



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE INGENIERÍA



Modalidad de Titulación  
Reporte de Experiencia Profesional

### **Elementos Electromecánicos en la Industria Audiovisual**

*Presenta:*  
*Ricardo Carreón Sosa*

**Para obtener el título de  
Ingeniero Mecánico.**

Dirigida por:  
Dr. Adrián Espinosa Bautista

**Elementos Electromecánicos en la Industria Audiovisual**

**CONTENIDO**

- Objetivo.....3
- Introducción y descripción de la estructura del trabajo .....3

**CAPÍTULO 1:**

- Descripción de la empresa.....4
- Origen de la empresa, objetivos, misión y valores.....4

**CAPÍTULO 2:**

- Descripción del puesto de trabajo.....7
- Participación en la empresa.....7

**CAPÍTULO 3:**

- Resumen.....8
  - Iluminación
  - Audio
  - Video
- Experiencia Profesional
- Cop 16 Moon Palace.....9
- Cena Caribeña Hotel Hilton.....12
- The global policy forum Hotel Fairmont.....16
- MPI Hotel Le Blanc.....18
- Congreso Regional Gastos Médicos Mayores Cancún Center.....20
- Travel Mart Cancún Center .....21
- Volkswagen Aventura Spa Palace.....22
- Casas Geo Aventura Spa Palace.....23
- Fiesta Pirata Aventura Spa Palace.....25
- Pre-Paid Legal Services Beach Palace .....26
- Estrellas de Jade Cancún Center.....28

**Anexos Conceptos principales**

- Iluminación .....31
- Audio.....71
- Video.....105
- Rigging.....114

**CONCLUSION.....117**

**BIBLIOGRAFÍA.....118**

**MESOGRAFÍA.....118**

## **Objetivo**

Reportar los conocimientos adquiridos dentro de una empresa audiovisual con servicio al sector hotelero, integrándolo con el obtenido en la academia.

La información documentada en este reporte, mostrará, las principales inquietudes a las que se enfrenta la ingeniería mecánica en la industria de la iluminación, audio y video.

## **Introducción**

Este trabajo se divide en tres capítulos:

En el primer capítulo se da a conocer los orígenes, historia, valores y la manera como la empresa "Presentation Services Audiovisual" se ha colocado en un alto nivel de competencia en la industria audiovisual.

En el capítulo dos se ofrece una explicación en las actividades, responsabilidades y participación en el ámbito profesional donde se aplican los conocimientos adquiridos.

En el capítulo tres se describe a detalle mi participación en eventos audiovisuales con diferentes actividades en cada uno.

En los anexos se da un enfoque particular a cada área de operación de la empresa audio, iluminación, video y rigging. En iluminación se destacan magnitudes fotométricas y los principios de electricidad, utilizados, así como una descripción de los tipos de luminarias que existen en el mercado. Con ello se selecciona de manera más adecuada el tipo de lámparas que se ofrecen para cada evento.

Presento tablas con los niveles de iluminación de interiores recomendadas por el gobierno mexicano con el fin de facilitar la toma de decisiones, también describo el tipo de conductores eléctricos que se utilizan en este sector, mencionando las características de cada uno de ellos, con el fin de tener el criterio adecuado para obtener un aprovechamiento óptimo de la energía garantizando la seguridad en el equipo de trabajo y el público en general.

Además se mencionan los tipos de centros de carga, atenuadores (dimmer) y mesas de control llamadas consolas de iluminación que son utilizadas en la operación de los eventos. En conjunto se presenta un esquema claro que permite la interacción de cada elemento de iluminación que cumple una tarea específica en el escenario.

De igual manera explico de manera breve los principales aspectos en la teoría del sonido y del equipo utilizado en la operación rigging y video a fin de conocer los principios de funcionamiento de los instrumentos de trabajo para una mejor toma de decisiones en la elección de equipo audiovisual para cada evento.

## **Capítulo 1. Descripción de la empresa.**

En este capítulo se describe la situación actual de la empresa en base a su historia visión, misión y valores, se refiere al desarrollo de la operación de la empresa “Presentation Services Audiovisual S.A de C.V”, haciendo referencia a la importancia que existe por parte de la ingeniería en la manera como se logra transformar los métodos científicos y administrativos en un fin social.

### **1.1 Antecedentes, historia de la Empresa**

Presentation Services Resources llegó a México en marzo de 1994 bajo el nombre de Bauer Audiovisual. En 1997 Bauer fue adquirido por Caribiner Cominications, Inc. En 1997 y fue asignado a su rama de servicios audiovisuales TAVS (Total Audio Visual Services). TAVS era una unidad de negocios independiente. Es un líder internacional en producción de conferencias, eventos, programas de entretenimiento y un proveedor de servicios relacionado con la comunicación de negocios, avalado en su experiencia por los más altos estándares que los hoteles de las más altas categorías nos exigen para proveer de tecnología a sus clientes.

Actualmente nuestra empresa en México pertenece a la empresa Audio Visual Services Corporation (AVSC), con sede en Long Beach, California. Así mismo en México trabajamos bajo la marca de Presentation Services, incluyendo a las divisiones de AVHQ Show Services y AVHQ Operaciones. Presentation Services es la compañía audiovisual más grande en Estados Unidos, con más de 600 oficinas en EUA, Canadá, Europa y México.

El objetivo corporativo es seguir siendo la compañía de servicios de comunicación y negocios más importante del mundo, ya que contamos con una cobertura mundial y todos los servicios integrados en una sola entidad de negocios.

### **1.2 Misión de la empresa.**

Ofrecer los más altos estándares de calidad en servicios de comunicación audiovisual con enfoque al sector hotelero y centros de convenciones.

Adicionalmente, realizar producciones corporativas con la más alta tecnología, creatividad e innovación a través de:

- El personal más profesional y mejor capacitado de la industria.
- Creatividad y optimización de nuestros recursos tecnológicos.
- Los procesos más efectivos de venta y asesoría profesional.
- Servicio, atención personalizada y cuidado al detalle.

### **1.3 Visión de la empresa**

Alcanzar el liderazgo absoluto en el mercado de comunicación audiovisual en el sector hotelero y competir agresivamente en el mercado de producciones corporativas logrando:

- 100% satisfacción al cliente (interno y externo) mediante un despliegue de tecnología, creatividad y servicio inigualable.
- El éxito financiero tanto para la empresa como para sus accionistas, clientes y colaboradores permitiendo a estos últimos desarrollar sus potencialidades profesionales y humanas al máximo nivel.

### **1.4 Valores de la empresa.**

Servicio al cliente:

- Pasión por servir.
- Disciplina.
- Rebasar constantemente las expectativas del cliente.
- Trato amable y profesional al cliente.
- Sentido de anticipación a requerimientos del cliente.
- Planeación adecuada a eventos.
- Actitud de hacer lo que sea necesario por satisfacer al cliente.

Innovación.

- Creatividad.
- Ideas.
- Optimización recursos tecnológicos.

Excelencia.

- Mantener los estándares más altos de la industria.
- Superar expectativas.
- Calidad, haciendo todo bien a la primera vez.
- Productividad.
- Adoptar las mejores prácticas de nuestra casa matriz.

Integridad (confianza y respeto).

- Honestidad, apertura y transparencia.
- Hablar con la verdad.
- Darle valor a la palabra.

## Trabajo en equipo.

- Empatía y comunicación.
- Sentido de responsabilidad individual en el logro colectivo.
- Cumplir con los lineamientos y normas

## Orientación a resultados.

- Logro de objetivos y metas en forma consistente.

## Sentido de pertenencia.

- Ambiente de trabajo.
- Calidad de vida.
- Sentirse parte de la empresa.

## Desarrollo humano.

- Fuentes de reclutamiento de primer nivel.
- Auto desarrollo.
- Aprendizaje continuo (capacitación).
- Crecimiento profesional.
- Esquema competitivo de compensación y retención.

## Interés por la calidad.

- Extender los estándares de calidad en el servicio.

## Compromiso social.

Apoyar el desarrollo de la industria hotelera en nuestro país garantizando los estándares de calidad de nuestros servicios, lo que traerá como consecuencia conservar y aumentar el número de clientes satisfechos tanto para los hoteles como para PSAV, traduciendo en beneficios y satisfacciones de las personas familias y empresas involucradas.

Participar y apoyar las soluciones de las asociaciones a las que pertenece nuestra empresa. Respetar todas las garantías y los acuerdos establecidos con nuestros compañeros de trabajo. Cumplir con todas y cada una de las disposiciones de las leyes nacionales para la operación de nuestra empresa.

Estar en contra de la corrupción, los fraudes, y en general cualquier acto ilícito que demerite la imagen profesional de nuestra empresa, ya que es reflejo de nuestras propias familias y sus valores.

## **2. Capítulo 2. Descripción del puesto de trabajo.**

Especialista en Tecnología Audio Visual. Freelancer.

Es un empleo que se desarrolla de manera independiente, cuya actividad consiste en la intervención dentro de la producción de una escena determinada, desarrollando para esto técnicas de instalación de equipo audiovisual como luminarias, altavoces, pantallas y una gran versatilidad de combinación de estos elementos que cumplan con los requerimientos específicos que demande la operación, así como el manejo de tableros de control como mezcladora de audio , consolas de iluminación o video que manipulan el desempeño de cada área en el evento

El desmontaje también es parte de las labores de trabajo teniendo con ello un control en el inventario y por ultimo logística donde se lleva a cabo la planeación del evento y se verifica la disponibilidad de medios necesarios en las distintas operaciones de la empresa donde se almacena el equipo para realizar cada evento según solicite, así como recolección y devolución del equipo utilizado

## **3. Participación en la empresa**

Mi participación en los proyectos de la empresa consiste en desempeñar al máximo las habilidades que cubran las necesidades de cada evento audiovisual que se lleve a cabo.

En estas actividades requiero conocimientos en varias áreas por ejemplo para cubrir la iluminación de un evento, el montaje de estructuras que mantengan en una posición elevada las luces, pantallas, proyectores, altavoces o cualquier equipo que requiera determinada altura, Así como instalación de sistemas de sonido para conferencias conciertos, bodas, y una gran cantidad de distintos eventos que se desarrollen.

De esta forma el siguiente documento describe aspectos principales en el área de iluminación, audio, video y rigging así como la experiencia adquirida en algunas actividades desarrolladas en los múltiples eventos donde participo.

## **Resumen.**

### **Iluminación**

La iluminación ha venido desarrollando nuevas tecnologías para su aplicación, su función es destacar a un intérprete, en algunos casos, o bien revelar detalles de escena o escenografía, ofreciendo una combinación de colores y efectos que pueda lograr cualquier percepción buscada produciendo una atmósfera para cada situación. Se buscan los ángulos correctos, iluminación posterior, frontal, lateral, y equilibrio de colores o discreción en su caso.

Para lograr esto es necesario revisar a detalle la información necesaria para el óptimo funcionamiento del equipo que se requiera, teniendo una variedad distinta de opciones de montaje de las luminarias se busca la más adecuada que optimice resultados y garantice la seguridad.

### **Audio**

El sonido es una vibración mecánica de las partículas del aire, que en contacto con el tímpano, se transmite al oído. A través del oído interno y el nervio auditivo, el cerebro interpreta estas vibraciones.

La vibración de una partícula significa que esta se mueve en las proximidades de su posición original y pasada la vibración volverá a su posición original, en el aire los movimientos de las partículas son longitudinales, en la dirección de avance del sonido.

El sonido, puede definirse como aquello que el oído humano es capaz de percibir, de este modo se llamarían infrasonido a una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por debajo del espectro audible del oído humano aproximadamente 20 [Hz] y ultrasonidos a las que oscilan por encima de los 20 k [Hz] En el aire dichos valores extremos corresponden a longitudes de onda que van desde 17 metros hasta 1.7 centímetros respectivamente.

### **Video**

Es una tecnología utilizada para captar, grabar, procesar, almacenar, transmitir y reconstruir por medios electrónicos digitales o analógicos una secuencia de imágenes que representan escenas en movimiento.

## Experiencia Profesional

### Cop 16. Moon Palace

Con el honor de recibir a más de 100 países distintos en México como sede de la cumbre sobre el cambio climático (conference of parts) mi responsabilidad fue cubrir todas las necesidades audiovisuales con una producción a gran escala coordinada por la empresa audiovisual PRG quien nos contrato como proveedores integrándonos en un mismo equipo llamado CREA obteniendo con ello un mayor control y mejor calidad en el servicio.



Fig. 1 Logo COP 16

El salón universal planta alta ubicado en el área de convenciones del hotel sede Moon Palace, fue dividido en 3 secciones, la parte central fue destinada para la sesión plenaria a cargo de PRG mientras que las dos salas laterales estaban destinadas a reuniones por países.



Fig. 2 .Salón Universal. Moon Palace.

Mi responsabilidad fue el salón asignado al comité integrado por el continente Africano donde se realizaron reuniones en busca de acuerdos referentes al cambio climático.

En este sentido instalé un sistema de audio mediano con 4 bocinas “EON” auto amplificadas, una consola de audio de 24 canales, ecualizador marca “Ashley” que ayudo a controlar las retroalimentaciones que pudieran afectar ya que teníamos en sala un servicio de inserción de audio con 50 micrófonos presidenciales controlados por un sistema “branhlei” que permite tener 1, 3 o 5 micrófonos abiertos a la vez ya sea en presídium o preguntas y respuestas ubicadas en el auditorio



Fig. 3 Ecualizador grafico ASHLEY. Altavoces EON



Fig. 4 Sistema de Micrófonos .BRANHLEI

Además coloqué entradas de audio disponibles en presídium, pódium y mesa de control con el fin de contar con la facilidad en la transmisión de múltiples equipos de audio en el recinto.

Coloqué la señal de entrada de video en pódium presídium y centro de control donde contaba con un swicher “Folson” que permite enviar a pantalla de proyección frontal de 7.5 [ft] x 10 [ft] la señal de video del dispositivo que se requiera ya sea las computadoras, DVD o computadora de pódium.



*Fig. 5. Folsom. Distribuidor de video. Pantalla de Plasma. Proyector*

El proyector que utilicé tenía un flujo luminoso de 5000 [lm] que nos brindaba la claridad buscada en el evento.

Además previo a la entrada del proyector coloqué un distribuidor de señal de video VGA que abastecía 2 monitores de plasma frente al presídium que facilitaba a los ponentes la mejor perspectiva de la información que se proyectaba para la audiencia

En el área de iluminación necesité 2 tripies que contenían 3 luminarias elipsoidales de 26° cada uno que ellos resalté los detalles como el logotipo del cop16 y cubrí en general el área de presídium y pódium.

Estas luminarias las controlé por medio de una consola de iluminación que permitía regular la intensidad de corriente que enviaba el dimmer a través del protocolo dmx entre consola y dimmer



*Fig. 6. Luminarias elipsoidales. Auditorio a iluminar. Control de iluminación*

La energía necesaria para el abastecimiento del equipo audiovisual de este salón la suministré a través de un tablero de control del centro de carga del hotel. El mayor consumo fue debido a un proyector que consumía 10 [A] y la iluminación ya que utiliza lámparas “hpl” con 575[W] cuando tenemos el dimmer a su máxima entrega.



*Fig.7. Tablero de abastecimiento Energético*

De lo anterior fue suficiente la energía proporcionada por la conexión que realicé al centro de carga con interruptores termo magnéticos de 50[A].

En la planta baja del salón universal se realizaron divisiones para diferentes salas de reuniones asignadas a los distintos países que participaban, brindando soporte audiovisual que consistía en microfonía UHF por lo que se revisó a detalle las frecuencias que se utilizarían sin invadir el rango siguiente que produzca interferencias en la recepción de la señal, así como la ubicación y los niveles de salida de los altavoces evitando la perturbaciones indeseadas en cada sala.

Los salones del centro de convenciones “Galactic” fue acondicionado para más salas de reunión así como una sesión plenaria similar a la de los salones universal, con pantallas de 9 x12 [ft] que transmitía simultáneamente las sesión que se llevaban a cabo con los representantes más importantes de cada país.

Sin duda fue un evento de máxima seguridad y un alto nivel de estándares de talla internacional con presencia de muy importantes representantes del mundo y de la organización de las naciones unidas de esta forma se garantizó la seguridad en el evento con los cálculos adecuados de consumo de energía y carga en equilibrio de los cuerpos suspendidos con rigging, para las luminarias pantallas, altavoces, cámaras, cableado y proyectores de los múltiples salones.

## Cena Caribeña

### Hilton

Mi responsabilidad fue abastecer de tecnología audiovisual a una cena caribeña donde se acondiciono el salón de convenciones principal del hotel Hilton, con sistema de audio e iluminación profesional, suspendida en las alturas del salón.

En este tipo de actividades es necesario contar con las precauciones y medidas de seguridad previstas, se deben ensamblar cada truss a piso inspeccionando que todos los tornillos estuvieran apretados después se inspeccioné a nivel de trabajo; es decir a una distancia optima de manipulación del equipo, donde se verifica que los motores que servirán para elevar las truss, estén en ángulo recto con respecto a la horizontal, las cadenas estén derechas sin enredo y el resto de la cadena dentro de la bolsa de seguridad previamente revisadas de su buen estado ya que estas consideraciones disminuyen el riesgo de accidentes y garantizan el óptimo funcionamiento del equipo .



Fig.8. Truss



Fig. 9. Ubicación de los motores

Además todos los cables tienen que ir asegurados a la truss y los equipos colgados cuentan con “safeties” (cinturones de seguridad) que previene cualquier tipo de accidente, ya con las lámparas bien sujetas, se procede a elevar el puente a la altura calculada para obtener la iluminación y acústica planeada.



Fig. 10. Puente de Iluminación

La energía que necesité fue provista por el hotel a partir de un centro de carga con dos pastillas de 125[A] y 150 [A] de intensidad en el tablero, teniendo con esto solvencia para el equipo utilizado. De este modo se proporciono energía al control de motores que utilizaría para manipular su movimiento vertical según se requiera.



Fig. 11. Control de Motores



Fig. 12. Suministro eléctrico para el centro de carga de los motores

A continuación un ejemplo de un cálculo en un centro de carga con 24 canales de alimentación donde los primeros 5 canales se utilizan para lámparas robóticas de 575 [W] y los siguientes 8 para luces convencionales de 220 [W].

|     | Fa | Fb | Fc |           | CABEZAS ROBOTICAS   |             | LAMPARAS CONVENCIONALES |             | Potencia Total [W] |
|-----|----|----|----|-----------|---------------------|-------------|-------------------------|-------------|--------------------|
|     |    |    |    |           | 575 [w] 110-220 [v] | 110-220 [v] | 220 [w]                 | 110-220 [v] |                    |
| C1  | X  |    |    | 1 X 30[A] | 4                   |             |                         |             | 2300               |
| C2  |    | X  |    | 1 X 30[A] | 4                   |             |                         |             | 2300               |
| C3  |    |    | X  | 1 X 30[A] | 4                   |             |                         |             | 2300               |
| C4  | X  |    |    | 1 X 30[A] | 4                   |             |                         |             | 2300               |
| C5  |    | X  |    | 1 X 30[A] | 4                   |             |                         |             | 2300               |
| C6  |    |    | X  | 1 X 20[A] |                     |             | 6                       |             | 1320               |
| C7  | X  |    |    | 1 X 20[A] |                     |             | 4                       |             | 880                |
| C8  |    | X  |    | 1 X 20[A] |                     |             | 4                       |             | 880                |
| C9  |    |    | X  | 1 X 20[A] |                     |             | 4                       |             | 880                |
| C10 | X  |    |    | 1 X 20[A] |                     |             | 4                       |             | 880                |
| C11 |    | X  |    | 1 X 20[A] |                     |             | 4                       |             | 880                |
| C12 |    |    | X  | 1 X 20[A] |                     |             | 4                       |             | 880                |
| C13 |    |    | X  | 1 X 20[A] |                     |             | 4                       |             | 880                |
|     |    |    |    |           |                     |             |                         |             | <b>18980</b>       |

Canal 14 al 24 --- Reservas

| C A R G A T O T A L P O R<br>F A S E |       |      |          |
|--------------------------------------|-------|------|----------|
| FASE                                 | A [W] | B[W] | C[W]     |
|                                      | 6360  | 6360 | 6260     |
| DESBALANCEO ENTRE FASE               |       |      |          |
|                                      |       | %    | 1.572327 |

**CALCULO =**

$$\frac{FASE\ MAYOR - FASE\ MENOR}{FASE\ MAYOR} \times 100$$

Utilizamos 2 puentes de truss para un Arreglo Vertical “line array”, debido a que en el plano vertical, la “profundidad de tiro” de cada piso es diferente que en el piso de arriba , entonces la onda sonora tiene que recorrer mayor distancia que el piso de abajo, el resultado es mayor presión sonora (NPS) en áreas cercanas y menor presión sonora en áreas lejanas útiles en aplicaciones donde el sonido debe ser proyectado a grandes distancias



Fig. 13. Puente de audio

Para evitar un campo sonoro caótico se busca una sola onda progresiva, una fuente sonora puntual, en la que se controla la apertura, con el fin de concentrar la energía sobre la zona que nos interesa su objetivo es encontrar las condiciones físicas para que un sistema con varios altavoces sea el equivalente a una sola fuente sonora, de grandes dimensiones, capaz de reproducir una onda continua y manejable.

Para poder reducir la diferencia de nivel entre áreas lejanas y cercanas se recomienda atenuar ligeramente los pisos inferiores (por ejemplo de 1 a 3 [dB] aprox. por cada piso hacia abajo). De esta manera la presión sonora en áreas lejanas puede llegar a ser similar a la presión sonora en áreas cercanas.



Fig. 14 Consola Mezcladora de Audio

Para la iluminación utilicé luminarias robóticas “MAC 575 Kriptón” ya que combina un eficiente sistema óptico con alto nivel de brillantez de salida con gobos y extensos opciones de colores



*Fig. 15 MAC 575 kriptón*

### **Controlador DMX de iluminación Hog 500**

Estas luminarias las controlé por medio de una consola de iluminación llamada Hog 500 que ofrece un control intuitivo de luces convencionales y luces móviles.

- 24 canales de control parcheado a 1024 canales DMX
- Listas de Cue, efectos y ajustes preestablecidos
- Split Fade Times sobre cualquier parámetro
- Pantallas de visualización
- Todos los espectáculos se pueden almacenar



*Fig. 16 Consola de iluminación Hog 500*

Este evento se llevo a cabo en el complejo turístico conocido como Mayacoba en el hotel 5 diamante llamado Fairmont.



*Fig. 17 The Global policy forum*

En este magno evento el equipo de trabajo fue dividido en varios bloques, mi área de responsabilidad fue el sistema de transmisión de datos de audio y video, donde utilicé los puertos de la infraestructura del hotel para enlazar a los múltiples salones.

De esta forma obtuvé una señal de circuito cerrado de las cámaras del salón principal Riviera 1, 2 y 3 que envié a través de la mesa de control a un distribuidor de video que a su vez repartía esta señal al centro de televisión de las habitaciones del hotel y a los salones del lado opuesto del salón principal donde tendríamos acondicionado para reuniones con transmisión en directo, el audio también fue enviado por la mesa de control del salón principal y distribuida por un puerto XLR de la infraestructura del hotel a la cabina de sistemas donde contaba con una consola de audio “Spirit M12” con 12 canales.



*Fig.18 Consola de Audio Spirit M12*

A su vez envié la señal de audio a 3 salones conocidos como; Copal Ceiba y Amate, con un monitoreo de audio en cabina, por ultimo la seña del distribuidor RGBHV la envié por otro puerto del hotel que previamente fue revisado a la sala de control y distribución de señales donde nuevamente entraba a un distribuidor RGBHV.



*Fig.19 Distribuidor RGBHV*

Este distribuidor enviaba la señal a un monitor de referencia y a una estación de video "Anycast" que por medio de "streaming" en línea por medio de IP enviaba a 7 computadoras por medio de internet y a su vez eran transmitidos en plasma del foyer distribuidos a las entradas de los salones, teniendo en pantalla la agenda del evento en un recuadro y el circuito cerrado en otro.



Fig.20. Estación de Video Anycast

Además coloqué un sistema de respaldo en caso de que la señal enviada por internet fuese interrumpida, en este caso conecté en directo por medio de cableado UTP y conectores RJ45 la señal que venía de la mesa de control que por el distribuidor RGBHV nos enviaban al control de sistemas que con el otro distribuidor RGBHV enviaba al anycast y salía además a un distribuidor VGA con 4 salidas las cuales 3 eran destinadas para 3 computadoras y la otra a otro distribuidor VGA de la misma forma enviaba señal de video a otros 3 plasmas y así a otro distribuidor VGA que a su vez enviaba a otro plasma teniendo en total 7 salidas de video y 2 puertos libres con señal del circuito principal.

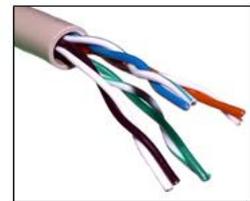


Fig.21. Cable de par trenzado UTP

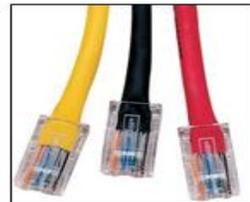


Fig.22. Conectores RJ45

Esta señal en VGA era transformada por ciertos dispositivos conocidos como baluns (balanced-unbalanced lines transformer) que transforman el conector VGA en RJ45 donde podemos enviar la señal de video y además la señal de audio por este cable trenzado UTP que tiene 8 hilos disponibles en su trayectoria, estos eran conectados a la infraestructura del hotel y fueron ubicados los puertos mas cercanos a los plasmas y de esta forma se habilitaron para tener en ese lugar un receptor Balun que nuevamente transforma la señal de RJ45 a VGA que entraba a los plasmas.



Fig.23. Balun

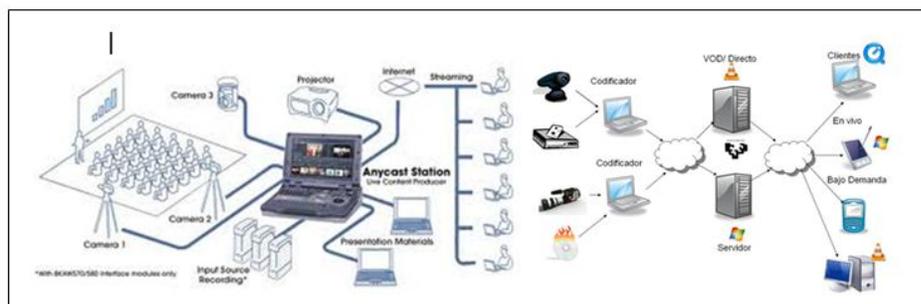


Fig.24. Diagrama de conexiones con estación anycast

## **M P I**

### **Le Blanc**

En busca de la mejor experiencia, satisfacción del auditorio, y un buen espectáculo, mi tarea fue llevar a cabo un montaje de iluminación que consistía en 14 “par leds” y 18 mini leds “showco” colocados en lugares estratégicos que destacaban los detalles y algunos otros que resaltaban los puntos clave que el cliente requiera.

Además coloqué un gobo en una luminaria elipsoidal de 26° que sobre el muro reflejaba el logotipo del hotel dejando una buena impresión en todos los asistentes que disfrutarían del coctel de bienvenida que se les tenía preparado en un ambiente disfrazado con decoraciones , acompañado con un poco de música de fondo emitida por un sistema de audio mediano que consistía en 4 bocinas auto amplificadas 2 en exterior y 2 en interior controladas por una consola de audio de 12 canales “Macky” , 2 micrófonos inalámbricos “shure” y reproductor CD, así como múltiples entradas para posibles reproductores portátiles teniendo los factores adecuados para la ocasión.

Después del coctel continuaba la reunión en una cena en el interior del salón de convenciones del hotel donde los esperaba un show de música en vivo con 3 músicos de jazz que nos enviaban una señal y a través de la consola de audio que utilicé de 12 canales “Macky” era enviado y amplificado por el sistema ”Bosse” ubicado en los costados del escenario donde contábamos con una mesas de control.

Utilicé tres micrófonos inalámbricos y un canal para música de fondo enviada por una PC, además de 2 canales de entrada de audio para los videos de una PC y una “Mac” que se verían proyectados en una pantalla “dalite” de 9 [ft] x12 [ft] con un proyector “NEC” de 3000 [lm] que coloqué suspendido en el techo del salón en el riel que desliza las paredes móviles que dividen los salones con una base tipo tijera que con un tornillo que presionaba la base al riel garantizando su estabilidad durante el evento , con la distancia adecuada previamente calculada se cubre por completo la superficie de la pantalla.



*Fig. 25 Iluminación Ambiental*



*Fig. 26 Gobo en luminaria elipsoidal*



*Fig. 27. Mesa de control*

La corriente eléctrica que alimenta al proyector acompañada de la señal de video que envié a través de cable VGA las asegure a través del riel y bajan por atrás de la pantalla cuidando la máxima discreción y limpieza de la escena, la señal de video del proyector es recibida de un amplificador de señal que tiene una entrada que viene de un swicher “Folson” que cuenta con múltiples entradas (VGA, RGBHV, SDI, etc.) que envían a pantalla la información de las computadoras que tenemos instaladas en la mesa de control en el momento adecuado con la posibilidad de grabar un logo y variar parámetros como posición, tiempo de transición etc. Además contamos con una opción de patrones de prueba que nos ayudan a cuadrar y cubrir la superficie a proyectar.



*Fig. 28 Escenario Final*

En esta zona iluminé todo el perímetro del salón con los Leds en posición “Up light” en color CYAN además coloqué bajo 8 mesas con centro de acrílico leds que permitían el flujo de luz a través del polímero.

Con los óptimos resultado alcanzado el desmontaje del equipo audio visual se llevo a cabo con los cuidados y equipo adecuados, los proyectores se montaron y desmontaron con ayuda de una escalera electromecánica



*Fig. 29 Escalera Electromecánica*

El consumo energético fue mínimo ya que los leds funcionan con 150 [W] de potencia a un voltaje promedio de 117 [V] obteniendo .0.78 [A] por cada led en total 46.15 [A] por 32 leds conectadas en diferentes interruptores termo magnéticos con capacidades de 30 [A] 50 [A] y 100[A] que recibían del centro de carga la energía necesaria para el buen desempeño del evento, cubriendo el abastecimiento de energía que utilizamos en video audio e iluminación.

Por último el equipo utilizado es dividido para ser enviado por el departamento de logística a las distintas operaciones con que cuenta la empresa.

## II Congreso Regional Cancún Gastos Médicos Mayores Cancún Center



En este evento mi función fue coordinar la logística y el diseño que se utilizaría en la conferencia, apoyándome en las necesidades del cliente. Este congreso se llevo a cabo en el centro de convenciones de Cancún donde fue requerido un sistema de audio básico con 2 bocinas auto amplificado EON JBL.



Fig. 30 Bocinas EON JBL

Fueron necesarios 3 micrófonos inalámbricos shure uno lo utilice para el expositor, uno fue para preguntas y respuestas y el ultimo como reserva. Un reproductor DVD para poder transmitir videos relacionados al congreso y una mezcladora mackie de 14 canales que permitía controlar las salidas de audio según se desarrollara el congreso. En el escenario contaba con conexión 1/8 ["] plug para entrada de audio en pódium y en la mesa de control.



Fig. 31 Micrófonos inalámbricos Shure

Utilicé 2 pantallas de 6 x 8 [ft] con lienzo de proyección trasera con 2 proyectores “NEC” de 2000 [lm] y un distribuidor de señal de video que proporcionaba la señal enviada de la PC de pódium a ambos proyectores



Fig. 32 Pantalla de 6[ft] x 8 [ft]

El evento conto con la participación del *Dr. Luis Pazos de la Torre*, e importantes actuarios economistas y médicos quienes aportaron iniciativas y acuerdos estratégicos en el tema.

## Cancún Travel Mart Cancún Center

En esta exposición se reúnen la comunidad hotelera de Cancún y la Riviera maya con sede en el centro de convenciones de Cancún.

Dentro de las necesidades del cliente se encontraba una sala de bienvenida donde se llevo a cabo la inauguración del evento

Para llevar a cabo la apertura del evento fui asignado a realizar una instalación de 2 pantallas montadas sobre 2 estructuras truss fijas en 2 bases de acero que garantizaban su estabilidad y con ello la seguridad del auditorio.

En cada pantalla utilicé un proyector marca “NEC” conectados en serie que recibían señal de un swicher “Folson” que distribuía la entrada de video en este caso provenía de un reproductor DVD una presentación en PC y un logo de la compañía organizadora.

Para cubrir las necesidades de audición instale un sistema de sonido con 2 bocinas auto amplificadas por lado que recibían señal de una mezcladora de audio “Yamaha” de 16 canales donde se distribuían las entradas de 4 micrófonos “shure” inalámbricos , la entrada de audio del reproductor DVD y una entrada para música ambiental que se reproducía en determinados momentos, por ultimo entregue una salida por la opción de auxiliar a una cabina de traducción simultanea que permitía a la audiencia internacional entender lo que se llevaba a cabo en la presentación .

En la parte de iluminación coloque 6 “sour four par” leds en tono cyan y 6 en verde que reflejados en la parte posterior del estrado dando un ambiente fresco y elegante en el escenario, además de colocar una luminaria elipsoidal de 19° con un corrector que proporcionaba iluminación a todo el presídium .

Se requería además 2 salones donde se desarrollarían varias presentaciones por lo que coloque sus respectivos proyectores con pantallas de tripie y un sistema de audio de 1 bocina cada uno con caja directa que permite reproducir audio de laptop en tiradas largas sin pérdidas de fidelidad y calidad acústica.



Fig. 33 Pantalla con Base y Truss



Fig. 34 Proyector NEC NP4100



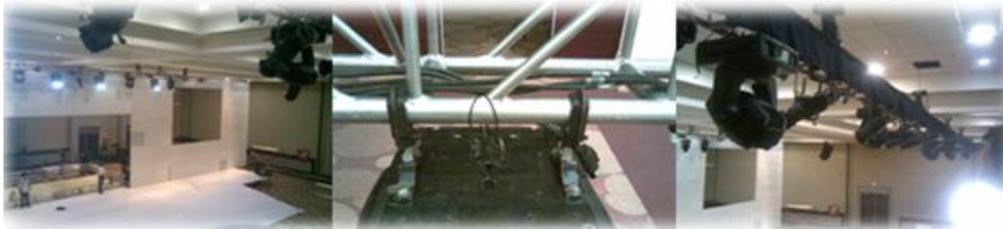
Fig. 35 Cabina de transmisión simultanea



Fig. 36 Iluminación de escenario

## Volkswagen Aventura Spa Palace

Un evento de gran importancia se llevo a cabo en el Hotel Aventura Spa Palace, el cual consistía en la presentación de tres nuevas unidades automotrices de la marca, por lo que fue necesario tener todo listo en tecnología audiovisual dos días antes para comenzar las pruebas y ensayos para develar los automóviles.



*Fig. 37. Vista desde la escalera mecánica*

Para iluminar el escenario instale seis luminarias robóticas con señal dmx y su dirección correspondiente para tener control en cada grupo de luces sobre cada uno de los dos puentes elevados para iluminar desde atrás y desde el frente todo el escenario.



*Fig.38 Escenario y Pantalla Central Móvil*

En el escenario contaba con 2 pantallas laterales de 9 [ft] x 12 [ft] y una pantalla central que monte con apoyo del equipo de trabajo en una estructura de truss móvil, la cual estaba soportada por 2 motores de 1/4 [ton] cada uno, distribuidos cada tercera parte de la longitud del marco permitiendo manipular la pantalla en desplazamientos verticales.



*Fig.39 Pantallas Laterales vista desde el hause*

Además al centro del salón tenía dos pantallas laterales adicionales de 9 [ft] x 12 [ft] conectada a la misma señal de las pantallas laterales del escenario donde proyectaba la presentación de cada uno de los participantes, la pantalla central tenía una señal independiente con proyección trasera donde transmitían videos y animaciones que nuestro cliente nos proporcionaba en un itinerario definido.

## Casas Geo Aventura Spa Palace

Uno de los eventos con mayor inversión en su producción. Para la iluminación del salón fue requerido un “Box” al centro del salón donde monte con el equipo de iluminación 20 luminarias móviles robóticas en los laterales y al frente se realizó un “wash” completo al escenario con 20 luminarias elipsoidales que destacaban al máximo a los presentadores del congreso.



Fig.40 Iluminación del escenario GEO

Con las luminarias móviles emitía una haz de luz que al pasar frente al carrusel rotatorio del gobo de la cabeza móvil, reflejaba en el cortinaje imágenes referentes al congreso.



Fig.41 Gobos

En las esquinas del salón fueron suspendidas en las alturas cuatro esferas que contenían globos y confeti que era liberado en un instante determinado en el evento, estas esferas fueron posicionadas con una polea llamadas comúnmente “garruchas”.

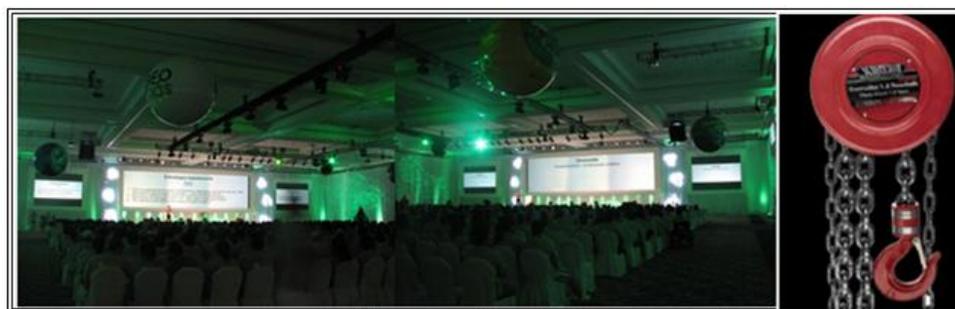


Fig.42 Escenografía esférica suspendida en las alturas con garruchas

La tecnología que utilice para video fueron dos pantallas laterales de 9[ft] x 12[ft] montadas en escenografía, con proyección frontal, para esto fue necesario dos proyectores superpuestos configurados de tal forma que emitían la misma imagen en el mismo ángulo para una mejor claridad y un respaldo en caso de algún inconveniente con alguno de ellos, por eso siempre es recomendable tener esta precaución ya que en eventos puede ocurrir que se funde el filamento de la lámpara de algún proyector y no es alternativa intercambiarla durante el evento.



*Fig.43 Pantallas y Proyectores*

El evento principal fue conducido por “Adal Ramones” donde fue un reto lograr la sincronía de los efectos tanto visuales como auditivos, pero esto es posible gracias a la intercomunicación que existe entre los operadores de los controles de audio, video e iluminación.



*Fig.44. Adal Ramones*



*Fig.45. Intercomunicador “Clearcom”*

La clausura del evento fue una fiesta donde la música, la iluminación, y el video, expusieron en todo su esplendor la ingeniería desarrollada en el diseño del ambiente seguro, y agradable.



*Fig.46 . Clausura GEO*

## Fiesta Pirata

### Aventura Spa Palace.

En esta ocasión el evento sería fuera de hotel en el área de playa y albercas, para ello requerí una logística más detallada y revisé las precauciones necesarias para evitar el deterioro del equipo a causa de fenómenos hidrometeorológicos.



Fig. 47. Zona a decorar



Fig. 48. Planta Eléctrica Diesel

El primer paso en los montajes fuera del hotel, siempre ha sido la obtención de energía eléctrica, para cada evento se toman decisiones particulares es decir; si el evento no requiere un consumo energético considerable, la energía la obtengo a partir de los tableros de distribución de carga mediante una pastilla o interruptor electromagnético de diferente capacidad de intensidad de corriente 30[A], 50[A], o 100[A] para casos donde se alto el consumo se requiere la instalación de un generador eléctrico. En este caso fue necesario una planta eléctrica que funciona con un motor a diésel a 1,800 [rpm] de 4 cilindros, con una potencia continua 12 [kW] / 15 [KVA] a una frecuencia 60 [Hz] y un voltaje a 110[V] y 220 [V].

Conforme la noche comenzaba a caer, la iluminación tomo un papel clave para destacar el concepto de la fiesta pirata, el cual consistía en un barco decorativo con accesorios de utilería que destaque con cuatro árboles de iluminación, cada uno con seis sour four par 64, arrojando un consumo energético cercano a los 30 [A] para cada tripie, esto a su máxima potencia, obteniendo cerca de 120 [A] para la iluminación general.



Fig. 49. Iluminacion Fiesta Pirata

Los detalles a resaltar eran el barco, el bar, los accesos a la playa y en general todos los aspectos particulares fueron cubiertos por 24 “Sour four par” a piso que distribuí en la extensión de la fiesta. Para lograr conectar estas luminarias a la planta que abastecía de energía eléctrica es necesario conectar al centro de carga un dimmer que permite distribuir la energía a distintas salidas, a voluntad de un operador que controla mediante protocolo DMX a través de una consola de iluminación la intensidad de corriente que fluiría en cada lámpara para obtener la atenuación o lucidez requerida



Fig. 50. Barco Pirata

## Pre-Paid Legal Services

### Beach Palace.

En este evento la actividad a realizar consistía en preparar un salón con una pantalla de 7.5 [ft] x 10.5 [ft] suspendida en la parte superior del salón, para una mejor perspectiva del auditorio, además el proyector también tenía que estar elevado y a la distancia adecuada para cubrir por completo el área a proyectar.



Fig.51. Pantalla y Proyector Elevados

Para esta tarea coloqué el proyector sobre una “truss” de 3 [m] la cual fue elevada con garruchas de 250 [kg] que estaban sujetas a la estructura del hotel con un arreglo de rigging que consistía en un “spanset” de cada extremos de la “truss” con un amarre que impide que tenga movimiento en la longitud de la “truss” , posteriormente coloqué un “shackle” en los extremos del “spanset” que se une con el gancho de la “garrucha” asegurando la “truss” para su posterior elevación, esta tarea se realizo en cada extremo de la “truss” y se elevo hasta una altura comfortable para trabajar en el colgado del proyector.



Fig.52 Rigging shackle

El proyector lo aseguré con una base de metal que cuenta con un método de sujeción a partir de 3 tornillos que unen al proyector con la base, adicionalmente coloqué un “safety” que es un cinturón de metal que garantiza la seguridad del público ante la caída del proyector. Los cables de corriente y señal de video del proyector se introducen dentro de la estructura de metal y se dirige sobre la “truss” asegurándola con cinta aislante hasta llegar a la estructura del hotel sobre los plafones hasta hacer llegar el cableado a la mesa de control que enviara la señal de video a proyectar.



Fig. 53 Rigging Proyector

La pantalla la elevé con ayuda de una escalera eléctrica “Genie” que amarrada a esta nos elevamos para posteriormente asegurarla en los rieles de las mamparas móviles del hotel, teniendo el cuidado adecuado para garantizar su estabilidad y fácil desmontaje.



Fig. 54. Escalera eléctrica

En el área de audio instalé dos micrófonos inalámbricos para amplificar las voces de pódium y preguntas y respuestas que eran transmitidas por un arreglo de cuatro altavoces distribuidos en la parte frontal del salón.

En iluminación coloque dos truss con cuatro sour four par en cada truss, que emitían colores suaves y relacionados al tema del congreso



Fig. 55. Truss y Sour four par

La tecnología que utilicé en la mesa de control consistía en una computadora, reproductor de CD, un reproductor DVD, dos micrófonos con sus dos receptores, un swicher de video que nos permitía seleccionar la imagen a proyectar, ya sea el video del DVD o la presentación a través de la computadora, y consola de iluminación análoga que nos permitía variar los niveles de intensidad para la iluminación ambiental por medio del protocolo DMX conectado a un dimer que distribuía la energía a las 8 luminarias del recinto teniendo un consumo máximo en iluminación a su máxima potencia alrededor de 50[A].



Fig. 56 Mesa De control

La corriente eléctrica fue tomada del tablero de carga del hotel y dirigida al dimer para iluminación, por otro canal audio y otro a video.

## Estrellas de Jade Cancún Center

Estrellas de jade 2011, un evento realizado en el centro de convenciones de Cancún siendo anfitrión y organizador para sus principales clientes y proveedores, donde se busca fortalecer los nexos comerciales entre compañías.



Fig.57. Estrellas de Jade logo

Nuestra meta es máxima eficiencia y excelencia en los montajes y desarrollo adecuado de cada evento. El primer evento fue un desayuno adecuado con un servicio de microfonía y audio, donde utilicé una consola mezcladora de audio "Allen & Heath GL2800" de 40 canales, 10 envíos auxiliares, 8 sub grupos que nos permitía tener un control adecuado en los micrófonos y entradas de audio necesarias en el evento



Fig. 58 Consola de Audio

Posterior al desayuno se desarrollo una actividad de entretenimiento llamado "Jeopardy" que consiste en un menú interactivo de preguntas y respuestas las cuales son registradas por un dispositivo receptor de señales enviadas por controles manuales que cada usuario manipula, arrojando al final un conteo de preguntas acertadas y equivocadas.

La proyección de preguntas y respuestas y del tablero de juego fue posible a través de un swicher de video "Folson" que utilicé para enviar al proyector las 2 entradas de distintas laptops con las que contábamos una con el tablero y otra con las respuestas correctas del concurso.



Fig, 59 Video Interactivo

Para el evento principal prepare la recepción con un coctel de bienvenida, donde la decoración con cortinaje e iluminación ofreció un ambiente estelar con luces de led integrados en las cortinas y música ambiental con 2 bosinas autoamplificadas, un reproductor de música mp3, 1 microfono inalámbrico y consola de 12 canales para su control.



Fig.60 .Decoración espacial

En el salon principal el cliente nos solicito una decoración al rededor de salon con cortinaje blanco que fue enriquecido con luminarias leds y roboticas en “up lighth” en todo su contorno, ofreciendo a traves de señal dmx la posibilidad de variar los colores y crear diferentes ambientes. En cada esquina del salon coloqué 2 cañones seguidores de 220[V] con un potencia de consumo 1500 [W] que permite por medio de un iris, regular el diametro del haz a emitir, ofreciendo la posibilidad de enfocar y destacar los aspéctos relevantes del evento ademas este tipo de cañones cuenta con micas correctoras que permiten regular la temperatura de color de 3200[K] a 6000[K].



Fig.61 Seguidores y Cabeza móvil

Para la proyección de imágenes coloqué al centro 2 proyectores superpuestos de 10,000 [lm] sostenidos sobre 2 truss atornilladas que a su vez estaban aseguradas con 2 motores de 0.5 [ton] cada uno a la orilla de cada truss, que estaban soportados por 2 puntos predefinidos en el salon, que cuentan con seguridad para el soporte de cargas, este arreglo proyectaba al centro sobre el cortinaje un logotipo móvil del evento. A los lados del escenario coloqué dos pantallas de 7.5[ft]x 10.5 [ft] las cuales recibían cada una la proyección desde una truss donde fue soportado un proyector de 5000 [lm] cada uno.



Fig.62 Posición de los Proyectores

En las pantallas laterales se proyectaba un sistema de circuito cerrado de 2 cámaras distintas una al centro del salón y una en perspectiva lateral que mostraba distintos ángulos del expositor. La comunicación entre la mesa de control y los camarógrafos se realizaba a partir de equipos transmisores “clearcom” que permiten tener tomas adecuadas que director de cámaras elige para enviar por medio de swicher la señal de salida de las múltiples entradas disponibles.



Fig.63 Circuito Cerrado

En iluminación fue necesario un puente con 2 Truss soportado en el centro de cada una de ellas con un motor de 1/2 [ton], en el puente aseguramos cuatro luminarias robóticas, cuatro “sour four par elipsoidales” de 19 [°] y doce “Sour four par” que fueron necesarios para un “wash” general en todo el escenario.

Las luminarias móviles fueron programadas a través de una consola “Hog 500” y emitían figuras con gobos que proyectaban aspectos festivos en todo el salón.



Fig.64 Gobos e iluminación decorativa



Fig.65 Puente de Iluminación

Contaba con un video pódium que transmitía el logo del centro de convenciones enviado desde una computadora que se encontraba en la mesa de control



Fig.66 Video pódium



Fig.67 Mesa de Control



Fig.68 Decoracion Final

## Anexo

### “Conceptos principales de iluminación”

#### *Radiometría*

La radiometría es la ciencia que se ocupa del estudio de la radiación electromagnética abarca todas las longitudes de onda del espectro electromagnético cuyas longitudes de onda están entre 0.01 y 1000 micrómetros.



Fig 1 Iluminación de escenografía

#### *Fotometría*

La Fotometría es una rama de la óptica, que se encarga del estudio de las fuentes luminosas o también llamados focos, esta ciencia determina la capacidad que tiene la radiación electromagnética de estimular el ojo humano, la parte visible del espectro, que comprende longitudes de onda desde los 380 [nm] hasta los 780 [nm] aproximadamente.

La luz de cada una de estas longitudes de onda es percibida por el ojo humano como un color diferente

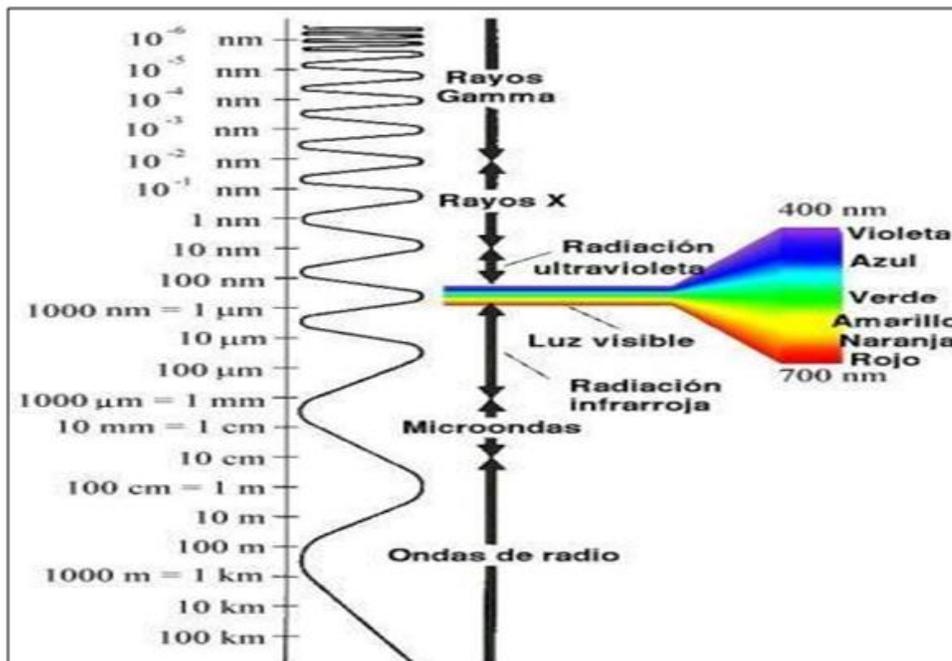


Fig. 2 Espectro electromagnético.

## Principales magnitudes fotométricas

La siguiente tabla recoge las principales magnitudes fotométricas, su unidad de medida y la magnitud radiométrica asociada:

| Magnitud fotométrica               | Símbolo      | Unidad   | Descripción  | Magnitud radiométrica y unidad asociada        |
|------------------------------------|--------------|--|--|--|
| Cantidad de luz o energía luminosa | $Q_v$        | lumen segundo<br>[lm·s]                              | Energía transportada por las radiaciones electromagnéticas en todas direcciones.                               | Energía radiante<br>Joule [J]                  |
| Flujo luminoso o potencia luminosa | $F$          | lumen (cd·sr)<br>[lm]                                | Energía radiante por unidad de tiempo.   | Flujo radiante o potencia radiante<br>Watt [W] |
| Intensidad luminosa                | $I_v$        | candela<br>[cd]                                      | Flujo emitido desde un punto en una dirección considerado por unidades de ángulo sólido                        | Intensidad radiante<br>[W/sr]                  |
| Luminancia                         | $L_v$        | candela /metro <sup>2</sup><br>[cd /m <sup>2</sup> ] | Intensidad emitida por una fuente amplia por unidad de área normal a la dirección por unidad de ángulo sólido. | Radiancia<br>[W/sr· m <sup>2</sup> ]           |
| Iluminancia                        | $E_v$        | lux<br>[lx ]= [ lm/m <sup>2</sup> ]                  | El flujo que incide sobre una unidad de área desde todas las direcciones.                                      | Irradiancia<br>[W/m <sup>2</sup> ]             |
| Emitancia luminosa                 | $M_v$        | Lux<br>[lx ]= [ lm/m <sup>2</sup> ]                  | Flujo emitido por unidad de área en todas direcciones.   | Emitancia radiante<br>[W/m <sup>2</sup> ]      |
| Eficacia luminosa                  | $V(\lambda)$ | lumen por watt<br>[lm/W]                             | Es la razón entre flujo luminoso y flujo radiante  | Eficacia radiante                              |

## **Energía radiante**

Es la energía que es transportada por las ondas electromagnéticas, se caracteriza por su capacidad de propagación en el vacío, dentro de sus parámetros existe; la longitud de onda, la cual es la distancia entre dos puntos del medio que se encuentran en el mismo estado de vibración, por ejemplo la distancia de cresta a cresta o de valle a valle, la amplitud, es un parámetro que describe la máxima separación de la onda y la frecuencia, que representa el número de oscilaciones que se dan por unidad de tiempo.

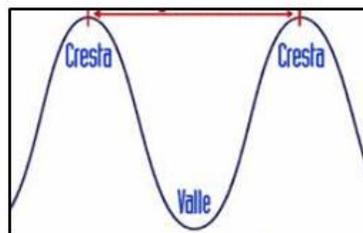


Fig. 2 bis. Longitud de onda

Mientras más energía posea la onda electromagnética la longitud de onda será menor:

### ***Rayos gamma:***

Esta radiación electromagnética se produce con la descomposición de átomos de materiales radioactivos ya sean naturales o artificiales su longitud de onda se encuentra alrededor de 0.01 [nm]

### ***Rayos X***

Este tipo de energía electromagnética es utilizada comúnmente para obtener imágenes internas de tejidos, huesos u órganos de cualquier ser vivo. En 1895, “Wilhelm Conrado Röntgen”, fue el primero en llamar rayos x a la radiación emitida, por ser de tipo desconocida. Por ello, este científico fue galardonado con el primer premio nobel de Física. Su longitud de onda oscila entre 10[nm] y 0.1 [nm]

### ***Rayos ultravioleta***

La radiación ultravioleta es emitida por el sol su longitud de onda está comprendida aproximadamente entre los 400 [nm] y los 15 [nm] Una de las aplicaciones de los rayos ultravioleta es como forma de esterilización, junto con los rayos infrarrojos

La radiación ultravioleta, al iluminar ciertos materiales, se hace visible debido al fenómeno denominado fluorescencia.

Las lámparas fluorescentes Producen radiación UV a través de la ionización de gas de mercurio a baja presión. Un recubrimiento fosforescente en el interior de los tubos absorbe la radiación UV y la convierte en luz visible.

### ***Luz visible***

Newton observó que cuando un estrecho haz de luz solar incide sobre un prisma de vidrio triangular con un ángulo, una parte se refleja y otra pasa a través de él, mostrando diferentes bandas de colores, la luz visible oscila entre 400 a 700 [nm] aunque algunas personas pueden ser capaces de percibir longitudes de onda desde 380 a 780[nm]

### ***Radiación infrarroja***

La radiación infrarroja es una radiación electromagnética cuya longitud de onda comprende desde los 760-780 [nm], limitando con el color rojo en la zona visible del espectro, hasta los 10.000 o 15.000 [nm].

Su descubrimiento se debe a "W Herschel", quien en 1800 detectó en el espectro de la radiación solar un aumento importante de temperatura en la zona situada más allá del rojo, de la que no provenía ninguna luz visible.

### ***Radiación de microondas***

Son las ondas electromagnéticas que cuentan con una longitud de onda en el rango de 1 [m] a 1 [mm]. Esta radiación se emplea en radares, en radiodifusión, telefonía móvil bluetooth, horno de microondas etc.

### ***Ondas de radio***

El primer sistema práctico de comunicación mediante ondas de radio fue el diseñado por "Guillermo Marconi", en el año 1901, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético

### **Energía luminosa**

Es la energía electromagnética capaz de ser percibida por el ojo humano Es conocida como cantidad de luz

### **Flujo radiante**

Una onda electromagnética transporta energía de un punto a otro. La cantidad de energía que pasa por segundo a través de una superficie cerrada se denomina flujo radiante

La densidad de flujo de energía radiante o Densidad de flujo radiante es la cantidad de energía que transportan las ondas luminosas por unidad de superficie en unidad de tiempo. Si hacemos:

J → Densidad de flujo radiante.

U → Energía radiante.

S → Área de la superficie.

t → Tiempo.

Entonces:  $J = \frac{U}{St}$  sus unidades serán:  $\frac{J}{m^2 s}$

Ahora bien, si designamos por F al flujo radiante tendremos que:

F=J.S de donde la unidad de medida del Flujo radiante será:  $[F] = \frac{J}{m^2 s} m^2 = \frac{J}{s} = W$

## Flujo luminoso.

Al flujo radiante que es transportado con las ondas electromagnéticas cuyas longitudes de onda están comprendidas en el intervalo de las ondas visibles se le llama flujo luminoso.

Para medir el flujo energético se utilizan instrumentos sensibles a la energía radiante, en este caso, si dos focos producen el mismo flujo energético, no necesariamente tendrán el mismo efecto en cuanto al flujo luminoso debido a que la sensibilidad del ojo para detectar colores varia con la longitud de onda de la radiación esta sensibilidad es máxima cuando la luz tiene una longitud de onda  $\lambda = 5500 \text{ \AA}$  y cero para los extremos del espectro visible (4000  $\text{\AA}$  y 7000  $\text{\AA}$  aproximadamente).

Determinado flujo luminoso puede ser producido por distintos flujos energéticos

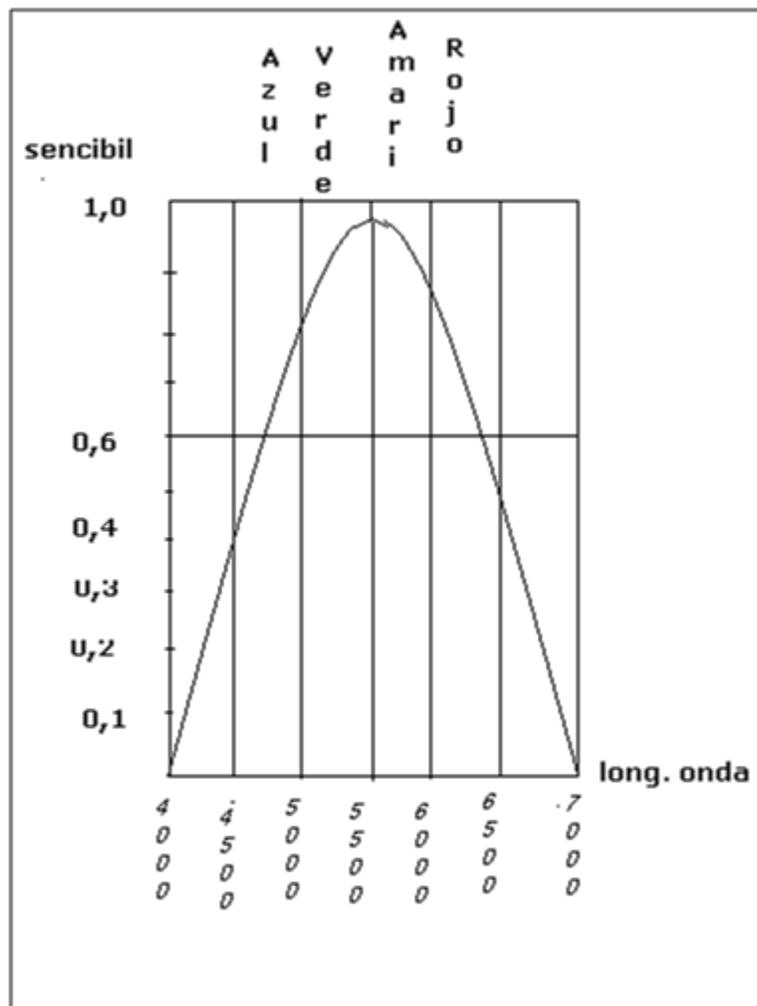


Fig. 3. Sensibilidad para captar colores según la longitud de onda

Aun dentro del rango visible del espectro, La sensibilidad del ojo no es constante, sino que aumenta cuando disminuye la iluminación y, por tanto, la sensibilidad máxima está desplazada hacia las longitudes de onda pequeñas.

El flujo luminoso se expresa en lumen [lm] y su equivalencia con el flujo radiante es el [W]. Una lámpara incandescente de 100 watts emite cerca de 1750 lúmenes

Así, por ejemplo:  $1[W]= 680[lm]$  si  $\lambda = 5500 [\text{Å}]$

Con ayuda de la curva de la Figura 1 puede determinarse la equivalencia entre el [W] y el lumen [lm] para cada longitud de onda dada. Así:

Para  $6000 [\text{Å}]$  la sensibilidad es 0,6.  $1[W] \leftrightarrow 0,6 (680[lm])= 411[lm]$ .

Se puede obtener una magnitud definida como la relación entre el flujo luminoso y el flujo radiante llamada rendimiento luminoso.  $V(\lambda)$

$$Rend. Luminoso = \frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Flujo Radiante Total}}$$

Para la radiación de  $\lambda = 5500 [\text{Å}]$  un flujo energético de 1 [W] produce una luminosidad o sensación de claridad equivalente a un flujo de 680 [lm], a este numero se le denomina equivalente mecánico del lumen para cada radiación, de esta forma una cierta cantidad de lúmenes de cualquier color producirá la misma sensación de claridad al ojo.

De esta forma el flujo luminoso total será:

$$F = \int_0^{\infty} 680V_{\lambda} f(\lambda) d\lambda$$

Donde los limites de integración se acotan para el ojo humano a la parte visible del espectro.

### Intensidad radiante

La intensidad radiante es el flujo radiante transportado en una dirección dada en un ángulo sólido unitario

### Intensidad luminosa

La intensidad luminosa se puede definir a partir de la magnitud radiométrica de la intensidad radiante con cada longitud de onda por la curva de sensibilidad del ojo.

Así, si  $I_V$  es la intensidad luminosa,  $I(\lambda)$  representa la intensidad radiante espectral y  $V(\lambda)$  simboliza la curva de sensibilidad del ojo, entonces:

$$I_V = K \int_{\text{visible}} I(\lambda)V(\lambda) d\lambda$$

Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es la candela [cd], es una unidad fundamental, y es la intensidad luminosa en la dirección perpendicular de una superficie de  $1/600000\text{[m}^2\text{]}$  de un cuerpo negro a la temperatura de fusión del platino bajo la presión de  $1.013 \times 10^5\text{[N/m}^2\text{]}$

La intensidad luminosa es la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido, que matemáticamente, su expresión es la siguiente:

$$I_V = \frac{dF}{d\Omega}$$

La unidad de flujo luminoso [lm] es el flujo emitido por un foco puntual de 1 [cd] en un Angulo solido de 1 [sr]

$$I = \frac{F}{\Omega} \rightarrow F = I\Omega \rightarrow lm = [cd][sr]$$

Donde:

- ✓  $I_V$  es la intensidad luminosa, medida en candelas.
- ✓  $F$  es el flujo luminoso, en lúmenes.
- ✓  $d\Omega$  es el elemento diferencial de ángulo sólido, en estereorradianes.

El estereorradián es la unidad derivada del SI que mide ángulos sólidos. Es el equivalente tridimensional del radián. Su símbolo es sr

El ángulo sólido en estereorradianes, es:

$$\Omega = \frac{S}{r^2}$$

Donde  $S$  es la superficie cubierta por el objeto en una esfera imaginaria de radio  $r$ , cuyo centro coincide con el vértice del ángulo.

Por tanto, un estereorradián es el ángulo que cubre una superficie  $r^2$  a una distancia  $r$  del vértice.

$$1sr = \frac{r^2}{r^2}$$

Analogía con el radián en dos dimensiones, el ángulo en radianes, está relacionado con la longitud de arco, y es:

$$\theta = \frac{s}{r}$$

Siendo “s” la longitud de arco, y r el radio del círculo.

## Radiancia

La radiancia  $L$  se define como el flujo radiante por unidad de ángulo sólido, que sale de una superficie emisora en una dirección dada, por unidad de área en esa dirección sus unidades son  $[W\ sr^{-1}]$

## Luminancia

Es el cociente entre la intensidad luminosa y la proyección de la superficie  $S$  normalmente a dicha dirección

Si consideramos el brillo fotométrico perpendicular a la superficie. Entonces:

$$L_v = \frac{I_\theta}{S \cos \theta} \rightarrow L_n = \frac{I_n}{S}$$

Donde el Brillo fotométrico ( $L_n$ ) es perpendicular a la superficie.

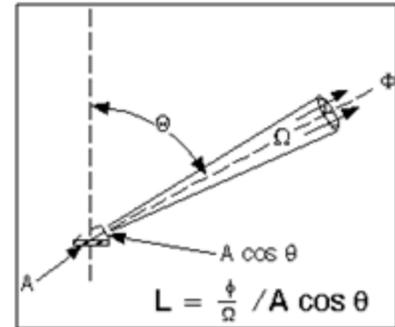


Fig. 4. Luminancia

## Irradiancia

Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. En unidades del sistema internacional se mide en  $[W/m^2]$ .

## Iluminancia 1ª Ley de Lambert

Representa el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Se tiene una superficie  $S$  en la que incide un flujo luminoso  $F$ . Se denomina Iluminación o Iluminancia a la magnitud dada por la relación:

$$E = \frac{F}{S}$$

Su unidad es el lux, en el sistema ingles en fotocandelas que es la iluminación producida por un lumen distribuido sobre un área de un pie cuadrado.

Para la mayoría del trabajo casero y de oficina, de 30-50 fotocandelas, para trabajo detallado, 200 fotocandelas de iluminación o más permiten mayor precisión y menos cansancio ocular.

La luminosidad o Emitancia de un cuerpo en el que la emisión de luz se debe a la luz que difunde o refleja vendrá determinada por su iluminación.

Si es inferior a 0.1 [lux] (claro de luna), la visión es nocturna o escotópica. Si es superior a 10 [lux] (crepúsculo), la visión es diurna o fotópica.

Entre ambos valores de iluminancia, la visión es crepuscular o mesópica. La intensidad luminosa está relacionada con el flujo luminoso por la expresión. .  $F = I\Omega$

Cuando el flujo luminoso procedente de la fuente puntual cae sobre la superficie que existe alrededor del punto  $O$ , la normal  $n$  a la superficie forma un ángulo  $\theta$  con la distancia  $r$  entre la fuente y la superficie que representa la dirección en que avanza el flujo de energía.

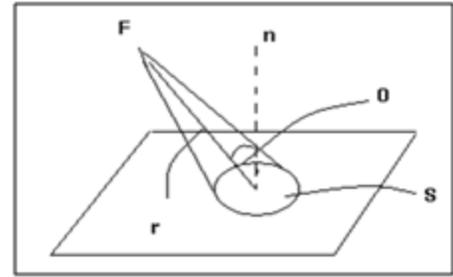


Fig. 5. Iluminancia

El ángulo sólido  $\Omega$  subtendido desde la fuente  $F$  por una pequeña superficie  $S$  será:

$$\Omega = \frac{S}{r^2} \cos \theta$$

De este modo:

$$F = I\Omega = I \frac{S}{r^2} \cos \theta$$

Y como la iluminación  $E$  está relacionada con este flujo por  $E = F/S$  tendremos que:

$$E = \frac{I \frac{S}{r^2} \cos \theta}{S} = \frac{I}{r^2} \cos \theta$$

Ecuación conocida como ley inversa del cuadrado de la distancia o 1ª Ley de Lambert

De la ecuación anterior:

$$E \propto I \quad E \propto \cos \theta \quad E \propto \frac{1}{r^2}$$

Si:

El haz luminoso es perpendicular a la superficie.

$$\theta = 0^\circ \Rightarrow \cos \theta = 1 \Rightarrow E = \frac{I}{r^2} \rightarrow \text{Toma su valor máximo}$$

- El haz luminoso es paralelo a la superficie.

$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos 90 = 0 \Rightarrow E = 0 \rightarrow \text{Mínimo}$$

### Emitancia luminosa

La Emitancia luminosa mide la densidad del flujo luminoso por unidad de superficie y se refiere a la emisión de luz en todas direcciones su unidad de medida es el lumen por metro cuadrado [ $\text{lm}/\text{m}^2$ ].

Sea una fuente luminosa finita. Si  $F$  es el flujo luminoso que emite una pequeña área de dicha fuente en todas las direcciones posibles. Entonces, se denomina "luminosidad o emitancia luminosa" ( $M_v$ ) de la superficie  $S$  a la magnitud dada por la relación:

$$M_v = \frac{F}{S}$$

## Eficacia

La relación de la luz producida con respecto a la energía consumida. Es medida como el número de lúmenes producidos divididos por la cantidad de electricidad consumida

## Temperatura de Color

El color de la fuente luminosa. Por convención los colores rojo-amarillos se consideran calientes, y los azul-verdes se consideran colores fríos. El color de la temperatura se mide en Kelvin [K]. Altas temperaturas Kelvin (3600-5000 [K]) es lo que consideramos frío y bajas temperaturas 2700-3000 [K] como caliente.

La luz fría es preferible para actividades visuales porque produce un mayor contraste en comparación a la luz caliente. La luz caliente es preferible para espacios habitacionales porque favorece los tonos de la piel y ropa. Una temperatura de color de 2700-3600 [K] se recomienda generalmente para la mayoría de las actividades de interior.

## RESUMEN DE UNIDADES.

| MAGNITUD                         | FÓRMULA   | UNIDADES   |
|----------------------------------|---|--|
| Flujo radiante                   | $F = J.S$   | [W]  |
| Flujo luminoso                   | $F = I\omega$   | [Lm] = [cd. Sr]                                  |
| Intensidad luminosa              | $I_V = \frac{dF}{d\Omega}$  | [Cd] = [lm/sr]                                   |
| Luminosidad o emitancia luminosa | $M_v = \frac{F}{S}$   | [lm /m <sup>2</sup> ] = [ cd sr/m <sup>2</sup> ] |
| Iluminación o iluminancia        | $E = \frac{F}{S}$   | [Lx] = [ lm/m <sup>2</sup> ]                     |
| Brillo fotométrico               | $L_v = \frac{I_\theta}{S \cos\theta} \rightarrow L_n = \frac{I_n}{S}$ | [cd /m <sup>2</sup> ]                            |
| Densidad de flujo radiante       | $J = \frac{U}{S.t}$   | [J/m <sup>2</sup> s]                             |
| Ángulo sólido                    | $\Omega = \frac{S}{r^2} \cos\Theta$                                   | Esteroradian [sr]                                |

## **Generadores eléctricos**

Existen diferentes formas de generar energía eléctrica una de ellas es a partir de un motor de combustión interna el cual transforma energía mecánica en energía eléctrica y es la forma más común de proveer de energía a los componentes necesarios para un show, el generador eléctrico se compone de un motor y un generador que se dividen en los siguientes sistemas:

- Sistema de arranque y paro
- Sistema de refrigeración
- Sistema de lubricación
- Sistema de combustible
- Sistema de entrada de aire y salida de gases
- Gobernador, control de velocidad y Frecuencia

El motor se puede proteger o detener debido a los siguientes factores

- Alta temperatura de agua HWT
- Baja presión de aceite LOP
- Sobre velocidad OS
- Bajo nivel de aceite LOL
- Bajo nivel de agua LWL

El sistema de refrigeración esta compuesto por:

- Radiador
- Bomba de agua
- Líneas de conducción
- Sensor de temperatura de agua
- Ventilador

El Sistema de lubricación esta compuesto por:

- Carter o depósito de aceite
- Bomba de lubricación
- Filtro de aceite
- Sensor de presión de aceite
- Líneas de Conducción de aceite

El Sistema de combustible está compuesto por:

- Tanque principal
- Bomba de combustible
- Filtro
- Sensor de nivel
- Conductos, Inyectores y válvula solenoide

El Sistema de entrada de aire esta compuesto por:

- Compresor de aire
- Post enfriador
- Filtro de aire
- Conductos que llevan el aire hasta mezclarlo con el diesel

El tablero de control esta compuesto por:

- Controles del motor
- Controles del generador
- Control de arranque manual
- Mando de arranque y paro
- Horómetro
- Alarmas
- Cargador de baterías



*Fig. 6. Tablero de control. Generador eléctrico*

Controles del motor

- Indicador de presión de Aceite
- Indicador de temperatura de agua
- Control de arranque Manual
- Mando de arranque y paro, o automático
- Indicador de nivel de carga de batería

Instrumentos del generador

- Voltímetro o indicador de voltaje y selector de fases
- Frecuencímetro o indicador de frecuencia
- Amperímetro o indicador de corriente y selector de fases

Para seleccionar la planta generadora es necesario conocer el consumo de energía que se requiera, teniendo este dato, siempre es recomendable tener un margen superior del 20% que garantice el abastecimiento de energía, sin tener un generador excedente ni deficiente. En este aspecto es importante recalcar la diferencia que existe en la potencia activa y reactiva ya que el esfuerzo mecánico, el calor, o cualquier otra forma de transformar la energía eléctrica para su aprovechamiento se mide en [W] y hacen referencia a la potencia activa, mientras que la potencia reactiva, es el consumo que tienen las máquinas e instalaciones eléctricas por los campos magnéticos que se crean, que no se transforman en una forma de energía aprovechable y se refiere a ella en [VA]

En resumen, cuando solo quieres definir la capacidad de trabajo útil del equipo se emplean los [W], pero cuando quieres definir la potencial total: útil + pérdidas magnéticas, se dan [VA].

A continuación se muestran dos ejemplos de plantas generadoras de energía eléctrica con sus características de funcionamiento

#### Planta Eléctrica HYW14T6VTA

- Planta Eléctrica Insonorizada
- Arranque Manual
- Motor a Diesel Marca YANMAR. 1,800 [rpm].
- 4 cilindros
- Potencia en Reposo 13.2 [kW] / 16 [KVA]
- Potencia Continua 12 [kW] / 15 [KVA]
- Frecuencia 60 [Hz].
- Voltaje 220 [V]
- Aspiración: Natural
- Tanque con capacidad de 38 [Its].
- Dimensiones: L= 1.92 [m] A= 0.90 [m] h=1.23 [m].
- Peso en seco: 701 Kg.



Fig. 7. Planta Eléctrica HYW14T6VTA

#### Planta Eléctrica HPW750T6.

- Arranque Automático.
- Motor a Diesel Marca PERKINS. 1,800 [rpm].
- 6 cilindros.
- Potencia en Reposo 655 [kW] / 820 [KVA].
- Potencia Continua [600 kW] / 750 [KVA].
- Frecuencia 60 [Hz]. / Voltaje 480 [V].
- Tanque con capacidad de 999 [Its].
- Consumo 100% 221 [lt/h].
- Dimensiones: L= 6.64 [m]. A= 2.30 [m] h= 2.60 [m].
- Peso en seco: 8,250 [Kg].
- Regulador de velocidad electrónico.



Fig. 8. Planta Eléctrica HPW750T6

## Centros de carga

Es un producto que se utiliza para dividir y proteger circuitos eléctricos, en el se concentra la energía con la que se abastecerá cierta instalación, y de ahí se ramifican los circuitos hacia los aparatos y equipos que se energizarán.

Los centros de carga contienen una cantidad determinada de interruptores magnetotérmicos, de 1, 2 y 4 circuitos son utilizados principalmente en uso doméstico, los de 3, 6, 8 y 12 circuitos son utilizados en áreas con mayor demanda de carga y donde se requiere un mayor número de circuitos derivados,



Fig. 9. Centro de carga fijo

Los centros de carga constan de barras concentradoras y acoplamientos para colocar los interruptores con los que se protegerán los circuitos derivados.

Las barras concentradoras tienen las dimensiones necesarias para resistir las corrientes nominales para las que fueron diseñadas, así como las corrientes de cortocircuito sin sufrir daños que vean mermadas sus condiciones de operación

Los centros de carga pueden ser monofásicos o trifásicos, razón por la cual pueden soportar interruptores termomagnéticos monopolares, bipolares o tripolares. De acuerdo con el número de circuitos, pueden contener 1, 2, 4, 6, 8, 12, 20, 30, 40, 42 y hasta 80 unidades.

## Interruptores termomagnéticos.

Estos dispositivos operan generalmente para tensiones menores a 1,000 [V]. Se accionan mediante un switch que cambia la posición de abierto a cerrado y viceversa.

Estos interruptores protegen los circuitos de manera tanto térmica como magnética: al presentarse una corriente mayor a la de diseño, los elementos internos del interruptor se dilatan hasta que el circuito se abre.



Fig. 10. Interruptores Magnetotermicos

Los interruptores termomagnéticos más comerciales son los de uno y dos polos, de un rango de 15 a 50 [A] y son utilizados para todo tipo de servicios de instalaciones eléctricas, principalmente de uso doméstico y comercial.

Los de rango de 60 a 100 [A] de uno y dos polos así como los de tres polos en toda su gama, y los de mayor capacidad intensidad de corriente, son utilizados en zonas con mayor demanda de carga eléctrica para uso residencial, comercial e industrial

## Dimmer

Los controles de atenuación (dimmer) se basan en semiconductores que funcionan por el truncamiento de la potencia de CA que fluye a través de la lámpara, sin embargo, estos atenuadores causan que el filamento trabaje mas frío, reduciendo el color de la temperatura y hará que la lámpara parezca más amarilla.

Los dimmer o dímer son dispositivos usados para regular el voltaje de una o varias lámparas. Así, es posible variar la intensidad de la luz, siempre y cuando las propiedades de la luminaria lo permitan.

Algunos dimmer pueden ser controlados remotamente a través de controladores y protocolos especiales. En el caso de la iluminación para escenarios uno de los protocolos más utilizados es DMX (Digital Multiplex), que es un protocolo de comunicaciones usado para controlar la iluminación de escenarios, o DMX 512, el cual permite que la intensidad de las luces convencionales pueda ser sincronizada con las luces de efectos especiales,

### Electronic Theatre Controls Modelo No. SP-2420B

El dimmer SP-2420B es un dispositivo estándar en la industria, es compacto y confiable. Existen diferentes versiones para instalación ya sea fija, portátil y rodante.

Cuenta con entradas de 3 fases neutro y tierra física con acopladores tipo camlock, 48 canales de salida y control de intensidad de corriente eléctrica mediante protocolo DMX, y una tarjeta de control donde manipular distintas características particulares del dimmer.



Fig. 11. Dimmer ETC No. SP-2420B

Ejemplo Cuadro de Carga con 24 canales de alimentación donde los primeros 5 canales se utilizan para lámparas robóticas y los siguientes 8 para lámparas convencionales.

|      | FA | FB | FC | INTERRUPTOR<br>TERMOMAGNETICO | CABEZAS<br>ROBOTICAS<br>320 [w]<br>110-220 [v] | LAMPARAS<br>CONVENCIONALES<br>220w 110-220 [v] | TOTAL<br>WATTS   |
|------|----|----|----|-------------------------------|--|--|------------------|
| C1   | X  |    |    | 1 X 30[A]                     | 8  |  | 2,560[w]         |
| C2   |    | X  |    | 1 X 30[A]                     | 8  |  | 2,560[w]         |
| C3   |    |    | X  | 1 X 30[A]                     | 8  |  | 2,560[w]         |
| C4   | X  |    |    | 1 X 30[A]                     | 8  |  | 2,560[w]         |
| C5   |    | X  |    | 1 X 30[A]                     | 8  |  | 2,560[w]         |
| C6   |    |    | X  | 1 X 20[A]                     |  | 8  | 1760[w]          |
| C7   | X  |    |    | 1 X 20[A]                     |  | 8  | 1760[w]          |
| C8   |    | X  |    | 1 X 20[A]                     |  | 8  | 1760[w]          |
| C9   |    |    | X  | 1 X 20[A]                     |  | 8  | 1760[w]          |
| C10  | X  |    |    | 1 X 20[A]                     |  | 8  | 1760[w]          |
| C11  |    | X  |    | 1 X 20[A]                     |  | 8  | 1760[w]          |
| C12  |    |    | X  | 1 X 20[A]                     |  | 8  | 1760[w]          |
| C13  |    |    | X  | 1 X 20[A]                     |  | 4  | 880[w]           |
| C 15 |    |    | }  |                               |  |  |                  |
| C16  |    |    |    |                               |  |  |                  |
| C17  |    |    |    |                               |  |  |                  |
| C18  |    |    |    |                               |  |  |                  |
| C19  |    |    |    |                               |  |  |                  |
| C20  |    |    |    |                               | <b>RESERVAS</b>                                |  |                  |
| C21  |    |    |    |                               |  |  |                  |
| C22  |    |    |    |                               |  |  |                  |
| C23  |    |    |    |                               |  |  |                  |
| C24  |    |    |    |                               |  |  |                  |
|      |    |    |    |                               |  |  | <b>26,000[W]</b> |

| <b>C A R G A T O T A L P O R F A S E</b> |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|
| FASE                                     | A        | B        | C        |
|  | 8640 [W] | 8640 [W] | 8720 [W] |
| <b>DESBALANCEO ENTRE FASE 0.9%</b>       |          |          |          |

**CALCULO:**

$$\frac{FASE\ MAYOR - FASE\ MENOR}{FASE\ MAYOR} \times 100 = \frac{8720 - 8640}{8720} \times 100 = 0.9\%$$

**FORMULA**

$$I = (KW \times 1000) / (1.73 \times E \times F.P) =$$

$$I = (26000 \times 1000) / (1.73 \times 220 \times .85) = 26000000 / 323.51 = 80.3A$$

## **Conductores Eléctricos**

Los cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad están formados por el conductor usualmente de cobre, puede ser una sola hebra o varias hebras o alambres

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio ya que ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99.99%.

Dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semi duro y blando o recocido.

### **Tipos de cobre para conductores eléctricos**

*Cobre de temple duro:*

- Conductividad del 97% respecto a la del cobre puro.
- Resistividad de  $0,018 \text{ [mm}^2\text{]} a 20[^\circ\text{C}]$  de temperatura.
- Capacidad de ruptura a la carga, oscila entre 37 a 45  $[\text{kg/mm}^2]$
- Por esta razón se utiliza en la fabricación de conductores desnudos, para líneas aéreas de transporte de energía eléctrica, donde se exige una buena resistencia mecánica.

*Cobre recocido o de temple blando:*

- Conductividad del 100%
- Resistividad de  $0,01724 = 1 \text{ [mm}^2\text{]}$  respecto del cobre puro, tomado este como patrón.
- Carga de ruptura media de 25  $[\text{kg/mm}^2]$ .
- Como es dúctil y flexible se utiliza en la fabricación de conductores aislados.

El conductor está identificado en cuanto a su tamaño por un calibre, que puede ser milimétrico y expresarse en  $[\text{mm}^2]$  o americano y expresarse en AWG con una equivalencia en  $[\text{mm}^2]$ .

### **Componentes de los conductores eléctricos**

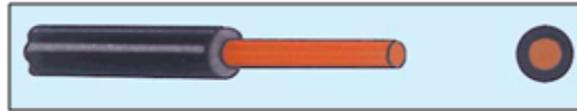
- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

### *El alma o elemento conductor*

Esta elaborada de cobre podemos clasificar el alma de los conductores eléctricos:

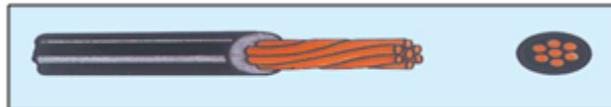
- Según su constitución:

**Alambre:** Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor.



*Fig. 12. Conductor tipo alma de alambre*

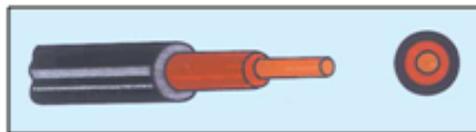
**Cable:** Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.



*Fig. 13. Cable múltiples hilos conductores*

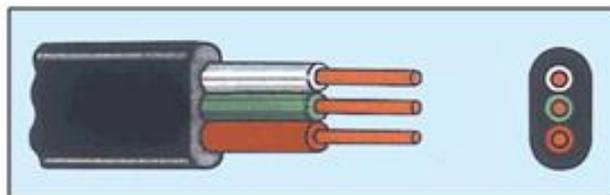
- Según el número de conductores:

**Monoconductor:** Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislación y con o sin cubierta protectora.



*Fig. 14. Monoconductor*

**Multiconductor:** Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes.



*Fig. 15. Multiconductor*

## ***El aislamiento***

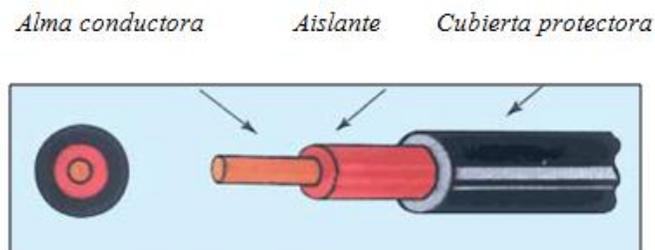
El objetivo de la aislación en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, la aislación debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí. Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas.

En la elección de los diferentes tipos de aislación de los conductores se debe considerar el medio, su resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para la aislación de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno, el caucho, la goma, el neopreno y el nylon.

## ***Las cubiertas protectoras***

La cubierta protege la aislación y el alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc. Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina armadura puede ser de cinta, alambre o alambres trenzados.

Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección, en vez de cinta esté constituida por alambres de cobre, se le denomina pantalla o blindaje.



*Fig. 16. Constitución física de los conductores*

La parte más importante de un sistema de alimentación eléctrica está constituida por conductores. Al proyectar un sistema, ya sea de poder; de control o de información, deben respetarse ciertos parámetros imprescindibles para la especificación del cableado.

- Voltaje del sistema, tipo (CC o CA), fases y neutro.
- Corriente o potencia a suministrar.
- Temperatura de servicio, temperatura ambiente
- Tipo de instalación, dimensiones
- Sobrecargas o cargas intermitentes.
- Tipo de aislación.
- Cubierta protectora.

Tomando en cuenta su tipo, uso, medio ambiente y consumos que servirán, los conductores eléctricos se clasifican en la siguiente forma:

## Conectores y cables Socapex

Su aplicación es típica en Iluminación del escenario, a menudo empleada en los eventos de PSAV, disponible en variedad de tamaños, el modo 19 vías es el más común, para aplicaciones de luz.

Los conectores se empujan juntos y se aseguran con un anillo de seguridad. El bastidor de montaje está disponible en ambos conectores de entrada y salida. La vía en la versión 19 puede llevar 6 circuitos individuales tensión de. Todos los circuitos son independientes, por lo que puede estar en diferentes equipos o fases.



Fig. 17. Socapex

Para la etapa de iluminación 19 Caminos de corriente eléctrica, 6 circuitos las asignaciones de patas estándar son:

| <u>Circuito<br/>Número</u> | <u>Vivo</u> | <u>Neutral</u> | <u>Tierra</u> |
|----------------------------|-------------|----------------|---------------|
| 1                          | pin 1       | Pin 2          | Pin 13        |
| 2                          | Pin 3       | Pin 4          | Pin 14        |
| 3                          | Pin 5       | Pin 6          | Pin 15        |
| 4                          | Pin 7       | Pin 8          | Pin 16        |
| 5                          | Pin 9       | Pin 10         | Pin 17        |
| 6                          | Pin 11      | Pin 12         | Pin 18        |

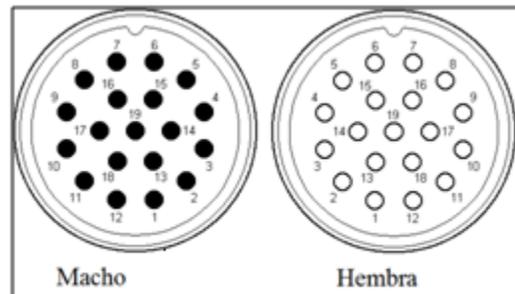


Fig. 18. Conectores

Calibre AWG

12  
14  
16  
18

Longitud [ft]

25  
50  
100  
125  
150  
200

El pin 19 no se utiliza

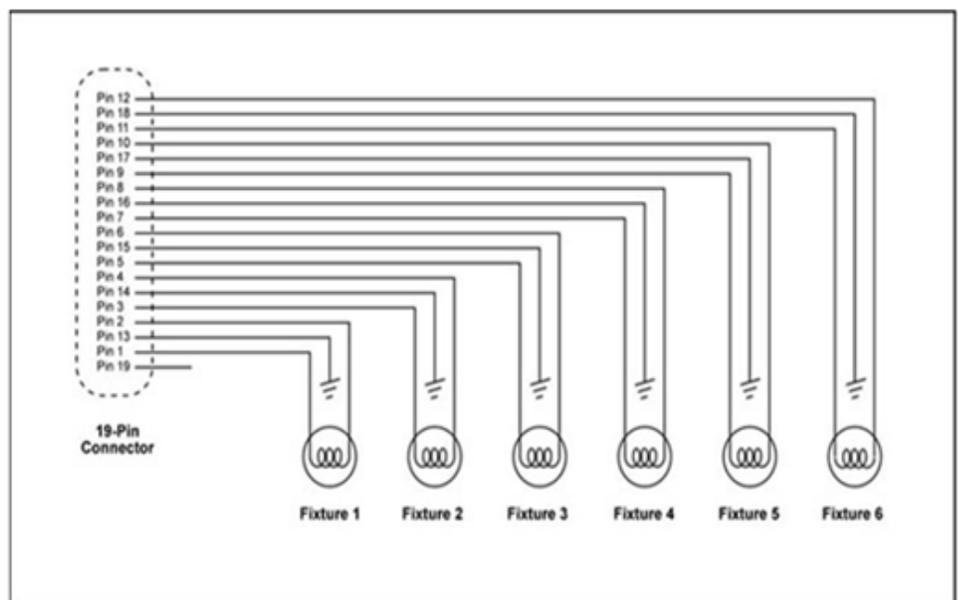


Fig. 19 Asignación de 19 Pines en Conectores Socapex

## Break out y Break in

Existen 2 tipos de terminales para los conectores socapex llamados comúnmente break out o fan out y break in o fan in.

El “break out” tiene una conexión hebra de tipo socapex en un extremo y en el otro tiene 6 clavijas macho tipo Edison disponibles para toma de corriente que será distribuida a lo largo del conductor de 19 vías.



Fig. 20 Break out

El “break in” tiene a su vez una conexión macho en un extremo y 6 clavijas hembra tipo Edison en el otro extremo disponible para distribuir corriente a los dispositivos que lo requieran.



Fig. 21 Break in

Estas configuraciones de conductores permiten una distribución de corriente mucho más ordenada, y segura eliminando cableado excesivo y con ello un montaje en eventos más limpio.

## Características

- Resistente cubierta superior de aluminio fundido a presión y de bloqueo del anillo de sello acabado negro
- Los contactos son mecanizadas de latón con recubrimiento de oro
- Corriente / tensión alterna 20 [A] / 250 [V],
- Temperatura de funcionamiento -40 +85 °C.



Fig. 22. Conectores macho y hebra socapex de 19 vías

## Acopladores Camlock

Es común en aplicaciones en las que se requiere más de 50 [A] se obtiene a partir de 3 fases. Se utilizan para conectarse a grandes generadores y / o dimmer se conecta ya sea a un panel de distribución o al rack de iluminación. Se encuentran sólo en entornos profesionales.

### Características:

- 600 [V]
- 400 [A]
- Colores: rojo, blanco, negro, verde y azul
- Machos y hembras



Fig. 23 Acopladores Macho y hembra tipo Camlock

## DMX

DMX Digital Multiplex es un protocolo de comunicaciones usado para controlar la iluminación de escenarios ya sean, controladores de enlace dimmer, aparatos de iluminación como cabezas móviles, y dispositivos de efectos especiales como máquinas de humo.

Fue desarrollado por la Comisión de Ingeniería de USITT, el estándar comenzó en 1986, con posteriores revisiones en 1990 que dieron paso al USITT DMX512/1990

Los valores DMX se basan en la utilización de canales para transmitir órdenes de control a los aparatos que lo soporten. DMX512 tiene un límite de 512 canales por universo, y cada canal se puede regular desde el valor 0 hasta el valor 255. Las mesas profesionales que usan DMX pueden soportar hasta 8 universos DMX.

Un foco de luz convencional controlado a través de un dimmer o regulador con soporte para DMX utiliza generalmente un canal DMX ya que sobre lo único que tendríamos control es la intensidad luminosa. Así pues, el valor DMX 0 generalmente significará que la intensidad de la luminaria estará en su más bajo nivel: apagado o al 0%, y el valor DMX 255 que el mismo esté en su máximo nivel encendido o al 100%. Las reacciones al comando DMX varían de acuerdo al aparato en operación y sus características iluminantes.

Dispositivos más complejos, como las luces móviles, o máquinas de humo requieren de mayor cantidad de canales DMX al tener más funciones las cuales pueden ser controladas independientemente. Generalmente cada canal DMX controla un parámetro específico del aparato por ejemplo, el canal DMX 1 servirá para controlar el nivel de intensidad luminosa, y el canal DMX 2 para controlar el efecto estrobo de la misma, el canal DMX 3 para la rueda de dichos colores, el canal DMX 4 para la rueda de gobos y así sucesivamente.

Las funciones en los aparatos cada vez se incrementan más, y los canales DMX necesarios para controlarlos también una cabeza móvil de última generación pueden llegar a utilizar más de 40 canales DMX. Es por ello que el límite de 512 canales por universo, está ya llegando a su límite. Actualmente la organización ESTA (The Entertainment Services & Technology Association) está desarrollando un nuevo protocolo llamado ACN (Advanced Control Network) para este propósito.

En grandes distancias que superen los 500 metros, es aconsejable el uso de repetidores DMX y mantener los cables siempre separados a los cables de electricidad para evitar interferencia en las señales.



*Fig. 24 Repetidor DMX*

El cable DMX con la señal original sale de un controlador DMX y es enviada al primer aparato del enlace DMX. Todos los aparatos con soporte para DMX tienen conectores DMX de entrada y de salida. Así pues, desde el conector de salida del primer aparato se conecta otro cable DMX que se dirige al conector de entrada del siguiente aparato y así sucesivamente.

Existen cables DMX de 3 pines del tipo XLR y el cable de 5 pines es el estándar dentro de la industria de efectos especiales. La configuración de los pines 1 al 3 en un cable de 3 pines es la misma a la de los pines 1 al 3 en un cable de 5 pines.

Un cable de 5 pines está configurado de la siguiente forma:

- Pin 1 = señal de referencia = revestimiento del cable (malla)
- Pin 2 = señal invertida = "-" polo negativo;
- Pin 3 = señal = "+" polo positivo;
- Pin 4 = Entrada del canal derecho (sólo en estéreo)
- Pin 5 = Entrada del canal izquierdo (sólo en estéreo)

### **Dirección DMX ( DMX Address )**

La señal DMX enviada desde un controlador contiene comandos DMX para todos los aparatos en el enlace y que la señal DMX no tiene forma de saber a dónde están siendo enviados estos comandos. Es por ello que es necesaria la configuración de la dirección DMX (DMX Address o Start Address) en cada aparato.

Existen 2 formas de seleccionar las Direcciones DMX a nuestros aparatos :

- **DIP-Switch** : Este dispositivo funciona con código binario y podemos seleccionar la dirección DMX activando los interruptores en potencias de 2 como en la sig. tabla es muy común encontrarlos en máquinas de humo, Leds y algunas luminarias robóticas como las trak spoth:

| Dipswitch | DMX Channel |
|-----------|-------------|
| 1         | 1           |
| 2         | 2           |
| 3         | 4           |
| 4         | 8           |
| 5         | 16          |
| 6         | 32          |
| 7         | 64          |
| 8         | 128         |
| 9         | 256         |



Fig. 26 .Relación Dip switch a address DMX

- **Digitales**: En estos dispositivos se puede seleccionar de manera sencilla la dirección DMX únicamente seleccionamos el display de la luminaria en el menú la pantalla de dirección e indicamos la necesaria.

Si tenemos 3 aparatos en nuestro enlace que utilizan cada uno 5 canales DMX, entonces la dirección DMX del primer aparato puede ser configurada en 1 (1 al 5), la del segundo en 6 (6 al 10) y la del tercero en 11 (11 al 15)



Fig. 27 Display digital LED Showco

Algunos aparatos, mezclan los colores por gobos rotativos otros por CYM., los colores usados son cian, magenta y amarillo.

Para controlar la iluminación existen dos maneras, la primera es con consolas de iluminación que nos permiten tener mejor control a la hora de operar. La segunda manera es con software, la ventaja de esto es que es mucho más simple para programar.

## Controladores DMX

Algunos ejemplos de consolas de iluminación utilizadas en ambientes profesionales son:

### Hog 500

Cuenta con el sistema operativo Wholehog II versión 3 y suficientes canales de control ofrece un control intuitivo de luces convencionales y luces móviles.

- 24 canales de control parchado a 1024 canales DMX
- Listas de Cue, efectos y ajustes preestablecidos
- Split Fade Times sobre cualquier parámetro
- Pantallas de visualización
- Todos los espectáculos se pueden almacenar



Fig. 28 Hog 500

## Leprecon LP 6 12

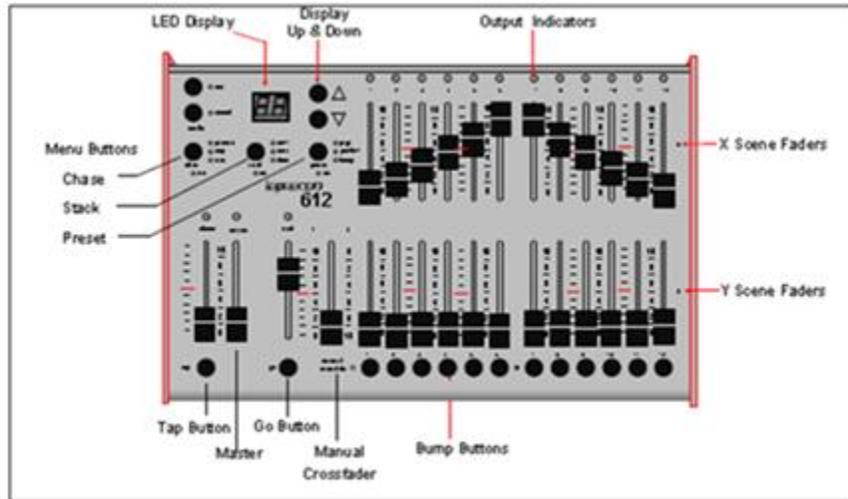


Fig. 29 Leprecon 612

Las consolas Leprecon 612 fueron diseñadas con el objetivo de crear a bajo costo, alto control de calidad de las distintas luminarias, teniendo una gran variedad de opciones en el manejo de ellas. Algunas solo con opción de atenuar la intensidad de corriente mientras que otras con el envío de información mediante un protocolo DMX con múltiples canales que varían parámetros específicos en el caso de algunos leds como proligh se utilizan 4 canales o algunas robóticas como kriptón 250 con la opción de 17 canales en modo extendido o 14 en modo normal. De esta manera se pueden programar shows o grabar escenas preestablecidas.

## Las consolas Granma

La familia Granma ofrece soluciones incluyendo el teatro, eventos musicales, giras de conciertos, televisión, discotecas, parques de atracciones etc. Son capaces de controlar de la manera más elegante- luces en movimiento, las luces convencionales, y efectos.



Fig. 30 Consolas grand MA

## Tipos de Lámparas

Existen distintas formas de crear una iluminación deseada con lámparas de distintos principios de funcionamiento como las de filamento incandescente, por medio de diodos emisores de luz, fluorescencia de gases etc. El tipo de iluminación puede clasificarse por el tipo de lámpara:

### Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes son radiadores térmicos dentro de un bulbo encerrado lleno con gas, se pasa una corriente a través de un filamento de tungsteno para hacerlo brillar. Con este método de generación de luz solo el 5% de la energía consumida se convierte en luz, el resto se pierde como calor por causa del efecto joule  $P = (I^2)(R)$ . Estas tienen un rango de consumo de entre 5 [W] - 300 [W].

Este tipo de lámparas son las más fáciles de controlar y atenuar, estas pueden ser atenuadas desde un 100-0%.

Las lámparas incandescentes pueden atenuarse a cualquier nivel y durarán hasta 1000 horas en promedio, son las más baratas de comprar pero las más caras de operar.

Los tipos más comunes de lámparas incandescentes son: incandescentes estándar y halógeno tungsteno.

| Potencia [W] | Salida [lm] | Eficacia [lm/W] |
|--------------|-------------|-----------------|
| 5            | 25          | 5               |
| 15           | 110         | 7.3             |
| 25           | 200         | 8               |
| 35           | 350         | 10              |
| 40           | 500         | 12.5            |
| 50           | 700         | 14              |
| 55           | 800         | 14.2            |
| 60           | 850         | 14.5            |
| 65           | 1,000       | 15.4            |
| 70           | 1,100       | 15.7            |
| 75           | 1,200       | 16              |
| 90           | 1,450       | 16.1            |

### Lámparas Fluorescentes

Necesitan balastos que sirve para mantener un flujo de corriente estable en lámparas, y deben responder enviando menor corriente a la lámpara para conseguir la atenuación.

Las lámparas fluorescentes tienen un diseño tubular, vienen en forma circular, alargada o doblada en forma de (U). En operación, un arco eléctrico se arrastra a lo largo del tubo. La luz ultravioleta producida por el arco activa una capa de fósforo en la pared interna del tubo, ocasionando que la luz se produzca.

| Potencia [W] | Salida [lm] | Eficacia [lm/W] |
|--------------|-------------|-----------------|
| 20           | 1200        | 60              |
| 30           | 2200        | 73.3            |
| 40           | 2875        | 71.87           |
| 50           | 3600        | 72              |

La potencia de las lámparas van desde los 4 [W] a los 215 [W]. La eficacia (de una lámpara incrementa con la longitud de la lámpara (de 1.2 [m] a 2.4 [m]).

## Lámparas Fluorescentes Compactas

Funcionan de manera muy similar a las lámparas fluorescentes estándar. Consisten de dos partes: un tubo lleno de gas y un balastro magnético. El gas en el tubo brilla con luz ultravioleta cuando la electricidad del balastro fluye a través de ella a su vez excita una capa interna de fósforo blanco dentro del tubo, la cual emite luz visible a través de la superficie del tubo. .

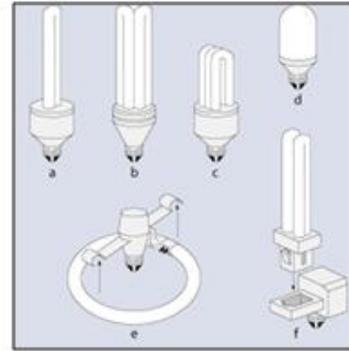


Fig.31. Lámparas Fluorescentes Compactas

Los tubos duraran alrededor de 10,000 horas y el balastro alrededor de 50,000 horas.

Las lámparas fluorescentes compactas (LFCs) vienen en una gran variedad de tamaños y formas incluyendo:

- ✓ doble-tubo integral,
- ✓ (b y c) tubo-triple integral,
- ✓ (d) modelo integral con una cubierta que reduce el resplandor,
- ✓ (e) modular circular con balastro, y
- ✓ (f) tubo modular -cuádruple y balastro

| Potencia a[W] | Salida [lm] | Eficacia [lm/W] |
|---------------|-------------|-----------------|
| 5             | 265         | 53              |
| 7             | 425         | 60.71           |
| 12            | 600         | 50              |
| 13            | 825         | 63.46           |
| 14            | 850         | 60.71           |
| 20            | 1200        | 60              |
| 23            | 1600        | 69.59           |
| 27            | 1700        | 62.96           |
| 28            | 1750        | 62.5            |
| 29            | 2150        | 74.13           |
| 32            | 2200        | 68.75           |
| 42            | 2700        | 64.28           |

## Lámparas de Descarga de Alta Intensidad

Las lámparas DAI utilizan un arco eléctrico para producir una luz intensa. Requieren un balastro. Tardan hasta 10 minutos en encenderse por primera vez dado que el balastro necesita tiempo para establecer el arco, proporcionan una alta eficacia y una larga vida de servicio.

Estas lámparas pueden ahorrar de un 75-90% de la energía consumida por lámparas incandescentes.

Tipos de Lámparas DAI

- Lámparas de Vapor de Mercurio
- Lámparas de haluro Metálico
- Lámparas de Sodio a alta presión

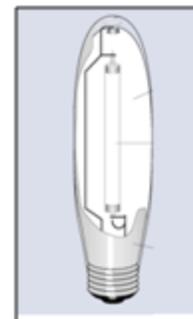


Fig.32. Lámpara DAI

| Potencia [W]                | Salida [lm] | Eficacia [lm/W] |
|-----------------------------|-------------|-----------------|
| <b>Vapor de Mercurio</b>    |             |                 |
| 40                          | 1575        | 39.37           |
| 50                          | 1140        | 22.8            |
| 75                          | 2700        | 36              |
| 100                         | 4000        | 40              |
| 175                         | 7850        | 44.85           |
| <b>Sodio a alta presión</b> |             |                 |
| 35                          | 2250        | 64.28           |
| 50                          | 4000        | 80              |
|                             | 6300        | 90              |
| 150                         | 10500       | 70              |
| 250                         | 22500       | 90              |
| 360                         | 34600       | 96.11           |
| 400                         | 37400       | 93.5            |
| <b>Haluro Metálico</b>      |             |                 |
| 50                          | 3200        | 64              |
| 70                          | 5500        | 78.57           |
| 100                         | 9000        | 90              |
| 150                         | 13300       | 88.66           |
| 175                         | 17000       | 97.14           |
| 250                         | 23000       | 92              |
| 400                         | 33100       | 82.75           |
| 1000                        | 100280      | 100.28          |

### Lámparas de Inducción

Existen dos tipos prácticos de lámparas sin electrodos en el mercado, lámparas de microondas y lámparas de inducción magnética.

### Lámparas de Microondas

Una lámpara de microondas bombardea una capsula de sulfuro con energía a radio frecuencias (microondas) la cual causa el calentamiento del sulfuro, convirtiéndose en un plasma que emite luz.

Son la única fuente luminosa cuya intensidad se aproxima a la luz de día.

| Potencia [W] | Salida [lm] | Eficacia [lm/W] |
|--------------|-------------|-----------------|
| 40           | 3400        | 85              |
| 80           | 6800        | 85              |
| 100          | 8500        | 85              |
| 120          | 10200       | 85              |
| 200          | 17000       | 85              |

## Lámparas de inducción Magnética

Las lámparas de inducción magnética son lámparas fluorescentes con electro magnetos engrapados a los lados.

La bobina de inducción produce un campo magnético muy fuerte la cual viaja a través del vidrio y excita los átomos de mercurio en el interior y emiten luz UV al igual que en los focos fluorescentes, la luz UV se convierte en luz visible al pasar por la capa de fósforo del foco.



Fig.33 .Inducción electromagnética

## Iluminación de Estado Sólido

La iluminación de estado sólido utiliza diodos emisores de luz (Leds), diodos emisores de luz orgánicos (OLED) o diodos emisores de luz de polímeros (PLED) como fuentes de iluminación. La mayoría de las lámparas de LED comerciales tiene eficacias en el rango de 35 a 55 [lm/W]. Dado que las lámparas LED son elementos de estado sólido, son mas apropiadas para aplicaciones donde exista altas vibraciones tales como en aplicaciones de transportación.

El termino estado sólido se refiere al hecho de que la luz en un LED es emitido de un objeto sólido- un bloque de semiconductor- en lugar de un tubo de vacío o gas, como es el caso de los focos incandescentes y lámparas fluorescentes. Las lámparas LED producen luz con una muy reducida generación de calor o disipación de energía.

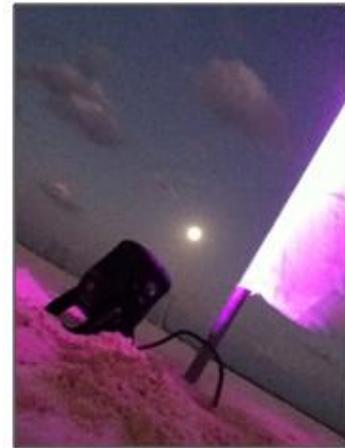


Fig.34. LED Showco

Las lámparas LED tienen una vida útil e 100,000 horas, un LED no es omnidireccional; es decir no radia en todas las direcciones uniformemente.

### CARACTERÍSTICAS:

- LEDS RGB color mix infinito.
- 183 LEDS 100 [mm].
- Modo: 4 canales DMX.
- Auto / audio rítmico.
- 30W de consumo.



Fig. 35 .LED Prolight

## Lámparas HPL

Una lámpara común en distintos equipo de iluminación, profesional es la lámpara HPL, la cual es una variante de las lámparas incandescentes con un gas halógeno generalmente argón en su interior que utilizan una bombilla cuarzo en lugar de vidrio para obtener mejor resistencia al calor a continuación se muestran algunas características de la lámpara como temperatura, tiempo de vida útil y voltaje de operación.



Fig. 36 .Lámpara HPL

| ETC Part # | Lamp Code     | Watts | Volts | Initial Lumens | Color Temp. K | Average Rated Life | 36° Cd MF | 36° Lm MF |
|------------|---------------|-------|-------|----------------|---------------|--------------------|-----------|-----------|
| RT116      | HPL 750/115** | 750   | 115   | 21,900         | 3,250         | 300                | 1.00      | 1.00      |
| RT196      | HPL 750/115X  | 750   | 115   | 16,400         | 3,050         | 1,500              | .64       | .74       |
| RT113      | HPL 575/115** | 575   | 115   | 16,520         | 3,250         | 300                | .67       | .75       |
| RT114      | HPL 575/115X  | 575   | 115   | 12,360         | 3,050         | 2,000              | .56       | .56       |
| RT142      | HPL 375/115   | 375   | 115   | 10,540         | 3,250         | 300                | .56       | .48       |
| RT143      | HPL 375/115X  | 375   | 115   | 8,500          | 3,050         | 1,000              | .39       | .36       |
| N/A        | HPL 750/120   | 750   | 120   | 21,900         | 3,250         | 300                | 1.00      | 1.00      |
| N/A        | HPL 750/120X  | 750   | 120   | 16,400         | 3,050         | 1,500              | .64       | .74       |
| RT115      | HPL 575/120   | 575   | 120   | 16,520         | 3,250         | 300                | .67       | .75       |
| RT171      | HPL 575/120X  | 575   | 120   | 12,360         | 3,050         | 2,000              | .56       | .56       |
| RT112      | HPL 550/77*   | 550   | 77    | 16,170         | 3,250         | 300                | .68       | .73       |
| RT117      | HPL 550/77X*  | 550   | 77    | 12,160         | 3,050         | 2,000              | .59       | .56       |
| RT160      | HPL 750/230** | 750   | 230   | 19,750         | 3,200         | 300                | .74       | .85       |
| N/A        | HPL 750/230X  | 750   | 230   | 15,600         | 3,050         | 1,500              | .46       | .67       |
| RT129      | HPL 575/230** | 575   | 230   | 14,900         | 3,200         | 400                | .63       | .65       |
| RT138      | HPL 575/230X  | 575   | 230   | 11,780         | 3,050         | 1,500              | .44       | .51       |
| RT154      | HPL 375/230X  | 375   | 230   | 7,800          | 3,050         | 1,000              | .35       | .34       |
| N/A        | HPL 750/240   | 750   | 240   | 19,750         | 3,200         | 300                | .74       | .85       |
| N/A        | HPL 750/240X  | 750   | 240   | 15,600         | 3,050         | 1,500              | .46       | .67       |
| RT130      | HPL 575/240   | 575   | 240   | 14,900         | 3,200         | 400                | .60       | .65       |
| RT139      | HPL 575/240X  | 575   | 240   | 11,780         | 3,050         | 1,500              | .41       | .51       |
| RT155      | HPL 375/240X  | 375   | 240   | 7,800          | 3,050         | 1,000              | .35       | .34       |

## Source Four PAR

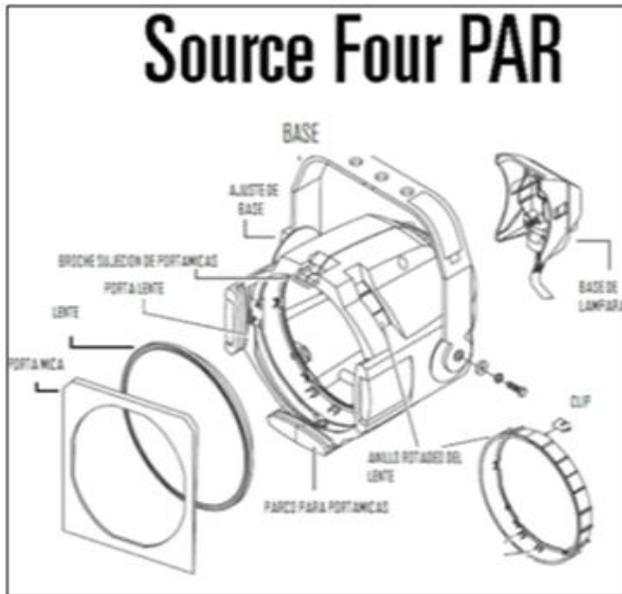


Fig. 37. Componentes Source Four PAR

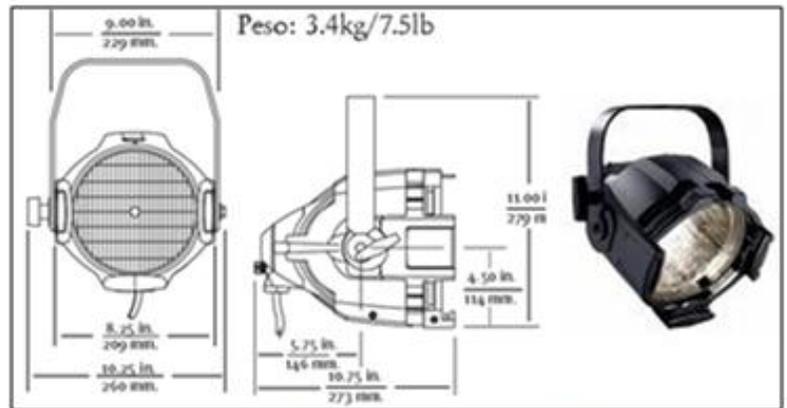


Fig. 38 Dimensiones, .Source Four PAR

Los lentes para el Source Four PAR vienen en cuatro versiones. El tipo de haz o propagación puede ser identificado por la textura de la lente.

El very narrow es útil cuando tienes los pares desde una posición lejana ya que si cierra bastante el narrow spot sirve para hacer iluminación puntual no muy abierta.

Para iluminar una persona el médium flood es de gran utilidad y por ejemplo para iluminar una tarima, un baterista, alguna parte de ese estilo el wide flood te da un efecto más de wash, es muy poco puntual la luz y tiene gran cobertura, sirven bien para dar ambientes.

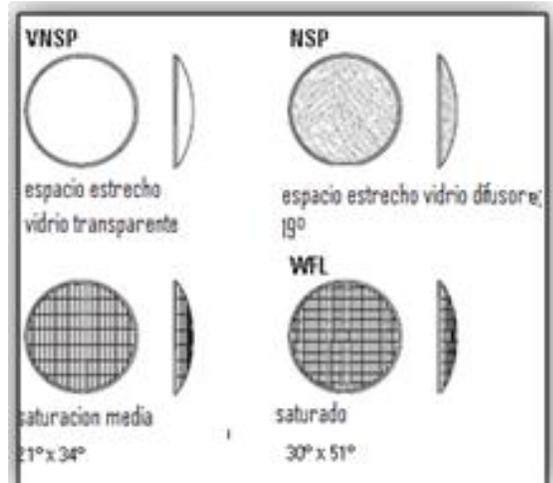
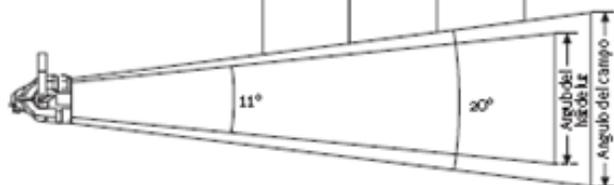


Fig. 39. Lentes Source four PAR

### VNSP

|  |      |      |      |     |
|--|------|------|------|-----|
| Distancia (metros)                     | 6    | 9    | 12   | 15  |
| Diámetro de haz (metros)               | 2.0  | 3.1  | 4.1  | 5.1 |
| Iluminancia (lux en el centro del haz) | 5285 | 2349 | 1321 | 846 |

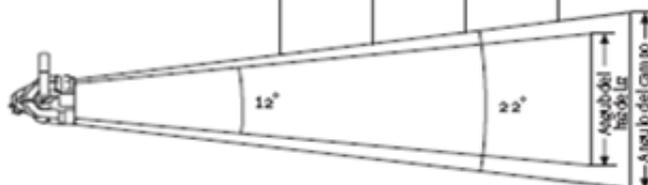


|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Candelas.....          | 190,253            |
| Lúmenes en campo.....  | 6,902              |
| Lúmenes en el haz..... | 4,042              |
| Rendimiento.....       | 46.3%              |
| Eficiencia.....        | 12.0 Lúmenes/Vatio |

Fig. 40. Lente very narrow

### NSP

|  |      |      |      |     |
|--|------|------|------|-----|
| Distancia (metros)                     | 6    | 9    | 12   | 15  |
| Diámetro de haz (metros)               | 2.3  | 3.4  | 4.6  | 5.7 |
| Iluminancia (lux en el centro del haz) | 4285 | 1905 | 1071 | 686 |

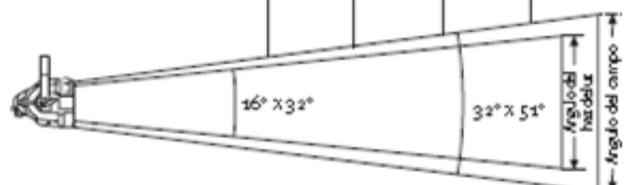


|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Candelas.....          | 154,272            |
| Lúmenes en campo.....  | 6,782              |
| Lúmenes en el haz..... | 3,779              |
| Rendimiento.....       | 45.5%              |
| Eficiencia.....        | 11.8 Lúmenes/Vatio |

Fig. 41. Lente narrow spot

### WFL

|  |           |           |            |            |
|--|-----------|-----------|------------|------------|
| Distancia (metros)                     | 6         | 9         | 12         | 15         |
| Diámetro de haz (metros)               | 3.4 x 5.7 | 5.0 x 8.5 | 6.7 x 11.4 | 8.4 x 14.3 |
| Iluminancia (lux en el centro del haz) | 1111      | 494       | 278        | 178        |

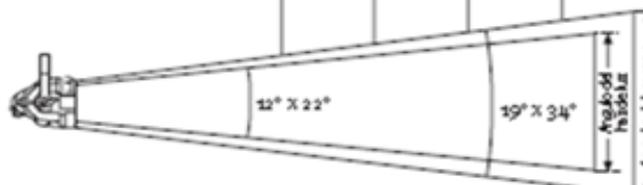


|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Candelas.....          | 39,995             |
| Lúmenes en campo.....  | 6,981              |
| Lúmenes en el haz..... | 3,814              |
| Rendimiento.....       | 46.9%              |
| Eficiencia.....        | 12.1 Lúmenes/Vatio |

Fig. 42 Lente wide flood

### MFL

|  |           |           |           |           |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Distancia (metros)                     | 6         | 9         | 12        | 15        |
| Diámetro de haz (metros)               | 2.3 x 3.7 | 3.4 x 5.5 | 4.6 x 7.3 | 5.7 x 9.2 |
| Iluminancia (lux en el centro del haz) | 2516      | 1118      | 629       | 403       |



|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Candelas.....          | 90,593             |
| Lúmenes en campo.....  | 6,609              |
| Lúmenes en el haz..... | 3,569              |
| Rendimiento.....       | 44.4%              |
| Eficiencia.....        | 11.5 Lúmenes/Vatio |

Fig. 43 Lente medium flood

# Elipsoidal

# ETC

100V 115/120V 230/240V

Esta luminaria combina la potencia con ahorro de energía utiliza lámpara HPL, con un reflector dicróico y lentes de gran calidad óptica.

Ofrece un haz blanco y limpio para obtener imágenes de inigualable, proyección.

## Características

- Ángulos de 5 °, 10 °, 14 °, 19 °, 26 °, 36 °, 50 °, 70 ° y 90 ° de campo
- Clasificado hasta 750[W]
- Eficiente lámpara HPL
- Reflector dicróico elimina el 90% del calor de
- Tubos de lentes intercambiables
- Rotación de 25 ° ± barril
- Tres planos del obturador
- Ensamblaje de las cuchillas de acero inoxidable

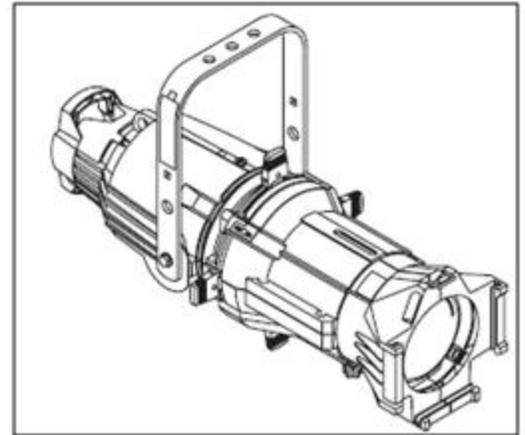


Fig. 44 luminaria Elipsoidal

## Eléctricas

- 115-240V, 50/60 [Hz]

## Lámpara

- 750 [W] máximo
- HPL - filamento de tungsteno compacto

## Fotometría:

Fotométricas de datos a continuación se mide con una lámpara HPL 300 [hr] 750[W]/115[V].

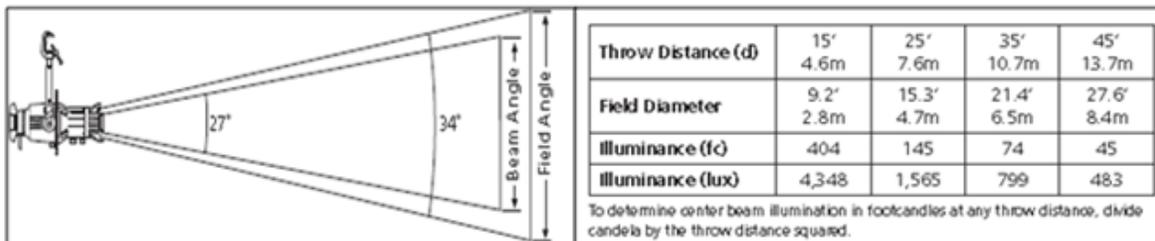


Fig. 45. Características luminaria Elipsoidal

### Source Four Weights\*

| MODEL | WEIGHT |     | SHIPPING WEIGHT |     |
|-------|--------|-----|-----------------|-----|
|       | lbs    | kgs | lbs             | kgs |
| 36°   | 14     | 6.4 | 20              | 9.1 |

### Source Four 36°(cosine)

| Degree | Candela | Field Lumens | Beam Lumens | Efficiency | Lumens per watt |
|--------|---------|--------------|-------------|------------|-----------------|
| 36°    | 90,885  | 14,240       | 10,510      | 65 %       | 19              |

Metric Conversions: For Meters multiply feet by .3048  
For Lux multiply footcandles by 10.76



Fig. 46. Fotografía luminaria Elipsoidal

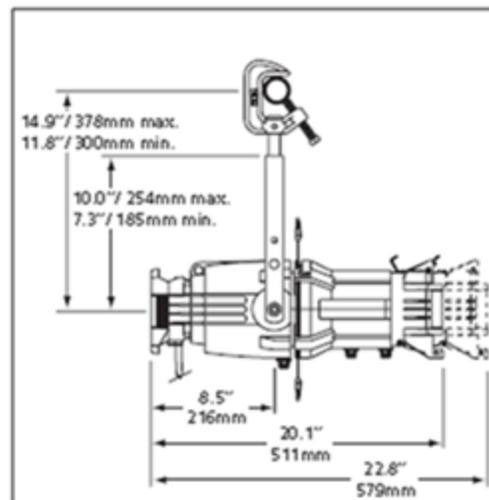
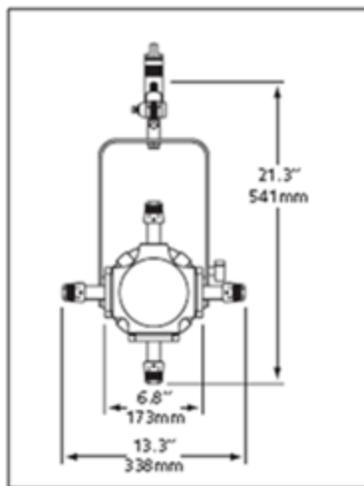


Fig. 47. Dimensiones

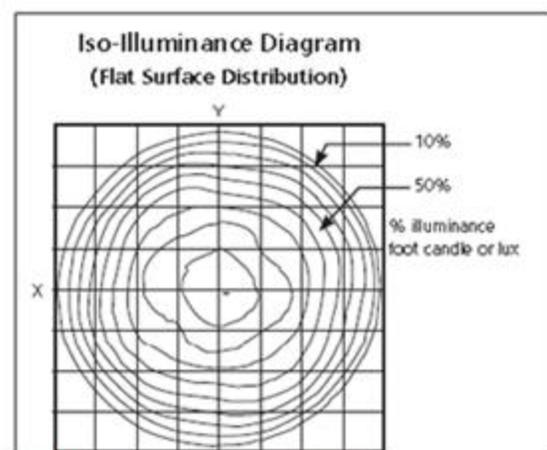
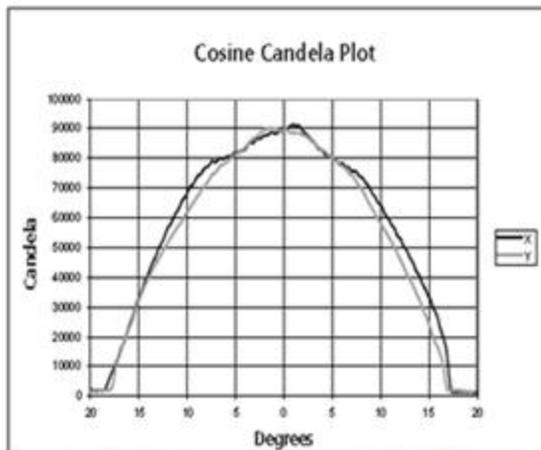


Fig. 48. Diagramas fotométricos

## Cabezas móviles

---

Existen una variedad muy amplia en la selección de luminarias móviles dentro de la empresa “Martin”, a continuación se presentan algunos modelos y la descripción de “Mac kriptón 250”.

Estos dispositivos electromecánicos tienen una amplia gama de posibilidades de diseño de escenas ya que cuentan con la capacidad de recibir datos por transferencia DMX mediante 5 canales que permiten tener gran libertad de opciones apartir de consolas y controladores que ofrecen multiples características en cuanto a programación de escenas manipulando colores, tiempos, velocidades, gobos y en suma obtener el espectáculo deseado.

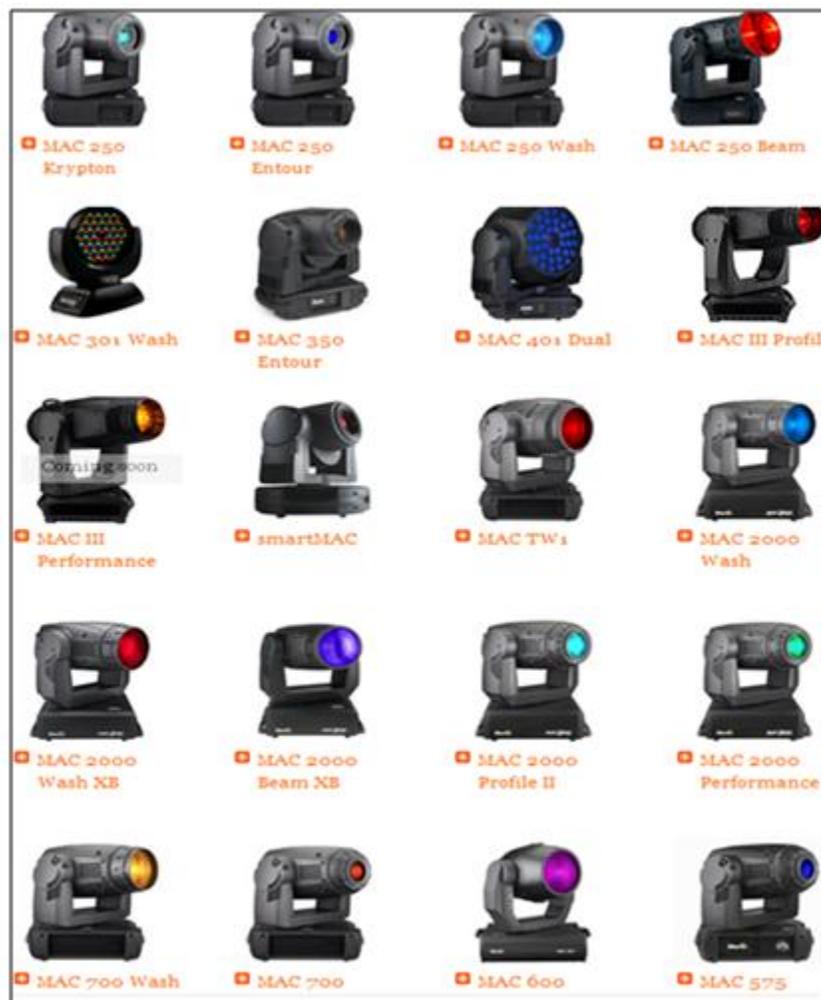


Fig. 49 Cabezas móviles

## MAC 250 Kriptón

---

“MAC 250 Kriptón” es un proyector de cabeza móvil de alto rendimiento que dispone de una rueda de gobos, una rueda de colores independientes, y un prisma rotativo.

### *Características*

- Colores: Negro
- Cubierta: Compuesto de fibra reforzada resistente a rayos UV
- Reflector: Cristal, de luz fría
- Enfoque motorizado
- Funcionamiento con bajo ruido de fondo
- Diseño modular para facilitar el mantenimiento y las reparaciones

### **Dimensiones**

- Largo 375 [mm]
- Ancho: 315 [mm]
- Alto: 538 [mm]
- Peso: 22,4 [kg]

### **Fuente Luminosa**

- Lámpara: De descarga de 250 [W]
- Instalado como estándar: Philips MSD 250/2
- Temperatura de color: 8.000 [K]
- Duración media: 3.000 [hr]
- Sistema Óptico Ángulo de apertura: 20[°], ángulo extremo



*Fig. 50 Mac 250 Kriptón*

### **Efectos Dinámicos**

- Rueda de color: 12 colores posiciones completas y partidas, rotación continua
- Rueda de gobos rotativos: 7 gobos intercambiables, rotación continua de gobos, y vibración
- Prisma: Prisma rotativo de 3 caras intercambiable
- Dimmer mecánico: 0 - 100%
- Obturador: Efecto estroboscópico de hasta 14 [Hz], efectos pulsantes, apertura instantánea

### **Control y Programación**

- Canales DMX: 14/17
- Configuración y direccionamiento: Panel de control con display tipo LED
- Control de 16 bits: Rueda de color, gobos rotativos, dimmer, enfoque, pan y tilt

### **Gobos**

- Diámetro exterior: 22.5 [mm] + 0/- 0.3 [mm]
- Diámetro máximo de la imagen: 17 [mm]
- Grosor máximo: 1.8[mm]
- Cristal recomendado: Boro de alta temperatura o mejor, con recubrimiento dicróico o de aluminio mejorado
- Metal recomendado: De aluminio (de acero sólo para utilización temporal)

### **Instalación**

- Puntos de montaje: 2 pares de fijaciones de 1/4 de vuelta
- Orientación: Cualquiera

### **Conexiones**

- Entrada de tensión de red AC: IEC de 3 contactos
- E/S de datos DMX: XLR de 3 y 5 contactos

### **Alimentación**

- Alimentación AC: 100-240 [V], 50/60 [Hz]
- Fuente de alimentación: Ajustes de tensión y frecuencia configurables por el usuario

### **Información térmica**

- Refrigeración: Por ventilación forzada filtrada (regulada por temperatura)
- Temperatura ambiente máxima (Ta): 40[°] C
- Temperatura de superficie máxima: 160[°] C
- Disipación total de temperatura (calculada, +/- 10%): 1.120 [BTU/hr.]

### **Datos fotometricos**

- Eficiencia 28%
- Angulo medio del haz de luz: 10.3[°]
- Flujo Luminoso: 5000 [lm]

## MAC 575 Kriptón

---

“MAC 575 Kriptón” combina un eficiente sistema óptico con alto nivel de brillantez de salida con gobos y extensas opciones de colores. Ha sido diseñado para que trabaje en escenarios, instalaciones o espacios donde se requiera un producto fiable, de alto rendimiento y bajo mantenimiento.

### Dimensiones

- Largo: 450 [mm]
- Ancho: 365 [mm]
- Alto: 636 [mm], cabeza hacia arriba
- Peso: 37.8 [kg]

### Fuente Luminosa

- Lámpara: De descarga de arco corto de 575 [W]
- Temperatura de color: 7000 [K]
- Duración media: 750 [hr]
- Arrancador: Magnético



*Fig. 51 MAC 575 Kriptón*

### Efectos Dinámicos

- 2 ruedas de Color c/u con: 8 filtros dicroicos intercambiables, colores completos e intermedios, rotación continua, color aleatorio
- Rueda de gobos rotativos: 6 gobos intercambiables, con rotación continua de gobos, giro continuo de rueda y vibración
- Rueda de gobos estáticos: 9 gobos intercambiables, con rotación continua y gobo aleatorio
- Prisma: Prisma rotativo intercambiable de 4 caras
- Iris motorizado: 0 - 100%, con efectos pulsantes
- Dimmer mecánico: 0 - 100%
- Obturador: Efecto estroboscópico de 2 a 10 [Hz], efectos pulsantes
- Zoom: Motorizado
- Pan: 540°
- Tilt: 246°

### Sistema Óptico

- Ángulo de apertura: 16[°] – 31[°], ángulos extremos
- Control Y Programación
- Canales DMX: 19/25
- Configuración y direccionamiento: Panel de control con display tipo LED

### Construcción

- Colores: Negro o blanco
- Cubierta: Compuesto de fibra reforzada resistente a rayos UV

## **Gobos**

- Diámetro exterior: 27,9 [mm] +0 / -0,3 [mm]
- Diámetro máximo de la imagen: 23 [mm]
- Grosor máximo: 1,1 [mm] en posiciones estáticas, 4 [mm] en pos. rotativas
- Cristal recomendado: Borofloat de alta temperatura, con recubrimiento dicroico o de aluminio mejorado
- Metal recomendado: Aluminio de 0,5 [mm]

## **Instalación**

- Puntos de montaje: 2 pares de fijaciones de 1/4 de vuelta
- Orientación: Cualquiera
- Distancia mínima a las superficies iluminadas: 1.2 [m]
- Distancia mínima a materiales combustibles: 0,5 [m]

## **Conexiones**

- Entrada de tensión de red AC: Cable integrado de 3[m] sin conector
- E/S de datos DMX: XLR de 3 y 5 contactos

## **Alimentación**

- Alimentación AC: 200-250 V, 50/60 [Hz]
- Ajustes de tensión y frecuencia configurables por el usuario

## **Información térmica**

- Refrigeración: Por ventilación forzada filtrada (regulada por temperatura)
- Temperatura ambiente máxima (Ta): 40[° C]
- Temperatura de superficie máxima: 160[° C]
- Disipación de calor total (calculada, +/- 10%, a 230 V 50 Hz): 2.800 [BTU/hr.]

## **Información fotométrica**

- Zoom al Máximo
- Eficiencia: 28%
- Eficacia: 14 [lm/W]
- Angulo medio del haz de luz: 20[°]
- Flujo luminoso: 11100[lm]

## Accesorios

### Tripies:

- Acero cromado con columna de engranaje.
- 2 extensiones al mismo tiempo se extienden a una altura de 4.4 [cm] de longitud por vuelta de manivela.
- Longitud cerrada 181,0 [cm]
- Mínimo de altura 167,0 [cm]
- Máxima altura 370,0 [cm]
- Capacidad de carga, como máximo, 30,0 [kg]
- Extensión de 6 [°] de inclinación
- Peso 21,40 [kg]
- Color Plata



*Fig. 52. Tripie de Iluminación*

## Audio

### FÍSICA DEL SONIDO

La física del sonido es estudiada por la acústica, que trata tanto de la propagación de las ondas sonoras en los diferentes tipos de medios continuos como la interacción de estas ondas sonoras con los cuerpos físicos.

Algunas ramas de la acústica son:

- ✓ Acústica física: analiza los fenómenos sonoros mediante modelos físicos y matemáticos.
- ✓ Acústica arquitectónica: estudio del control del sonido, tanto del aislamiento entre recintos habitables, como del acondicionamiento acústico de locales
- ✓ Acústica Ambiental: estudio del sonido en exteriores, el ruido ambiental y sus efectos en las personas y la naturaleza,
- ✓ Acústica musical: estudio de la producción de sonido en los instrumentos musicales, y de los sistemas de afinación de la escala.
- ✓ Electroacústica: estudia el tratamiento electrónico del sonido, incluyendo la captación, procesamiento, amplificación, grabación, producción etc.
- ✓ Acústica fisiológica: estudio del funcionamiento del aparato auditivo, desde la oreja a la corteza cerebral.

### Medida del sonido

Las perturbaciones creadas por las vibraciones sobre el estado de reposo inicial de las partículas de aire, se traducen en variaciones muy pequeñas de presión. Las partículas de aire se acercan y alejan con las vibraciones, se comprimen y "descomprimen".

Esta variación de presión es lo que se mide. La unidad de medida de la presión es el Pascal [Pa]. Las presiones sonoras audibles varían entre los 20  $\mu$  [Pa] y los 20 [Pa] esto obligaría a tratar con unidades muy pequeñas, por eso se usa otra medida relativa: el "Nivel de Presión Sonora" (NPS), que se mide en decibelios [dB] es una unidad logarítmica que equivale a la décima parte de un bel. El nombre bel viene del físico norteamericano Alexander Graham Bell (1847-1922). El nivel de referencia corresponde a 0 [dB] mientras que el nivel sonoro máximo corresponde a 120 [dB].

$$NPS[db] = 20 \log \frac{P_1}{P_0}$$

Donde:

- $P_1$  es la presión sonora instantánea.
- $P_0$  es la presión de referencia y se toma como referencia la presión sonora en el umbral de audición, que son 20 [ $\mu$  Pa].
- log es un logaritmo decimal

El nivel de presión acústica se expresa como 20 veces el logaritmo decimal de la relación entre una presión acústica y una de presión de referencia determinada

Unos valores medios en [dB] son los siguientes:

- 25 [dB] NPS en un dormitorio urbano
- 57 [dB] NPS en conversación normal
- 85 [dB] NPS durante un grito
- 115 [dB] NPS en una discoteca
- 120 [dB] NPS de umbral de dolor

### **Ondas acústicas**

Una onda es una perturbación que avanza o que se propaga en un medio material o incluso en el vacío. Todas las ondas tienen un comportamiento semejante. El sonido es un tipo de onda que se propaga únicamente en presencia de un medio que haga de soporte de la perturbación.

Las ondas mecánicas son las que se propagan a través de un material sólido, líquido y gaseoso. Hay dos tipos básicos de ondas mecánicas: transversales y longitudinales.

En las ondas longitudinales el desplazamiento de las partículas es paralelo a la dirección de propagación, mientras que en las ondas transversales es perpendicular. Las ondas acústicas son longitudinales.

Se llama campo sonoro a la forma en que se distribuye el sonido en diversos puntos dentro de un determinado espacio.

El frente de onda es el conjunto de puntos de la onda sonora que se encuentran en fase, es decir; al lugar geométrico de los puntos del medio que son alcanzados en un mismo instante por la perturbación.

Dentro de un tubo el frente de onda es plano, mientras que al aire libre el frente de onda es esférico. A determinada distancia las ondas esféricas pueden considerarse ondas planas.

Se denomina divergencia esférica cuando el nivel de presión disminuye conforme el sonido se propaga. Cuando el frente de onda es esférico, el nivel de presión cae 6 [dB] por cada vez que se duplica la distancia. Estas se llaman pérdidas por divergencia esférica.

[Si por ejemplo se mide el NPS que produce una excavadora a cinco metros y este es de 100 [dB], podremos decir que a 20 [m] el NPS será de 88 [dB], y a 40 [m] serán 82 [dB].

Cuando el frente de onda es plano, no hay pérdidas por divergencia. Un ejemplo de este tipo de propagación se da en la propagación del sonido por el interior de una tubería.

## Características de las ondas sonoras

El sonido, puede describirse especificando tres características físicas ya que la posición de una partícula en un instante de tiempo concreto, dependerá de la frecuencia, la fase y amplitud, estas características corresponden a tres características de su percepción el tono, la intensidad y el timbre.

- **Frecuencia** es la cantidad de ciclos completos en un tiempo dado. La frecuencia se mide en Hertz [Hz], e indica el número de ciclos completos en un segundo. Un ciclo es el recorrido completo que efectúa una partícula desde su posición central, hasta su misma posición, después de haber pasado por su máximo y mínimo.
- **Fase:** Indica la posición de la partícula que oscila en el momento de empezar a contar el tiempo, es decir en  $T = 0$  [s]. La fase se mide en radianes o en grados [°].
- **Amplitud** Indica la magnitud del movimiento de las moléculas (de aire en este caso) en la onda de oscilación, si se trata de partículas que se mueven, el módulo estará definido en metros [m], si se trata de una señal eléctrica, el módulo estará definido en volts [V] y si son acústicas en [dB].
- **Periodo** es el tiempo necesario para completar un ciclo de  $360^\circ$ , es el inverso de la frecuencia y se mide en segundos [s].
- **Longitud de onda** es la distancia recorrida en un período.

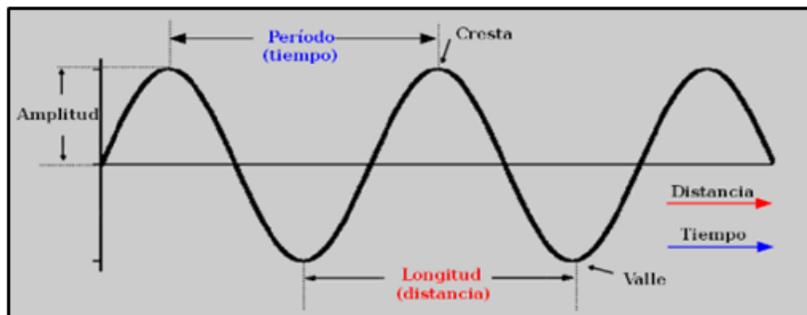


Fig. 52 bis. Elementos característicos de las ondas sonoras

- **Interferencia.** Las ondas sonoras se propagan sin afectarse unas a otras, sin embargo, el sistema auditivo es sensible a la presión sonora total. Cuando dos ondas de igual frecuencia y en igualdad de fase se superponen en un medio, se produce una interferencia, la amplitud de vibración varía con la posición, hay zonas donde la amplitud de la vibración es máxima llamadas zonas de interferencia constructiva y otras zonas donde es mínima llamadas zonas de interferencia destructiva.
- **Intensidad** es una cantidad que determina la distancia a la que se puede oír un sonido si la onda es esférica, la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, suponiendo que no se produzca ninguna pérdida de energía debido a la viscosidad, la conducción térmica u otros efectos de absorción.

- **Tono** es una cualidad de cada sonido que permite distinguir entre graves y agudos está en función de la frecuencia y es su magnitud física. Los sonidos de una única frecuencia, se llaman tonos puros, Solo los diapasones generan este tipo de sonidos, que son debidos a una sola frecuencia y representados por una onda armónica senoidal del tipo:

$$f(t) = A \text{ sen}(2 \pi f t)$$

Donde A es la amplitud, t es el tiempo y f la frecuencia.

Por ejemplo el sonido que se escucha en el teléfono antes de marcar, corresponde a un tono puro de frecuencia cercana a 400 [Hz]. el sonido más grave de una guitarra corresponde a una frecuencia de 82,4 [Hz] y el más agudo a 698,5 [Hz], la voz masculina tiene un tono fundamental de entre 100 y 200 [Hz], mientras que la voz femenina es más aguda, típicamente está entre 150 y 300 [Hz]. .

- **Timbre** es la propiedad que nos permite diferenciar el sonido de igual frecuencia, es decir; aunque dos instrumentos emitan un sonido podemos diferenciarlos gracias a su timbre característico. Debido a la analogía existente entre el mundo de la luz y el del sonido, al timbre se le denomina también color del tono

### Propagación del sonido

Debido a que el sonido es una vibración, y su propagación se puede dar en cualquier medio material sólido, líquido o gaseoso, en cada medio, se propaga a una velocidad diferente, principalmente en función de la densidad. Cuanto más denso sea el medio, mayor será la velocidad de propagación del sonido. En el vacío, el sonido no se propaga, al no existir partículas que puedan vibrar. .

La definición termodinámica de la velocidad del sonido, para cualquier medio, es la derivada parcial de la presión con respecto de la densidad a entropía constante.

La velocidad de propagación depende de las propiedades elásticas e inerciales del medio Una onda sonora en un fluido gaseoso consiste en una perturbación del medio, la cual se propaga a una velocidad constante cuya ecuación es:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

Donde:

$\gamma$ : es el coeficiente de compresión adiabático y su valor esperado y medido para el aire es 1.4.

R: es la constante universal de los gases cuyo valor es de 8.3145 [J/mol. K]

T: es la temperatura absoluta a la que se encuentra el gas

M: la masa molar del gas, que para el caso del aire el valor promedio es de alrededor de 0.0290 [kg/mol.]

En el aire, el sonido se propaga a una velocidad aproximada en la atmósfera terrestre es de 343 [m/s] a 20 [°C] de temperatura, la velocidad puede variar con la densidad del aire, afectada por factores como la temperatura o la humedad relativa.

El sonido tiene una velocidad de 331.5 [m/s] cuando: la temperatura es de 0 [°C], la presión atmosférica es de 1 atm (nivel del mar) y se presenta una humedad relativa del aire de 0 % (aire seco).

El aire posee algunas características relevantes para la propagación del sonido:

- La propagación es lineal (en el intervalo de sonidos audibles la aproximación es válida). Esto permite que diferentes ondas sonoras se propaguen por el mismo espacio al mismo tiempo sin afectarse.
- El medio es no dispersivo. Por esta razón las ondas se propagan a la misma velocidad independientemente de su frecuencia o amplitud.
- El medio es homogéneo. No existen direcciones de propagación privilegiadas por lo que el sonido se propaga esféricamente

En sólidos la velocidad de propagación del sonido esta dada por:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Dónde: c es la velocidad del sonido en sólidos [m/s]

E es el modulo de Young [Pa]

$\rho$  es la densidad del solido [kg/m<sup>3</sup>].

La velocidad media para algunos materiales es la siguiente:

- En el agua (a 25 °C) es de 1.493[m/s].
- En la madera es de 3.900 [m/s].
- En el hormigón es de 4.000 [m/s].
- En el acero es de 5.100 [m/s].
- En el aluminio es de 6.400 [m/s].

La propagación del sonido en el agua, es el fundamento de los sistemas de sonar utilizados en barcos y submarinos para detectar obstáculos u objetivos y para enviar datos codificados. Para aplicaciones sonar las frecuencias que se utilizan corresponden a los ultrasonidos.

En materiales metálicos sólidos se utiliza el sonido y las propiedades de reflexión para detectar fallas estructurales y grietas, sin necesidad de tener acceso a toda la estructura.

## Reflexión y refracción de las ondas.

Cuando una onda acústica incide sobre una superficie plana que separa dos medios, se producen dos ondas: una de reflexión y otra de refracción. Cuando la inclinación de la onda incidente es superior a un ángulo dado llamado ángulo crítico, sólo se produce onda reflejada.

La impedancia es la oposición que hace el medio al avance de la onda. La cantidad de energía que corresponde a la onda reflejada y a la onda transmitida, es función de la relación de impedancias acústicas entre el primer y el segundo medio.

En el caso de las ondas sonoras, la reflexión en una pared explica el fenómeno del eco. El oído humano sólo es capaz de percibir dos sonidos como separados si distan uno respecto del otro más de 0,1 segundos, de ahí que para que pueda percibirse el eco la superficie reflectiva debe estar separada del observador 17 metros por lo menos, cantidad que corresponde a la mitad de la distancia que recorre el sonido en el aire en ese intervalo de tiempo ( $17 \text{ m} = 340 \text{ m/s} \cdot 0,1 \text{ s}/2$ ).

## Absorción.

Una onda acústica implica el movimiento de partículas, las cuales rozan entre sí, lo cual consume parte de la energía, que se convierte en calor, disminuyendo la energía acústica total. La pérdida de energía, o absorción, depende de cada frecuencia, siendo generalmente mayor a altas frecuencias que a bajas frecuencias.

La siguiente tabla muestra la absorción del aire a 20° centígrados y humedad del 70% para distintas frecuencias, en dB por kilómetro.

| Frecuencia (Hz)    | 31  | 63  | 125 | 259 | 500 | 1K  | 2K   | 4K   | 8K   | 16K |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| Absorción (dB/Km.) | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1.3 | 2.6 | 5.3 | 11.0 | 22.0 | 53.0 | 160 |

También existe otro parámetro de la absorción, y es el que se usa en las especificaciones de materiales acústicos. Se suele llamar "coeficiente de absorción" de un panel acústico y depende principalmente del espesor, porosidad y de la geometría, es adimensional y sus valores van de 0 a 1, siendo cero equivalente a mínima absorción y uno máxima absorción.

$$\alpha = \frac{S_1}{S_2} = \frac{S_{abs}}{S_{inc}}$$

Dónde:

$\alpha$ : Coeficiente de absorción

S1: Energía que absorbe una superficie

S2: Energía que incide en una superficie

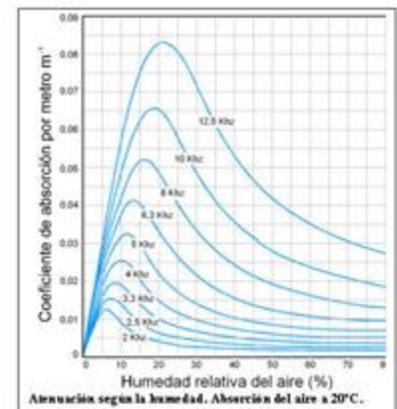


Fig. 53 Absorción vs Humedad relativa

## **Difracción.**

Las ondas son capaces de traspasar orificios y bordear obstáculos interpuestos en su camino. De tal forma la difracción o sombra acústica se le llama a cualquier desviación de la propagación en línea recta debida a la presencia de algún obstáculo en el medio homogéneo. La sombra creada es distinta según la frecuencia de la que se trate. Las altas frecuencias "proyectan" una sombra más definida que las bajas frecuencias. Por tanto las bajas frecuencias sufren más difracción que las altas.

Cuando una fuente de ondas alcanza una placa con un orificio o rendija central, cada punto de la porción del frente de ondas limitado por la rendija se convierte en foco emisor de ondas secundarias todas de idéntica frecuencia. Los focos secundarios que corresponden a los extremos de la abertura generan ondas que son las responsables de que el haz se abra tras la rendija y bordee sus esquinas.

En los puntos intermedios se producen superposiciones de las ondas secundarias que dan lugar a zonas de intensidad máxima y de intensidad mínima típicas de los fenómenos de interferencias.

Ambos fenómenos que caracterizan la difracción de las ondas dependen de la relación existente entre el tamaño de la rendija o del obstáculo y la longitud de onda. Así, una rendija cuya anchura sea del orden de la longitud de la onda considerada, será completamente bordeada por la onda incidente y, además, el patrón de interferencias se reducirá a una zona de máxima amplitud idéntica a un foco

Los efectos de difracción pueden tener importancia en, altavoces, para la audición humana, para micrófonos, ya que arrojan sombra sobre sí mismos para las frecuencias agudas.

Las sombras acústicas creadas por obstáculos son muy usadas en la lucha contra el ruido.

## **Reverberación**

La reverberación es la suma total de las reflexiones del sonido que llegan al lugar del oyente en diferentes momentos del tiempo.

En los espacios cerrados, como las salas, el sonido una vez generado se refleja sucesivas veces en las paredes, dando lugar a una prolongación por algunos instantes del sonido original.

La duración y la coloración tímbrica dependen de la distancia entre el oyente y la fuente sonora y la naturaleza de las superficies que reflejan el sonido.

Este fenómeno empeora las condiciones acústicas de una sala, puesto que hace que los sonidos anteriores se entremezclen con los posteriores. Su eliminación se logra recubriendo las paredes de corcho por ejemplo, que absorbe las ondas sonoras e impiden la reflexión

## FUENTES DE SONIDO

Se entiende por fuentes de sonido a aquellos aparatos a cuya salida se obtiene una señal eléctrica (voltaje), de amplitud directamente proporcional a la amplitud de la señal de audio. Esta señal eléctrica es la que se propaga por los cables hasta un amplificador y conectada a unos altavoces para poder ser escuchada.

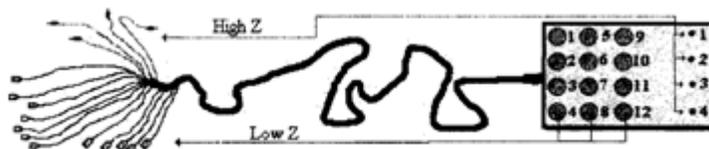
Las fuentes de sonido más comunes son: micrófonos, reproductor de discos de vinilo, reproductor de cintas de casete, reproductor de discos compactos (CD) y otros formatos de almacenamiento digital como DVD (Digital Versatile Disc) etc. Además está el sintonizador de radio de bandas comerciales: AM y FM.



*Fig. 54. Denon*

Otras fuentes de sonido pueden ser el televisor, el vídeo o la cámara de vídeo, en aquellos que incorporan una salida de audio tradicional.

Cuando múltiples fuentes de sonido se encuentran lejanas para poder conectarse al lugar donde serán procesadas se utiliza un instrumento conocido como "snake" "el cual es un cable grueso que cuenta con varios hilos por los que se transmiten las señales de las diferentes entradas del escenario a la cabina de control.



*Fig. 55 Snake*

## MICRÓFONOS

Son los elementos encargados de captar las ondas mecánicas que propagan el sonido y convertirlas en señales eléctricas.

### Sensibilidad.

Se define como la relación entre la tensión de salida obtenida en el micrófono y la tensión de referencia que provoca dicha salida. Cuanto menor sea la sensibilidad del micrófono, mayor dificultad tendrá la mesa de mezcla, para mantener una relación señal ruido aceptable. La sensibilidad del micrófono no influye en su calidad sonora, ni en su respuesta en frecuencia, únicamente es importante a la hora de su uso ya que con un micrófono de baja sensibilidad se tiene que utilizar un nivel mayor de ganancia de entrada para dicho micrófono, aumentando de esta manera el ruido de fondo.

### Respuesta de frecuencias.

La respuesta en frecuencia de un micrófono indica la sensibilidad del mismo a cada frecuencia, teniendo en un eje (x) la frecuencia de 20 [Hz] a 20 K [Hz] y en el otro eje (y) los decibelios. El margen de frecuencia aproximado se encuentra entre los 50 [Hz] y 15 k [Hz], con una variación de  $\pm 3$  [dB].

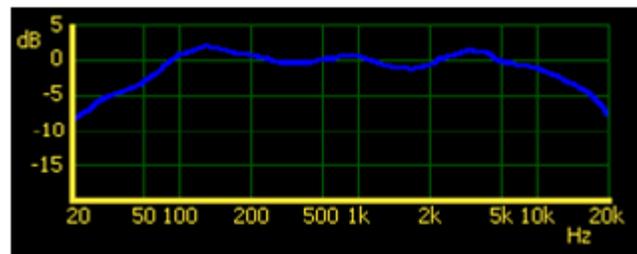


Fig. 57 Respuesta en frecuencia.

### Impedancia.

La impedancia en un micrófono es la propiedad de limitar el paso de la corriente eléctrica. Existen micrófonos de baja impedancia que suele valer 200 [ $\Omega$ ], estos tienen un menor grado de ruido eléctrico y permiten ser usados con cables largos, los micrófonos de alta impedancia que suelen tener un valor de 3000 [ $\Omega$ ] y al restringir de forma mayor el paso de la corriente, solo se pueden usar con cables de corta distancia.

### Ruido propio

El ruido propio de un micrófono es el que produce cuando no hay ninguna señal externa voluntaria que excite el micrófono. El origen son las moléculas de aire que chocan contra la membrana debido al movimiento térmico. En los micrófonos de bobina, por el movimiento de los electrones en la resistencia de la bobina móvil. Esta medida se realiza normalmente en una cámara anecoica y se especifica como una medida de presión sonora y por tanto en dB [NPS]. Con varios micrófonos los niveles de ruido se suman.

### Relación señal/ruido (s/r)

Si un micrófono tiene un máximo de 94 [dB] y un nivel de ruido propio de 30 [dB], la relación señal a ruido será de 64 dB. Una relación Señal/Ruido aceptable tendrá un valor en torno a los 64 [dB], buena en torno a los 74 [dB] y excelente si supera los 84 [dB].

## Efecto proximidad.

Consiste en un aumento considerable de la respuesta en baja frecuencia cuando el micrófono se sitúa cerca de la fuente de sonido.

## Límite de saturación.

Todos los micrófonos distorsionan totalmente la señal si el nivel de presión de esta es demasiado elevado. Esta condición se conoce como saturación. Dependiendo de la construcción del micrófono, podrá soportar mayores o menores niveles de presión sin distorsionar la señal.

## Directividad.

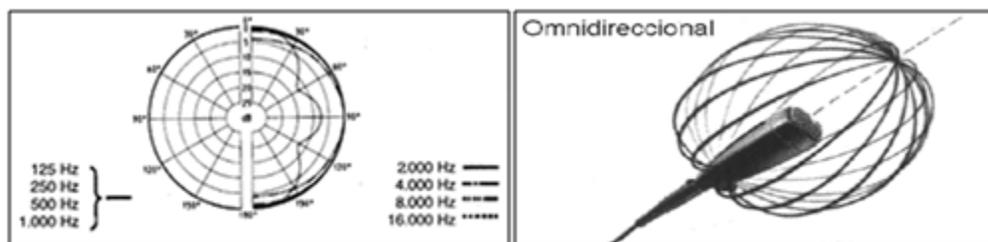
Es la capacidad que tiene un micrófono de recoger señal en función de la orientación relativa de la fuente sonora.

La directividad se representa gráficamente mediante los diagramas polares. El diagrama polar de un micrófono refleja la sensibilidad con que es capaz de captar un sonido según el ángulo con que le incida este.

Los diagramas polares se pueden dividir básicamente en omnidireccional, unidireccional y a su vez se dividen en cardiodes, súper cardiodes e híper cardiodes.

## Omnidireccionales

El diagrama polar omnidireccional tiene un rango de 360°, debido a que recibe con la misma sensibilidad cualquier sonido independientemente del punto donde proceda, la recepción es igual por todas las direcciones por tanto tienen una respuesta de sensibilidad constante.



*Fig. 58. Patrón polar. micrófono omnidireccional*

Los micrófonos omnidireccionales son recomendables en los siguientes casos:

- Captación del sonido en todas las direcciones.
- Captación de reverberaciones en locales, cámaras etc.
- Exclusión máxima del ruido mecánico generado por viento etc.
- Respuesta amplia en las frecuencias más bajas, sobre todo con micrófonos de condensador.

## Unidireccional

El micrófono unidireccional se puede clasificar como aquel que tiene una mayor sensibilidad a los sonidos que vienen de frente a la cápsula con un ángulo relativamente amplio.

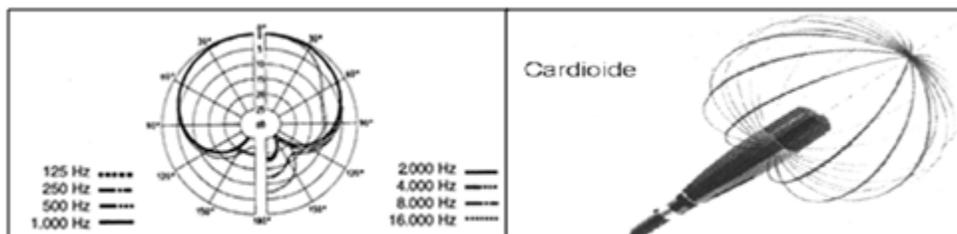
Este tipo de diagrama polar, se puede subdividir en tres que son, el cardiode, el súper cardiode y el híper cardiode. Cada uno de ellos va presentando un diagrama polar cada vez más estrecho y por tanto se van haciendo más insensibles a los sonidos que les llegan desde la parte posterior así como del lateral.

Los micrófonos direccionales se utilizan en los siguientes casos:

- Rechazar al máximo la acústica que tenga el recinto donde se realiza la toma.
- Rechazar el ruido de fondo.
- Utilizar técnicas especiales de grabación con parejas de micrófonos (estéreo)
- Captación de sonidos lejanos.

## Cardiodes

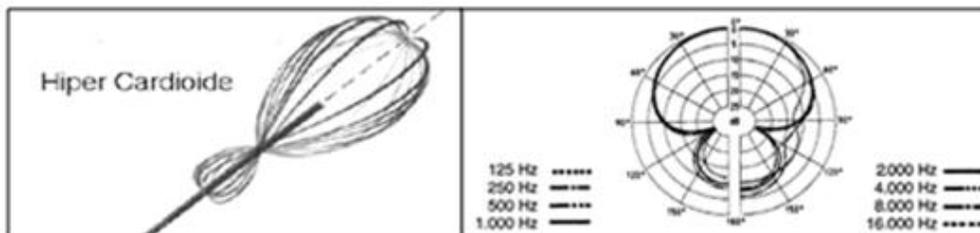
Su respuesta polar tiende a ser directiva, y recibe correctamente las señales procedentes de la zona delantera disminuyendo su sensibilidad a medida que nos alejamos de esta dirección. Muy sensibles a los sonidos provenientes por el frente y muy poco sensibles a los que le llegan por detrás



*Fig. 59 Patrón polar. Cardiode*

## Híper cardiodes

Tiene un lóbulo delantero mayor que el trasero, recoge más sonido por su parte posterior que el cardiode y el súper cardiode



*Fig. 60.a) Patrón hípercardioides*

## Bidireccionales o súper cardiode

El micrófono bidireccional recibe la señal por dos sentidos en la dirección de su eje presenta una gran sensibilidad en el frente, con un ángulo amplio, y una imagen simétrica en la parte posterior, es menos sensible a los sonidos que llegan desde los laterales y más sensible a los que le llegan desde el frente y la parte posterior.

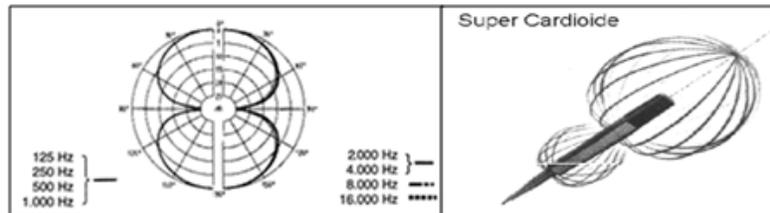


Fig.60.b) Patrón Súper Cardiode

## Clasificación de los micrófonos según su transductor.

El transductor es el mecanismo que convierte el sonido en señales eléctricas dentro de un micrófono.

### Micrófono dinámico 40 - 16.000 [Hz]

También llamados micrófono de bobina móvil, su estructura está formada por un embobinado de hilo conductor unido a una membrana, que se mueve a partir de las variaciones de presión que llegan hasta ella.

La bobina se coloca dentro del campo magnético generado por un imán permanente, de forma que, cuando se desplaza, esta corta las líneas del campo magnético del imán produciéndose una variación de corriente.

Este tipo de micrófono es indicado para aplicaciones donde el nivel acústico sea elevado, ya que soporta grandes presiones sonoras sin saturarse.

Poseen una impedancia típica aproximada a unos 600 [ $\Omega$ ]. No posee una respuesta plana en frecuencia y es utilizado ampliamente como micrófono de vocalista.

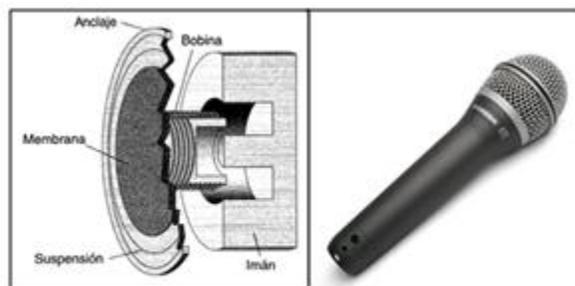


Fig. 61 .Micrófono dinámico

## Micrófono de cinta de velocidad o gradiente de presión 30-18.00 [Hz]

El micrófono de cinta utiliza el mismo principio que el micrófono dinámico, sin embargo este tipo de micrófono está compuesto por una membrana, diafragma o “cinta” metálica traductora situada entre los polos de un imán permanente. Al incidir la energía sobre sus caras, provoca un movimiento cortando así líneas de flujo e induciéndose sobre el conductor una f.e.m. (fuerza electro motriz) según la Ley de Faraday – Lenz, la cual se presenta cuando la cinta vibra como consecuencia de las presiones de las ondas sonoras y se crea una corriente que es similar a la velocidad de desplazamiento de dichas ondas sonoras, por esto a veces se les llama también micrófonos de velocidad o gradiente de presión, debido a que el movimiento de esta es el resultado de las diferencias de presión entre las caras anterior y posterior del diafragma, es decir, de la velocidad de las partículas de aire al ser puestas en movimiento por la energía acústica.

### Características generales:

- Respuesta de frecuencia uniforme.
- Excelente respuesta en altas frecuencias.
- Patrón polar bidireccional.
- Baja impedancia de salida.
- Puede fabricarse en tamaños reducidos.
- Diafragma muy liviano.
- Presenta alta sensibilidad.
- Posible rotura ante niveles de presión sonora elevados.

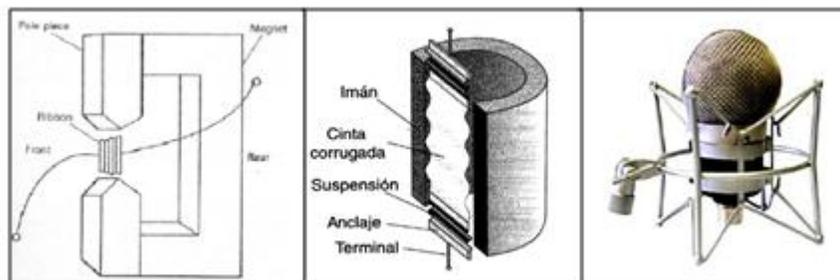


Fig. 62 Micrófono de cinta

Una cinta conductiva de baja masa se mueve en respuesta al sonido incidente. La impedancia del micrófono de cinta es mas baja que en un micrófono dinámico, estando en torno a los 200[Ω]

Es utilizado para captar sonidos vocalistas a media distancia, pero también puede utilizarse para captar sonidos de instrumentos, puesto que su respuesta en frecuencia es muy buena y acepta sonidos fuertes sin saturarse.

El nivel de señal que entrega es bajo, y tiene un excesivo ruido de manipulación, por esta razón, es común verlos colocados en soportes fijos con sujeciones elásticas que absorben las vibraciones.

### **Micrófonos de Condensador: (electrostático), 20-18.000 [Hz].**

Estos micrófonos cuentan con la estructura de un condensador o también llamado capacitor, ya que utilizan por transductor un par de placas paralelas cuyo dieléctrico es aire las cuales están electroestáticamente cargadas con una tensión continua externa al micrófono llamada “Phantom power” o fantasma típicamente de 48 [V]. Esta corriente continua es proporcionada a través de la malla del cable del micro, pero no por la misma línea de la señal de audio la que es enviada a través de una de las líneas de audio se llama alimentación A-B y proporciona la corriente continua que requiere el micrófono.

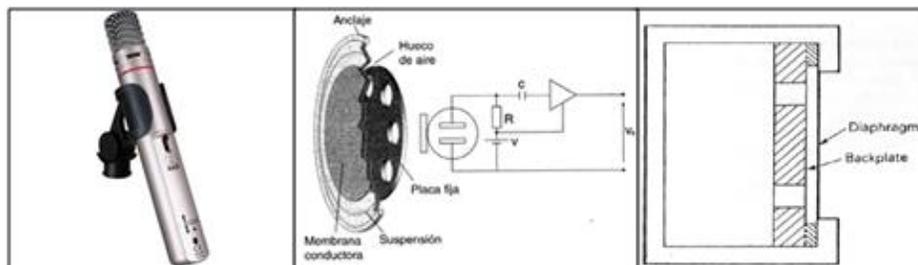


*Fig. 63 Micrófono de condensador*

Una de estas placas es móvil por lo que transduce las vibraciones de las ondas acústicas que percibe. En variaciones de longitud de dieléctrico es decir; la distancia entre ambas placas varia y por tanto varia también la capacidad del condensador esto se refleja en variaciones relativas de la capacidad estática capacitancia, por lo tanto, en variaciones relativas de tensión entre placas.

La ventaja de este tipo de micrófono es la respuesta en frecuencias que puede ser plana. Como la membrana tiene una masa muy inferior a la de un micrófono dinámico, su tamaño puede ser muy reducido.

Estos micrófonos no están recomendados para captar sonidos de alta intensidad, ya que se saturan fácilmente. La impedancia de micrófono ronda los 200 a 800 [ $\Omega$ ].



*Fig.64 Micrófono de condensador*

#### **Características generales:**

- Tienen un diafragma muy liviano.
- Presentan una sensibilidad muy alta.
- Puede diseñarse para ofrecer diferentes patrones polares en una sola unidad.
- Tiene una excelente respuesta en frecuencia.
- Posee ruido propio.
- Requiere fuente externa. Phantom Power”
- Más sensible a las variaciones de temperatura y humedad que los dinámicos.

## Micrófonos inalámbricos

Es un micrófono de condensador que se conecta a un radio transmisor. En condiciones óptimas los micrófonos inalámbricos pueden transmitir fielmente en un radio de poco más de 180 [m]

Existen dos grupos generales micrófono de mano o de solapa (Lavalier). Es de tamaño muy reducido tiene la facilidad de ser colocado en alguna prenda de vestir y así evitar sujetarlo con la mano.

Es muy empleado para lugares donde el ruido está muy controlado, y suelen ser principalmente de condensador.



*Fig. 65 Micrófonos inalámbricos*

Están dotados de un pequeño transmisor habitualmente de frecuencia modulada y un receptor, que trabajan con la misma frecuencia. Las bandas de trabajo pueden estar en VHF 138-250 [MHz] o UHF 574-960 [MHz].

Cada transmisor emitirá a una determinada frecuencia. Cuando se utilizan varios micrófonos, se establece una banda de seguridad mínima de 0,2 [MHz] entre las frecuencias asignadas a cada par base-micro, para evitar las interferencias.

Dos micrófonos transmitiendo en frecuencias muy próximas pueden influirse mutuamente provocando reforzamientos, atenuaciones o incluso, cancelaciones.

La banda de frecuencias en que emiten los micrófonos inalámbricos, como todo el espacio de radiofrecuencias, está administrado por el estado. Cada país establece el margen de frecuencias en que los micrófonos pueden operar. Se intenta evitar que un micrófono interfiera a una radio, a una cadena de TV, a las frecuencias que utilizan para comunicarse las fuerzas de seguridad del Estado, etc.

Los micrófonos inalámbricos no son autónomos, necesitan alimentación externa que se la proporciona una pila de 9 [V] generalmente.

La impedancia de salida de los micrófonos inalámbricos es mucho menor que la de los micrófonos de cable. El estándar se sitúa en torno a los 50 [ $\Omega$ ]. Los elementos de los equipos inalámbricos son micrófono, base con regulador de corriente, cable de antena, antenas y conectores.

## CONSOLA MEZCLADORA O MIXER.

Existen distintos tipos de consolas dotadas con avanzada tecnología desde elementales a las más sofisticadas, que cubre cada área de aplicación, con un objetivo claro como elemento indispensable en el procesamiento de señales.



Fig. 66. Consolas Mezcladoras de Audio

La mesa de mezclas combina y establece diversas rutas de señal de audio, agregando ajustes de nivel y obtención de diversos efectos o aplicaciones sobre el mismo.

Tienen como función principal conjugar varias entradas canalizándolas a una o varias salidas, cada una con especificaciones particulares.

Pueden proporcionar alimentación fantasma para micrófonos de condensador, control panorámico, filtrado y ecualización, posibilidades de encaminamiento de señales, etc.

Se dividen básicamente en canales de entrada, retornos, controles generales, filtros, monitoreo y salidas. El módulo de entrada o canal de entrada comienza por las dos entradas, micrófono y línea.

La entrada *MIC* también se denomina de bajo nivel porque recibe señales débiles en cuanto a voltaje eléctrico (centésimas de voltio). La entrada de *LINEA* ó *LINE* es una entrada de alto nivel (décimas de voltio). En entrada de *MIC* la impedancia de entrada podría estar en el orden de 2 a 10 K [ohm] y debe ser pre amplificada para poder subirla de nivel o voltaje e igualarla a la señal de *LINE*, la impedancia de esta entrada está en el orden de los 40k [ohm] a 50k [ohm].

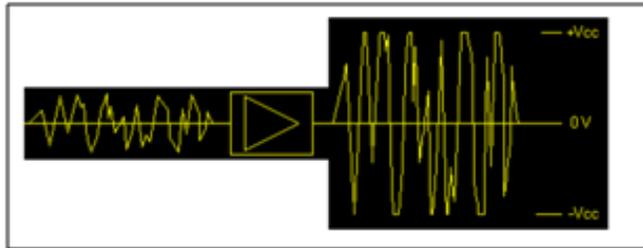
Algunos mezcladores ofrecen para las entradas estéreo *Tape IN* mediante conexiones de *RCA* esta diseñada para recibir la señal proveniente de un grabador multitrack, o señal de alta impedancia. Posee las mismas características que el Line In. Para realizar las mezclas se utiliza un sistema de “faders” que son potenciómetros deslizantes cuya función es determinar la cantidad de salida y con ello el volumen

El procesamiento de señales (filtrado y ecualizaciones) limita el paso de determinadas frecuencias, en ciertas aplicaciones se requiere también monitoreo, el cual consiste en enviar señales a altavoces de emisores que estén ejecutando para tener una referencia de lo que interpretan, para ello las consolas vienen equipadas con varias salidas conocidas como vías auxiliares.

## AMPLIFICADORES

Un amplificador es un dispositivo que, mediante la utilización de energía externa, magnifica la amplitud o intensidad de un fenómeno físico.

La función del amplificador en audio es suministrar potencia eléctrica a los altavoces. La señal eléctrica a la salida tiene igual forma de onda que a la entrada, pero varían las magnitudes. En lugar de tensiones de decenas de mili volts  $m[V]$ , alimenta a los altavoces con tensiones de decenas de voltios  $[V]$  y corrientes que pueden llegar a varios amperios  $[A]$ .



*Fig. 67. Niveles de tensión de una señal antes y después de pasar por un amplificador.*

La figura anterior representa cómo el amplificador aumenta la tensión  $V$  de la señal sin perturbar la forma de onda, teniendo una respuesta en frecuencia plana o “flat” suministrando gran cantidad de corriente  $I$ .

El producto del voltaje por la intensidad es la potencia  $P$  en Watts  $[W]$ ,  $P = I \cdot V$ .

Las señales de línea, no alcanzan los miliamperios. Esta tensión y corriente que se emplea en mover los altavoces, sale de la fuente de alimentación interna que a su vez la toma de la red eléctrica general.

Algunas características de los amplificadores son:

### **Respuesta en Frecuencia**

La respuesta en frecuencia en los amplificadores establece el rango en el cual trabajará el sistema sin distorsionar la señal. Este se conoce como ancho de banda y determina las frecuencias para las cuales se produce el proceso de amplificación

### **Factor de amortiguamiento**

El Factor de Amortiguamiento se relaciona con la capacidad del amplificador de controlar al altavoz en bajas frecuencias, debido a las tensiones provenientes de la bobina del parlante en sus desplazamientos. Suele existir la tendencia de los conos y diafragmas de los diferentes altavoces, a continuar vibrando un poco después de haber parado la señal de excitación. Mientras más alto sea el FA más rápido volverá el parlante a su punto de partida.

## Sensibilidad

Esta condición nos indica la cantidad de volts [V] de entrada que necesita el aparato en cuestión para producir la salida nominal máxima.

Por ejemplo: 150 [V] sobre 8[Ω]. Sensibilidad 775 m [V], es decir; con un voltaje de 775 m [V] en la entrada, el amplificador desarrollará 150 [V] sobre una carga de 8[Ω] en resumen, lo definimos como mínimo valor en [V] que debe ingresar al amplificador para poder manejar rangos de potencia aceptables en el diseño sonoro.

La principal característica que define un a amplificador es su potencia. Existen dos medidas de potencia definidas:

## Potencia Nominal.

Se define como la potencia que el amplificador es capaz de proporcionar a la carga nominal normalmente 8 [Ω], con ambos canales excitados simultáneamente en un margen de frecuencias de 20 [Hz] a 20K [Hz] sin deteriorar al parlante.

El modelo matemático necesario para obtener la potencia eléctrica de entrada necesaria es:

$$P = I^2 \cdot Z$$

P = Potencia eléctrica

I = Intensidad de corriente eléctrica

Z = Impedancia

## Potencia Musical o de Pico (PMPO)

Es la máxima potencia que puede dar el amplificador a intervalos cortos de tiempo. La reproducción de señal musical, requiere un poco más de potencia que la reproducción de señal sinusoidal el factor de cresta de la señal musical es mayor. Si se quieren tener 100 [W] musicales, habrá que instalar unos 120 [W] nominales

Al amplificador pueden llegar varias señales al mismo tiempo, pero sólo se puede amplificar una en cada momento.

Las líneas que van del amplificador a los altavoces son físicamente más gruesas para poder soportar las elevadas corrientes que circulan.

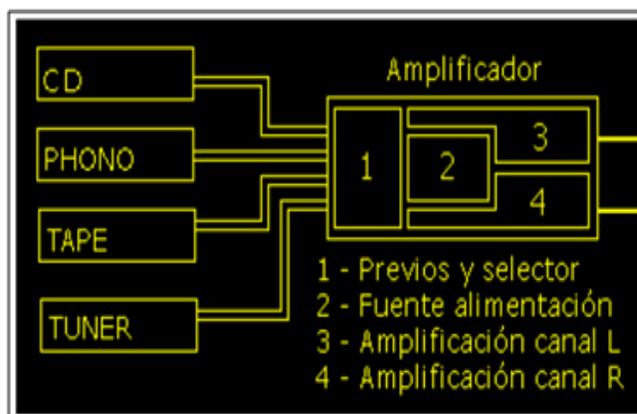


Fig.68 Fuentes disponibles conectadas a amplificador

## PROCESADORES DE SEÑALES

Son equipos donde se trata o procesa la calidad requerida del sonido , se pueden catalogar de la siguiente manera.

### Procesadores de frecuencia

Los procesadores de frecuencia, también llamados ecualizadores, cuya misión es la de igualar o ecualizar la respuesta del sistema con la de las salas de audición

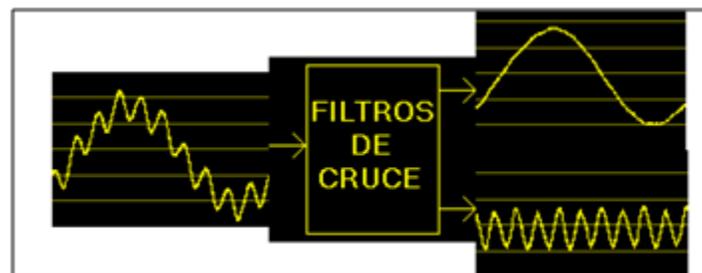
En esta categoría se encuentran Filtros, Filtro paso-alto, filtro paso-bajo, factor de calidad, ecualizadores escalonados, ecualizadores gráficos, ecualizadores paramétricos, ecualizadores semi para métricos, espectro de frecuencias, enlazadores de espectro y excitadores.

Un ecualizador es un dispositivo electrónico que contiene una serie de filtros o circuitos independientes sobre los que se puede variar uno o más parámetros para conseguir la modificación de la curva de respuesta

### Filtros

Un filtro es un sistema en el que si se introduce una señal de amplitud y frecuencia fija, se obtendrá a la salida una señal con la misma frecuencia y cuya amplitud es posible variar según sea el tipo de filtro. Así, un filtro actúa amplificando o atenuando la amplitud, aunque mantiene la frecuencia de la señal de entrada.

Mediante unos "filtros de cruce (crossover)", la señal procedente del amplificador se separa en dos: la señal portadora de bajas frecuencias y la portadora de las altas frecuencias. De este modo se reparte a cada transductor la señal que tiene que reproducir.



*Fig. 69. Filtros de cruce*

### Filtro paso-alto y filtro paso-bajo

El filtro paso-alto (*HPF*), como su nombre lo indica consiste en un circuito que actúa como eliminador de frecuencias inferiores a una determinada frecuencia de corte o de paso.

Mientras que la función de un filtro paso-bajo (*LPF*) será exactamente la contraria al filtro paso-alto, es decir, atenúa toda señal de frecuencia superior a la frecuencia de corte o de paso, se puede llamar a los filtros paso-alto: corta-bajos (*low cut*), y a los filtros paso-bajo: corta-altos (*high cut*)

### **Filtro de banda estrecha**

El filtro banda estrecha (*notch filter*) actúa siempre atenuando un margen muy estrecho de frecuencias. Se utiliza principalmente para suprimir alguna perturbación que se produzca en un punto determinado de frecuencia.

### **Enlazadores de espectro y excitadores**

Este tipo de equipos ubicados dentro de los procesadores de frecuencia afectan de diversas maneras el modo en el que el sonido es percibido por nuestro sistema auditivo.

Las primeras y más comunes de éstas unidades trabajan sintetizando armónicos pares en ciertos rangos de frecuencias, y mezclándolas de vuelta con la señal original.

### **Ecualizadores escalonados (*shelving*)**

Estos ecualizadores aparecieron al querer modificar las zonas de frecuencia menos audibles (graves y agudos), y consiste en un sólo filtro que actúa en los extremos del espectro de frecuencias captado por el oído humano.

### **Ecualizadores gráficos**

El paso de un sólo filtro a un ecualizador completo con varios controles, uno para cada frecuencia de actuación se dio colocando una serie de filtros paso-banda en paralelo, de forma que el sonido se divide en varias bandas, cada una de las cuales se puede regular independientemente de las otras.

Cada banda tiene un control deslizante individual con potenciómetros lineales sobre los que puede leerse directamente la amplificación o atenuación que proporcionan.



*Fig. 70 Ecualizador Grafico*

### **Ecualizadores paramétricos**

Los ecualizadores para métricos o de parámetros variables son una herramienta que permite hacer ajustes muy precisos y selectivos en la respuesta de frecuencia. Permite el control individual de tres parámetros por cada banda: su frecuencia central, su ganancia, y su ancho de banda.

Un ecualizador para métrico no sólo tiene corte o aumento de amplitud variable, también cuenta con un selector de frecuencia continuamente variable, el cual actúa sobre distintas zonas del espectro de audio, además cuenta con un control que ajusta el ancho de banda que será cortada o aumentada. El beneficio de la ecualización para métrica es mayor libertad y flexibilidad para ajustar la curva de respuesta.

### **Ecualizadores semi paramétricos**

En estos diseños tanto la frecuencia como la cantidad de corte o aumento son variables mientras que el ancho del filtro es fijo.

#### **Frecuencias muy bajas (16-60 Hz)**

Estas frecuencias ofrecen la sensación de potencia, si se producen continuamente producen un enmascaramiento, deben utilizarse con discreción.

#### **Frecuencias bajas (60 - 250 Hz)**

Contienen las notas fundamentales de la mayoría de los instrumentos, y la ecualización de ésta banda puede producir un cambio notorio en el balance del proceso. Demasiado refuerzo en ésta banda puede hacer que resulte retumbante.

#### **Frecuencias medias bajas (250 - 2000 Hz)**

Esta banda entrega cuerpo y riqueza a los sonidos. El excesivo refuerzo de ésta zona puede producir sonidos con efectos nasales o telefónicos, este refuerzo también puede llegar a ocasionar fatiga auditiva en el oyente.

#### **Frecuencias medias 2-4 k [Hz]**

Estas frecuencias proveen intensidad, presencia y definición. Esta banda resulta la más importante para el reconocimiento de la voz e instrumentos;

#### **Frecuencias medias altas 4 - 6 k [Hz]**

Son las frecuencias responsables de la claridad y la transparencia de la voz y la mayoría de los instrumentos. La atenuación de éstas frecuencias produce sonidos transparentes y distantes.

#### **Frecuencias altas 6-16 k [Hz]**

Esta banda sirve para controlar el brillo y también la claridad de los sonidos. Un excesivo refuerzo puede producir sonidos cristalinos, metálicos y siseos en las vocales y s.

#### **Frecuencias muy altas 16-20 k [Hz]**

En ésta última sección del espectro se controlan los extremos agudos, crea sonidos filosos y puede llegar a genera "hiss".

## **Factor de calidad**

El factor de calidad de un ecualizador se puede obtener dividiendo la frecuencia central entre el ancho de banda. Por ancho de banda se entiende el rango de frecuencias que se encuentran a -3 dB a los lados de la frecuencia central

## **Procesadores dinámicos**

Este tipo de procesadores permite tener un control sobre el rango dinámico de la señal tienen una aplicación considerable en la práctica de la operación sonora, ya que contribuyen al control por variaciones bruscas y fuentes impredecibles, protección del equipo de posible sobre modulación, así como para tener un mayor aprovechamiento de la dinámica de la señal.

Dentro de sus principales exponentes se encuentran el compresor, Limitador, Compuertas de ruido, Expansores, Parámetros (Umbral, Ratio, Tiempo de ataque, Tiempo de recuperación, Ganancia)

## **Compresor – Limitador**

Este tipo de procesadores ayudan a controlar el margen dinámico general de una señal, y con ello conseguir trabajar a niveles más altos. Brindando una estimable protección contra sobrecargas de voltaje, consiguiendo evitar distorsiones.

En sí los compresores y limitadores son procesadores que reducen el rango dinámico. Compresión se denomina al proceso de reducción de ganancia, mientras que la limitación responde a una brusca reducción de la señal.

Fundamentalmente estos procesadores se caracterizan por ser un tipo de amplificador lineal de audio cuya ganancia de salida puede ser prefijada sin depender del nivel de entrada, es decir, que su ganancia permanecerá constante aunque el nivel de entrada del aparato varíe dentro de un margen de valores llamado margen de compresión-limitación; reduciendo los niveles altos hasta el punto fijado sin alterar el resto de la señal procesada.

El limitador es un dispositivo por el cual una programación puede pasar sin alteraciones en la señal hasta que alcanza un valor crítico. Si la señal de entrada se eleva sobre el valor (umbral), la ganancia del sistema se reduce automáticamente debajo de la unidad de tal forma que la salida no pueda elevarse significativamente sobre el valor límite.

La acción limitante se provoca por una reducción en la ganancia de amplificación y no por el corte de las crestas de la forma de onda, pues este corte de crestas da como resultado una distorsión muy severa.

El compresor es similar al limitador, porque al superarse el punto de arranque la ganancia del sistema se reduce

## Compuertas de ruido

La misión de las compuertas de ruido (*noise gates*) es la eliminación o atenuación de una señal cuando el nivel de entrada esté por debajo de un umbral determinado. Esto permitirá establecer un punto de umbral que esté por encima del nivel de ruido de fondo, eliminándolos, mientras que la señal deseada sobrepasará el umbral marcado atravesándolo sin problemas.

Básicamente su forma de actuar es muy similar a la de los compresores y limitadores pero en forma inversa. Las compuertas de ruido, respaldan al compresor-limitador evitando que el ruido generado durante su procesamiento sea audible, cortándolo y creando una separación entre la señal y ruido

## Expansores

Trabajan de la misma manera que compuertas de ruido, pero en vez de cortar el sonido cuando la señal pasa por abajo del umbral simplemente la atenúan, esto es logrado por un *ratio*, el cual ajusta cuantos [dB] de reducción de ganancia serán aplicados por cada [dB] que la señal cae bajo el nivel de umbral (*threshold*).

Los parámetros más importantes generalmente presentes dentro de los procesadores dinámicos son:

### Umbral (*threshold*)

También se le denomina punto de arranque, y es el punto en el cual comenzará el procesador a trabajar. En el caso de los compresores y limitadores, toda señal que supere el nivel de umbral será procesada; mientras que en los expansores y compuertas, sólo las señales que se encuentren bajo el umbral serán procesadas.

El umbral es variable para poder buscar el punto adecuado en cada caso, este ajuste viene dado en [dB].

### Ratio

Con él es posible regular la correspondencia entre el nivel de entrada y el de salida. En el caso de la compresión-limitación las relaciones se encuentran entre 1:1, 2:1, 3:1, 4:1.....10:1, hasta  $\infty$ :1; también es posible encontrar procesadores que cuenten con puntos intermedios. Un ratio de 1:1 indicará que el procesador no actuará, una selección de 2:1 significará que de cada señal que supere el umbral sólo se obtendrá la mitad a la salida, mientras que de una relación 3:1 sólo se obtendrá una tercera parte de los valores ingresados. El sistema de reducción en los compresores es aproximado a 10:1, valores superiores indicarán limitación, la cual implica altos niveles de reducción.

En el caso de los expansores el ratio trabajará en forma inversa a los compresores-limitadores. Una relación 1:2 entregará el doble de los valores que caigan bajo el umbral, en una relación 1:3 se obtendrán el triple de valores y así sucesivamente.

### **Tiempo de ataque (attack)**

Determina la característica y tamaño de la señal que sobrepasará o caerá bajo el umbral antes de ser procesada.

El tiempo de ataque se puede definir como el tiempo que necesita el procesador para comenzar a realizar su función, este tiempo suele ser ajustable y viene dado en valores de milisegundos.

El tiempo de ataque se fija de tal modo que no sea demasiado rápido, ya que puede alterar la figura. Tiempos de ataque lentos son útiles cuando se requiere un alto grado de procesamiento.

### **Tiempo de recuperación (release).**

Es el tiempo que le tarda al dispositivo volver a su nivel normal, una vez que ha cesado la compresión, limitación o expansión efectuada.

El tiempo de recuperación se utiliza para hacer que las variaciones de ganancia sean lo menos notorias, evitando la presencia de señales aisladas que modifiquen demasiado el nivel.

### **Ganancia (gain)**

La relación que existe entre la entrada y la salida del amplificador se le denomina función de transferencia y a su magnitud se denomina ganancia y determina la medida de los límites dentro de los cuales el amplificador responde a todas las frecuencias cuando entrega una potencia

La función de la ganancia es regular el cambio de nivel, o bien fijar un apropiado nivel para la siguiente etapa dentro de la cadena de audio. Es una magnitud que expresa la relación entre una señal de salida, con respecto a la señal de entrada.

### **Procesadores de tiempo**

El total de la energía que se presenta dentro de cualquier ambiente auditivo es una mezcla de sonido directo y reflexiones, ya sean primarias (ecos) o secundarias (reverberaciones). Por ello en esta categoría se presentan los procesadores que permiten controlar estos efectos.

El Filtro de Peine es la principal causa de coloración o modificación del sonido que percibimos cuando éste sufre reflexiones o cuando se emite desde dos o más altavoces ubicados a diferentes distancias de nuestra posición.

## ALTAVOCES

Los altavoces se encargan de transformar la energía eléctrica proveniente del amplificador en energía acústica radiada al aire, esto es, en variaciones de presión. Son transductores electro-mecánico-acústicos, porque transforman la energía eléctrica en mecánica y la mecánica en acústica.

Se pueden clasificar de diversas maneras. Atendiendo al tipo de transductor ya sea electromecánico, que por medio de una bobina que recibe la señal eléctrica genera un campo magnético, produciendo una fuerza resultante perpendicular a la trayectoria de circulación de la corriente y las líneas del campo magnético de un imán, debido a este fenómeno se mueve el cono de la bocina y se obtiene una vibración en función de la señal eléctrica recibida. Pueden ser o magnéticos, electrodinámicos, electrostáticos, piezoeléctricos, de cinta, neumáticos, iónicos...



*Fig. 71 Altavos autoamplificado*

El margen de frecuencias son cubiertas por: “woofers” y “sub-woofers” (bajas frecuencias), “mid-range” (medias frecuencias), “tweeters” (alta frecuencia) o banda ancha, las señales de frecuencia apropiadas son divididas o encaminadas por una red de crossover

Las características básicas que definen un altavoz son:

### **Respuesta en frecuencia**

La respuesta en frecuencia es uno de los parámetro claves en los altavoces según su respuesta conocemos margen de audio, para reproducir ciertas bandas de audio

### **Ancho de Banda.**

Se refiere al margen de frecuencias que reproducen con buena fidelidad. Los altavoces normales de cono, suelen cubrir entre 3 y 5 octavas de frecuencia.

Agrupando dos altavoces en una misma caja y los filtros de cruce correspondientes, y cada uno cubre un ancho de banda diferente, se tendrá un sistema de dos vías. Si se agrupan tres altavoces, se podrá cubrir mejor el espectro total (20 [Hz]. a 20K [Hz].), y se tendrá un sistema de tres vías.

### **Potencia.**

Por potencia se entiende la potencia máxima que pueden manejar (procedente del amplificador) sin sufrir daños. Se puede indicar en potencia nominal (RMS) o musical (PMPO).

## Impedancia nominal.

Es un valor de resistencia pura, útil solo para medidas de potencia. Los valores típicos son 2, 4, 8, y 16 [ $\Omega$ ].

Si un amplificador entrega 100 [W] sobre 8 [ $\Omega$ ].s, entregará 200 [W] sobre 4 [ $\Omega$ ] si la carga es la mitad, entregará el doble. Si nuestro altavoz tiene una impedancia nominal de 8 ohmios y una potencia de 50 [W], y le conectamos un amplificador que entrega 50 [W] sobre 4 [ $\Omega$ ], el amplificador entregará 25 [W] solamente; como la carga es el doble, entregará la mitad de potencia. Se puede conectar un altavoz de 8 [ $\Omega$ ].y 100 [W], a un amplificador de 200 [W] sobre 4[ $\Omega$ ].

## Localización espacial de altavoces

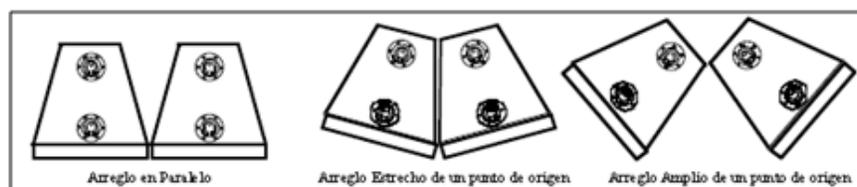
En campo abierto, el cerebro localiza la fuente de sonido, basándose en la diferencia de nivel entre un oído y otro, y en la diferencia de tiempo entre un oído y otro.

El sonido viaja a una velocidad de 343 m/s y la separación entre oídos es de unos 20 cm, los posibles retardos llegan hasta 600 [ $\mu$ s].

La diferencia de nivel entre los oídos, es debido principalmente a la "sombra" de la cabeza, este efecto se percibe más en altas frecuencias.

Las altas frecuencias se localizan principalmente por diferencia de nivel, y las bajas por diferencia de fase (retardo).

## Tipos de Arreglos en el plano Horizontal.

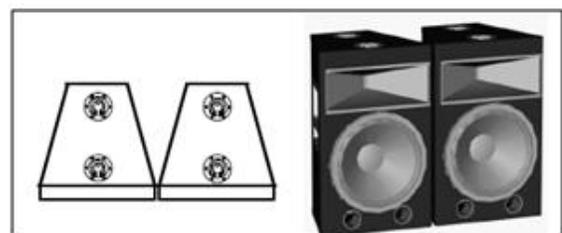


*Fig. 72 Arreglos horizontales*

## Arreglos Horizontales en Paralelo

La cobertura individual de cada altavoz es de prácticamente igual la cobertura resultante de la interacción de ambos altavoces.

No es recomendable agrupar cajas acústicas en "paralelo ya que en ciertas posiciones del auditorio existen cancelaciones tipo filtro de peine derivadas de la trayectoria de las ondas de 2 o más fuentes sonoras



*Fig. 73 Arreglo paralelo*

### Arreglo horizontal estrecho de un punto de origen

La cobertura individual de cada altavoz es de mayor que la cobertura resultante de la interacción de ambos altavoces

Los arreglos estrechos de un punto de origen producen mayor presión sonora que los arreglos amplios de un punto de origen, pero la respuesta de frecuencia sufre cierto deterioro en el área de mayor interacción.



*Fig. 74 Arreglo de un punto de origen*

### Arreglo horizontal amplio de un punto de origen

Los arreglos amplios de un punto de origen producen menor deterioro en la respuesta de frecuencia que los arreglos estrechos de un punto de origen, pero también producen menos presión sonora que los arreglos estrechos de un punto de origen.



*Fig. 75 Arreglo de un punto de origen amplio*

El área de interacción es mayor en los arreglos estrechos que en los arreglos amplios. Por lo tanto los arreglos en donde la respuesta de frecuencia presenta más uniformidad en un área de cobertura mayor son los arreglos amplios de un punto de origen.

### Arreglos Verticales

Al igual que en el plano horizontal, en el plano vertical las áreas de interacción son las que sufrirán mayor degradación, en el plano vertical, la "profundidad de tiro" de cada piso es diferente (el piso de arriba tiene que recorrer mayor distancia que el piso de abajo).

El resultado es mayor presión sonora (NPS) en áreas cercanas y menor presión sonora en áreas lejanas

Los arreglos lineales son útiles en aplicaciones donde el sonido debe ser proyectado a grandes distancias es denominado line array y fue presentado por el doctor Christian Heil, en 1992, en AES (Audio Engineering Society) el estudio "Fuentes sonoras irradiadas por fuentes múltiples de sonido"

Para evitar un campo sonoro caótico se busca una sola onda progresiva, una fuente sonora puntual, en la que se controla la apertura, con el fin de concentrar la energía sobre la zona que nos interesa. Esta idea condujo al desarrollo de la tecnología WST (Wavefront Sculpture Technology), "escultura del frente de ondas" cuyo objetivo es encontrar las condiciones físicas para que un sistema con varios altavoces sea el equivalente a una sola fuente sonora, de grandes dimensiones, capaz de reproducir una onda continua y manejable.

En un line array, el frente de ondas generado por cada elemento es cilíndrico, manteniéndose constante en el plano vertical. Este frente de ondas es casi plano y por ello no existen interferencias entre cada una de las fuentes, por lo que tenemos una suma coherente comportándose como una única fuente de sonido.

Para poder reducir la diferencia de nivel entre áreas lejanas y cercanas se recomienda atenuar ligeramente los pisos inferiores (por ejemplo de 1 a 3 dB aprox. por cada piso hacia abajo). De esta manera la presión sonora en áreas lejanas puede llegar a ser similar a la presión sonora en áreas cercanas. A esta técnica se le conoce como “Amplitude Tapering

Para la correcta configuración de un line array es necesario contar un programa de predicción que nos ayude a escoger las angulaciones entre las cajas, cada fabricante tiene el propio, la mayoría están realizados en entornos de Excel, como Ease Focus de QSC, Soundvision de HEIL ACOUSTIC, GeoSoft de NEXO, Y-axis Shooter de Adamson.y otros como Mapp On Line de MEYER SOUND, cuyos gráficos ilustran y permite ver mapas de presión sonora y fase, interferencia constructiva y destructiva.

## Conectores

Llamamos conector al elemento que tenemos en los extremos de los cables. Existen en el mercado multitud de conectores.



Fig.77. XLR

**XLR**, también conocido como **CANON**, es el conector mas común entre micrófonos, mesas de mezcla y bocinas auto amplificadas tiene 3 pines conocidos como, 1 malla, 2 vivo y 3 frío (return, hot, cold)

**Jack** también conocido como **TRS** es un conector de audio utilizado en numerosos dispositivos para la transmisión de sonido en formato analógico. Hay conectores Jack de varios diámetros: 2.5mm, 3.5mm y 6.35mm. El de 6.35mm o ¼ de pulgada se utiliza sobre todo en audio profesional e instrumentos musicales eléctricos. 3 puntos de conexión; punta, anillo y vástago o malla.

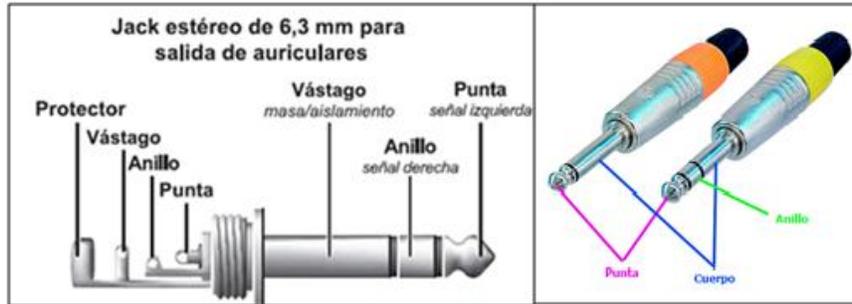


Fig.78. JACK

El **TS** es igual que el TRS pero carece de anillo, lo cual lo convierte en un conector con 2 puntos de conexión; punta y vástago.

**Silent Plug.** Sirve para los cables de guitarras, bajos y demás instrumentos con pastillas, y llevan un mecanismo que se encarga de silenciar el ruido provocado por la señal mientras no está conectado

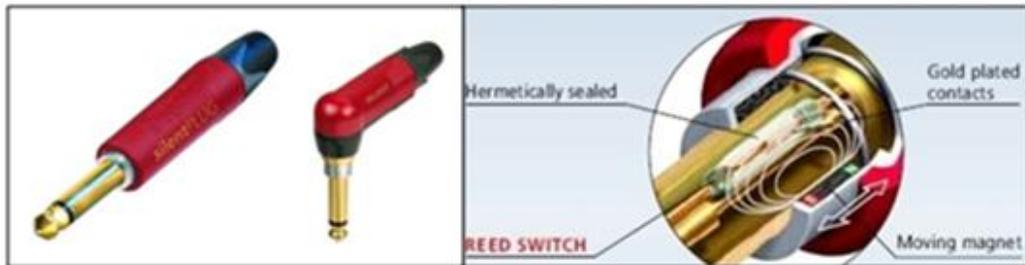


Fig 78.1 Jack Silent plug

**Mini jack:** comúnmente lo encontramos en salidas de auriculares de los reproductores portátiles; walkmans, mini discs, reproductores de MP3, tiene 3 puntos de conexión anillo punta y vástago Su diámetro es de 1/8 de pulgada o 3,175 [mm].



Fig.79 Mini Jack

**RCA** es el más común de los conectores de audio y video que nos podemos encontrar en sistemas domésticos, como reproductores de CD, El nombre "RCA" deriva de la Radio Corporation of America, que introdujo el diseño en los 1940. Tiene 2 puntos de conexión, punta y cuerpo.

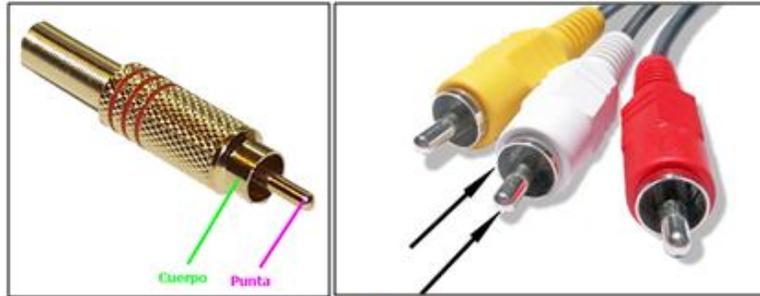


Fig.80 RCA

El conector macho tiene un polo en el centro (+), rodeado de un anillo metálico (-). El conector hembra tiene como polo central cubierto por otro aro de metal, ambos conectores tienen una parte intermedia de plástico, que hace de aislante eléctrico.



Fig.81 Conector Híbrido

El conector combo o híbrido está estandarizando en pequeños interfaces de audio y mesas pequeñas. Este conector nos permite conectar un XLR macho, un TRS macho o un TS macho en el mismo conector hembra.

Existen también adaptadores que intercambian la terminación de un cable con cualquier otra conexión, siendo una forma rápida y segura de convertir, conexiones.



Fig.82 Adaptadores

## Neutrik Speakon

Es un conector que se utiliza principalmente para transmitir señales entre amplificadores y los altavoces. Está compuesto por cinco elementos que son casquete conector cubierta tapa y el conductor de señal. es producido únicamente por speakon conector Neutrik Speakon NL4FC

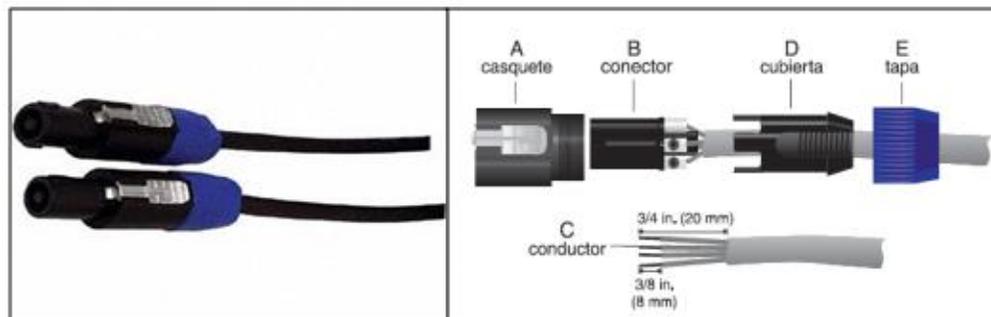


Fig.83 Neutrik Speakon

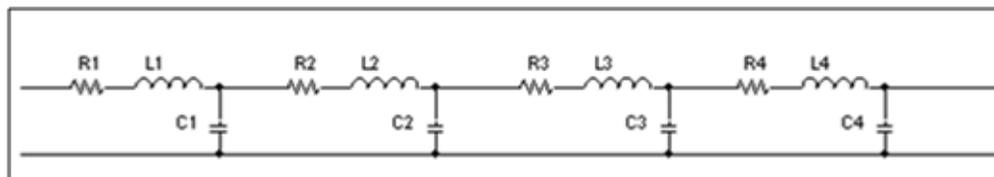
## Cables conductores de señales de audio

Los cables influyen de manera muy importante en el sonido. Puede tener efectos muy variados, como disminuir la potencia de agudos, los graves, o restar claridad y definición al sonido, en grandes distancias se pueden producir pérdidas muy importantes, por tal motivo es de suma importancia conocer sus características en beneficio de la toma de decisiones en la elección de las conexiones y cableado óptimo en determinado ambiente.

| Distancia      | Calibre del Cable |
|----------------|-------------------|
| Hasta 25 pies. | 16 AWG            |
| 26-40 pies     | 14 AWG            |
| 41-60 pies     | 12 AWG            |
| 61-100 pies    | 10 AWG            |
| 101-150 pies   | 8 AWG             |
| 151-250 pies   | 6 AWG             |

*Diámetro del cable en función de su distancia*

El circuito equivalente de un cable consta de una resistencia y una bobina en serie, y un condensador en paralelo. La resistencia esta en serie a lo largo del cable y así con la conductividad del cobre, al área transversal y la longitud del conductor sabremos las pérdidas debido a la resistencia del cableado



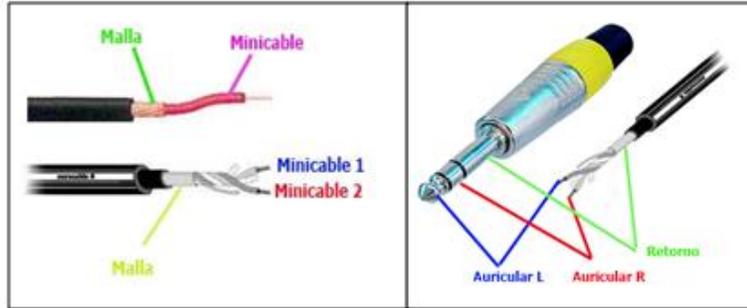
*Fig.84 Circuito equivalente de un cable*

A causa de la tasa de variación de la intensidad de las cargas se produce un campo magnético, el cual, si se mantiene constante no puede inducir corrientes, pero uno variable si produce inductancia en serie, la señal de audio es variable y el campo magnético que crea un conductor del cable paralelo puede inducir corrientes en el otro y por tanto inductancia mutua.

Una forma de reducir la inducción de corriente de un cable en otro es trenzarlos. Así los cables dejan de ser perfectamente paralelos, y los campos magnéticos creados por cada uno pierden eficiencia para inducir corriente en el otro

Esto tiene como contrapartida el aumento de la capacidad, ya que la superficie de los cables que está próxima al otro aumenta.

Dos cables paralelos separados por un dieléctrico forman un condensador, de tal forma que los cables conductores producen un efecto nocivo en el sistema aumentando la temperatura de los cables debido a la variación que existe en demanda de la corriente.



*Fig.85 Componentes Principales*

Los componentes principales de algunos cables utilizados en audio son: malla y un alma conductora. Llamamos malla al cable que en vez de viajar de punto a punto normalmente va rodeando el resto de cables. Esto se hace para crear un campo alrededor del cable, intentando protegerlo de interferencias externas.

### **Balanceado y no balanceado**

Por un conductor balanceado viaja la misma señal eléctrica desfasada 180, esto tiene como fin evitar ruidos e interferencias que distorsionen la señal original.

La diferencia de potencial entre dos puntos  $V_{ab} = V_b - V_a$ . Si a esta transmisión  $V_{ab}$  se le añaden ruidos, que son variaciones en el voltaje original  $V_r$ . Tenemos:

$$V_{ab} = V_b - V_a = (V_{ab} + V_r) - (-V_{ab} + V_r) = V_{ab} + V_r + V_{ab} - V_r = 2V_{ab}$$

Es decir; tenemos la misma señal 2 veces sin interferencias, ya que estas se anulan al ser sumadas con polaridades contrarias. De tal forma, que es necesario transportar 3 señales, y sólo podremos usar conectores de 3 puntos de conexión y cables que alberguen 2 mini cables y malla. Por tanto, las señales balanceadas tendrán cables con conectores XLR y TRS en ambos extremos o combinaciones entre ellos.

En la señal no balanceada, esa diferencia de potencial  $V_{ab} = V_b - V_a$  se hace en un solo cable que lleva la señal y el retorno por la malla, sin protección

Las señales no balanceadas serán entonces cualquier conductor que contenga en uno de sus extremos algún conector RCA o TS en cualquiera de los extremos.

Si en un extremo del cable tenemos un conector TRS podríamos decir que es balanceado, sin perder de vista lo que haya en el otro extremo pero ese cable no será necesariamente un cable estéreo únicamente será así cuando viajan por el mismo cable 2 señales distintas, como en el cable de los auriculares mini jack ya por la punta se envía la señal de L y por el anillo la señal R, y ambas señales comparten retorno por el cuerpo o vástago.

De tal forma que por un cable balanceado con un conector de 3 puntos de conexión podemos hacer viajar 2 señales NO balanceadas independientes

## Caja de inyección o Caja directa

Es un aparato que nos ayuda a balancear señales, ya que algunos instrumentos tienen señales no balanceadas y al conectarlas a distancias muy largas son vulnerables a ruidos o efectos sonoros indeseables.

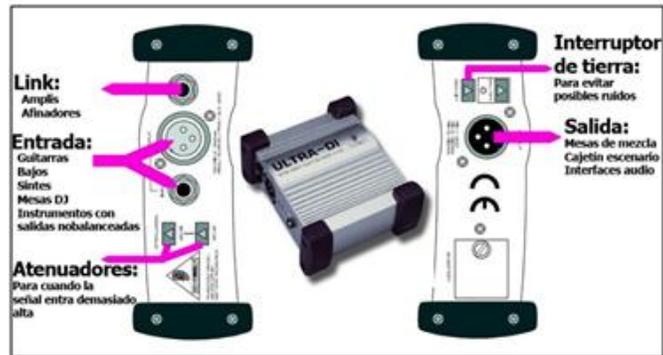


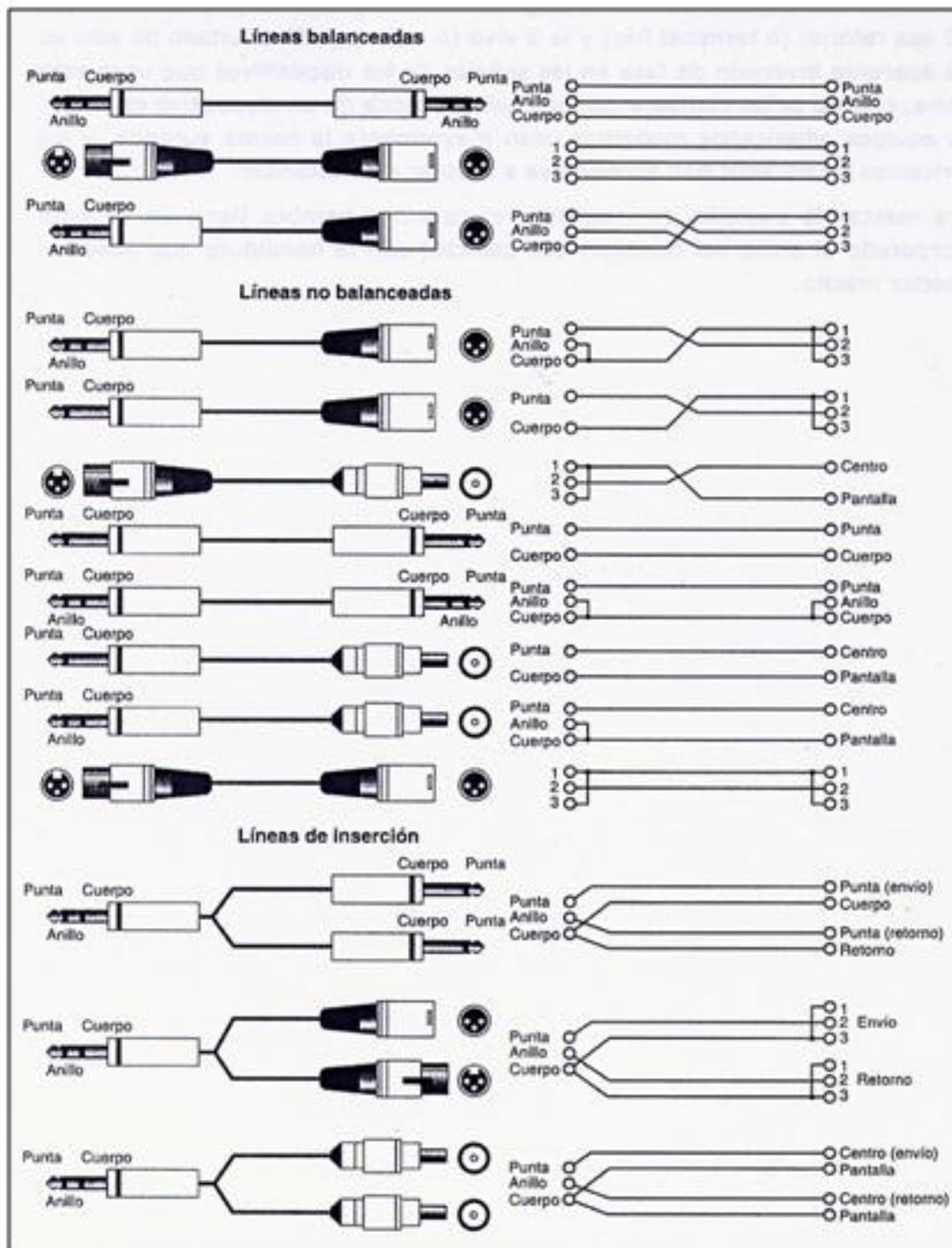
Fig.86 Caja Directa

Existen en el mercado unos probadores llamados “testers” de cableado que nos ayudarán a saber el estado físico de cada cable en sus múltiples entradas.



Fig.87 Probador de Cables

En la siguiente figura se muestran las conexiones entre todos los conectores posibles:



*Fig.88 Configuración de múltiples conectores*

## Video

### Envío de señales

Existen diversas maneras de envío de señal de video de acuerdo a sus conectores, cada una con características particulares que a continuación se destacan.

### VGA

Es un conector analógico de alta definición diseñado por IBM en 1987, sus siglas significan “Video Graphics Array” se convirtió en un estándar para PC’s, es el utilizado normalmente para conectar la salida de nuestra tarjeta gráfica a un monitor o proyector. Sirven para transportar componentes analógicos RGBHV rojo, verde, azul, sincronización horizontal, y sincronización vertical, permite mostrar hasta un máximo de 256 colores.

La profundidad de color se define mediante voltaje para un monitor o Tubo de Rayos Catódicos, en la actualidad las pantallas trabajan con una matriz de píxeles, que asignan un valor de brillo a cada uno de ellos.



Fig. 89. Distribucion de Pines VGA

### Conector DVI:

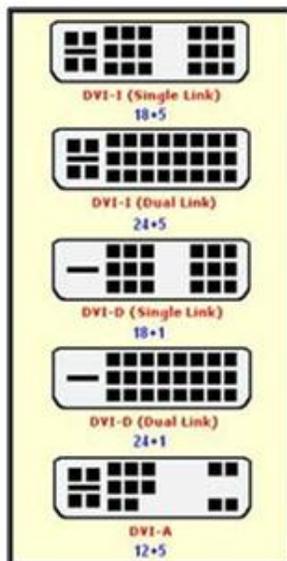


Fig. 91 Conectores DVI

El puerto **DVI** se utiliza también para conexiones de tarjetas gráficas, se trata de un formato digital, por lo que el brillo de cada píxel se transmite mediante código binario. Esto hace que cuando una pantalla trabaja con conexión DVI cada píxel de salida corresponde con un píxel de la pantalla, lo que hace que los píxeles tengan todo su color, calidad y brillo. Para que esto ocurra ambos elementos tarjeta gráfica y monitor o proyector deben tener conexiones digitales (DVI o HDMI).



Fig. 90 Cable DVI

Hay varios tipos de conectores, dependiendo de los tipos de señal que sean capaces de transmitir:

- DVI-D transmite sólo digital.
- DVI-A transmite sólo analógica.
- DVI-I transmite tanto señal digital como analógica.

La señal digital emitida por un conector DVI puede ser reproducida en un aparato con soporte para HDMI mediante un convertidor DVI-HDMI

## Video compuesto

El término video compuesto se refiere a una señal de video dentro de la cual se mezclan los componentes de luminosidad color y los pulsos de sincronización.



Fig. 92 Video Compuesto

Debido a que los diversos componentes de una señal se mezclan, la señal de video resultante no es de la mejor calidad. Las señales compuestas generalmente se transmiten por cables cuyos conectores son conectores RCA. Existen maneras de enviar la señal de cada componente por un conductor independiente, las principales maneras de envío de señales de video con componentes son:

- S-Video (Y/C)
- RGB (rojo, verde, azul)
- YCbCr (YUV)

## S-Video

S-Video significa *Sony Video*, a menudo denominado Y/C, es un modo de transmisión de video con componentes separados que utiliza cables diferentes para transmitir información con respecto a luminosidad y color, ofrece una óptima calidad de video al enviar en forma simultánea 576 filas de la imagen, sin entrelazar. La señal se transmite generalmente con un cable que comprende un conector mini DIN de 4 clavijas



Fig. 93 Súper Video

Este tipo de conector se utiliza en cámaras de video de última generación o grabadoras de cinta de video S-VHS, cámaras Hi8, en la mayoría de las tarjetas gráficas con salida de TV.

## Estándar YUV

Conocido anteriormente como YCrCb enfocado al video análogo, se basa en un modo de transmisión de video con componentes separados utiliza tres cables diferentes para llevar información con respecto a los componentes de luminancia (luminosidad) y los dos componentes de crominancia (color).

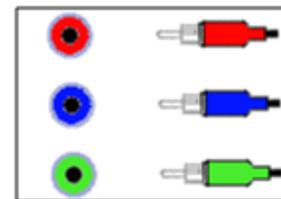


Fig. 94 Video por Componentes

El parámetro Y representa la luminancia es decir, información en blanco y negro, mientras que U y V representan la crominancia es decir, información con respecto al color.

Por lo tanto, U a veces se escribe como *Cr* y V a veces se escribe como *Cb*, de ahí la notación *YCrCb*. Una conexión YUV se basa generalmente en el uso de tres cables RCA, uno verde, uno azul y uno rojo:

## Equipo de video

En esta categoría, es primordial la emisión, manipulación distribución y proyección de la señal de video, de este modo la elección del proyector y lente , el tipo y medida de la pantalla donde se proyectara ya sea con lienzo de proyección frontal o posterior, y las características particulares de cada montaje en cada escena son aspectos muy importantes que se debe tomar en cuenta para la obtención de los mejores resultados que optimicen los recursos maximizando la calidad y seguridad y reduciendo costos.

A continuación se describen algunas características del equipo utilizado en la operación:

### Proyectores

#### MT-1065

- Resolución (1024 x 768)
- Brillo: 3400 [lm]
- Enfoque automático
- Corrección de color de pared automática
- Conexión LAN
- 3D Reform: corrección de la distorsión horizontal, vertical y diagonal
- El chip Auto 3D Reform ajusta automáticamente el tamaño de la imagen al tamaño de la pantalla
- Completa serie de terminales de entrada/salida para una conectividad inmediata
- Entrada DVI
- Lámpara de larga duración: 4000 horas con lámpara MT60LPS, 275[W]
- Ruido: menos de 29 dB con lámpara MT60LPS
- Consumo de energía 390 W (normal) / Modo en espera: 1 W aprox.
- Peso neto 5,9 kg.
- Entrada VGA
- VGA
- Video Compuesto
- RGBHV
- DVI



*Fig. 96 Proyector MT-1065*

## Proyector Panasonic DLP 3500

- ✓ Entrada VGA
- ✓ Entrada RGBHV
- ✓ Entrada Compuesto
- ✓ Entrada DVI
- ✓ Entrada S. Video



*Fig. 97 Panasonic DLP 3500*

## Monitores

Características:

### Sony 8 Pulgadas

- ✓ Entrada BNC
- ✓ Salida BNC
- ✓ Perillas de Control
- ✓ Brillo
- ✓ Chroma
- ✓ Phase
- ✓ Control de volumen



*Fig. 98 Sony 8 Pulgadas*

### Monitor BenQ

- ✓ VGA de entrada
- ✓ botón de auto ajuste.
- ✓ Prueba de los botones
- ✓ Menú:
- ✓ Brillo:
- ✓ Contraste:



*Fig. 99 Sony 8 Pulgadas*

## Procesadores de video

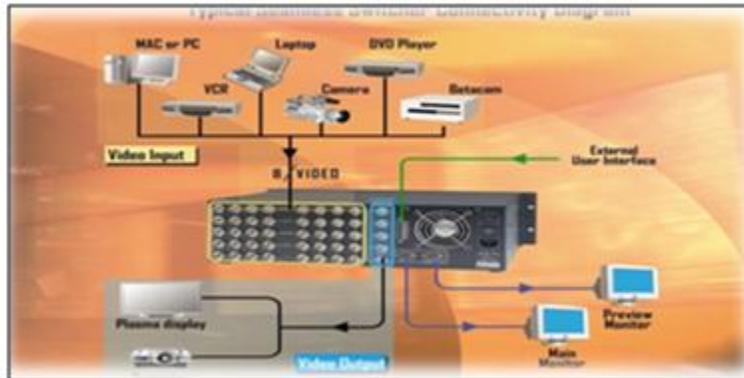


Fig. 100 Procesadores de Video

El diagrama anterior describe de manera grafica el funcionamiento de este tipo de dispositivos que desarrollan la tarea de distribuir a una salida determinada la diferentes entradas proporcionadas con múltiples posibilidades de conexión que incluyen BNC, VGA, DVI , generalmente que permite que equipos de computo, DVD, cámara de video o una gran diversidad de emisores de video disponibles.

## Folsom Screen Pro

Cuenta con 8 entradas universales analógicas y la posibilidad de tratar cada una de ellas de forma independiente, tanto en ventana como en señal, unido a su comprobada fiabilidad hacen de este sistema el idóneo para la gestión de imágenes.



Fig. 101 Folsom Screen Pro

- ✓ Entradas RGBHV:
- ✓ Salida RGBHV:
- ✓ Salida VGA:
- ✓ Salida de Monitor:
- ✓ Prueba de botones de transición

## Folsom Image Pro

- ✓ Entrada de video BNC
- ✓ Entrada RGBHV
- ✓ Entrada de video VGA
- ✓ Salida BNC
- ✓ Video VGA
- ✓ Salida de video con mini-DIN
- ✓ Salida de video compuesto en BNC
- ✓ Control Remoto Conector RJ-45
- ✓ Control Remoto Conector RS-232
- ✓ Guardar LOGO
- ✓ Botones de selección de entradas.
- ✓ Perilla seleccionadora



Fig. 102 Folsom Image Pro

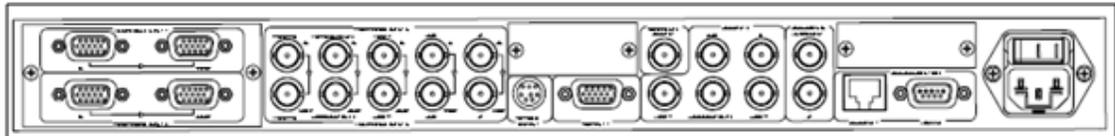


Fig. 103 Entradas y Salidas Folsom Image Pro

Podemos encontrar distintas aplicaciones de utilidad para este dispositivo ya que es compatible con una gran variedad de equipos de video con 5 posibles entradas en conexiones dvi, bnc VGA, etc. Además es compatible con entradas de alta definición para obtener una máxima calidad, de igual forma cuenta con una salida que puede ser para proyectores monitores o grabadores en múltiples formatos y además puede ser manipulado por enlaces remotos a través de puertos Ethernet y RS- 232.

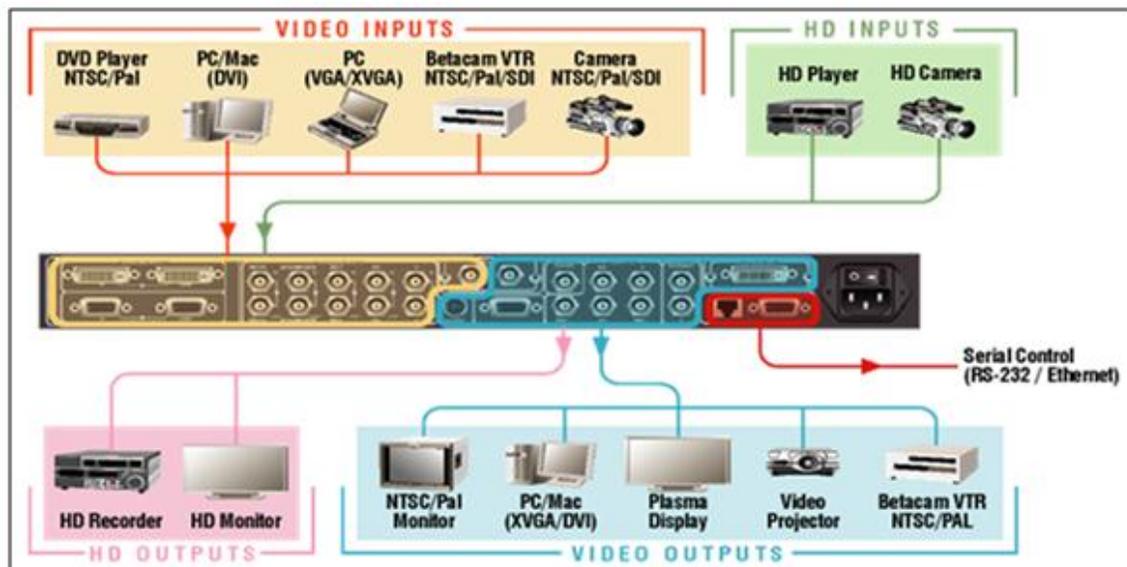


Fig. 104 Diagrama de funcionamiento Folsom Image Pro

## Cámara SONY DSR-250

### Características generales

- ✓ Display
- ✓ View finder.
- ✓ Zoom
- ✓ Focus.
- ✓ Salida de Video BNC
- ✓ Filtros.
- ✓ Diafragma
- ✓ Micrófono.
- ✓ Grabación en miniDV
- ✓ Controles de Temperatura:
- ✓ Controles de Balanceo a Blanco:



*Fig. 105 Cámara SONY DSR-250*

## DVD

- ✓ Salida de Video Compuesto
- ✓ Salida de Video por Componentes
- ✓ Salida de Audio
- ✓ Reproducción



*Fig. 106 DVD*

## Editora Sony FXE-120

- ✓ Entrada P1
- ✓ Entrada P2
- ✓ Entrada AUX
- ✓ Salida V. Compuesto
- ✓ Salida por Componentes
- ✓ Palanca de Transición
- ✓ Botones de Efectos.
- ✓ Botones de Selección de Video



Fig.107. Editora Sony FXE-120

## DSR-45

El DSR-45 es un magnetoscopio DVCAM digital diseñado como fuente para sistemas de edición. La unidad acepta y transfiere audio y vídeo de gran calidad. Está equipado con una pantalla LCD de 2,5" que permite visualizar la señal de vídeo e información como el nivel de audio y el estado del sistema.



Fig.108. DSR-45

### Grabación y reproducción del formato DV

Permite grabar y reproducir cintas en formato DV (únicamente en modo SP) y en formato DVCAM, y realizar grabaciones de 270 minutos en formato DV con cintas de tamaño estándar.

### Interfaz analógica de audio/vídeo

Proporciona una gama completa de entradas y salidas analógicas de vídeo (compuestas, S-vídeo y en componentes) además de 4 conectores XLR de 4 canales y por separado para la salida analógica de audio.

### Diseño compacto y ligero

El DSR-45AP pesa 4,6 [kg] y el ancho de tan sólo medio rack permite montar dos unidades consecutivas en un equipo de montaje en rack de 19".

## Pantallas de proyección

Una línea de pantallas de proyección portátiles frecuentemente usadas son llamadas Fast-Fold de Da-Lite ofrecen al presentador el máximo rendimiento. Ideales para su instalación en las situaciones más rudas y demandantes, cuentan con superficies de Doble Proyección (frontal/trasera) cuentan con un diseño que facilita el almacenaje/transporte de son utilizadas en múltiples eventos corporativos, conciertos y otras presentaciones.

### TAMAÑO

6'x8'  
(183x244 cm)

7'6"x10'  
(229x305 cm)

9'x12'  
(274x 366 cm)

10'x10'  
(305x305 cm)

10'6"x14'  
(320x427 cm)

12'x12'  
(366x366 cm)



Fig.109 Pantallas



Fig.110. Pantallas de licra

En situaciones donde el viento tenga una velocidad alta como eventos en playa, utilizamos licras especiales sujetadas sobre 2 Truss atornilladas a una bases de le sirven de zapata para permanecer seguras y a su vez sirven de marco y mantienen en su posición la superficie a proyectar.

La proyección en ocasiones se lleva a cabo en alturas determinadas para esto es necesario desarrollar un sistema de sujeción que permita mantener el proyector en su lugar y a la distancia adecuada, de la pantalla.



Fig.111. Elevación de Proyección

## **Rigging.**

Se encarga principalmente de la instalación de puntos de anclaje y soporte para la elevación de estructuras, equipo de audio, iluminación, video y escenografía en toda clase de eventos y montajes como los son expos, stands, conciertos masivos, cine, teatro, televisión, publicidad, eventos corporativos e inauguraciones de centros de espectáculos nacionales e internacionales. Los principales instrumentos se describen a continuación:

### **Motores**

#### ***MOTOR LODESTAR - Modelo L***

- Capacidad: 1 [Ton].
- Velocidad: 16 [ft /min].
- Largo de Cadena: 90 [ft].
- Peso Neto: 51.71 [Kg].
- Voltaje: 220 [V]



Fig. 112 Motor 1 [Ton]

#### ***MOTOR LODESTAR - MODELO F***

- Capacidad de carga: 500 [Kg]
- Velocidad: 16 [ft /min].
- Largo de Cadena: 70 [ft].
- Peso Neto: 29.0 [Kg].
- Voltaje: 220 [V]



Fig. 113 Motor 0.5 [Ton]

### **Trusses**

#### ***TRUSS TOMCAT LIGHT DUTY MK***

- Longitudes disponibles: 3[ft], 5[ft], 6[ft] y 10[ft]
- Dimensiones: 12 ["] x 12["] , 30[cm] x 30[cm]
- Conexión con tornillo
- Fabricadas en Aluminio



Fig. 114 Truss tomcat light

#### ***TRUSS TOMCAT MKII***

- Longitudes disponibles: 5[ft] y 10[ft]
- Dimensiones: : 12 ["] x 12["] ,30[cm] x 30[cm]
- 12" x 12" (30cm x 30cm)
- Conexión con tornillo
- Fabricadas en Aluminio



Fig. 115 Torre de Soporte

### ***Corner block light***

- Cubo conector compatible con trusses Light (MK)
- Disponibles en 5 o 6 vías
- Dimensiones: 12 ["] x 12["], 30[cm] x 30[cm]
- Conexión con tornillo
- Fabricados en Aluminio

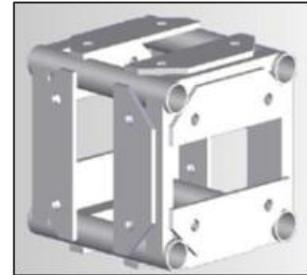


Fig. 116 Corner block

### ***Truss grapple tomcat***

- Grapa para conexiones intermedias a 90[°]
- Compatible con trusses light
- Conexión con tornillo
- Fabricadas en Aluminio



Fig. 117 Corner block

## ***RIGGING Y TELONES***

### ***Steel (cable de acero)***

- Longitudes disponibles: 1[ft] a 30[ft]
- Grososres: En 7 y 19 hilos en 3/8["] y 1/2 ["].



Fig. 118 Corner block

### ***Shackle***

- Medidas disponibles: 1/2 ["] , 5/8 ["] y 3/4["]
- Cargas: 2 [Ton], 3.25[Ton]y 4.75 [Ton] respectivamente
- Material: Acero reforzado
- Factor de seguridad: 6T



Fig. 119 Shackles

### ***Spanset***

- Medidas: De 1Ft. a 12Ft. de largo
- Material: 100% Polyester
- Factor de seguridad: 7:1



Fig. 120 Spanset

### ***Accesorios de Rigging***

Existe diferentes accesorios para la elevación de equipo audiovisual por ejemplo ganchos, peras, seguros, rachets, clamps (hamburguesas), perros, etc.



Fig121. Accesorios

## **Conclusiones:**

La experiencia profesional adquirida dentro de la industria audiovisual ha desarrollado nuevas habilidades que en conjunto con los conocimientos adquiridos en la academia sumaron satisfactoriamente mi desempeño en el ambiente laboral.

Con este reporte de experiencia profesional se logran abrir nuevos proyectos mejor enfocados determinados para cada área en específico ya que ha surgido la necesidad de efectuar procedimientos específicos para la operación en la empresa con mejores resultados aumentando la eficiencia en el desempeño.

De tal forma estudiar la empresa de raíz, conocer los principios de funcionamiento de los equipos que utilizamos, así como la habilidad para seleccionar de manera más adecuada los múltiples equipos audiovisuales con los que se cuenta, es clave para la empresa y para la capacitación constante del personal así como mi participación en cursos de mejora continua .

Concluyo con este reporte dejando plasmado información necesaria para conocer el óptimo funcionamiento de dispositivos audiovisuales así como un camino para la optimización de recursos y elaboración de nuevos proyectos en mejora continua de la operación.

En el área de iluminación, he propuesto una mejor selección en productos de bajo consumo energético que sea adecuado para cubrir las necesidades específicas, además de mejor selección de luminarias que impliquen menor riesgo tanto al personal como al público en general, con esto me refiero a la implementación de mejores diseños de escenas producidas por dispositivos LED que sustituyen a lámparas incandescentes.

En el departamento de Audio he trabajado en conjunto con el especialista del área en la implementación de equipos más sofisticados con menor robustez para una mejor estética y calidad acústica de cada recinto.

En Video he desarrollado propuestas para el envío de información a través de distintas configuraciones enfocadas en cada evento que requiere la selección y conexión adecuada de diferentes dispositivos de distribución de señal.

Como conclusión final, he aprendido que la ingeniería tiene un papel sumamente importante en múltiples áreas y se requieren una constante actualización y métodos de aprendizaje que nos permita estar a la vanguardia con el fin principal de garantizar la seguridad y el cuidado de los recursos naturales, para ello la tecnología de la información actúa como herramientas que estimula el talento, indispensable para la innovación pero no proviene solamente de la industria audiovisual, sino también de la actividad creativa y técnicas que se desarrollen.

### ***Bibliografía.***

- Pallas, Ramón, “*Adquisición y distribución de señales*”, Barcelona. Marcombo 1993, 442 pp.
- Boylestad, Robert y Nashelsky, Luis.” *Teoría de circuitos*”, 6ª Ed, 1997 ,629 pp.
- Alonso M. y Finn.” *Física. Vol. II: Campos y Ondas*”. 6ª Ed, Addison-Wesley Iberoamericana ,1995
- Malvino, Paul, “*Principios de electrónica*”,6ª Ed, España, Mc GRAW-HIL, 2000,1084 pp.
- Prat, Lluís, “*Circuitos y dispositivos electrónicos*”,6ª Ed, Barcelona, UPC, 1999, 459 pp.
- Santillana, Asuri,” *Electricidad y Magnetismo, Naturaleza y Aplicaciones*”, 11 Ed. España, Biblioteca Santillana de consulta 1986. 101 pp.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, “*Manual de seguridad en instalaciones eléctricas*”, Osinerg, Perú 2003,56 pp.
- Quijandría, Jaime.” *Símbolos gráficos en electricidad* “, 2002, Perú.142 pp.
- Watkinson, Jhon. ”*An introduction to digital Audio*”. 2a Ed, 1994. 392 pp.
- Fernández, San ” *Diccionario MIDI*”. Barcelona, Club universitario, 2003. 60 pp.
- Jorda, Sergi. ”*Audio digital y MIDI*”. Madrid, Tiza y Mouse 1997.
- Ward, John. “*Diccionario Oxford de la Música*”. Barcelona, Buenos Aires, México DF, Sudamericana. 1984.
- Robert A Katz. “*La Masterización de Audio el Arte y la Ciencia*”. España. 2002.
- P. French . “*Mecánica Newtoniana*”. Editorial Reverté 1974
- Savat, C. “*Diseño Electrónico*”. Addison-Wesley, 1992
- Sedra, A. Smith, K. “*Microelectronics Circuits*”. Oxford Pressm, 1998.

## MESOGRAFIA

Antecedentes

[http://www.gusgsm.com/emitancia\\_luminosa](http://www.gusgsm.com/emitancia_luminosa)

[http://www.wikilearning.com/monografia/el\\_origen\\_de\\_las\\_cosas-la\\_iluminacion/5440-8](http://www.wikilearning.com/monografia/el_origen_de_las_cosas-la_iluminacion/5440-8)

Ficha técnica source four par

[http://www.glob-glob.com/published\\_files/producto/49/s4par.pdf](http://www.glob-glob.com/published_files/producto/49/s4par.pdf)

Software y manuales descargas de programas de iluminación

<http://www.stagelitesandefx.com/iluminacion.php?p=309>

Energía radiante

[http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/energia/radiante.htm](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/radiante.htm)

<http://www.imeosa.com.mx/teatros.html>

Calidad de luz

<http://eneri-source.wikispaces.com/Iluminaci%C3%B3n>

Microfonia

<http://www.hispasonic.com/>

Ancast

[http://www.cyberscholar.com/?company\\_site/index/Sony/training\\_library/module/21670/2/469.cfm](http://www.cyberscholar.com/?company_site/index/Sony/training_library/module/21670/2/469.cfm)

*Compañía*

[www.prg.com](http://www.prg.com)

PRG compañía dedicada a tecnología de eventos , incluyendo giras de conciertos, eventos corporativos, ferias, eventos especiales, teatro, televisión y cine.

Luminancia

<http://www.boscarol.com/>

Libros web

<http://www.filecrop.com>