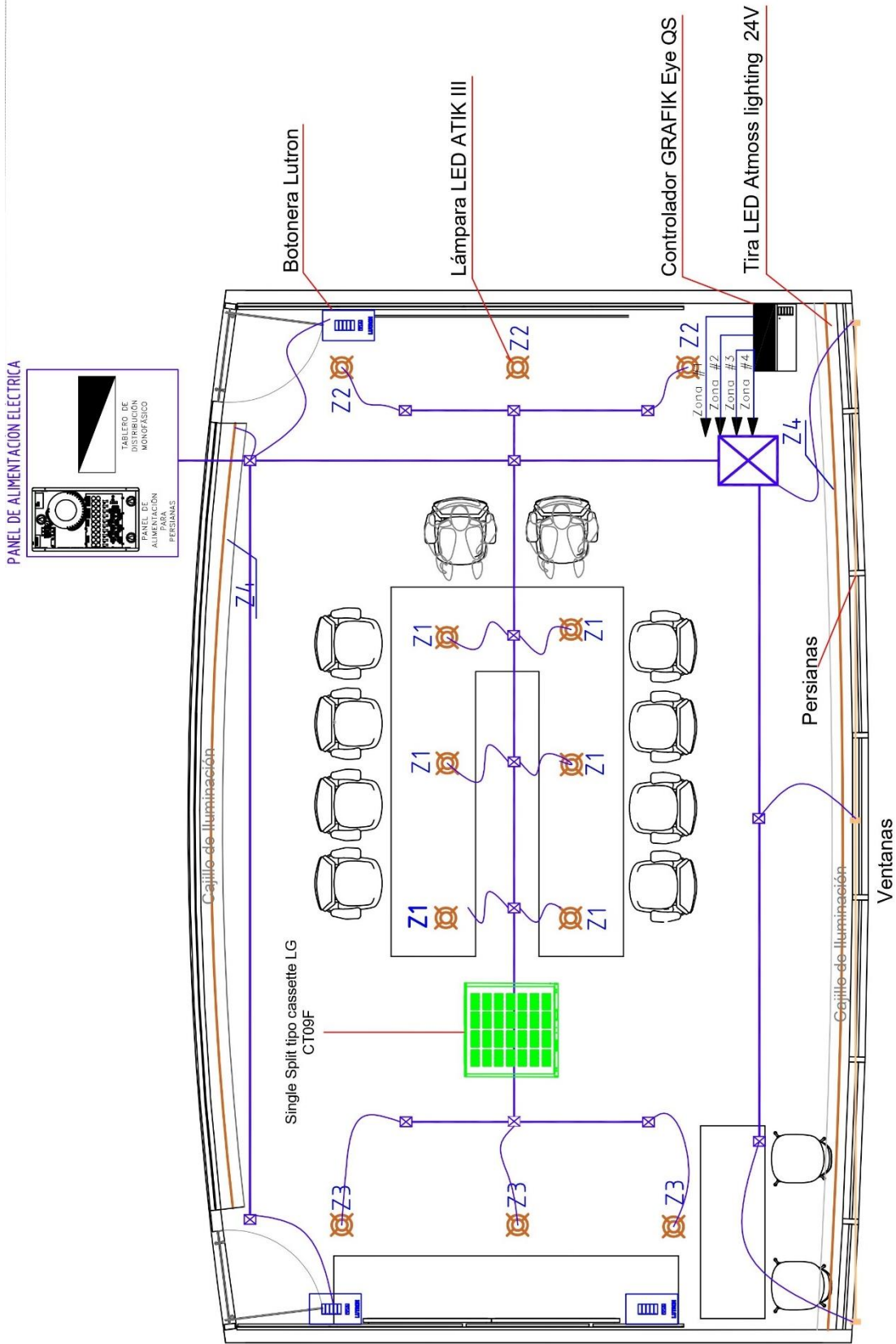


Figura 7.54 Diseño de iluminación y climatización de sala de videoconferencias propuesta

Propuesta de red y procesador de control

Después de proponer los sistemas de audio, video, iluminación y climatización, es necesario definir el sistema que controlará a todos ellos. Para esta sala se propone utilizar el sistema de control Crestron CP4N (figura 7.55), visto en el capítulo 6. “Los procesadores Serie 4 de Crestron tienen el poder de controlar desde una sola sala hasta toda una empresa o corporativo completo, permitiendo así unificar y controlar inteligente y eficientemente el creciente número de dispositivos .



Figura 7.55 Parte frontal del procesador propuesto Crestron CP4N

Pero, ¿cómo controlará este procesador a los demás sistemas?

El procesador es el encargado de guardar toda la configuración y/o programación, además es el que gestiona las acciones solicitadas por el usuario o en forma automática con los demás sistemas. El procesador CP4N tiene una gran versatilidad en cuanto a número de dispositivos a programar, así como compatibilidad con cualquier sistema electrónico de terceros. El control de los sistemas se realiza a través de puerto serial, Ethernet, infrarrojo, contacto seco (ver figura 7.56) o cualquier otra interfaz de control que tengan los dispositivos y el procesador. Este procesador acepta programación en SIMPL (lenguaje propietario de Crestron usando lógica combinacional y booleana) así como programación en C#” (Wiredhouse, 2022).

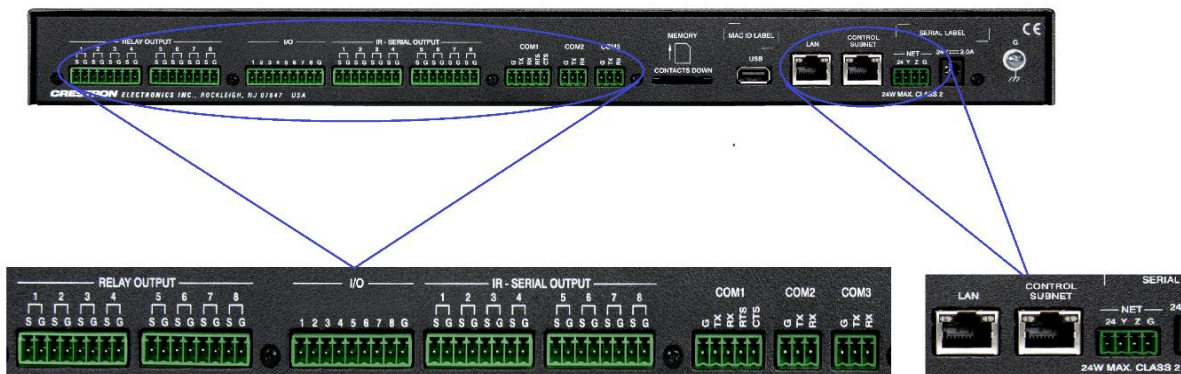


Figura 7.56 Interfaces de control del procesador Crestron CP4N

Para controlar a los demás sistemas, la ficha técnica del procesador (Crestron) especifica que tiene 8 salidas de relé o contacto seco, además comprende de 8 puertos de entrada/salida digital o analógica. También integra un bloque de terminales de 8 salidas IR (infra rojo), y 3 puertos de control RS232. Tiene un puerto RJ45 para una red local dedicada para dispositivos Crestron. Todos estos puertos se pueden observar en la figura 7.57.

Conectándose con los demás sistemas

Bien, después de definir los métodos de control con los que cuenta el procesador Crestron CP4N, toca integrarlo con los demás componentes ya propuestos para la sala de videoconferencias. Recapitulando, se tiene:

- **Sistema de audio**
 - Amplificador Crestron AMP-X300

La ficha técnica del amplificador Crestron AMP-X300 especifica que tiene una entrada remota través de un contacto seco para poder controlarlo. Sabiendo esto, el amplificador irá conectado a una de las salidas de relé.

- Procesador de audio Crestron Avia 1281

El procesador digital de audio Crestron Avia 1281 también puede integrarse fácilmente al sistema, ya que, al ser de la misma marca del procesador de control, puede controlarse y configurarse a través del puerto LAN RJ45. Cabe señalar que el procesador será el encargado de controlar el micrófono de techo Shure MXA910 a través del puerto DANTE, asimismo los micrófonos que se vayan agregando.

- Micrófono Shure MXA910

Este micrófono utiliza la tecnología DANTE (audio digital) y su ficha técnica especifica que necesita ser alimentado por el puerto LAN. Así que necesitará alimentación POE clase 0 o clase 3 compatible con la tecnología DANTE.

- **Sistema de video**

- Video Wall Samsung UM55H-E

Este Video Wall está compuesto por 4 pantallas Samsung, las cuales pueden ser controladas por IR o RS232 según su ficha técnica. Las pantallas se controlarán a través de IR.

- Controlador de Video Wall8X8 ATEN Seamless Switch

El driver de Video Wall también puede ser controlado por IR o RS232. En este caso se controlará a través de RS232.

- **Sistema de iluminación y climatización**

- GRAFIK Eye QS

Esta unidad puede controlarse a través de IR, pero el control IR se limita a menos comandos que a si se controla través de RS232. Entonces para conectarse por RS232 en necesario utilizar la interfaz ST-LT GRAFIK Eye, GRX-AV o GRX-RS232; cualesquiera de estas interfaces proveen comunicación bidireccional entre los sistemas Lutron y Crestron

- Single Split LG CT09F de Cassette

El aire acondicionado de la sala será controlado a través de IR, aunque se podrá controlar manualmente a través de un termostato ubicado en la pared.

Una vez definido el tipo de conexión que tendrán cada uno de los equipos con el sistema de control Crestron CP4N, es necesario ilustrarlo en un diagrama. Pero antes de eso, hay que agregar los equipos que formarán parte de la red de comunicaciones de la sala de videoconferencias. Esto servirá tanto para la conexión de los equipos internamente, como para conectar a los usuarios hacia el exterior a través de internet.

Propuesta de red de comunicaciones

Los equipos necesarios para la red de comunicaciones comprenden los switches para la red LAN, los Access Points para conectar los dispositivos de manera inalámbrica, un proveedor de internet, y la infraestructura física para conectar los dispositivos y usuarios.

Switch LAN

Para conectar y administrar los dispositivos con puertos LAN RJ45, es necesario un switch. Ya que la propuesta es una sala donde habrá pocos dispositivos, será suficiente con un switch de 8 puertos. Se puede optar por un switch no administrable, ya que todos los equipos de la sala estarán en el mismo segmento de red, pero se recomienda utilizar uno administrable debido al escalamiento de la red.

Para la red de comunicaciones se propone el switch Gigabit Ethernet FS S2805S de 8 puertos (figura 7.57), El cual es compatible con la tecnología POE +. Si se requiere conocer mejor sus características, visitar su ficha técnica¹³.



Figura 7.57 Switch administrable de capa dos FS S2805S-8TF-P

Access Point

El Access Point (AP) será el encargado de conectar los dispositivos inalámbricos a la red y a internet a través de WiFi. Los usuarios normalmente suelen utilizar laptops, Smartphones, tablets, o algún otro dispositivo IOT.

Existen diferentes marcas de APs, los cuales pueden ser administrados localmente o desde la nube (remotamente). Se recomienda utilizar un AP con administración local, ya que solo será un dispositivo a instalar.

La tecnología WiFi cada vez avanza más y permite conexiones con mayor ancho de banda. Existen varios estándares que definen la frecuencia y velocidad de las conexiones, siendo hasta hoy el WiFi 6 la más reciente. Para poder utilizar la última tecnología es necesario que tanto el AP como los dispositivos sean compatibles, cosa que no sucede muy a menudo. La

¹³ <https://www.fs.com/mx/products/150492.html?attribute=48834&id=1062983>

tecnología más utilizada en el mundo es WiFi 4, que es la conexión en 2.4 GHZ, seguida de WiFi 5 a 5 GHZ (Ros, 2021).

Entonces, al momento de proponer un AP para la sala de juntas, basta con utilizar un AP con WiFi 4 y 5, tecnología que viene incluida en casi todos los equipos actuales. Además, es un equipo económico que se puede sustituir fácilmente en un futuro. Para esta sala de juntas se propone instalar el AP Ubiquiti UAP-AC-PRO (figura 7.58), el cual funciona a 2.4/5 GHz con velocidades de hasta 1.3 Gbps. Además, es un equipo que se puede montar en el techo de la sala y se puede conectar más de 125 clientes (Ubiquiti).



Figura 7.58 Access Point Ubiquiti Unifi UAP-AC-PRO

Cable UTP

Existente diferentes categorías de cables de red, los cuales funcionan a diferentes velocidades (ver tabla 7.1). Debido a que se necesita utilizar cable UTP para conectar los dispositivos de la sala a la red LAN, se propone utilizar cable UTP CAT5E para interiores ya que no estará a la intemperie y tiene velocidades de hasta 1Gbps.

Tabla 7.1 Categorías de cable UTP

Categoría de cable	Velocidad de transmisión	Frecuencia
Ethernet CAT 5	100 Mbps	100 MHz
Ethernet CAT 5E	1.000 Mbps	100 MHz
Ethernet CAT 6	1.000 Mbps	250 MHz
Ethernet CAT 6A	10.000 Mbps	500 MHz
Ethernet CAT 7	10.000 Mbps	600 MHz
Ethernet CAT 7A	10.000 Mbps	1.000 MHz
Ethernet CAT 8	40.000 Mbps	2.000 MHz

Interfaces de control

El usuario necesita una interfaz gráfica en la que pueda manipular los parámetros o valores de los sistemas de la sala de videoconferencias. No serviría de nada la automatización de la sala si al usuario final no se le entrega una forma sencilla de control, es por esto que todo el sistema será controlado a través de tabletas y Smartphones.

Tablet de mesa TS-770-WS Crestron

Para la interfaz de control, se propone utilizar una pantalla táctil de sobremesa de la marca Crestron, esto permitirá la integración sencilla con el sistema de control debido a que son del mismo fabricante. Para conocer sus características, se recomienda visitar su ficha técnica¹⁴.



Figura 7.59 Tablet de sobremesa Crestron TS-770-WS

Aplicación móvil

Crestron Mobile (figura 7.60) permite controlar todo el sistema a través de aplicaciones Android o IOS, por lo que se puede instalar en cualquier Smartphone.



Figura 7.60 Aplicación Crestron Mobile

¹⁴ <https://www.crestron.com/Products/Control-Surfaces/Touch-Screens/Medium-Touch-Screens/TS-770-W-S>

Rack de comunicaciones

El rack o gabinete de comunicaciones es un componente metálico que tiene la función de alojar todos los equipos como procesadores, amplificadores, switches, routers, etc. Los equipos se apilan de tal forma que se realice una instalación limpia y estética.

Existen racks de diferentes medidas y capacidades (unidades de rack), pero para esta propuesta se propone utilizar el rack 12 unidades Tripp-Lite SRWO12US2 (figura 7.61) ya que son pocos equipos que se montarán.

Se recomienda mantener el rack en un espacio restringido para evitar que cualquier persona pueda manipular los equipos que se encuentran en él. De igual forma es importante tenerlo ventilado para evitar el sobrecalentamiento de los equipos. En el caso del rack de la sala de videoconferencias, se ubicará en la credenza que estará debajo del Video Wall. La credenza contará con extractores y ventiladores que se activarán cuando se enciendan los equipos del rack.



Figura 7.61 Rack de marco abierto Tripp-Lite SmartRack de 12U SRWO12US2

Se recomienda familiarizarse con la norma EIA / ECA 310 para conocer los requerimientos del rack de telecomunicaciones.

En la figura 7.62 se observa el rack TrippLite SRWO8 de 12U y todos los equipos de los diferentes sistemas montados en él. Se deja separación de una unidad entre cada uno de ellos para evitar la transferencia de calor.

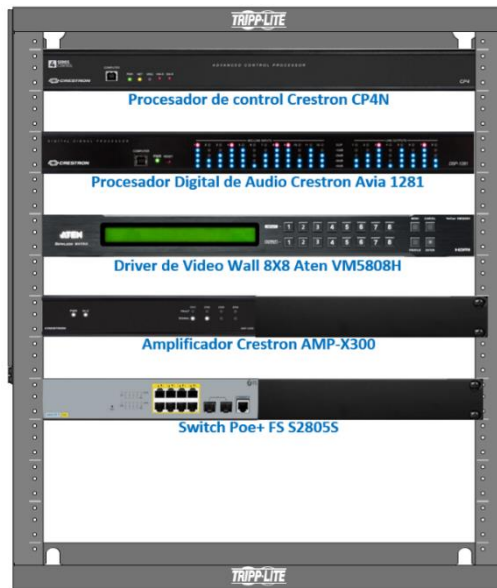


Figura 7.62 Montaje de equipos en rack de comunicaciones

Como se observa en la figura 7.63, el rack de comunicaciones se alojará en la credenza que se ubicará de bajo del Video Wall. La credenza estará ventilada y bajo llave para evitar acceso no autorizado.

Credenza con cajones

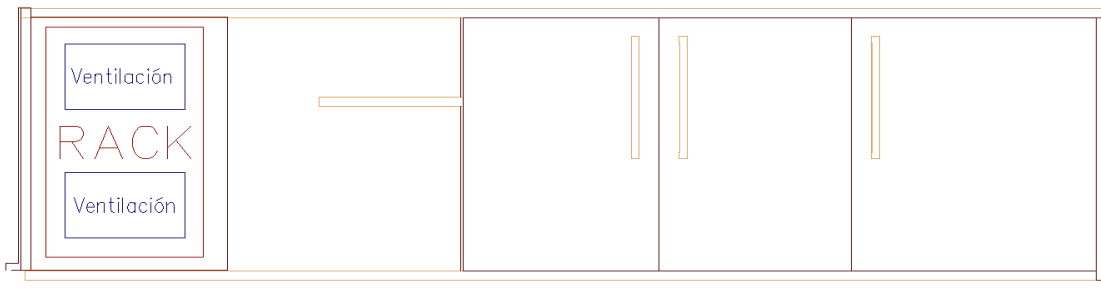


Figura 7.63 Credenza y rack de comunicaciones de la sala

Diseño Final

Una vez estudiado y propuesto los elementos que integraran la sala de videoconferencias, se procederá a realizar el diagrama de diseño final. Este diagrama se representa en la figura 7.65, el cual integra los elementos principales de la sala y las conexiones entre cada uno de ellos.

Utilizar un diagrama sirve para mostrar al lector un resumen con todos los elementos de la propuesta a fin de que pueda comprender todo lo que se necesita para automatizar una sala de videoconferencias.

Debido a que el fin de este trabajo no es adentrarse en la configuración de los equipos, no se muestra ningún diagrama lógico o de programación. Se sugiere tomar cursos impartidos por los fabricantes o en algunos documentos que circulan por internet. Esto ayudará a comprender de mejor manera como se relacionan cada uno de los elementos y cómo influye uno sobre otro.

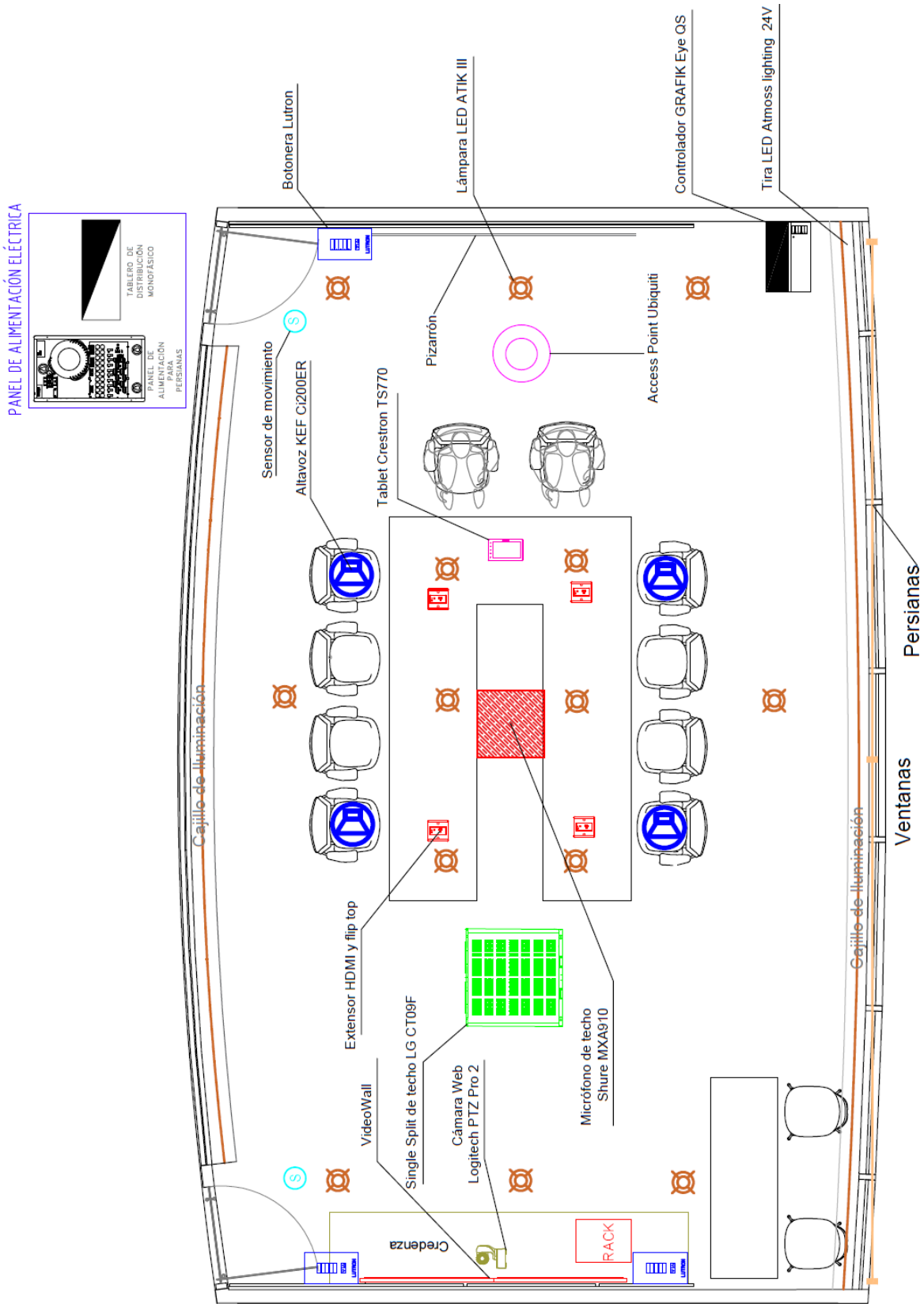


Figura 7.64 Propuesta de diseño de una sala de videoconferencias automatizada con todos sus elementos

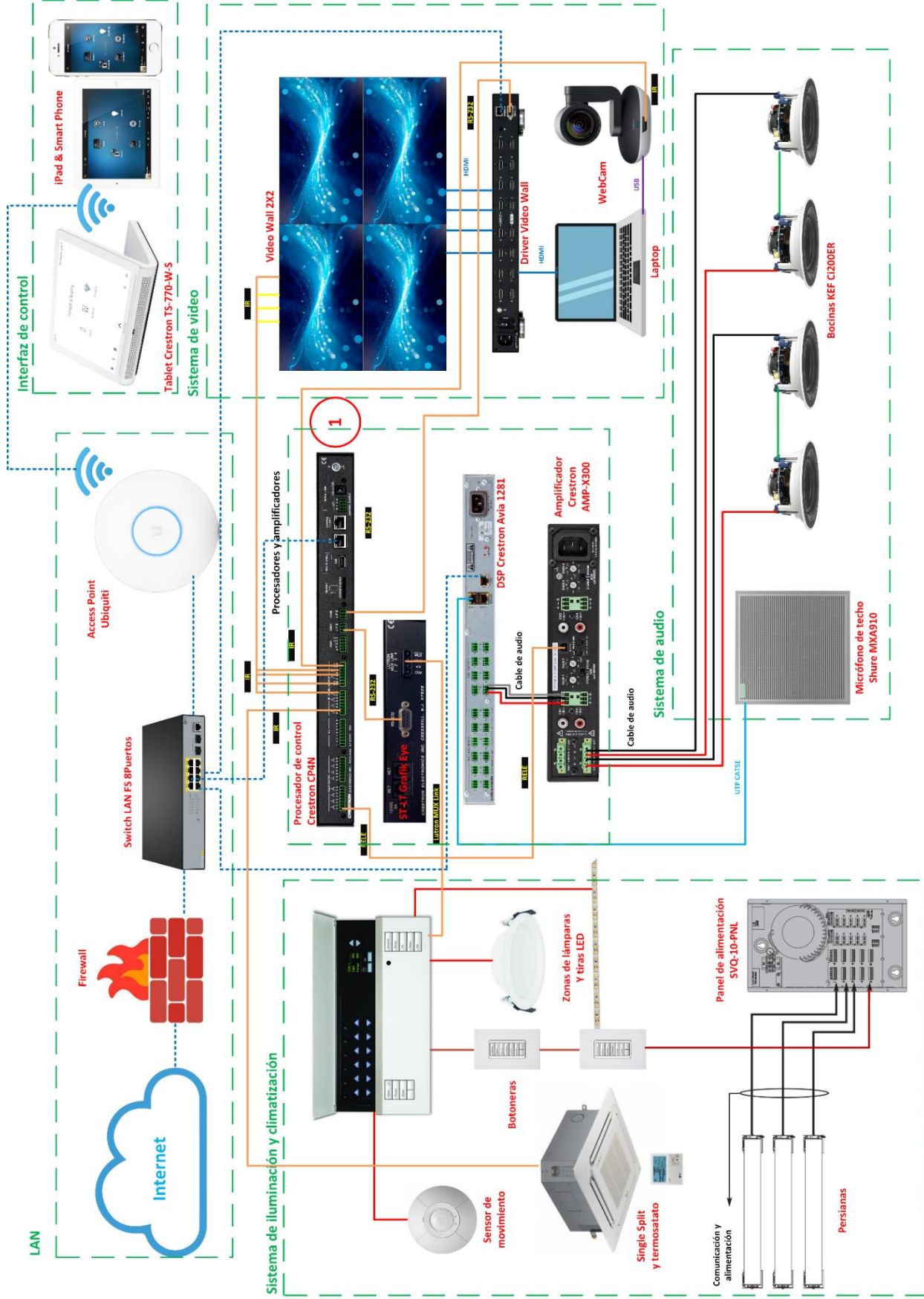


Figura 7.65 Diagrama de diseño de los sistemas que componen la sala de videoconferencias

Conclusiones

En este documento se mostraron diversos tipos de salas de juntas existentes en las empresas puntualizando en su forma, capacidad, propósitos en términos generales, haciendo hincapié en aquellas que incorporan sesiones con video y su gran importancia en un mundo globalizado.

Así mismo, se definieron las características y equipos que debe tener una sala para que se puedan celebrar sesiones de videoconferencia.

Se estudiaron los requerimientos del sistema de audio de una sala, dentro de los cuales se abordaron las características de diferentes tipos de altavoces y micrófonos, así como los criterios que hay que tomar en cuenta al momento de elegir los adecuados para una sala de juntas.

Una de las partes más importantes de toda la propuesta se cumplió con el estudio de los amplificadores y procesadores de audio, las características y cálculo de los sistemas según el número de altavoces. También se mencionaron los tipos de conexiones y cables que se utilizan en los sistemas de audio.

El sistema de video fue abordado con el estudio de las diferentes pantallas y cámaras que se pueden implementar en la sala. Se mencionaron cuáles son las más adecuadas según el tamaño del espacio y número de participantes

Debido a que existen muchas formas de iluminar y ventilar un espacio, se mencionaron algunas formas de lograrlo, así como los elementos a utilizar.

Todos los usuarios y equipos de la sala deben de estar comunicados, es por eso que se mencionaron los equipos de comunicaciones que debe tener la sala para poder cumplir ese objetivo. Y claro, todo debe ser contralado, es por eso que se estudió que es un sistema de control y los equipos que pueden desempeñar esa función.

El objetivo principal de este documento fue la propuesta de diseño de una sala de videoconferencias automatizada, el cual se logró con la elección de cada uno de los elementos de forma individual y ordenada, haciendo énfasis en sus características y compatibilidad con los requerimientos de la sala.

Se propuso una sala de videoconferencias capaz de ser controlada por el usuario a través de una interfaz gráfica por medio de una Tablet o Smartphone. La propuesta fue gráficamente representada con diagramas y conexiones, así como las vistas físicas de cada equipo.

Todos los elementos propuestos se unificaron para realizar un diagrama final que ayudará al usuario a entender e interpretar cualquier propuesta de automatización no solo en el ámbito empresarial, sino también en el residencial.

Referencias

- Andrés. (2020). *Eléctrica Aplicada*. Recuperado el 2 de Abril de 2020, de <https://www.electricaplicada.com/los-beneficios-de-la-luz-natural/>
- Anónimo. (2018). *SONIC RIOT STUDIO*. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de SONIC RIOT STUDIO: <https://sonicriotstudio.wordpress.com/2015/03/30/el-sistema-de-audio-basico/>
- Aranda, A. R. (2001). Recuperado el 28 de Agosto de 2018, de http://electronica.ugr.es/~amroldan/noticias/microfonos_en_acustica.pdf
- Audinate. (s.f.). ¿Qué es Dante? Obtenido de <https://www.audinate.com/meet-dante/what-is-dante?lang=es>
- audio-technica.com. (s.f.). *audio-technica.com*. Recuperado el 28 de Agosto de 2018, de <https://www.audio-technica.com/cms/site/0065fc5a049d4f19/index.html>
- Baños, A. (04 de Diciembre de 2015). Fundamentos del sonido. Obtenido de https://es.linkedin.com/learning/fundamentos-del-sonido?trk=course_title&upsellOrderOrigin=lynda_redirect_learning
- Barco. (2019). *Barco.com*. Obtenido de Barco.com: <https://www.barco.com/es/products/video-walls>
- Barco. (2020). *Barco.com*. Obtenido de Barco.com: <https://www.barco.com/es/products/video-walls>
- Berstein, C. (Febrero de 2018). *Sistemas de altavoces de voltaje constante*. (B. E. Experience, Ed.) Ciudad de México, México. Recuperado el 27 de Mayo de 2019
- Biamp. (2019). *Biampo*. Obtenido de <https://www.biamp.com/products/tesira-fixed-audio-dsp#tesiraforte-dan-vt>
- Buban, P., & L. Schmitt, M. (1983). *Electricidad y electrónica básicas. Conceptos y aplicaciones* (Cuarta edición (primera edición en español) ed.). (G. N. Cazares, Trad.) Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: McGRA-HILL. Recuperado el 01 de Noviembre de 2018

-
- Castro, C., & Luis Filippi. (Enero-Junio de 2010). Modelos Matemáticos de Información y Comunicación, Cibernética (Wiener, Shannon y Weaver): Mejorar La Comunicación es el Desafío de Nuestro Destino Cultural. *Revista RE - Presentaciones*. Recuperado el 04 de Junio de 2018, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3352643.pdf>
- CCRSERI. (2012). *Efectos de la luz artificial sobre la salud*. ((. c. identificados), Editor) Recuperado el 20 de Marzo de 2020, de https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/artificial-light/es/index.htm
- Concepto Definición*. (17 de Julio de 2019). Recuperado el 01 de Septiembre de 2019, de <https://conceptodefinicion.de/monitor/>
- Cory, W. (2005). *Fans and Ventilation: A Practical Guide*. Roles & Associates Ltd. Recuperado el 20 de marzo de 2022
- Crestron. (2022). *Crestron*. Obtenido de <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Hardware/Control-Systems/CP4>
- Crestron. (s.f.). *Crestron*. Obtenido de <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Hardware/Control-Systems/CP4N>
- Davis, G., & Jones, R. (1989). *The sound reinforcement handbook*. Milwaukee, Wisconsin, United States: Hal Leonard Corporation. Recuperado el 08 de Octubre de 2018
- Decofilia. (4 de Marzo de 2015). *Decofilia*. Recuperado el 22 de Marzo de 2020, de <https://decofilia.com/blog/persianas-venecianas/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20persiana%20veneciana,varillas%20que%20act%C3%BAan%20como%20gu%C3%ADas>.
- Díaz Caneja, P. (s.f.). *Fundación Iberoamericana Down21*. Recuperado el 20 de 08 de 2018, de DownCiclopedia: <https://www.downciclopedia.org/educacion/comunicacion-y-lenguaje/2934-comunicacion-lenguaje-habla>
- Diccionario de la Lengua Española*. (15 de Mayo de 2018). Obtenido de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=Md1HbkD>

-
- Ecured. (3 de Noviembre de 2018). *Ecured*. Recuperado el 20 de Julio de 2018, de Ecured: https://www.ecured.cu/Comunicaci%C3%B3n#Origen_de_la_comunicaci.C3.B3n
- Elite, S. A. (1 de Agosto de 2018). ¿Qué cable de altavoz usar? Valencia, España. Recuperado el 20 de Julio de 2019, de <https://www.sarte-audio.com/blog/que-cable-de-altavoz-usar>
- Epson. (s.f.). *Epson.com*. Obtenido de https://files.support.epson.com/htmldocs/plw16sk/plw16skug6/Source/Setup/Reference/projection_distance_plw16sk.html
- Fields, J. (19 de Enero de 2016). *Lifesize*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2019, de <https://www.lifesize.com/es/video-conferencing-blog/how-to-choose-the-right-display>
- Flores, C. G. (17 de Agosto de 2019). *Medium.com*. Recuperado el 15 de Abril de 2020, de <https://medium.com/@Interiorissimo.mx/las-cortinas-enrollables-cuentan-con-un-accionamiento-manual-o-motorizado-que-te-permite-enrollar-o-c8d05f0e8b36>
- Galeano, E. (1997). *Google Académico*. Recuperado el 21 de Julio de 2018, de http://files.felixruizrivera.webnode.mx/200000138-8395d858a0/Modelos_Comunicacin_Humana.pdf
- García Gago, S. (2013). *Manual para radialistas analfatécnicos*. La Paz, Bolivia: Artes Gráficas SILVA. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de <https://www.analfatecnicos.net/ManualRadialistasAnalfatecnicos.pdf>
- García López, M. Á. (2019). *Micrófonos y altavoces*. Recuperado el 29 de Agosto de 2018, de [Ipi.tel.uva.es: http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_02_03/micros_altavoces/](http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_02_03/micros_altavoces/)
- García, C., & Tapias Merino, D. (2000). La frecuencia fundamental de la voz y sus efectos en el reconocimiento de habla continua. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 6. Recuperado el 20 de Marzo de 2022, de <http://journal.sepln.org/sepln/ojs/ojs/index.php/pln/article/viewFile/3442/1930>

-
- Gobierno de España, m. d. (29 de Agosto de 2007). *Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes y memoria democrática*. Recuperado el 20 de Octubre de 2020, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-15820>
- Guday, O. (2018). *gudayterreros.com*. Recuperado el 2018, de [gudayterreros.com: https://gudayterreros.com/es/blog/cinco-tipos-de-salas-de-reuniones-en-oficinas-avanzadas/](https://gudayterreros.com/es/blog/cinco-tipos-de-salas-de-reuniones-en-oficinas-avanzadas/)
- Guerra, J. (11 de Mayo de 2021). *WIREDHOUSE*. Recuperado el Enero de 2022, de *WIREDHOUSE*: <https://wiredhouse.com.mx/2021/05/11/crestron-procesadores-serie-4/>
- Ingeniería Musical. (2018). *Ingeniería Musical*. Obtenido de Ingeniería Musical: <https://ingenieriamusical.net/acustica-musical/diferencias-entre-sonido-y-audio/>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF)*. (2022). Recuperado el 25 de Marzo de 2022, de http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/SONIDO%20_STI_.pdf
- Jiménez, A. R. (30 de Mayo de 2022). *El Mundo de Orizaba*. Obtenido de <https://www.diarioelmundo.com.mx/index.php/2022/05/30/la-importancia-de-la-luz/#:~:text=La%20principal%20son%20las%20bombillas,y%20por%20tanto%20su%20bienestar.>
- K. Berlo, D. (1969). *El Proceso de La Comunicación, Introducción A La Teoría y A La Práctica*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo. Recuperado el 20 de Julio de 2018
- Lampara y luz*. (2022). Recuperado el 2022, de <https://www.lamparayluz.es/todo-sobre-iluminacion/que-es-un-balasto#:~:text=Un%20balasto%20es%20un%20dispositivo,pasa%20a%20trav%C3%A9s%20de%20%C3%A9.>
- LED, Ó. (s.f.). *optimaled.es*. Obtenido de <https://optimaled.es/las-ventajas-del-ventilador-de-techo-led/>
- Luque Ordóñez, J. (2009). *Videoconferencia*. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. Recuperado el 22 de Octubre de 2018

-
- Lutron. (s.f.). Obtenido de <http://nebula.wsimg.com/a6e4afa9ad8d09c6b290b45af7f0dd07?AccessKeyId=D5BBAE833A2C0D3CAF82&disposition=0&alloworigin=1>
- Lutron. (s.f.). *Lutron*. Recuperado el 15 de Julio de 2022, de https://www.lutron.com/TechnicalDocumentLibrary/369543_ENG.pdf
- Lutron. (s.f.). *Lutron*. Recuperado el 20 de Julio de 2022, de https://www.lutron.com/TechnicalDocumentLibrary/Wall%20Mounted%20Dimmers%20and%20Switches_Espanol.pdf
- Lutron. (s.f.). *Lutron*. Obtenido de Lutron: <https://www.lutron.com/es-LA/Education-Training/Paginas/LCE/DimmingBasics.aspx>
- Lydia. (2019). *Megafonía y Sonorización*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionlydia/3-altavoces>
- Maquituls. (7 de Enero de 2015). *Maquituls*. Recuperado el 01 de Septiembre de 2019, de <http://www.maquituls.es/noticias/disfruta-de-las-mejores-peliculas-y-el-mejor-deporte-con-una-buena-pantalla/>
- McCarthy, B. (2007). *Sound Systems: Design And Optimization* (First Edition ed.). United King: Elsevier. Recuperado el 14 de Octubre de 2018
- McCARTY, B. (2007). *SOUND SYSTEMS: DESIGN AND OPTIMIZATION: MODERN TECHNIQUES AND TOOL FOR SOUD SYSTEM DESIGN AND ALIGNMENT* (First Edition ed.). (F. Press, Ed.) Burlington, Massachusetts, USA: Elsevier. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018
- Mcgraw-Hill. (2006). *Equipos de sonido. Grado Medio*. España: Mcgraw-Hill.
- Miquel, R. (29 de Abril de 2011). *Portal de la Comunicación InCom-UAB*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de El portal de los estudios de comunicación, 2001-2011: http://www.portalcomunicacio.org/uploads/pdf/20_esp.pdf
- Miyara, F. (1999). *Acústica y sistemas de sonido*. Argentina, Rosario, Argentina: UNR Editora (Universidad Nacional de Rosario). Recuperado el 15 de Octubre de 2018

-
- Musicalecer. (2019). *Musicalecer*. Obtenido de <https://musicalecer.com/el-equipo-digital/cables-conectores-y-accesorios/cables-de-audio/>
- Odom, W. (2020). *CCNA 200-301, Official Cert Guide* (Vol. 1). (M. Taub, Ed.) Estados Unidos, U.S.: Cisco Press. Recuperado el 12 de octubre de 2022
- Óptima LED. (2020). Obtenido de <https://optimaled.es/las-ventajas-del-ventilador-de-techo-led/>
- Power, S. (s.f.). *Smarts Power*. Recuperado el 25 de Julio de 2022, de www.smartspower.com: <https://www.smartspower.com/products/multi-output-triac-dimming-led-driver-12v-300w-high-stability?variant=39878866043041>
- Purcell, E. M. (1998). *Electricidad y magnetismo* (Segunda edición ed., Vol. 2). (D. M. Carrera, Trad.) Barcelona, España: Editorial REVERTÉ, S.A. Recuperado el 27 de Octubre de 2018
- Raymond A., S., & John W., J. (2016). *FÍSICA ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO* (Novena edición ed.). (S. Cervantes González, Ed., & M. d. Rodriguez Pedroza, Trad.) Ciudad de México, México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. Recuperado el 25 de Octubre de 2018
- Remica. (2020). *Remica*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2020, de <https://remicaserviciosenergeticos.es/blog/climatizacion-y-ventilacion-natural-fundamentales-para-nuestro-bienestar/>
- Remica. (2020). *Remica*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2020, de <https://remicaserviciosenergeticos.es/blog/climatizacion-y-ventilacion-natural-fundamentales-para-nuestro-bienestar/>
- Renganathan, D. S. (s.f.). *Transducer Engineering*. Dean, Madras Institute Of Technology, India: Allied Publishers Limited. Recuperado el 10 de Octubre de 2018
- Rochman, D. (10 de Agosto de 2017). Recuperado el 15 de Octubre de 2018, de <https://blog.shure.com/mic-basics-frequency-response/>

-
- Rodríguez, F. J. (2005). *Sistemas de Audio Distribuido de Voltaje Constante (tesis de licenciatura)*. Valdivia, Chile. Recuperado el 20 de Junio de 2019, de cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfci649s/doc/bmfci649s.pdf
- Rodriguez, P. (11 de Septiembre de 2018). *Xataka smart home*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de <https://www.xatakahome.com/altavoces/potencia-amplificacion-equipos-sonido-que-debemos-fijarnos-para-elegir-bien>
- Ros, I. (21 de Marzo de 2021). *MyComputer*. Obtenido de <https://www.muycomputer.com/2021/03/21/estandares-wi-fi-mas-utilizados/>
- S&P. (25 de Septiembre de 2017). Recuperado el 02 de Diciembre de 2020, de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/hvac-que-es/>
- S&P. (25 de Septiembre de 2017). *S&P*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2020, de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/hvac-que-es/>
- Shure*. (s.f.). Recuperado el 26 de Agosto de 2018, de http://www.shure.es/asistencia_descargas/contenido-educativo/microfonos/microphone_transducer_types
- Shure*. (2022). *Shure*. Recuperado el 20 de Mayo de 2022, de <https://pubs.shure.com/guide/MXA910/es-ES>
- Shure*. (2022). *Shure*. Recuperado el 20 de Mayo de 2022, de <https://pubs.shure.com/guide/MXA910/es-ES>
- Shure.es*. (2019). *Shure.es*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2018, de http://www.shure.es/asistencia_descargas/contenido-educativo/microfonos/microphone_polar_patterns
- Siber*. (s.f.). *Siber Ventilación Inteligente*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2020, de <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/hvac/>
- Silva, R. (06 de Junio de 2019). *Lifewire*. Recuperado el 13 de Junio de 2019, de <https://www.lifewire.com/all-about-speakers-4125129>

-
- Soundsystems*. (25 de Julio de 2018). Recuperado el 23 de Marzo de 2022, de Soundsystems: Soundsystems
- Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y redes de computadores*. (D. F. Aragón, Ed.) Madrid, Madrid, España: Pearson Educación S. A. Recuperado el 22 de Septiembre de 2022
- Tech, E. h. (s.f.). Tipos de conexiones de audio y video. Colombia. Recuperado el 16 de Julio de 2019, de <http://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/tiposconexionesav.pdf>
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas* (4ta edición ed.). México: Pearson Educación.
- Ubiquiti. (s.f.). *Unifi*. Obtenido de <https://mx.store.ui.com/collections/unifi-network-wireless/products/unifi-ac-pro>
- Urquijo, R. (20 de Junio de 2017). *CISION PR Newswire*. Obtenido de <https://www.prnewswire.com/news-releases/control-de-iluminacion-tendencia-para-ahorro-de-energia-y-dinero-629692913.html>
- visunext. (2020). *visunext*. Obtenido de <https://www.visunext.es/lp/los-consejos-mas-importantes-para-comprar-un-proyector/#:~:text=La%20luminosidad%20o%20potencia%20luminosa,de%20la%20zona%20de%20proyecci%C3%B3n>.
- Wiredhouse. (2022). *Wiredhouse*. Obtenido de <https://wiredhouse.com.mx/residencial/crestron-procesadores-serie-4/>
- Zetina, P. A., & Zetina, I. A. (2004). *Electrónica Básica*. Ciudad de México, México: LIMUSA, S.A. de C.V.

Fuentes de figuras

Figura 2.1 Forma de montaje de una sala tipo auditorio. Recuperada de: <http://proyeccionspanama.blogspot.com/2012/07/tipos-de-montaje-para-reuniones-y.html>, el 25 de septiembre de 2018

Figura 2.2 Forma de montaje de una sala tipo escuela. Recuperada de: <http://proyeccionspanama.blogspot.com/2012/07/tipos-de-montaje-para-reuniones-y.html>, el 25 de septiembre de 2018

Figura 2.3 Forma de montaje de una sala tipo imperial. Recuperada de: <https://www.facebook.com/CICANChiapas/photos/a.238038339692049/1129618350534039/>, el 25 de septiembre de 2018

Figura 2.4 Forma de montaje de una sala tipo "U" o herradura. Recuperada de: <http://proyeccionspanama.blogspot.com/2012/07/tipos-de-montaje-para-reuniones-y.html>, el 25 de septiembre de 2018

Figura 3.1 Diagrama de la comunicación Shannon-Weaver. Recuperada de: <https://esquema.net/shannon-weaver/>, el 25 de octubre de 2018

Figura 3.2 Longitud de una onda. Recuperada de: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Longitud_de_onda2.png, el 26 de octubre de 2018

Figura 3.3 Periodo de una onda. Recuperada de: [http://www.emba.com.ar/biblioteca/Frecuencia%20-%20Periodo%20-%20Longitud%20de%20Onda%20-%20\(%20RESUMEN%20\).pdf](http://www.emba.com.ar/biblioteca/Frecuencia%20-%20Periodo%20-%20Longitud%20de%20Onda%20-%20(%20RESUMEN%20).pdf), el 26 de octubre de 2018

Figura 3.4 Ejemplo de una onda a baja y alta frecuencia. Recuperada de: <https://www.unologica.org/wp-content/uploads/FolletoVibracionesdef.pdf>, el 26 de octubre de 2018

Figura 3.5 Relación entre frecuencia y longitud de onda. Recuperada de: <http://pequenhosalquimistas.blogspot.com/2016/06/como-hacer-visible-la-luz-no-visible.html>, el 20 de diciembre de 2018

Figura 3.6 Longitud y amplitud de una onda de sonido. Recuperada de: https://viasatelital.com/proyectos_electronicos/longitud_onda.php, el 20 de diciembre de 2018

Figura 3.7 Diagrama de un sistema de audio básico. Recuperada de: <https://www.biamp.com/training/>, el 20 de diciembre de 2018

Figura 3.8 (A) corriente continua constante; (B) corriente continua variable; (C) corriente continua pulsante. Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido, el 20 de diciembre de 2018

Figura 3.9 La polaridad del voltaje en un circuito de C.A. cambia en intervalos regulares. Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido, el 20 de diciembre de 2018

Figura 3.10 Partes que componen un micrófono. Recuperada de: <https://biofisicadelsonido.wordpress.com/2017/01/24/sistemas-de-captacion-de-sonido/>, el 05 de enero de 2019

Figura 3.11 Efecto sobre la sensibilidad de un micrófono. Recuperada de: <https://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FAyE0311E2-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf>, el 6 de enero de 2019

Figura 3.12 Rango de sensibilidad recomendado en un micrófono. Recuperada de: <https://www.audio-technica.com/es-mx/support/una-breve-guia-de-microfonos-caracteristicas-importantes-del-microfono/>, el 7 de enero de 2019

Figura 3.13 Curva de respuesta en frecuencia de micrófono Shure SM58. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/SM58/es-ES.pdf>, el 15 de enero de 2019

Figura 3.14 Modelo eléctrico de un micrófono, formado por una fuente de tensión V y una impedancia Z . Diseño propio, el 15 de enero de 2019

Figura 3.15 Partes de un micrófono dinámico. Recuperada de: <https://alejandratornejo2699954.wordpress.com/2015/10/20/actividad-11-los-microfonos/>, el 15 de enero de 2019

Figura 3.16 Micrófono Shure SM58. Recuperada de: <https://pubs-api.shure.com/file/260007>, el 28 de enero de 2019

Figura 3.17 Partes de un micrófono de condensador. Recuperada de: <https://alejandratornejo2699954.wordpress.com/2015/10/20/actividad-11-los-microfonos/>, el 28 de enero de 2019

Figura 3.18 Micrófono de condensador Shure PGA27. Recuperada de: <https://d24z4d3zypmncx.cloudfront.net/Pubs/PGA27/pgs27-specification-sheet-english.pdf>, el 28 de enero de 2019

Figura 3.19 Partes de un micrófono de cinta. Recuperada de: <https://electronicalugo.com/transductores-de-sonido-microfonos-dinamicos-y-de-cinta/>, el 28 de enero de 2019

Figura 3.20 Micrófono de cinta Royer R-121. Recuperada de: <https://audiogate.mx/products/r-121>, el 15 de febrero de 2019

Figura 3.21 Partes de un micrófono piezoeléctrico. Recuperada de: https://es.wikipedia.org/wiki/Micr%C3%B3fono_piezoel%C3%A9ctrico, el 15 de febrero de 2019

Figura 3.22 Micrófono piezoeléctrico de superficie Shure MX393/C. Recuperada de: <https://audiopro.com.mx/product/shure-mx393-c-2/>, el 15 de febrero de 2019

Figura 3.23 Partes de un micrófono electret. Recuperada de: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Audio/mic2.html>, el 10 de marzo de 2019

Figura 3.24 Micrófono electret. Recuperada de: <https://www.digikey.com/es/product-highlight/c/cui/electret-condenser-microphones>, el 10 de marzo de 2019

Figura 3.25 Diagrama a bloques de un sistema de transmisión RF. Recuperada de: Wayne Tomasi (2003). Sistema de comunicaciones electrónicas, 4ta edición, el 10 de marzo de 2019

Figura 3.26 Sistema de micrófono inalámbrico digital Shure PGXD24/BETA58A. Recuperada de: https://www.shure.com/es-LATAM/productos/microfonos-inalambricos/pgx_d_digital_wireless/pgxd24_beta58, el 10 de marzo de 2019

Figura 3.27 Diagrama polar de un micrófono omnidireccional. Recuperada de: https://pubs.shure.com/guide/CVB/es-ES?q=Shure%20SM63&size=n_125_n, el 20 de marzo de 2019

Figura 3.28 Micrófono omnidireccional Shure SM63. Recuperada de: <https://www.shure.com/es-MX/productos/microfonos/sm63?variant=SM63-X>, el 20 de marzo de 2019

Figura 3.29 Diagrama polar del micrófono bidireccional. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/MXA310/es-ES>, el 20 de marzo de 2019

Figura 3.30 Micrófono bidireccional Rode K2. Recuperada de: <https://rodemexico.com/producto/rode-k2/>, el 20 de marzo de 2019

Figura 3.31 Diagrama polar del micrófono cardioide. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/MXA310/es-ES>, el 10 de junio de 2019

Figura 3.32 Micrófono cardioide Audio-Technica AT-2020USB. Recuperada de: <https://www.audio-technica.com/es-mx/at2020usb-x>, el 10 de junio de 2019

Figura 3.33 Diagrama polar del micrófono supercardioide. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/MXA310/es-ES>, el 10 de junio de 2019

Figura 3.34 Micrófono supercardioide Rode NTG2. Recuperada de: <https://elizondomusic.com/marcas/videomic-rycote.html>, el 10 de junio de 2019

Figura 3.35 Diagrama polar del micrófono hipercardioide. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/MXA310/es-ES>, el 10 de junio de 2019

Figura 3.36 Micrófono supercardioide Sennheiser MKH-416. Recuperada de: <https://es-mx.sennheiser.com/short-shotgun-tube-microphone-camera-films-mkh-416-p48u3>, el 15 de junio de 2019

Figura 3.37 Patrón polar cardioide del micrófono Shure MX395/C y aplicación. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/MX395/es-ES.pdf>, el 15 de junio de 2019

Figura 3.38 Patrón polar bidireccional del micrófono Shure MX395/BI y aplicación. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/MX395/es-ES.pdf>, el 16 de junio de 2019

Figura 3.39 Patrón polar omnidireccional del micrófono Shure MX395/O y aplicación. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/MX395/es-ES.pdf>, el 28 de junio de 2019

Figura 3.40 Curva de respuesta en frecuencia de un micrófono AT2020 de Audio-Technica. Recuperada de: https://docs.audio-technica.com/us/at2020_english.pdf, el 29 de junio de 2019

Figura 3.41 Curva de respuesta en frecuencia de micrófono SM58 de Shure. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/guide/SM58/es-ES.pdf>, el 07 de julio de 2019

Figura 3.42 Circuito típico de un sistema de audio: una señal de entrada (fuente), un amplificador de potencia y una salida (carga). Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido., el 07 de julio de 2019

Figura 3.43 Respuesta en frecuencia de un amplificador. Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido, el 07 de julio de 2019

Figura 3.44 Gráfica de la relación señal ruido de un amplificador. Recuperada de: <https://topmastering.online/headroom/>, el 07 de julio de 2019

Figura 3.45 Modelo eléctrico de la conexión entre un generador de señal y un amplificador. Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido, el 07 de julio de 2019

Figura 3.46 Vista trasera de un amplificador de corriente constante. Recuperada de: https://mx.yamaha.com/es/products/audio_visual/av_receivers_amps/rx-v585/index.html, el 07 de julio de 2019

Figura 3.47 Vista trasera de un amplificador de voltaje constante. Recuperada de: <http://www.archiexpo.es/prod/crestron/product-2164-1712962.html>, el 12 de julio de 2019

Figura 3.48 Partes que conforman un altavoz de bobina móvil. Recuperada de: <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionlydia/3-altavoces>, el 13 de julio de 2019

Figura 3.49 Partes que conforman un altavoz de condensador. Recuperada de: <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionlydia/3-altavoces>, el 26 de julio de 2019

Figura 3.50 Partes de un altavoz piezoeléctrico. Recuperada de: [https://es.linkedin.com/learning/fundamentos-del-](https://es.linkedin.com/learning/fundamentos-del-sonido?trk=course_title&upsellOrderOrigin=lynda_redirect_learning)

sonido?trk=course_title&upsellOrderOrigin=lynda_redirect_learning, el 26 de julio de 2019

Figura 3.51 Altavoz Eighteen Sound 12MB700 de alta impedancia y de radiación directa. Recuperada de: <https://starlinemusic.com.pe/producto/altavoz-eighteen-sound-12mb700/>, el 26 de julio de 2019

Figura 3.52 Altavoz BOSCH LBC 3482/00 de radiación indirecta. Recuperada de: https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net/public/documents/LBC_3482_00_Data_sheet_esES_1933714827.pdf, el 26 de julio de 2019

Figura 3.53 Altavoces que reproducen los diferentes rangos de banda de audio. Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido, el 26 de julio de 2019

Figura 3.54 Subwoofer de techo Crestron® Saros® Express. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Audio/Speakers-Commercial/In-Ceiling-Speakers/SAROS-IC6T-W-T-EACH>, el 26 de julio de 2019

Figura 3.55 Woofer JL Audio 10TW3-D4 10" 400w. Recuperada de: https://www.audioonline.com.mx/MLM-552364725-subwoofer-plano-jl-audio-10tw3-d4-10tw3-10-pulg-audioonline-_JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=a0ca0792-f98e-454d-811a-b2ad949f6a4c, el 26 de julio de 2019

Figura 3.56 Altavoz de medios APS 8" M88. Recuperada de: <https://apsaudio.es/web/productos/medios/m88-2012/>, el 26 de julio de 2019

Figura 3.57 Tweeters 1" Alpine SPS-110TW. Recuperada de: <https://www.alpine.es/p/Products/SingleView/s-s10tw>, el 03 de agosto de 2019

Figura 3.58 Curva de respuesta en frecuencia de un altavoz. Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido, el 03 de agosto de 2019

Figura 3.59 Curva de impedancia de un altavoz de 8 Ω . Recuperada de: Davis & Jones (1989). The sound reinforcement handbook, el 03 de agosto de 2019

Figura 3.60 Ángulo de cobertura de un altavoz. Recuperada de: <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionlydia/3-altavoces>, el 03 de agosto de 2019

Figura 3.61 Diagrama direccional horizontal de un altavoz. Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido, el 03 de agosto de 2019

Figura 3.62 Diagrama direccional vertical de un altavoz. Recuperada de: Federico Miraya. (1999). Acústica y sistemas de sonido, el 03 de agosto de 2019

Figura 3.63 Conexión de cuatro altavoces en serie. Recuperada de: <https://lacitaav.com/blog/cmo-elegir-amplificadores-de-audio-profesional/>, el 09 de agosto de 2019

Figura 3.64 Conexión física de altavoces en serie. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 09 de agosto de 2019

Figura 3.65 Falla de un altavoz conectado en serie. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 09 de agosto de 2019

Figura 3.66 Conexión de cuatro altavoces en paralelo. Recuperada de: https://www.aspstore.es/information.php?info_id=2, el 09 de agosto de 2019

Figura 3.67 Conexión física de altavoces en paralelo. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 13 de septiembre de 2019

Figura 3.68 Conexión de dos altavoces en paralelo. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 13 de septiembre de 2019

Figura 3.69 Falla de altavoz en paralelo. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 13 de septiembre de 2019

Figura 3.70 Conexión de altavoces serie - paralelo. Recuperada de: https://www.aspstore.es/information.php?info_id=2, el 22 de septiembre de 2019

Figura 3.71 A) Conexión de cuatro altavoces en serie-paralelo. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 22 de septiembre de 2019

Figura 3.72 B) Conexión de cuatro altavoces en serie-paralelo. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 22 de septiembre de 2019

Figura 3.73 Conexión de cuatro altavoces serie- paralelo a un amplificador de 4Ω . Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 22 de septiembre de 2019

Figura 3.74 Diagrama de un Sistema de Voltaje Constante de 70 V. Recuperada de: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/10564/1/89.pdf>, el 22 de septiembre de 2019

Figura 3.75 Vista Trasera del amplificador SIMAX QX-240. Recuperada de: <https://support.lda-audiotech.com/sites/default/files/datasheets/SXQX240S02-SP-EN.pdf>, el 04 de octubre de 2019

Figura 3.76 Amplificador de voltaje constante con acople directo. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 04 de octubre de 2019

Figura 3.77 Amplificadores de voltaje constante de acople con transformador. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 04 de octubre de 2019

Figura 3.78 Bobinado primario (izquierda) y secundario (derecha) de un transformador elevador. Recuperada de: https://www.ebay.com/itm/321733936062?_ul=CO, el 04 de octubre de 2019

Figura 3.79 Acople de un amplificador con un transformador elevador. Recuperada de: https://www.ebay.com/itm/321733936062?_ul=CO, el 10 de octubre de 2019

Figura 3.80 Conexión de un transformador elevador con un altavoz de voltaje constante. Recuperada de: https://www.ebay.com/itm/321733936062?_ul=CO, el 10 de octubre de 2019

Figura 3.81 Bobinado primario (izquierda) y secundario (derecha) de un transformador reductor. Recuperada de: <https://www.parts-express.com/Quam-TCH70-10W-70V-Low-Loss-Extended-LF-Line-Transformer-244-3350?quantity=1>, el 10 de octubre de 2019

Figura 3.82 Sistema de altavoces de voltaje constante con transformador elevador y reductor. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 10 de octubre de 2019

Figura 3.83 Sistema de voltaje constante con tres altavoces. Recuperada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 11 de octubre de 2019

Figura 3.84 Algunas marcas de fabricantes de procesadores digitales de audio. Recuperada de: Marcas registradas, el 11 de octubre de 2019

Figura 3.85 Parte frontal del procesador digital de audio TesiraFORTÉ DAN VT. Recuperada de: https://downloads.biamp.com/assets/docs/default-source/data-sheets/biamp_data_sheet_tesiraforte_dan_vt_oct20.pdf?sfvrsn=1d4c1b85_12, el 12 de octubre de 2019

Figura 3.86 Parte trasera del procesador digital de audio TesiraFORTÉ DAN VT. Recuperada de: https://downloads.biamp.com/assets/docs/default-source/data-sheets/biamp_data_sheet_tesiraforte_dan_vt_oct20.pdf?sfvrsn=1d4c1b85_12, el 12 de octubre de 2019

Figura 3.87 Estructura de ganancia en Tesira Software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.88 Etapa de ganancia de un DSP Tesira. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.89 Filtro pasa bajas en Tesira Software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.90 Uber filtro en Tesira Software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.91 Ecualizador gráfico en Tesira Software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.92 Compresor en Tesira Software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.93 Ducker en Tesira Software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.94 Compuerta de ruido en Tesira software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.95 Matrix Mixer en Tesira software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.96 Supresor de retroalimentación en Tesira software. Capturado de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.97 Ejemplos de controles en Biamp Canvas. Recuperada de: Tesira Software, el 20 de octubre de 2019

Figura 3.98 Entradas y salidas de una mezcladora de audio Yamaha MGP16X. Recuperada de: <https://www.electronicateran.com/home/73-mezcladora-premium-yamaha-de-16-canales-mgp16x.html>, el 17 de enero de 2020

Figura 3.99 Controles de la mezcladora de audio Yamaha MGP16X. Recuperada de: <https://www.electronicateran.com/home/73-mezcladora-premium-yamaha-de-16-canales-mgp16x.html>, el 17 de enero de 2020

Figura 3.100 Sistema de audio con TesiraFORTÉ. Recuperada de: https://support.biamp.com/Tesira/Miscellaneous/Using_TesiraFORTE_DAN_with_Shure_MXA310_and_MXA910, el 17 de enero de 2020

Figura 3.101 Estructura básica de un cable de audio coaxial. Recuperada de: <https://electrotec.pe/blog/TipodeCablesParaCamarasdeSeguridad>, el 17 de enero de 2020

Figura 3.102 Cable simple utilizado para algunas conexiones de micrófonos. Recuperada de: <https://analfatecnicos.net/imprimir.php?id=33&campo=preguntas>, el 26 de enero de 2020

Figura 3.103 Cable para altavoces. Recuperada de: <https://analfatecnicos.net/imprimir.php?id=33&campo=preguntas>, el 26 de enero de 2020

Figura 3.104 Cable desbalanceado GAC1 Gotham. Recuperada de: <https://ickrom.com.mx/2016/07/senales-de-audio-balanceadas-y-desbalanceadas/>, el 08 de febrero de 2020

Tabla 3.4 Factor de amortiguamiento, pérdida de señal, atenuación e impedancia resultantes para diferentes longitudes y secciones de cable de altavoz. Recuperada de: <https://www.doctorproaudio.com/content.php?143-cable-altavoz-longitud-tabla&styleid=10>, el 08 de febrero de 2020

Figura 3.105 Cable balanceado 8451 Belden. Recuperada de: <https://www.newark.com/es/belden/8451-010100/shielded-cable-multipair-1pair/dp/02F4053>, el 08 de febrero de 2020

Figura 3.106 Conector aéreo (izquierda) y de chasis (derecha). Recuperada de: <https://www.istockphoto.com/es/foto/macro-de-conector-de-audio-a%C3%A9reo-aislado-sobre-fondo-blanco-gm178583006-24492734>, el 22 de febrero de 2020

Figura 3.107 Conector XLR hembra (izquierda) y macho (derecha). Recuperada de: https://www.ecured.cu/XLR-3_o_Cannon, el 22 de febrero de 2020

Figura 3.108 Conector REAN NYS231 Jack g 3.5mm Macho-Stereo. Recuperada de: <https://audioimport.com.ar/producto/conector-neutrik-nys231-plug-3-5mm-macho-stereo/>, el 22 de febrero de 2020

Figura 3.109 Conector de presión con dos terminales. Recuperada de: <https://www.steren.com.mx/conector-con-2-terminales-tipo-push.html>, el 22 de febrero de 2020

Figura 3.110 Conector USB tipo A (izquierda) y tipo B (derecha). Recuperada de: <https://hardzone.es/tutoriales/rendimiento/conector-usb-tipos/>, el 06 de marzo de 2020

Figura 3.111 Cable de fibra óptica para audio. Recuperada de: <https://www.experienciaslg.com.pe/tecnologia/conoce-las-conexiones-disponibles-de-tu-smart-tv/>, el 7 de marzo de 2020

Figura 4.1 Fuentes de video. Recuperada de: Fuentes de video, imágenes de internet, el 7 de marzo de 2020

Figura 4.2 Pantalla LG Smart 60". Recuperada de: <https://www.lg.com/pe/tvs/lg-60UK6200PSA>, el 7 de marzo de 2020

Figura 4.3 Cámara Web TechZone TZ16CAM. Recuperada de: <https://highnessdottv.wordpress.com/2017/03/15/logra-imagenes-en-hd-con-la-nueva-camara-web-de-techzone/>, el 8 de marzo de 2020

Figura 4.4 Códec de videoconferencia Cisco SX80. Recuperada de: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/collaboration-endpoints/telepresence-sx80-codec/model.html>, el 8 de marzo de 2020

Figura 4.5 Polycom RealPresence Group 700. Recuperada de: <https://www.poly.com/mx/es/products/video-conferencing/group/group-700>, el 8 de marzo de 2020

Figura 4.6 Pantalla de videoconferencias LG 55LV35A. Recuperada de: <https://www.lg.com/mx/business/senalizacion-digital/lg-55LV35A>, el 05 de abril de 2020

Figura 4.7 Pantalla de proyección fija. Recuperada de: <https://www.leroymerlin.es/bricopedia/pantalla-de-proyeccion>, el 05 de abril de 2020

Figura 4.8 Pantalla de proyección manual. Recuperada de: <https://www.maxvisual.es/Pantalla-de-Proyeccion-Manual-Acer-90199x112cm-M90-W01MG>, el 05 de abril de 2020

Figura 4.9 Pantalla de proyección eléctrica. Recuperada de: <https://tienda.ietres.com/acer-pantalla-de-proyeccion-electrica-100-e100-w01mw-mc-jbg11-009>, el 05 de abril de 2020

Figura 4.10 Potencia luminosa (LUMENES) en proyectores por tipo de habitación. Recuperada de: <https://www.visunext.es/es/guia-compra-proyectores-2017#:~:text=La%20luminosidad%20o%20potencia%20luminosa,de%20la%20zona%20de%20proyecci%C3%B3n.>, el 08 de abril de 2020

Figura 4.11 Resoluciones de proyectores. Recuperada de: <https://www.visunext.es/es/guia-compra-proyectores-2017#:~:text=La%20luminosidad%20o%20potencia%20luminosa,de%20la%20zona%20de%20proyecci%C3%B3n.>, el 08 de abril de 2020

Figura 4.12 Matriz de Video Wall2x2 con fuentes de video. Modificada de:<https://jiosignage.com/how-video-wall-works-how-to-make-one-with-diagram/>, el 08 de abril de 2020

Figura 5.1 Persianas venecianas en sala de juntas. Recuperada de: <https://www.mosquiteras.org/venecianas-aluminio-lama-25-mm>, el 08 de abril de 2020

Figura 5.2 Persianas enrollables en sala de juntas. Recuperada de: <https://www.pinterest.es/pin/673851162976497085/>, el 9 de abril de 2020

Figura 5.3 Cortina corrediza en sala de juntas. Recuperada de: <https://suelosypavimentos.net/telas-para-cortinas/>, el 9 de abril de 2020

Figura 5.4 Partes de una lámpara LED. Modificada de:<https://toolboom.com/es/led-light-bulb-diy-kit-sq-q03-7-w-cold-white-e27-dimmable/>, el 9 de abril de 2020

Figura 5.5 Lámpara y tiras LED en una sala de juntas. Recuperada de: <https://esstore.bestsale2023.com/?c=lamparas%20para%20sala%20de%20juntas>, el 17 de abril de 2020

Figura 5.6 Conexión básica de un termostato Pro1 T601. Modificada de:<https://rheem.com.mx/producto/termostato-aire-acondicionado-univ-pro1-t601-2-ge-hp-1h-1c/>, el 17 de abril de 2020

Figura 6.1 Componentes del sistema de control RAioRA 2. Recuperada de: <https://www.lutron.com/en-US/Products/Pages/WholeHomeSystems/RadioRA2/Components.aspx>, el 17 de abril de 2020

Figura 6.2 Software Lutron Designer +. Recuperada de: <https://www.lutron.com/es-LA/Service-Support/Paginas/Technical/SoftwareDownloads/SoftwareDownloads.aspx>, el 17 de abril de 2020

Figura 6.3 Software RadioRA2 Essentials. Recuperada de: <https://www.lutron.com/en-US/Service-Support/Pages/Technical/SoftwareDownloads/SoftwareDownloads.aspx>, el 23 de abril de 2020

Figura 6.4 Interfaz gráfica de aplicación Lutron Home. Recuperada de: <https://www.casadomo.com/2011/06/17/lutron-presenta-su-nueva-aplicacion-home-control>, el 23 de abril de 2020

Figura 6.5 Botoneras Crestron. Recuperada de: <https://catalog.avispl.com/C2N-CBD-P-B-S-Cameo-Keypad,-Standard-Mount,-Black,/Accessory/48288>, el 23 de abril de 2020

Figura 6.6 Pantalla táctil para empotrar en muro, modelo TSD-2220. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Control-Surfaces/Touch-Screens/Extra-Large-Touch-Screens/TSD-2220-B>, el 23 de abril de 2020

Figura 6.7 Pantalla táctil para mesa, Modelo TS-1070-GV-W-S. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Control-Surfaces/Touch-Screens/Large-Touch-Screens/TS-1070-GV-W-S>, el 04 de mayo de 2020

Figura 6.8 Interfaz gráfica de sistema Crestron para iOS y Android. Recuperada de: <https://www.av-iq.com/avcat/ctl1642/index.cfm?manufacturer=crestron-electronics&product=crestron-app-android>, el 04 de mayo de 2020

Figura 6.9 Componentes de sistema de video Crestron. Recuperada de: <https://www.crestron.com/products/video>, el 04 de mayo de 2020

Figura 6.10 Componentes de un sistema de audio Crestron. Recuperada de: <https://www.crestron.com/products/audio>, el 04 de mayo de 2020

Figura 6.11 Componentes de sistema de iluminación Crestron. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Lighting-Environment>, el 12 de mayo de 2020

Figura 6.12 Accesorios para persianas motorizadas Crestron. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Shades>, el 13 de mayo de 2020

Figura 6.13 Componentes de un sistema de climatización Crestron. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Lighting-Environment/Climate-Control>, el 14 de mayo de 2020

Figura 6.14 Componentes del sistema de control Crestron. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software>, el 15 de mayo de 2020

Figura 6.15 Procesador de control Crestron CP4N. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Hardware/Control-Systems/CP4>, el 18 de octubre de 2022

Figura 6.16 Puertos y conexiones del procesador de control Crestron CP4N. Recuperada de: https://www.crestron.com/getmedia/cb15afc5-9dfa-412f-9ac2-439a5a312854/mg_qs_cp4-cp4n, el 18 de octubre de 2022

Figura 6.17 Sistema de presentación Crestron DM 3-Series. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Video/All-In-One-Solutions/DigitalMedia-Presentation-Switchers/DMPS3-4K-350-C>, el 18 de octubre de 2022

Figura 6.18 Diagrama de un sistema de control con el Procesador Digital Media Crestron. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Featured-Solutions/AV-Framework>, el 18 de octubre de 2022

Figura 6.19 Modelo simplificado de la comunicación de datos. Recuperada de: (Stallings, 2004). Comunicaciones y redes de computadores, el 13 de noviembre de 2022

Figura 6.20 Diagrama básico de una red LAN. Modificada de: Wendell Odom (2020). CCNA 200-301, Official Cert Guide, el 13 de noviembre de 2022

Figura 6.21 Cable FTP (izquierda) y UTP (derecha). Modificada de: <https://www.cablesyredes.com/productos/productos-generales/cable-utp/>, el 13 de noviembre de 2022

Figura 6.22 Jumper de F.O. (izquierda) y cable coaxial (derecha). Recuperada de: <https://coel.com.mx/sp/cables-para-voz-y-datos>, el 14 de noviembre de 2022

Figura 6.23 Switch Cisco Catalyst 2960-L de 24 puertos. Recuperada de: <https://www.cyberpuerta.mx/Computo-Hardware/Redes/Switches/Switch-Cisco-Gigabit-Ethernet-Catalyst-2960-L-24-Puertos-10-100-1000Mbps-4-Puertos-SFP-56-Gbit-s-8000-Entradas-Gestionado.html>, el 03 de marzo de 2023

Figura 6.24 Router TP-Link ER7206. Recuperada de: <https://www.cyberpuerta.mx/Computo-Hardware/Redes/Router/Router-TP-Link-Gigabit-Ethernet-Firewall-TL-ER7206-VPN-SafeStream-Alambrico-1000Mbit-s-5x-RJ->

45.html?gclid=CjwKCAiA0JKfBhBIEiwAPhZXD5lyz0r1VNobeNv8G3zamod4G3HUfbLzKRradmiWaiCSZUOIJv1-QhoCskIQAvD_BwE, el 03 de marzo de 2023

Figura 6.25 Access Point Engenius EAP2200. Modificada de: <https://www.engeniustech.com/go-guide-channel-transmit-power-wi-fi-networks/>, el 03 de marzo de 2023

Figura 7.1 Mesa tipo imperial para sala de videoconferencias de 10 personas. Diseño propio en software AutoCAD, el 19 de noviembre de 2022

Figura 7.2 Sala de conferencias de 10 m x 6m. Diseño propio en software AutoCAD, el 20 de noviembre de 2022

Figura 7.3 Sonómetro PCE-353N. Recuperada de: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-ruido/medidor-de-decibelios-sl-1353.htm>, el 25 de noviembre de 2022

Figura 7.4 Ficha técnica del altavoz KEF Ci200ER. Recuperada de: <https://images.salsify.com/image/upload/s--PGeXQeji--/12881dc675ed4da5b4f7dd91a8f75ee31a334a97.pdf>, el 25 de noviembre de 2022

Figura 7.5 Ley inversa de los cuadrados. Recuperada de: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Acoustic/invsqs.html>, el 25 de noviembre de 2022

Figura 7.6 Posición de los participantes en la sala de videoconferencias. Diseño propio en software AutoCAD, el 25 de noviembre de 2022

Figura 7.7 Ángulo de cobertura de un altavoz. Recuperada de: <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionjose/10-megafonia-y-sonorizacion/04-equipos-y-transductores-electroacusticos-amplificadores-y-altavoces/4-3-altavoces/4-3-7-angulo-de-cobertura>, el 28 de noviembre de 2022

Figura 7.8 Altavoz KEF Ci200ER. Recuperada de: <https://mx.kef.com/products/ci200er>, el 29 de noviembre de 2022

Figura 7.9 Sembrado de altavoces de baja densidad. Recuperada de: Altavoces y amplificadores, curso de audio, el 30 de noviembre de 2022

Figura 7.10 Sembrado de altavoces de alta densidad. Recuperada de: Altavoces y amplificadores, curso de audio, el 31 de noviembre de 2022

Figura 7.11 Límite de cobertura de tres altavoces. Diseño propio, el 05 de diciembre de 2022

Figura 7.12 Cálculo de altavoces de plafón. Recuperada de: Mcgraw-Hill (2006). Sistemas de sonido. Grado medio, el 6 de diciembre de 2022

Figura 7.13 Área ocupada por los participantes. Diseño propio en software AutoCAD, el 08 de diciembre de 2022

Figura 7.14 Sembrado de altavoces en sala de conferencias. Diseño propio en software AutoCAD, el 08 de diciembre de 2022

Figura 7.15 Conexión serie-paralelo de altavoces KEF Ci200ER. Modificada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 08 de diciembre de 2022

Figura 7.16 Conexión serie-paralelo de lo que ve el amplificador. Modificada de: Claudio Berstein (2018). Sistemas de altavoces de voltaje constante, el 08 de diciembre de 2022

Figura 7.17 Vista frontal amplificador Crestron AMP-X300. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Audio/Amplifiers/Commercial-Amplifiers/AMP-X300>, el 20 de diciembre de 2022

Figura 7.18 Ficha técnica del amplificador Crestron AMP-X300. Recuperada de: https://www.crestron.com/getmedia/f06c9122-e1bb-465f-9e3f-68913d0cda8c/mg_qs_amp-x300, el 20 de diciembre de 2022

Figura 7.19 Parte trasera del amplificador Crestron AMP-X300. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Audio/Amplifiers/Commercial-Amplifiers/AMP-X300>, el 20 de diciembre de 2022

Figura 7.20 Conexión de altavoces KEF Ci200ER al amplificador Crestron AMP-X300. Modificada de: https://www.crestron.com/getmedia/f06c9122-e1bb-465f-9e3f-68913d0cda8c/mg_qs_amp-x300, el 20 de diciembre de 2022

Figura 7.21 Cobertura de micrófono de techo Shure MX910. Recuperada de: https://www.dekom.com/fileadmin/user_upload/manufacturers/shure/shure_mxa910/shure_mxa910_guide_en.pdf, el 20 de diciembre de 2022

Figura 7.22 Descripción general del sistema MXA910. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/app.php/guide/MXA910/es-ES>, el 15 de enero de 2023

Figura 7.23 Vista de canales de cobertura Shure MXA910. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/app.php/guide/MXA910/es-ES>, el 15 de enero de 2023

Figura 7.24 Área de cobertura Shure MXA910. Recuperada de: <https://pubs.shure.com/app.php/guide/MXA910/es-ES>, el 15 de enero de 2023

Figura 7.25 Vista general DSP Crestron Avia 1281. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Audio/Audio-Processors/Digital-Signal-Processors/DSP-1281>, el 15 de enero de 2023

Figura 7.26 Vista trasera DSP Crestron Avia 1281. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Audio/Audio-Processors/Digital-Signal-Processors/DSP-1281>, el 16 de enero de 2023

Figura 7.27 Propuesta de diseño del sembrado de altavoces KEF Ci200ER y micrófono. Diseño propio en software AutoCAD, el 17 de enero de 2023

Figura 7.28 Matriz de Video Wall2x2 4K al conectar 4 pantallas 1080p. Recuperada de: <https://onsign.tv/docs/es/tutorials/calcular-resolucion-videowall/>, el 17 de enero de 2023

Figura 7.29 Especificaciones técnicas Video Wall Samsung UM55H-E. Recuperada de: <https://www.samsung.com/es/business/smart-signage/video-wall/video-wall-um55h-e-lh55umhhlbb-en/>, el 17 de enero de 2023

Figura 7.30 Controlador de Video Wall8X8 ATEN Seamless Switch. Recuperada de: <https://www.aten.com/la/es/products/pro-av/matrices-de-conmutaci%C3%B3n-de-v%C3%ADdeo/vm5808h/>, el 17 de enero de 2023

Figura 7.31 Extensor HDMI/Audio sobre CAT5E O CAT6 (1080p 40 m). Recuperada de: <https://www.aten.com/la/es/products/pro-av/extensores-de-v%C3%ADdeo/ve807/>, el 03 de febrero de 2023

Figura 7.32 Vista frontal y trasera del extensor ATEN VE807. Recuperada de: <https://www.aten.com/la/es/products/pro-av/extensores-de-v%C3%ADdeo/ve807/>, el 03 de febrero de 2023

Figura 7.33 Extensor de video encastrado sobre la mesa. Modificada de: <https://www.crestron.com/Products/Featured-Solutions/Crestron-Fliptops>, el 03 de febrero de 2023

Figura 7.34 Diagrama de conexión entre la fuente y el Video Wall. Modificada de: <https://multimedia.riverplus.com/video-wall-2x2-3x3/>, el 03 de febrero de 2023

Figura 7.35 Cámara web Logitech PTZ Pro 2. Recuperada de: <https://www.logitech.com/es-mx/products/video-conferencing/conference-cameras/ptz-pro2-conferencecam.960-001184.html>, el 03 de febrero de 2023

Figura 7.36 Extensor USB por cable UTP. Modificada de: <https://shop.koneet.co/producto/extender-extension-usb-por-rj45-45-m-metros-red-ethernet-utp/>, el 03 de febrero de 2023

Figura 7.37 Propuesta de diseño de Video Wall para sala de juntas. Diseño propio en software AutoCAD, el 10 de febrero de 2023

Figura 7.38 Propuesta de diseño de elementos de audio y video para sala de juntas. Diseño propio en software AutoCAD, el 10 de febrero de 2023

Figura 7.39 Características y funciones de la unidad de control I GRAFIK Eye QS. Recuperada de: https://assets.lutron.com/a/documents/032-222B_qs_eco_wireless_full_install.sp.pdf, el 17 de febrero de 2023

Figura 7.40 Terminales de conexión de la unidad de control GRAFIK Eye QS. Recuperada de: https://assets.lutron.com/a/documents/032-222B_qs_eco_wireless_full_install.sp.pdf, el 17 de febrero de 2023

Figura 7.41 Componentes requeridos para zona de iluminación GRAFIK Eye QS. Recuperada de: https://assets.lutron.com/a/documents/367-2035_LED_white_paper.pdf, el 17 de febrero de 2023

Figura 7.42 Diagrama de conexiones botonera Lutron STWD-5BRL-WH. Recuperada de: [https://assets.lutron.com/a/documents/hwi-st%20spec%20\(domestic\).pdf](https://assets.lutron.com/a/documents/hwi-st%20spec%20(domestic).pdf), el 17 de febrero de 2023

Figura 7.43 Características eléctricas lámpara LED ATIK III. Recuperada de: <https://tecnolite.lat/uploads/products/tech-sheets/16dydled012vsctb-ficha-tecnica.pdf>, el 20 de febrero de 2023

Figura 7.44 Características eléctricas tira de led Atmos Lighting. Recuperada de: https://www.atmoss.es/wp-content/uploads/fichas_tecnicas/FICHA-TECNICA-TLED-3528-9.6W-IP20-3200K-4200K-6500K-TLED-062-063-064.pdf, el 20 de febrero de 2023

Figura 7.45 Diseño de iluminación de sala de videoconferencias propuesta. Diseño propio en software AutoCAD, el 20 de febrero de 2023

Figura 7.46 Driver LED Smarts Power SMT-024-288VTHW2J. Modificada de: <https://www.smartpower.com/products/multi-output-triac-dimming-led-driver-12v-300w-high-stability?variant=39878866043041>, el 25 de febrero de 2023

Figura 7.47 Diagrama básico de conexión de driver LED. Modificada de: <https://www.smartpower.com/products/multi-output-triac-dimming-led-driver-12v-300w-high-stability?variant=39878866043041>, el 26 de febrero de 2023

Figura 7.48 Acoplamiento de tres persianas Sivoia QS 200CW. Modificada de: https://assets.lutron.com/a/documents/367-592_EA.pdf, el 27 de febrero de 2023

Figura 7.49 Conexión de driver, botonera y transformador de persiana Sivoia QS. Recuperada de: <https://assets.lutron.com/a/documents/sg-svc.pdf>, el 28 de febrero de 2023

Figura 7.50 Diagrama de conexión de persianas y botoneras con panel de alimentación. Modificada de: https://assets.lutron.com/a/documents/367-592_EA.pdf, el 01 de marzo de 2023

Figura 7.51 Diagrama de conexión de botoneras con GRAFIK Eye. Modificada de: https://assets.lutron.com/a/documents/367-592_EA.pdf, el 01 de marzo de 2023

Figura 7.52 Diagrama de Conexión de los componentes de iluminación de la sala de videoconferencias. Modificada de: https://assets.lutron.com/a/documents/367-592_EA.pdf, el 01 de marzo de 2023

Figura 7.53 Propuesta de aire acondicionado tipo cassette montado en techo LG CT09F. Recuperada de: <https://vetall.de/LG-CT09F-R32-MultiSplit-Deckengerate-26kW>, el 01 de marzo de 2023

Figura 7.54 Diseño de iluminación y climatización de sala de videoconferencias propuesta. Diseño propio en software AutoCAD, el 01 de marzo de 2023

Figura 7.55 Parte frontal del procesador propuesto Crestron CP4N. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Hardware/Control-Systems/CP4N>, el 05 de marzo de 2023

Figura 7.56 Interfaces de control del procesador Crestron CP4N. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Hardware/Control-Systems/CP4N>, el 05 de marzo de 2023

Figura 7.57 Switch administrable de capa dos FS S2805S-8TF-P. Recuperada de: <https://www.fs.com/mx/products/150492.html?attribute=48834&id=1062983>, el 05 de marzo de 2023

Figura 7.58 Access Point Ubiquiti Unifi UAP-AC-PRO. Recuperada de: <https://mx.store.ui.com/products/unifi-ac-pro>, el 09 de marzo de 2023

Figura 7.59 Tablet de sobremesa Crestron TS-770-WS. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Control-Surfaces/Touch-Screens/Medium-Touch-Screens/TS-770-W-S>, el 09 de marzo de 2023

Figura 7.60 Aplicación Crestron Mobile. Recuperada de: <https://www.crestron.com/Products/Control-Hardware-Software/Software/Apps/CRESTRON-APP-ANDROID>, el 09 de marzo de 2023

Figura 7.61 Rack de marco abierto TrippLite SmartRack de 12U SRWO12US2. Recuperada de: <https://tripplite.eaton.com/2-post-wall-mount-server%20rack-12u-hinged-front-heavy-duty~SRWO12US2>, el 09 de marzo de 2023

Figura 7.62 Montaje de equipos en rack de comunicaciones. Diseño propio en software Visio con imágenes de ficha técnica de equipos propuestos, el 12 de marzo de 2023

Figura 7.63 Credenza y rack de comunicaciones de la sala. Diseño propio en software AutoCAD, el 13 de marzo de 2023

Figura 7.64 Propuesta de diseño de una sala de videoconferencias automatizada con todos sus elementos. Diseño propio en software AutoCAD, el 13 de marzo de 2023

Figura 7.65 Rack de comunicaciones dentro de Credenza de la sala. Diseño propio en software AutoCAD, el 14 de marzo de 2023