

# 1. Características de las instalaciones de megafonía y sonorización.



## Caso práctico



**Valle** e **Isidro** acaban de finalizar con éxito todos los módulos correspondientes al Ciclo Formativo de Grado Medio de Instalaciones de Telecomunicaciones, y hoy es el día en el que deben presentarse en la empresa donde realizarán la Formación en Centros de



Trabajo (FCT). En el camino hacia su destino, deciden tomarse un descanso en un lugar bastante bonito, se trata de un paso de montaña. Valle observa que al gritar en frente de la ladera de una montaña, su voz se modificaba con algunos matices como el eco, o la reverberación. Su compañero Isidro pudo comprobar que cuando él gritaba el efecto no se producía de la misma forma.

**Valle.** - ¿No parece que mi voz se mantiene más tiempo que la tuya?

**Isidro.** - Eso puede ser por la posición que mantengo respecto de la ladera, pienso yo.

**Valle.** - Pues la distancia a la que nos encontramos de la ladera es la misma, seguro que hay otra explicación.

**Isidro.** - Es posible que el timbre vocal.

**Valle.** - Creo que eso puede ser, que tu voz es más grave que la mía. ¿A qué distancia máxima se puede transmitir un sonido?

**Isidro.** - Si el sonido viaja por el aire seguro que llegará más cerca que si se transmite por un medio artificial.

**Valle.** - ¿Llegará el sonido con la misma calidad al ser transportado por un cable y lo hará sin retardos de tiempo?



**Isidro.** - Me gustaría saber, por otra parte, qué potencia eléctrica hace falta para enviar sonido por dicho cable.

**Valle.** - Eso dependerá de la distancia y el recinto que queramos sonorizar.

Al cabo del tiempo, **Valle** e **Isidro** descubrirían que dependiendo de la frecuencia del sonido, el viento, las superficies donde se producen reflexiones y otros fenómenos, los parámetros del sonido pueden cambiar. También descubrirían que el sonido se puede manipular amplificándolo eléctricamente, y adaptándolo a las necesidades.



Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

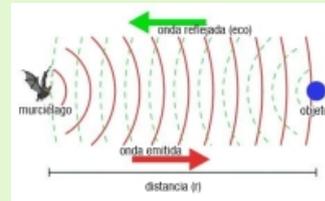
# 1.- Características del sonido. Acústica.



## Caso práctico



Al llegar a la empresa donde realizarán la FCT. Valle e Isidro mantienen una conversación que les ha motivado al observar algunos animales que rondan por la zona, ya que la empresa se halla a las afueras.



**Isidro.-** Me gustaría saber si todos los animales pueden oír los mismos sonidos que los humanos.

**Valle.-** Pues yo he leído que hay animales que pueden oír sonidos más agudos, es decir, de frecuencia más elevada que los humanos, como los murciélagos.

**Valle.-** Si, pueden oír por encima de los 20 KHz, donde los humanos ya no oímos nada. Además usan las reflexiones del sonido en las paredes de las cuevas a modo de sonar para orientarse. Así miden las distancias entre ellos y los obstáculos en la oscuridad.

**Isidro.-** Sería fantástico crear un aparato para que los humanos pudiesen hacer lo mismo.

El sonido es un fenómeno natural que puede transmitirse por el aire, y es también un medio de comunicación para los seres vivos, entre ellos, los humanos, pero ¿podemos manipularlo y acondicionarlo a nuestras necesidades?

¿Es posible transportar a distancia el sonido por medios artificiales, como por ejemplo un cable?

En esta unidad podrás descubrir las características del sonido, cómo se propaga por el aire, cómo se puede amplificar y transportar por medios artificiales tales como los conductores eléctricos o cables, y cómo hacer llegar el sonido a un gran número de personas.

Aprenderemos cuáles son los elementos que se usan en las instalaciones de megafonía interior o exterior y también en vehículos. También estudiaremos el sonido en espectáculos, traducción simultánea y megafonía de seguridad y emergencia.



## Debes conocer

Puedes descargar este documento donde se explican las características del sonido y qué debemos tener en cuenta para ampliar conocimientos.

[Características del sonido \(Anexo I\).](#)



## Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar las explicaciones a fenómenos que se producen tanto de forma natural como artificial.

 [Características básicas del sonido.](#)

## 2.- Equipos de Megafonía.



### Caso práctico

En la empresa TELECOMSA, Valle conversa con un técnico especialista que trabaja allí, interesándose por el transporte y distribución del sonido hacia los altavoces en un equipo de sonorización.



**Isidro.**- Poder transportar el sonido por medios artificiales es una idea que el hombre lleva pensando casi desde sus orígenes, como el deseo de volar como los pájaros.

**Valle.**- La clave de todo es poder convertir el sonido en corriente eléctrica y tratarlo como tal.

**Isidro.**- Para eso hace falta recoger el sonido con un micrófono, amplificarlo, y llevar esa corriente eléctrica a un altavoz.

**Valle.**- ¡Pero habrá que tener cuidado de no ponerse cerca de los altavoces para no sufrir daños en los oídos!



Los **equipos de megafonía** están compuestos de: amplificadores, ecualizadores, sistemas de previo y reproductores de sonido (fuentes de sonido).

Los **amplificadores** o **etapas de potencia**, forman los llamados sistemas de potencia para diferenciarlos de los sistemas preamplificadores o previos, que son los que acondicionan las señales provenientes de los reproductores o fuentes de sonido, como pueden ser los **micrófonos**.

Las etapas de potencia se usan exclusivamente para amplificar la señal de sonido que ha sido tratada, es decir, ecualizada y adaptada a las exigencias en el equipo **preamplificador**.

Para amplificar la señal de audio, se eleva ésta a altos valores de **intensidad de corriente** y se aplica a los sistemas difusores de sonido, bien en baja o en alta **impedancia**. Si se trata de un sistema de amplificación distribuido, se amplifica en alta impedancia, y la señal se puede llevar a gran distancia. Si por el contrario el sistema de sonorización es centralizado, las señales se amplifican en baja impedancia, por lo que los altavoces no pueden estar muy separados del sistema de potencia, ya que los conductores eléctricos introducen una resistencia añadida, que se suma a la impedancia de los altavoces, haciendo bajar su rendimiento.

Los **ecualizadores** procesarán el sonido antes de ser amplificado, dotándolo de matices específicos en colorido, variando sus componentes frecuenciales y su timbre.

Por último, debemos conocer el fenómeno de la **realimentación acústica**, que es común que se produzca en los equipos de megafonía, y hemos de entenderla como un caso particular que se produce cuando introducimos en la entrada del amplificador parte de la señal de salida. De esta forma se produce un **bucle acústico**, que hace que el nivel de salida del amplificador suba a valores grandes, produciéndose un pitido agudo que puede producir averías en altavoces o en el mismo amplificador. Para evitar este efecto, no se deben dirigir hacia los altavoces las fuentes de entrada de señal como los micrófonos. En actuaciones de directo, el plano formado por los altavoces, y su proyección sonora deberá estar por delante de los micrófonos para evitar este efecto, llamado también **efecto Larsen**.



## Reflexiona

¿Sabes los daños que puede producir la realimentación acústica?

Mostrar retroalimentación

Los daños pueden producirse en los equipos provocando averías en los mismos, y también en las personas, ya que pueden producir lesiones auditivas. Esta es una cuestión de gran importancia, por lo que debe ser motivo de reflexión.

## 2.1.- Amplificadores.



El amplificador de sonido constituye la pieza más importante del sistema de sonorización, ya que recoge la débil señal de la fuente sonora (por ejemplo un micrófono) y la eleva a valores de tensión, y/o potencias grandes para poderla transportar y llevar a los altavoces.



Tenemos que señalar que el cable que alimentará los **difusores acústicos**, o altavoces, debe ser calculado en sección y longitud máxima para evitar **pérdidas de potencia** en el mismo cable, según la **ley de Ohm**.

Debemos saber que el margen de frecuencias, o **ancho de banda** que puede amplificar en el espectro audible humano, va desde 20 vibraciones por segundo a 20000 vibraciones o hertzios. Mientras mayor sea el ancho de banda, mayor será la calidad del sonido o fidelidad de reproducción. Cada sonido tiene su ancho de banda concreto, que junto con su timbre, caracteriza a dicho sonido. La consecuencia es que, puede ser que un amplificador entregue más potencia a determinadas frecuencias que a otras, por lo que tenemos que tenerlo en cuenta también.



### Debes conocer

En este documento podrás apreciar los parámetros de los amplificadores, imprescindible para conocer mejor estos equipos.

[Parámetros de los amplificadores \(Anexo II\).](#)



### Para saber más

En este artículo podrás ver los modos de funcionamiento de un amplificador: estéreo, paralelo y puente.

[Configuración de amplificadores.](#)



### Autoevaluación

¿Cómo se puede calcular la potencia en un amplificador?

- Multiplicando la resistencia de los altavoces por la impedancia del amplificador.
- Midiendo la tensión en una resistencia puesta en la salida.
- Multiplicando la tensión en los altavoces por la intensidad que pasa por el circuito.
- Dividiendo la tensión medida en el altavoz, y dividiendo por su impedancia.

No, resistencia e impedancia son magnitudes similares que se miden en ohmios.

Incorrecto, eso sería una medida de tensión y no potencia.

Si, efectivamente y el resultado se expresaría en vatios.

No es correcto, ya que en ese caso estaríamos calculando la intensidad y no la potencia.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 2.2.- Ecualizadores. Filtros. Ecualizadores de salas.

La **ecualización** permite ajustar los niveles de sonido a cada frecuencia que se reproduzca en la sala, ya que se deben obtener valores similares para todo el espectro de audio (20 Hz a 20 KHz).

Por ejemplo, si vamos a ecualizar sonido directo de un grupo musical, debemos saber, que cada instrumento tiene tendencia a sobresalir sobre los demás, como el caso de un tambor de la batería sobre otro tambor. Se puede producir un incremento a determinadas frecuencias por resonancia propia de los altavoces, o por el propio amplificador, lo que daría como resultado que aparecería un sonido excesivamente fuerte de volumen respecto los demás. Por eso se deben **armonizar**, o emparejar todas las frecuencias (igualación de  amplitud) para que todas salgan con el mismo nivel.



Cada equipo de microfónica, o  monitor de sonido, o caja de altavoces, tiene su propia respuesta, y debemos corregirla también. Por eso hay que pensar que si estamos sonorizando un bombo de batería con un micrófono, y un timbal con otro micrófono, a cada uno de ellos hemos de conectarlo a un canal distinto de la mesa de mezclas y ecualizarlo, es decir, **atenuar** frecuencias resonantes, o **incrementarlas** en su caso.

De forma práctica, conectaremos un generador de  ruido rosa a los amplificadores y corregiremos hasta equilibrar, con ayuda de un  analizador RTA, que toda la gama acústica llegue con la misma intensidad hasta el lugar donde estará el público oyente.

El comportamiento acústico del recinto se comporta de forma distinta con público que sin éste. De hecho, el sonido es absorbido por el tejido de la ropa del público, creando un ambiente más seco, y eliminando casi por completo la **reverberación**. Para poder ecualizar con público en la sala, se puede insertar un  barrido de tonos con ruido rosa, que se enmascare con música ambiente y que pueda ser analizado captando el sonido compuesto por medio de un micrófono y un analizador de espectro de audio.

El **ruido rosa** está formado por una señal de audio que abarca todo el ancho de banda audible, y que su ganancia va disminuyendo conforme va subiendo la frecuencia en una relación de 3 decibelios por octava, de tal forma que su respuesta es logarítmica, y le hace tener un espectro plano. Por ello se usa para ecualizar los equipos de sonido, y para adecuarlos musicalmente a un determinado recinto.

Se llama color rosa al compararlo con la luz blanca, que resulta de una mezcla de todos los colores aunque con predominio de los colores rojos, los cuales corresponden a las bajas frecuencias (o longitudes de onda mayores). De la misma forma, el ruido rosa tiene predominio de las frecuencias bajas en detrimento de las altas.

Hemos de aclarar que los decibelios indican un número significativo de ganancia o pérdida de nivel de sonido, basado en una escala logarítmica. Una  octava es la diferencia en frecuencia que existe entre dos que son, una el doble de la otra, por ejemplo, la octava superior de 440 Hz es 880 Hz.



### Para saber más

En el siguiente enlace encontrarás un tutorial para una mejor comprensión de la forma de ecualizar una sala o un recinto.

 [Ecualización.](#)

## 2.3.- Sistemas de previo. Mesas de mezclas.



El sonido captado por un micrófono se convierte en una pequeña señal eléctrica que debe ser preamplificada o elevada a unos niveles de tensión suficientemente elevada (del orden de los milivoltios) para poder ser amplificada más adelante en el sistema de potencia. También debe ser ecualizada y corregida en **distorsión armónica**, para que el sonido resultante en la amplificación final sea lo más **armónico** posible para los oyentes, y no pongan en riesgo los equipos finales y, sobre todo, los altavoces. De hecho, un acople o **realimentación** de un micrófono puede romper, o quemar un altavoz debido a que se trata de una señal incontrolada y que, al ser amplificada, resulta ser de gran energía.



El **sistema de previo** que se usa habitualmente es la llamada mesa de mezclas, que recibe dicho nombre por su apariencia parecida a un tablero o mesa, donde están insertados los botones de control para la adecuación del sonido captado por las fuentes de sonido como pueden ser los micrófonos.

La **mesa de mezclas** puede tener varias entradas o canales, normalmente 8, 16, 32 o 64, y cada uno de estos canales o entradas puede modificar individualmente los parámetros de cada fuente de sonido que le es aplicada. Por ejemplo, podemos variar la ecualización del canal uno, donde está conectado un micro para los cantantes y, simultáneamente podemos modificar la ecualización para el canal dos que tiene conectada una guitarra eléctrica.

Una vez que las fuentes de sonido se conectan a la mesa, se ecualizan atendiendo a las características del local y las exigencias del tipo de música. Posteriormente se le aplican efectos mediante unidades de reverberación u otros, de forma que se corrijan las deficiencias sonoras que se observen.

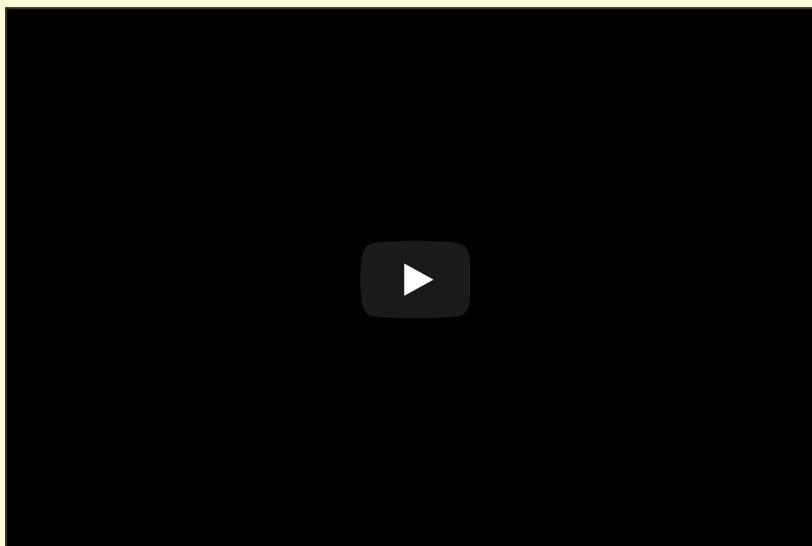
La señal de sonido resultante se llevará al sistema de potencia, y desde allí, hasta los difusores acústicos. Los sistemas de previo pueden incorporar o conectar elementos de énfasis, o efectos, que pueden ser sumados en cada canal donde se encuentra la fuente de sonido concreta.

También pueden ser conectados a la salida del sistema de previo otros elementos como los **cross-over** o **filtros activos**, para llevar por diferentes caminos, las diferentes frecuencias y amplificarlas por separado.



## Para saber más

El siguiente vídeo puedes ver un tutorial sobre las mesas de mezclas.



[Resumen textual alternativo](#)



## Autoevaluación

**Marca la definición más adecuada para designar los términos "igualar la amplitud":**

- La banda de frecuencia audible es de 20 KHz.
- El analizador RTA sirve para corregir las frecuencias que queramos.
- Cada sonido lleva siempre una frecuencia distinta.
- Efectivamente, todas las frecuencias de los sonidos deben salir con el mismo nivel.

Incorrecto. Lo siento, una cosa es la frecuencia y otra es la amplitud.

No es cierto, ya que no supone que igualemos la amplitud de todas las señales.

No es correcto, cada sonido puede estar compuesto de varias frecuencias.

Efectivamente, igualar las amplitudes de las frecuencias es "armonizar" el sonido.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto

4. Opción correcta

## 2.4.- Fuentes de sonido. Tipos de reproductores.



Los elementos que generan la señal de sonido son conocidos como reproductores de sonido.

El **micrófono** constituye el elemento más usado como convertidor de la señal acústica en señal eléctrica o fuente de señal de sonido. La conversión de las ondas sonoras en señales



eléctricas será estudiada posteriormente en el capítulo, que hace un estudio sobre los micrófonos.

Un **reproductor de sonido** es un elemento del que podemos obtener una señal, o fuente de sonido como señal eléctrica. Una guitarra eléctrica, un sintetizador o, en general, cualquier instrumento musical electrónico puede generar una fuente de señal sonora.

También podemos considerar que un reproductor de discos compactos, o un giradiscos, genera una señal eléctrica de sonido, que puede ser llevada a un sistema de previo para ser acondicionada y amplificada posteriormente. Es importante que el equipo preamplificador donde se conecten las fuentes, tenga la capacidad de cambiar las características eléctricas en la entrada de señales para poderse adaptar a los requerimientos de la señal de entrada. Por ejemplo, un micrófono tiene un nivel de salida muy pequeño (2-3 milivoltios) en comparación con la salida de un reproductor de discos compactos (50-100 milivoltios).

Podemos considerar que un ordenador, una memoria  USB de bolsillo, un teléfono móvil celular, un sintonizador de radio AM-FM, la cámara de vídeo, aquellos aparatos que tienen una salida de audio o un reproductor MP3, puede considerarse una fuente de señal de audio, ya que puede ser conectada a la entrada de cualquier equipo de sonido con estas características.

La salida de audio de las fuentes de sonido es una señal eléctrica de corriente alterna de algunos milivoltios (milésima parte de un voltio). Esta señal eléctrica se conecta a un equipo preamplificador para poder ser tratada o amplificada.

La función del reproductor, o fuente, es transformar la señal de audio codificada en formato digital o analógico (CD, DVD, radio, cinta), a una magnitud que pueda ser procesada por el sistema previo y sea reconocida como una información de audio. Por otra parte, las fuentes suelen entregar una salida con dos canales estéreo, L (izquierdo) o R (derecho).

## 3.- Elementos de megafonía.

En este apartado vas a ver los elementos usados en megafonía, sin tener en cuenta el conjunto de los equipos que ya hemos visto, estos son: los altavoces, micrófonos, líneas balanceadas o cables para transporte de señales y conectores para sonido, junto con las canalizaciones para los conductores eléctricos. Así, para no confundir con los equipos vistos hasta ahora, los llamamos elementos auxiliares de megafonía.



### Caso práctico

La empresa TELECOMSA debe sonorizar una conferencia que un prestigioso médico va a dar en el aula de usos múltiples del Ayuntamiento de un pueblo cercano a la ciudad. Valle e Isidro acompañan a un técnico de la empresa y tienen que hacer una elección a la hora de seleccionar el tipo de micrófono que deben usar para el lugar donde hacen la FGT. Para empezar deben escoger un tipo de micro que se adapte a sus necesidades. Tienen las opciones de elegir uno tipo cardioide, micro de ambiente o uno de sobremesa con cápsula de electret.

**Valle.**-Si ponemos un micro cardioide no tendremos problemas de captación de otro tipo de sonidos cercanos.

**Isidro.**-Cierto, pero en la conferencia es normal que solo hable el conferenciante, y ruidos de fondo añadidos no son probables que se produzcan.

**Valle.**-El micro de sobremesa es bastante adecuado. Este modelo lleva una cápsula de condensador, por lo que la respuesta en frecuencia será muy buena y, por tanto, la calidad de sonido será muy buena también.

**Isidro.**- Me gustaría poner ese tipo de micro, pero si lo encontramos con cápsula electret será aún mejor porque el precio se ajusta más a estas necesidades, ya que este micro tiene buena respuesta y cumple con los objetivos.

**Valle e Isidro** llegan a la conclusión de que van a buscar un micro de sobremesa con cápsula electret.



### Reflexiona

En argot profesional del mundo del sonido se emplea muy a menudo la palabra: “patchear”, ¿Sabes qué significa?

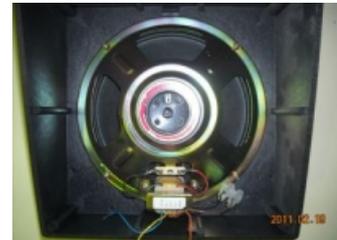
Mostrar retroalimentación

Dada la curiosidad de esta palabra, consideramos que existe un amplio argot en el mundo de la megafonía y debemos ir acostumbrándonos al mismo, como ejemplo, tenemos esta palabra que se utiliza para designar las conexiones que se efectúan entre los equipos de sonido, por ejemplo entre un amplificador y la mesa de mezclas.

## 3.1.- Altavoces.

Un altavoz es un elemento que convierte las señales eléctricas en sonido, es decir, hace la función inversa que los micrófonos.

El altavoz se compone de una bobina de hilo de cobre que está suspendida y conectada a una membrana de cartón. Dicha bobina se halla dentro del seno de un **campo magnético** formado por un **imán permanente**. Cuando la bobina recibe corriente eléctrica, el paso de dicha corriente en la cercanía del imán produce un movimiento que se transmite a la membrana y al cono. Dicho movimiento del cono hace que el aire circundante se mueva también al ritmo que llega la corriente eléctrica a la bobina. De esta forma se produce el sonido y es transmitido al medio como onda sonora. Dependiendo de la potencia que pueda rendir, el altavoz será más robusto y su bobina podrá resistir mayor intensidad de corriente eléctrica. La impedancia característica será un factor clave a la hora de hacer la elección para acoplarlo a un sistema de sonorización. Las impedancias características suelen ser de 4, 8 o 16 ohmios. Siempre hemos de conectar la misma impedancia de altavoces y del sistema de potencia. Esto es muy importante, ya que si existe desadaptación de impedancias entre ambos, puede ocurrir que el sistema tenga un rendimiento muy bajo (caso de conectar altavoces con más impedancia que la salida de la etapa de potencia) o que se estropee la etapa de salida (caso de conectar un altavoz de menor impedancia que la de salida del amplificador). Siempre debemos elegir altavoces que puedan absorber toda la potencia de los amplificadores y por ello se suelen poner que tengan el doble de potencia que la que suministra el amplificador.



### Debes conocer

En este documento podrás ver una descripción sobre la importancia que tiene adaptar el tipo de altavoz a la frecuencia para la que ha sido diseñado.

[Relación frecuencia-diseño de los altavoces \(Anexo III\).](#)



### Para saber más

En el siguiente enlace te proponemos que visualices el documento sobre la descripción de aspectos técnicos de altavoces, como son: frecuencia de resonancia, eficiencia, etc.

[Utilización de altavoces para uso profesional.](#) (0.17 MB)



### Autoevaluación

**Marca la afirmación correcta:**

- Se deben escoger altavoces de menor potencia que el amplificador.
- Se deben elegir altavoces de mayor impedancia que la de salida del amplificador.
- Los altavoces necesitan ser alimentados con corriente continua.
- El movimiento del cono del altavoz origina una onda sonora.

Incorrecta, ya que siempre se pondrán de mayor potencia que el amplificador.

No es la respuesta correcta, pues no habrá adaptación de impedancias.

No es correcta. Se alimentan con la señal del amplificador.

Efectivamente, el cono hace que el aire circundante se mueva al ritmo que llega la corriente eléctrica a la bobina.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 3.2.- Micrófonos. Elección de micrófonos.

### Micrófonos inalámbricos.

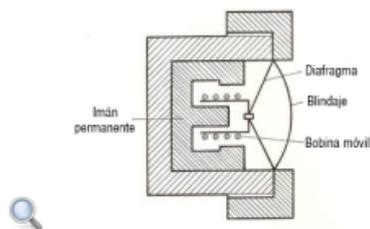
El micrófono es el elemento destinado a captar el sonido. Su funcionamiento se basa en transformar las ondas sonoras en señal eléctrica para poder ser manipulada o poder ser almacenada sobre algún soporte de grabación.



Dependiendo del sonido que se vaya a recoger podemos distinguir entre:

- Micrófonos omnidireccionales** para captar sonido en todas direcciones, captación del fenómeno de la reverberación en locales, o para recoger sonido de frecuencias graves, o sonido ambiente.
- Micrófonos direccionales**, Usados para rechazar el ruido generado por fuentes interferentes, captación de sonidos lejanos, para rechazar los rebotes provocados por la reverberación. Este tipo puede dividirse en micros cardioides, supercardioides o hipercardioides.

Debemos tener en cuenta también la **sensibilidad** del micrófono, que es la relación entre la señal de salida comparada con una señal de referencia. Se suele usar la unidad de decibelios con una referencia de un voltio, con una presión sonora de una  $\text{Dyn/cm}^2$  (Dina por centímetro cuadrado), usando un tono de 1 KHz a 74 dB  $\text{SPL}$ .



Los micrófonos de mayor sensibilidad captan sonidos más lejanos y se usan para sonido ambiente. Los de menor sensibilidad se usan para que no capten sonidos indeseados y se suelen pegar más a la boca de la persona que lo usa.

Los micrófonos producen un **ruido interno** en ausencia de señal sonora, por lo que hay que tenerlo en cuenta a la hora de elegir uno. El fabricante indica en cada



modelo específico esta cualidad.

También tenemos que considerar la **relación señal/ruido** que es la que representa la diferencia entre la sensibilidad y el ruido propio del micro. Cuanto mayor sea la relación señal/ruido mejor será. Por ejemplo si tenemos un nivel de presión de sonido (SPL) de 100dB y un ruido propio de 30 dB la relación señal/ruido será de 70 dB.

Otra cualidad es la respuesta en frecuencia. No es lo mismo usar un micro que otro si se van a captar sonidos de una determinada gama acústica. De hecho, un determinado micro puede tener una buena sensibilidad a unas frecuencias y no a otras. Es difícil conseguir una respuesta plana o uniforme en toda la gama acústica audible.



### Debes conocer

En este documento encontrarás información de los tipos de micrófonos atendiendo a la utilidad para la que han sido diseñados.

[Diseño de los micrófonos \(Anexo IV\).](#)



### Para saber más

En el siguiente enlace de Wikipedia se muestra un artículo sobre la historia, clasificación y utilidad de los micrófonos.

 [Micrófonos, tipología y utilidades.](#)



## Autoevaluación

De entre los siguientes tipos de micrófonos, marca el que necesita alimentación fantasma (phantom):

Micrófono hipercardiode.

Micrófono dinámico.

Micrófono electrét.

Micrófono de condensador.

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto
4. Correcto

## 3.3.- Líneas balanceadas y alimentación phantom.



Para conectar los micrófonos a gran distancia del equipo de previo se usan las líneas balanceadas.



Esta conexión consta de **dos hilos** por donde va la **señal desfasada 180 grados** en cada uno, con lo que se consigue una mejora respecto las **interferencias** y la **ganancia**. Estos hilos están cubiertos por una **malla de cobre** conectada a masa que da un apantallamiento considerable.

Si un **pico de tensión** o señal interferente llega a los hilos en el equipo de previo, se desbalancea, es decir, se toma la señal respecto de masa invirtiendo la señal que lleva uno de los hilos y sumarla a la fase que lleva al otro hilo, logrando de esta forma hacer el doble la amplitud de la señal resultante. Así, el **fenómeno transitorio** queda invertido de fase también, y al sumarlo con su fase queda anulado, ya que ambos son de la misma fase. Este tipo de interferencia es llamada señal de modo común, y en los equipos de líneas balanceadas se nos da el parámetro **rechazo en modo común** o **CMR** y su valor debe ser, por lo menos, **80 dB**.

Cuando se trata de micrófonos del tipo de condensador o del **tipo electrét**, que requieren alimentación, por los hilos de la línea se introduce una alimentación en corriente continua, que está presente junto con la señal de audio del micro. Esto se hace para que el micrófono no tenga que llevar pila de alimentación. Esta alimentación es la conocida como fantasma o phantom. Debemos tener en cuenta que por el mismo cable tendremos dos tipos de corriente eléctrica: La alimentación en corriente continua y la señal, que es **corriente alterna**. Ambos tipos de corriente pueden ser separadas en el equipo preamplificador por medio de un filtro de paso bajo (deja pasar la corriente continua) y un filtro de paso alto (deja pasar la componente de corriente alterna).

Cuando se trata de conectar fuentes de sonido próximas a los equipos se usan las **líneas desbalanceadas** que constan de un cable con señal y la masa (malla exterior). A distancias de hasta varios metros entre fuentes de señal y previos, el cable apantallado normal para audio se comporta muy bien en cuanto a pérdidas de nivel y captación de interferencias eléctricas.



### Reflexiona

¿Sabías que las señales que se transportan por las líneas balanceadas son inmunes a las interferencias o ruidos parásitos?, ¿sabes por qué?

Mostrar retroalimentación

En este tipo de líneas, a señales eléctricas se transportan desfasadas 180° una respecto a la otra, por cada hilo respectivamente, con lo cual, si se capta una interferencia en uno de los hilos, automáticamente, en el otro se crea una señal que, al tener 180° de diferencia y sumarse con la anterior se queda en 0.



### Para saber más

En el siguiente enlace encontrarás información sobre las dos formas de transportar señal de audio.

[Formas de transporte de señal de audio.](#)



## 3.4.- Conectores y códigos de conexión. Canalizaciones.

Los conectores usados para líneas balanceadas son del tipo **XLR** o **cannon** (nombre de la marca). La conexión de sus pines son 1 para masa, 2 para una fase y 3 para la otra fase. Decir también que existen conectores de este tipo en versión aéreo, tanto macho como hembra. Los pines del conector XLR van siempre numerados empezando por el 1 y dependiendo de la aplicación se utilizarán unos u otros:



- ✓ Audio balanceado:
  - ◆ **Pin** 1: Masa. Pin 2: Una fase Pin 3: Fase invertida 180°
- ✓ Audio Desbalanceado:
  - ◆ Pin 1: Masa. Pin 2: Señal. Pin 3: Conectado al pin 1.

Para líneas que no van balanceadas, es decir, un hilo de señal y otro de masa, se usa el conector **JACK** o **TRS** que existen en varias medidas, siendo el más usado el de 6,35 milímetros y es el que usan los instrumentos musicales como las guitarras eléctricas. La señal de masa está conectada a la parte exterior del conector, mientras que la de "vivo" o terminal activo se conecta, mediante soldadura, al extremo del conector.

Existen diversas versiones en tamaño y uso para todos estos conectores, por lo que los encontraremos aéreos, o para instalar sobre paneles y machos y hembras.

Otro conector es el **RCA** (Radio Corporation of America) para señales de audio entre equipos, menos usado profesionalmente, al igual que los conectores **DIN** de cinco polos.

Existen otros conectores para unir los sistemas de potencia con los altavoces que son los conectores **SPEAKON**, los cuales llevan un sistema de protección para que no se salgan de sus bases, y de esta forma se evita el riesgo de que la línea de potencia quede interrumpida, se produzca una desadaptación de impedancias y se puedan estropear algunos de los equipos.

Cuando se trata de instalaciones de megafonía en edificios o sistemas de sonorización distribuidos, es el propio fabricante quien, en su prospecto de montaje o instalación, pone el **código de colores** de los cables o informa de cómo deben ser conectados los elementos, por lo que no hay normas de carácter general en la codificación de éstos.



Para realizar las **canalizaciones** para los conductores eléctricos, hemos de diferenciar entre las instalaciones de sonorización centralizadas, donde todos los elementos del equipo están próximos, por ejemplo para sonorizar una actuación de un grupo, y que en ese caso, no se usan canalizaciones sino que los cables están tendidos en el suelo entre la mesa de mezclas (dispuesta a la distancia donde se encuentra el público) y el equipo de potencia (amplificadores y altavoces).

Para las **instalaciones distribuidas**, las canalizaciones pueden estar previstas y ejecutadas a la hora de la construcción del edificio, por lo cual podemos decir que el cableado se montará por los **tubos corrugados** o los de piel de serpiente que forman parte de la infraestructura del edificio. Es importante el cálculo del diámetro de los conductores para evitar pérdidas en los niveles eléctricos de transporte de señales.

Las canalizaciones se acometerán por el techo (caso habitual del montaje en techumbre) y paredes.

Cuando la instalación es posterior a la edificación, hemos de actuar montando canalizaciones exteriores, de material plástico, y que van fijadas a las paredes mediante elementos de fijación como tornillos con espiches en la pared.



## Debes conocer

En el siguiente enlace encontrarás información sobre los conectores Jack, así como el código de colores estandarizados.

 [Códigos de colores usados en los conectores.](#)



## Para saber más

En este enlace podrás apreciar los tipos de conectores para comprar por catálogo.

 [Precios y referencias de los diferentes tipos de conectores.](#)



## Autoevaluación

**Marca la afirmación correcta:**

- Los conectores DIN llevan señales balanceadas.
- Los conectores SPEAKON llevan señales balanceadas.
- Los cables apantallados llevan siempre conectores JACK.
- Los conectores XLR "canon" se usan con señales balanceadas.

Me temo que te has equivocado.

No es correcto, este tipo de conector no lleva señales balanceadas.

Creo que no has pensado bien la respuesta.

Efectivamente, el conector XLR es el único conector para señales balanceadas.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 4.- Sistemas de Megafonía.



### Caso práctico

Una vez que **Valle** e **Isidro** han llegado a la conclusión de qué tipo de micrófono han de usar en el trabajo asignado en la empresa TELECOMSA, se disponen a decidir qué elementos usarán en la instalación que van a montar. El aforo del lugar es de unas cien personas, y el recinto tiene un volumen no muy extenso.



El técnico de la empresa les pregunta cuáles serían las exigencias mínimas para la sonorización en unas condiciones de silencio ambiental, y una reflexión pobre de sonido debido a la absorción producida por el público asistente y las condiciones de la sala.

**Valle.**-La potencia de sonido puede ser calculada poniendo un  vatio por cada asistente, es decir, cien vatios al menos.

**Isidro.**-Para no quedarnos cortos, emplearemos uno de potencia algo superior, ciento cincuenta vatios. Además, el amplificador tendrá incorporado un previo con entrada para micrófono.

**Valle.**-Los altavoces deben estar a la altura de los oídos del público, por lo que deben estar en alto y deben resistir, al menos, el doble de potencia de la que entrega el amplificador. Estos deben responder bien en la gama acústica para que el sonido se escuche armónico y compacto.

**Isidro.**-Pues conectaremos dos altavoces frontales en frente del público y tendremos en cuenta que el micro no se acople a los altavoces poniéndolo siempre detrás de éstos y sin enfrenarlo en ningún caso.

Sólo queda conectar el micro con el amplificador con cable apantallado coaxial para conexión a corta distancia. No creo que sea necesario el uso de una línea balanceada.

Para lograr un sonido homogéneo en todo el lugar donde va alojado el público, conviene usar los apilamientos de altavoces o  **arrays de altavoces**, que ayudarán a distribuir el sonido por todo el espacio y no producir huecos sin sonido. Para ello el fabricante puede facilitar programas de edición para poner el ángulo adecuado a cada caja del array.

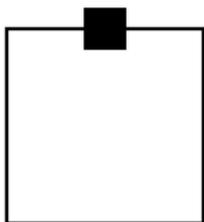
De esta forma es posible obtener un gran resultado con una potencia menor, ya que está mejor distribuida.

También conviene saber que podemos montar un equipo pasivo, donde el procesado y las etapas están alojadas dentro de las cajas de altavoces, para diferenciarlo de los equipos activos donde todos los equipos de procesado van en rack de 19 pulgadas.

Para mayor comodidad, o para que no se mojen en días de lluvia, es conveniente el montaje del pasivo, aparte de que son menos bultos los que hay que mover.

Si queremos un equipo que su sonido llegue lo más lejos posible, cubriendo, es decir, que suene con la misma presión sonora que más de 40 metros, hemos de decantarnos por el activo, pero ese sonido sería más bien el usado para rock duro, donde la potencia es fundamental.

## 4.1.- Sistema monoaural.



Por definición, el **sistema monoaural o mono** es el sonido que llega a través de un solo canal y que tiene el efecto de producir una sensación como la de escuchar por un oído solamente. En un sistema de sonido estéreo, con dos canales de salida, el sonido mono se puede conseguir enviando el mismo sonido por los dos canales. De esta forma se puede entender que este sistema de sonido no da la sensación de espacialidad que puede dar el sonido estéreo, sin



embargo, como los sonidos se suman en una única señal, se obtiene un efecto de oír en un punto común en el centro de la cabeza, o estar metido en medio de donde se está produciendo el sonido.

De forma natural, el sonido puede provenir de un solo sitio. Es el sistema auditivo de las personas o animales, el que hace que el sonido adquiera un sentido tridimensional para poder localizarlo. La ligera diferencia de tiempos o retardo con la que llega el sonido a un oído respecto el otro, hace una función discriminadora, unido a las referencias que genera el cerebro.

Es el más usado en sistemas de **sonorización distribuida**, donde el sonido se envía en común a todos los altavoces del recinto o habitáculos.

La calidad del sonido no se ve perjudicada con este sistema ya que tiene que ver con el rango de frecuencias que los altavoces pueden entregar. Como habitualmente los altavoces están en el techo, guardan una cámara de aire que les hace tener una buena resonancia en los graves. La calidad de los altavoces influye mucho en la fidelidad del sonido reproducido.



### Reflexiona

¿Te has parado a pensar que el sonido que llega a nuestros oídos en la mayoría de los casos es monoaural?

Mostrar retroalimentación

Para percibir otra dinámica de sonido sería necesario acercarse a la fuente sonora para poder apreciar de dónde procede el sonido. Por ejemplo, en un espectáculo de sonido en directo, solo apreciarían estas fuentes las personas que estén más cercanas a los músicos.



## Autoevaluación

**Rellena los huecos con los conceptos adecuados.**

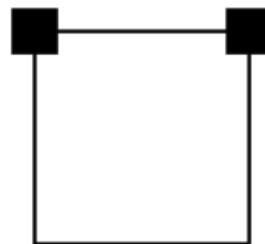
En un sistema de sonido [REDACTED], la calidad de sonido no se ve perjudicada debido al [REDACTED] que los altavoces pueden entregar. La sensación de [REDACTED] se pierde con este tipo de sistema.

Enviar

En un sistema de sonido **monoaural**, la calidad de sonido no se ve perjudicada debido al **rango de frecuencia** que los altavoces pueden entregar. La sensación de **espacialidad** se pierde con este tipo de sistema.

## 4.2.- Sistema estéreo.

Para generar una **acústica estéreo** hacen falta, al menos, dos altavoces, uno para el canal izquierdo (oído izquierdo), y otro canal derecho (para el otro oído). La distancia que se debe guardar entre los altavoces debe ser tal, que se oigan los sonidos con el mismo volumen, por lo que es bastante difícil de reproducir, a no ser que el oyente esté quieto en un sitio. Esto hace que este sistema no se emplee mucho en sonorización de sistemas de audio distribuido.



Cuando oímos un sonido, este llega desde todas las direcciones y llega a cada oído con un ligero retardo debido a que recorren caminos distintos. El cerebro se encarga de integrar los sonidos en tres dimensiones para localizarlo. Cuando se graba un disco estereofónico, los sonidos se integran en dos canales para que se parezca lo más posible a un sonido que se produce de forma natural.

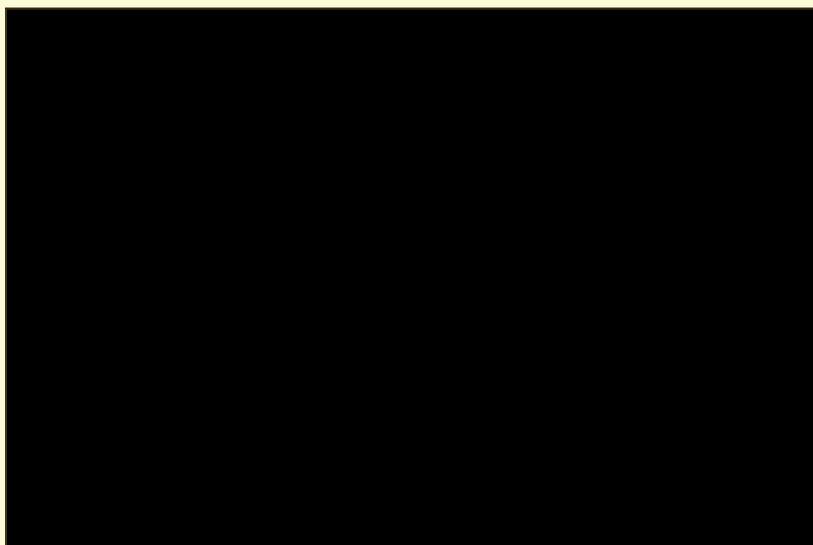
La apreciación del sonido depende de su frecuencia. Los sonidos agudos pueden ser mejor ubicados que los graves porque la fase de una frecuencia alta (sonido agudo) cambia más veces por segundo si se tiene en cuenta la distancia recorrida por todas las señales. Para poder direccionar mejor la fuente de sonido, el humano mueve constantemente la cabeza para determinar mejor su posición. Por otra parte, los oídos están orientados hacia la posición frontal y se atenúan los sonidos que provienen de detrás, con lo que podemos distinguir la posición delante/detrás.

El propósito de generar un sistema estéreo es hacer un sonido más natural y más parecido al que se produce en realidad, creando una tercera dimensión y logrando más lleno acústico. Se puede lograr mediante dos fuentes monoaurales, donde se pueden separar los sonidos producidos por los instrumentos originales, o que los canales derecho e izquierdo guarden una relación, de tal forma que la mezcla total aparezca como proveniente de un punto intermedio.



### Para saber más

En el siguiente vídeo puedes ver un tutorial de los sistemas de sonido estéreo.



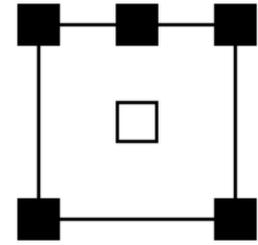
[Resumen textual alternativo](#)

En el siguiente enlace podrás apreciar una descripción sobre el funcionamiento del  sonido estereofónico.

[Funcionamiento del sonido estereofónico.](#)

## 4.3.- Sistema de sonido envolvente.

El **sistema envolvente o surround sound** hace que el sonido venga desde todas las direcciones, separando los canales para música, efectos sonoros y diálogos de forma que se tenga la sensación ser estar envuelto por el sonido que genera la situación. Este sistema permite recrear ambientes escénicos sonoros propios del cine.



El sistema **Dolby surround** apareció en 1982 y en 1987 apareció el **Dolby prologic** como precursores del sistema actual.

La idea principal es que el sonido se ajuste a las exigencias de la imagen que sale por la pantalla. De esta forma el sonido sale por el altavoz por donde se espera que debiera salir en la pantalla. Por ejemplo, si un jet pasa de izquierda a derecha en la pantalla, el sonido pasará sincronizadamente desde el altavoz izquierdo al derecho, dando una gran sensación de realismo.

Los sistemas empleados son el sistema 2.1, con tres altavoces (canal derecho, izquierdo y **subgraves**), el sistema 3.1 que consta de cuatro altavoces (canal izquierdo, derecho, uno central que emite ambos canales y un subgrave).

No es un secreto para nadie que los sistemas de sonido 5.1 son el estándar en la producción audiovisual. Lo es, en parte, por la extensión de su uso en salas de cine y su trayectoria a lo largo de los años, pues data de nada menos que 1976. El estándar 5.1 admite, además, gran parte de los sistemas de audio sin pérdida empleados en la producción actual: Dolby Digital, Dolby Pro Logic, DTS, y SDDS. Actualmente se está usando el 7.1. La combinación los canales da lugar a lo que conocemos como sonido 3D, donde la principal característica reside en la flexibilidad del conjunto en lo que a distancias se refiere. Y es que a diferencia de los sistemas 7.1, los sistemas 5.1 admiten su instalación en salas de reducidas dimensiones y con muebles de por medio gracias a las distribución de sus frecuencias. Los sistemas de sonido 7.1 suponen la evolución natural de los sistemas 5.1. La distribución de sonido pasa a contar con ocho canales diferentes que añade otros canales a la configuración habitual de sonido a través de cajas acústicas situadas justo detrás del oyente.

Para generar el efecto hay que usar cinco canales, y el oído del oyente debe recibir el sonido de los cinco canales (altavoces) a la vez. La distancia a la que deben ser escuchados los sonidos es equidistante para todos los altavoces. En el punto central se coloca el sistema de subgraves, a 30 grados a cada lado se colocan dos canales y a 110 grados otros dos canales, teniendo así los 5 en total. Este sistema está normalizado por la norma **ITU-R BS 775-1**.

Realmente los sonidos graves o muy graves no nos dan una idea de direccionalidad tan concreta como los sonidos agudos, por lo que el lugar para ubicar la caja de subgraves puede estar en cualquier sitio, aunque se suele poner debajo de la pantalla.

Pueden usarse sistemas de retardos de tiempo entre los canales para lograr el efecto deseado, cuando la distancia del oyente no coincide en el centro justo de los canales mencionados.

En general, este sistema no se usa en instalaciones de megafonía centralizadas o distribuidas y se reserva, sobre todo para los sistemas de home cinema o para salas de proyección de cine o teatros.



### Reflexiona

¿Has apreciado cuando estás en un cine viendo una película, cómo se perciben los diálogos (cercanos a la pantalla), la música (en la parte central de la sala) y los efectos sonoros (por la parte trasera)?

Mostrar retroalimentación

Precisamente estás ante lo que se denomina el sonido envolvente, es un complejo sistema en el que al espectador le da la sensación de escuchar mucho más real. Como te puedes imaginar, la instalación y configuración de estos sistemas requieren un trabajo muy minucioso del que hablaremos más adelante.



## ¿Sabías que?

¿Y qué hay de su uso en el cine? Lo cierto es que a día de hoy **la cantidad de títulos codificados a sistemas 7.1 es muy baja**. La mayoría de películas y series compatibles con Surround 7.1 están en su idioma original, y otras tantas recurren a lo que se conoce como un sonido 7.1 simulado, es decir, frecuencias simuladas que se reproducen en los dos canales adicionales que agrega dicho sistema.

Donde este esquema sí que se utiliza es **en juegos de ordenador y consola**, donde por lo general se recurre a auriculares con sistemas 7.1. Lamentablemente, adaptar un sistema de ocho canales completo a una habitación requiere de una **sala de grandes dimensiones por los dos canales adicionales** para evitar el cruce de frecuencias. Habitaciones con un mínimo de 25 ó 30 metros cuadrados sin muebles ni objetos de por medio donde el sonido se proyecte sin ningún rebote.



## Autoevaluación

**Rellena los huecos con los conceptos adecuados.**

Cuando el sonido se lleva a varios puntos de un local se puede hablar de sistema de sonido [REDACTED], mientras que si el sonido se produce en un solo punto se le llama sistema de sonido [REDACTED]. Tanto uno como otro puede originarse con dos canales o sistema [REDACTED] o que el sonido provenga de un solo canal o sistema [REDACTED].

Enviar

## 5.- Instalaciones de Megafonía.



### Caso práctico

**Silvia** es compañera de piso de **Valle** y necesita información de cómo montar una instalación para un concierto en directo. Como ella sabe que **Valle** e **Isidro** hacen la FCT en la empresa TELECOMSA que se dedica a sonorización, les pide que consigan información para llevar a cabo ese trabajo.



**Silvia.**-Necesito hablar con vosotros para ver si me podéis ayudar con una instalación para un concierto en directo de un cantautor que viene a mi barrio, y me han encargado que planifique e instale la sonorización para un local.

**Valle.**-Para empezar debemos saber el número de personas que intervienen en escena. Después, pensar en alquilar los componentes necesarios para hacer la instalación. Por ejemplo, micrófonos, mesa de mezclas, unidad de efectos, etapas de potencia y altavoces, fundamentalmente.

**Isidro.**-También hay que incluir los cables y canalizaciones para llevar las señales eléctricas de audio.

**Valle.**-Primero hemos de planificar en un croquis la instalación, representando con los símbolos establecidos todos los elementos y la conexión entre ellos.

**Silvia.**-Pues se trata de un cantautor que aparece solo en el escenario con una guitarra electroacústica, así que serían dos tomas de sonido: un micrófono y una conexión para la guitarra.

**Valle.**-La disposición debe ser la siguiente: La mesa de mezclas estará a una distancia igual a donde se ubica el público con objeto de compensar desde allí el sonido. Desde la mesa se enviarán dos líneas balanceadas hacia la guitarra y micro para recoger la señal de ambas fuentes de sonido.

**Isidro.**-Lo que falta es conectar la mesa con la etapa de potencia con una línea coaxial a una distancia media donde estará la etapa de potencia. Los altavoces sí deben estar lo más cerca posible de la etapa final para que la impedancia no suba a valores no permisibles, ya que trabajamos a 8 ohmios.

**Valle.**-Es cierto, porque la longitud del cable suma resistencia a la impedancia del altavoz, y mientras mayor sea la impedancia, la potencia disipada será menor, es decir, que se pierde potencia en el propio cable.

**Isidro.**- Por otra parte hay que poner los altavoces adelantados respecto las fuentes de sonido para evitar acoplamientos.

**Silvia.**-Creo que debemos buscar un sitio donde alquilen este material.

## 5.1.- Descripción de los componentes.

---

En general, en una instalación de megafonía puedes encontrar:

- ✓ **Fuente generadora de sonido** que puede ser cualquier tipo de reproductor de sonido. Podemos incluir los micrófonos, los propios instrumentos musicales, reproductores de CD, giradiscos para vinilos o sintonizadores de radio, entre otros.
- ✓ **Sistema de previo**, llamado consola,  **mixer** (mezclador). Algunas veces se habla de preamplificador, ya que toma una señal débil y la eleva hasta ponerla con un nivel suficiente para aplicarla al sistema de potencia. El mezclador se monta en un rack (estándar de 19  pulgadas), y suele contener un número de entradas limitadas, líneas de envío y retorno para efectos, y salida para monitor o preescucha, ya que es interesante saber qué está saliendo antes de hacer el envío al amplificador final.
- ✓ **Ecualizador** que se encarga de adecuar la señal aportando el colorido que se precise. Normalmente la señal se corrige en cuanto a atenuar o realzar las componentes graves, medias o agudas que lleva el sonido.
- ✓ **Unidad de efectos**, la cual contribuye a corregir matices o aportar efectos sonoros para el sonido original, como pueden ser efectos de eco, reverberación, choros, entre otros.
- ✓ **Sistema de potencia** o etapa final de potencia. Es el verdadero amplificador de sonido, ya que coge la señal que entrega el sistema de previo, y lo amplifica en tensión y potencia para llevarla a los altavoces.
- ✓ **Altavoces**, encargados de transformar las señales eléctricas en ondas sonoras. Pueden llevar incorporado un transformador usado en líneas de 100 voltios para ser usado a largas distancias sin perjuicio de pérdida de potencia. Cuando se trata de cajas acústicas, éstas pueden llevar un número de altavoces y un filtro pasivo que distribuye las frecuencias graves, medias y agudas para adecuarlas al tipo de altavoz.
- ✓ **Cableado** o conductores eléctricos que llevarán las señales eléctricas entre el resto de elementos. Conexiones para señal balanceada, desbalanceada y conexiones de potencia entre la etapa final y altavoces.
- ✓ **Canalizaciones**, bien empotrables o exteriores, fijadas sobre la pared o techo. Servirán para distribuir la señal de sonido o llevarla a un punto concreto.



## 5.2.- Símbolos de componentes.

La mayoría de los elementos que se montan en las instalaciones de megafonía pueden representarse mediante símbolos sobre el plano donde vaya a realizarse el esquema de montaje o el croquis.

Para instalaciones con elementos especiales pueden usarse pequeños diagramas y/o fotos de estos elementos que, eléctricamente no se suelen representar. Las empresas o fábricas suministradoras de este tipo de material suelen dar una información detallada de los esquemas de conexión para poder montar sus productos, y lo hacen de forma muy gráfica con dibujos, gráficos, diagramas o fotos que no dejan lugar a confusiones.



Los símbolos eléctricos que podemos encontrar en esquemas de montaje o planos, en la mayoría de los casos están definidos por las **normas UNE**.



### Debes conocer

Puedes descargar este documento donde se muestran detalladamente los símbolos más significativos usados en instalaciones de megafonía.

[Símbolos usados en megafonía \(Anexo V\).](#)



### Para saber más

Como ampliación de conocimiento te proponemos este enlace donde se detallan los símbolos más significativos usados en electrónica, pudiéndose ver en uno de sus apartados los utilizados en audio.

[Símbolos usados en electrónica.](#)

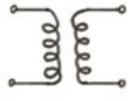
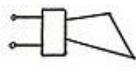


### Autoevaluación

Relaciona cada elemento de megafonía con su símbolo, escribiendo el número del símbolo en su cuadro correspondiente.

#### Ejercicio de relacionar.

Elemento	Relación	Símbolo
Transformador		 1.

Elemento	Relación	Símbolo
Masa		 2.
Altavoz		 3.
Avisador acústico		 4.

Enviar

Para aprender bien los símbolos deberías dibujarlos varias veces.

## 5.3.- Montaje y desmontaje de equipos de sonido directo.

Para el técnico en instalaciones de megafonía y sonorización, el montaje y desmontaje de los equipos de **sonido directo** requiere un conocimiento acertado de la metodología usada para efectuar el trabajo. El orden de montaje, el tendido de las canalizaciones, la conexión y las pruebas finales, son pasos que deben ir en un orden específico, así como el transporte de los elementos y su ubicación en el lugar adecuado.



Deberíamos diferenciar entre montar un equipo pequeño para sonorizaciones más habituales, o uno para grandes conciertos de música donde intervienen muchos artistas y muchas opciones de conexión ("👉 patchear").

Como término medio, podemos poner el caso de un **montaje de sonorización** para una orquesta o grupo musical, de cinco músicos con instrumentos y micrófonos para conectar. En ese caso, los elementos que primero se deben montar y ubicar son las cajas con los altavoces (seguramente una torre con vías separadas para graves, medios y agudos por cada canal, es decir, dos torres para canal derecho e izquierdo) 👉 **line array**. La sujeción y estabilidad en el suelo, en el escenario, o en los caballetes metálicos, debe ser fundamental para evitar caídas con las vibraciones o golpes fortuitos.

Las etapas de potencia deben ir lo más cerca posible de los altavoces para no incrementar pérdidas por **desadaptación de impedancias**.

Los **altavoces monitores** para los intérpretes deben estar en el escenario, orientados hacia ellos para poder oír su instrumento y el sonido general. Estos van conectados a las etapas de potencia también.

Se debe tener en cuenta que si se sonoriza desde un único punto, la pérdida de nivel de sonido en decibelios es:

$$\text{Pérdida} = 20 \log d$$

, donde d es la distancia.

Junto con las etapas de potencia, irán montados en un **rack mecanizado** (estandarizado de 19 pulgadas) los procesadores de efectos (generadores de reverberación, limitadores, compresores, entre otros), el cross-over o filtro separador para llevar a cada altavoz el rango de frecuencia adecuado, los mezcladores o mixers para unir elementos o instrumentos de un artista.

La mesa de mezclas se debe situar separada del escenario, a una distancia donde está el público con objeto de corregir sobre la marcha los parámetros del sonido que sean oportunos, así como para ecualizar y adaptar el sonido al número de personas asistentes al evento.

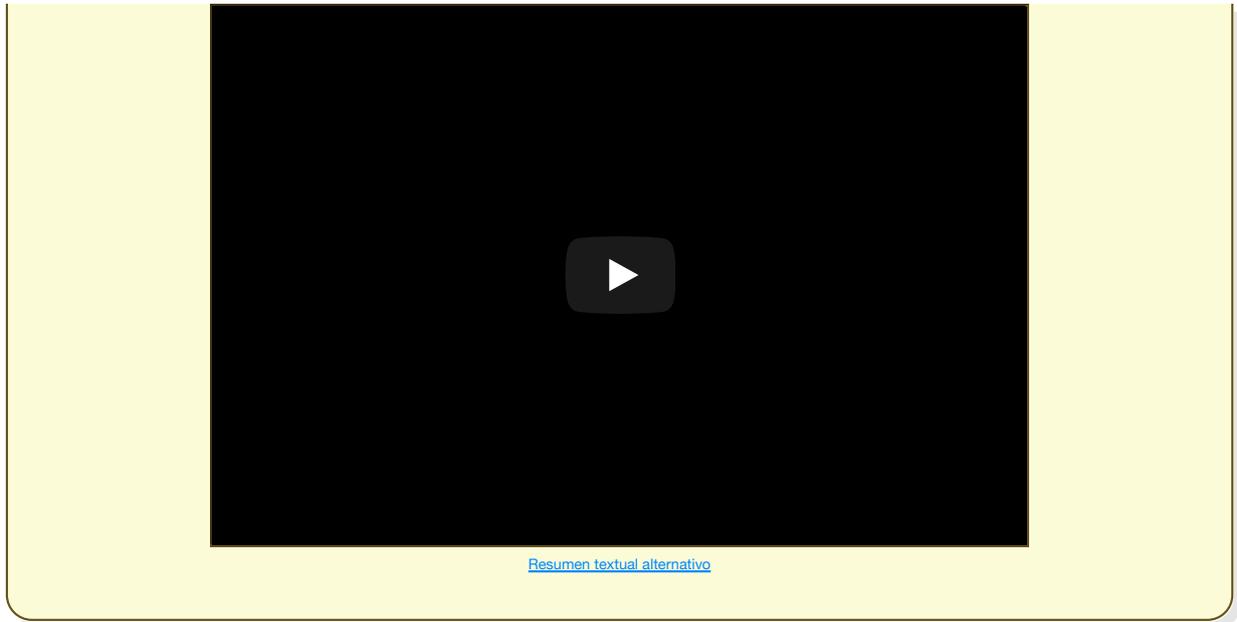
El cableado debe hacerse en último lugar, conectando cada fuente de sonido a la mesa de mezclas con líneas balanceadas. Desde allí partirá la toma general hacia el rack de escenario, donde la señal será procesada y enviada a la etapa de potencia. También es posible establecer una conexión entre el rack de efectos y mesa de mezclas (previo) con tomas para el envío y retorno de efectos por un canal independiente al de las fuentes de sonido.

Debe haber una persona encargada de la mesa de mezclas durante la actuación para actuar sobre sus mandos con precisión y sabiduría



### Para saber más

En el siguiente vídeo práctico puedes ver un montaje de un escenario para un concierto.



## 5.4.- Identificación de componentes. Conexiones y conectores.

Para interconectar los componentes de una instalación de sonido, en cualquier caso, hemos de considerar los siguientes tipos de conexionado:



- ✓ **Conexiones de los amplificadores de potencia a los altavoces:** Los cables transportan corriente alterna de frecuencia variable y deben tener una resistencia lo más baja posible para que no se pierda potencia. Deben guardar un equilibrio constante para todas las frecuencias que vayan a transportar. Se suelen usar de secciones gruesas para tal fin y, que sean libre de oxígeno para optimizar su función. El tipo de cable será bifilar o cable paralelo con dos conductores. Los conectores usados en ambos extremos será el XLR Cannon, o el conector de seguridad speakon, el cual no se desconecta al tirar ya que hay que girarlo para sacarlo, el tipo jack, el clásico usado para conectar guitarras eléctricas, también usado aquí.
- ✓ **Conexiones de los micrófonos o fuentes de sonido a los equipos de previo:** Hemos hablado en anteriores capítulos de las líneas balanceadas o desbalanceadas con cable apantallado, usadas para quitar ruidos y acoplar con bajas pérdidas las fuentes de sonido a la mesa de mezclas. Los conectores usados son el XLR, o jack.
- ✓ **Conexiones de la salida de la mesa de mezclas a las etapas de potencia, o en su caso a los filtros cross-over o divisores de frecuencias:** La señal de salida de la mesa de mezclas está amplificada en tensión y no en potencia (desde milivoltios a voltios en corriente alterna de frecuencia variable).
- ✓ Los conectores usados son también el XLR, jack y más raro el RCA o el casi desaparecido DIN de cinco polos.
- ✓ **Conexiones entre distintos elementos** como unidades de reverberación, efectos, limitadores o compresores de nivel de sonido, siempre se usa cable apantallado con conexión a masa y los conectores habituales de los que hemos nombrado anteriormente.

Cuando se trata de instalaciones en edificios o exteriores, también tenemos que pensar que, junto con los cables de sonido hemos de incluir las mangueras de cables de colores, que son cables agrupados por mazos de cables y que van a servir para llevar señales de control entre los elementos que entran en la instalación.



Por ejemplo la conexión entre mando regulador y sintonizador de radio (ubicado en una sala) y central (ubicada en otro lugar del edificio).



### Autoevaluación

Marca la afirmación correcta:

- El conector SPEAKON se usa para conectar la mesa de mezclas con los altavoces.
- Los conectores SPEAKON se usan para conectar etapas de potencia con la mesa de mezclas.
- Los conectores SPEAKON llevan siempre cable apantallado.
- Para conectar las unidades de efectos como reverberación, ecos, se hace con cable apantallado.

No es correcto, este tipo se usa para conectar el altavoz con la etapa final.

No es así, se usan para conectar los altavoces.

No es necesario que usen ese tipo de cable.

Efectivamente, existen unidades de efectos que también tienen conexión con conectores XLR.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 6.- Aplicaciones de Megafonía.



### Caso práctico

La empresa TELECOMSA tiene que realizar una instalación de megafonía para un centro comercial, y para ello necesita contar con los técnicos de la empresa y con la ayuda de **Valle e Isidro**. El jefe de personal técnico se pone en contacto con el alumnado para proponerles que hagan un croquis de la instalación a la vista de los planos que tienen, elaboren una lista de los materiales necesarios, y hagan una metodología de trabajo para llevar a cabo dicha instalación. Las condiciones requeridas serán fundamentalmente disponer de música ambiente y un puesto con micrófono para avisos.

**Valle e Isidro** se deben reunir para trabajar antes de ir a la empresa por lo que necesitarán unos días para ir pensando en el desarrollo del trabajo.

**Valle.**-Yo me encargaré de ir haciendo el croquis de la instalación sobre el plano, aunque tendremos que ir al sitio para ver sobre el terreno las dificultades que puedan surgir.

**Isidro.**-Yo iré elaborando una lista de los elementos de la instalación y la red de canalizaciones, junto el cálculo de cableado que hay que poner.

**Valle.**-Tenemos que decidir si instalaremos los altavoces por línea de 100 voltios o en baja impedancia.

**Isidro.**-Consultaremos los equipos con las empresas donde vamos a hacer la compra de material, y revisaremos los catálogos para elegir el sistema más adecuado.

**Valle.**-Como el transporte de señal es para larga distancia en dos de las tres secciones que debemos cubrir, pondremos dos líneas de alta impedancia de 100 voltios, y la otra zona la cubriremos con baja impedancia con altavoces con amplificador incorporado, sistema de techo.

**Isidro.**-Las canalizaciones se deben hacer por el techo, por lo que tendremos que descubrir las placas de escayola del techo y meter los soportes y sujeciones para los cables.

**Valle.**-Debemos decidir primero dónde se colocará el equipo central con el sintonizador y mezclador para fuentes de sonido y servicio de avisos con micro, para que quede ubicado de forma que el cableado sea lo más corto posible.

**Isidro.**-Esperemos que ahora nos asesoren en la empresa para no cometer errores básicos.



## 6.1.- Megafonía industrial.

Cuando hay gran afluencia de personas o hay que sonorizar una extensa zona o, incluso conectar acústicamente dos ciudades por un enlace de radio, o también en un recinto ferial de **grandes dimensiones** se opta por unificar la música en todas las atracciones, podemos acudir a una instalación de megafonía industrial.



Las características de un tipo de instalación así, son similares a las instalaciones de interior o exterior, y puede constar de un sistema de información general, un sistema de alarma para la población en una ciudad, o sonido ambiental.

La línea de megafonía industrial portará el sonido para distribuir por zonas, de tal forma que podrá ser **canalizada bajo tierra** o de **forma aérea** sin peligro para su manipulación por las bajas corrientes (señal de sonido) manejadas.

El tipo de altavoces que se usan en estas instalaciones deben poseer características de máxima **proyección del sonido** a la mayor distancia, más que altavoces de alta fidelidad, por lo que los tipos usados son:

- ✓ Proyector bidireccional o altavoces exponenciales (bocinas) de alta potencia y/o alto rendimiento.
- ✓ Altavoces de superficie.
- ✓ Altavoces subacuáticos.

Los elementos que puede tener una instalación, a parte de los altavoces, pueden ser:

- ✓ Amplificadores empotrables de alta potencia.
- ✓ Cajas acústicas autoamplificadas.
- ✓ Equipos móviles para coches.
- ✓ Pupitres microfónicos.
- ✓ Reproductor digital de mensajes.
- ✓ Reproductor de mp3.
- ✓ Entre otros.



Los lugares de utilización de la megafonía industrial pueden ser, desde un polideportivo, una exposición universal o un aeropuerto.

En general, lo que caracteriza a la megafonía industrial es la extensión o superficie efectiva cubierta, por lo que podemos encontrar dentro de este apartado los **sistemas modulares** para evacuación de personas, donde los amplificadores pueden ser configurados para emitir música ambiente o para mensajes. Deben existir equipos de reserva en estas instalaciones porque la seguridad es el elemento clave a qué están destinados.

También destacamos los sistemas de conferencia con o sin votación, o los **sistemas autónomos autoamplificados** compactos de alta fidelidad o megáfonos portátiles.

Hay que añadir, que el sistema de **alimentación ininterrumpida** de los equipos debe estar diseñado para que, en caso de fallo de corriente eléctrica, puedan seguir funcionando con baterías o sistemas de generación de electricidad que entrarían en funcionamiento en caso de falta de suministro de corriente eléctrica.



### Para saber más

En el siguiente documento puedes apreciar diferentes tipos de esquemas de instalaciones industriales.

[Ejemplos de esquemas de instalaciones industriales \(Anexo VI\).](#)



## 6.2.- Instalaciones en edificios públicos.

En este apartado se deben especificar dos casos que son posibles:

- ✓ Que el edificio haya sido diseñado con una **preinstalación** para el sistema de megafonía, caso de **edificios modernos**, donde se prevén las instalaciones de telecomunicaciones **(ICT)**.
- ✓ El otro caso se trata de **edificios antiguos** que no tiene sistemas de canalización para este tipo de instalaciones, con lo cual, partiendo del proyecto nuevo de instalación hay que modificar paredes, techo o suelos para el montaje de la instalación.



Ambos casos requieren de un estudio previo y una optimización de los espacios y la normalización para el tendido del cableado a lo largo de la edificación.

Es considerable también el montaje superficial con canalizaciones de PVC, aunque conviene estudiar la estética general y las posibilidades para ejecutar la instalación.

Para emprender una instalación en edificios hay que partir de unos **planos** que nos debe dar el arquitecto para saber por dónde están las canalizaciones de electricidad y aguas o gas. Con pleno conocimiento de la normativa sobre instalaciones de megafonía, debemos diseñar la instalación para optimizar el recorrido de los cables y las posibilidades de la construcción.

Posteriormente se debe estudiar el **tipo de cable** que se introducirá en la instalación, considerando las temperaturas, el grado de humedad o posibles riesgos de cortocircuitos. Con este fin se ha de elegir cable de manguera blindado con conductor de cobre y asilamiento PVC, cable paralelo bicolor para altavoces, cables de manguera de colores con cubierta estanca de PVC o polietileno, y recubrimiento de papel de estaño para evitar interferencias o diafonía y cables coaxiales con aislamiento de polietileno celular. Todos los cables deben estar apantallados.

Es importante hacer los **planos de las canalizaciones** de los circuitos existentes en las distintas zonas donde prestan servicio.

También la codificación de los conductores y el tipo de altavoz usado, la localización de las cajas de distribución, derivación y seccionamiento.

Por último, anotar la tensión de distribución y potencia de excitación.

La documentación elaborada debe tener identificación de quién la hace, y las revisiones de la instalación debe hacerlas un técnico instalador especializado.



La alimentación debe tener su **puesta a tierra**, **protección diferencial** y **protección magnetotérmica** con el fin de afianzar la seguridad.

Cada zona de servicio debe ser estudiada para saber si se colocan altavoces con **línea de alta impedancia**, altavoces con amplificador, o altavoces conectados directamente a la línea de baja impedancia.

El **número de altavoces** se calculará para cubrir una determinada área con la posibilidad de incrementar el sonido para casos de emergencia y evacuación.

Toda la información que llegue a la instalación de megafonía, según las condiciones de accesibilidad a la información y la comunicación, debe ser reflejada en paneles textuales con buena visibilidad, o repetirse en lenguaje de signos. Esa información visual debe ser la misma que la que se transmite por megafonía y deben estar sincronizadas.



### Autoevaluación

**¿Qué elementos en la alimentación eléctrica de una instalación de megafonía en edificios públicos deben estar siempre presentes?**

- El cableado entre los equipos de sonido y los altavoces.
- La puesta a tierra, protección diferencial y magnetotérmica.
- Toda la red de canalizado para las señales de audio.
- La conexión de los equipos de audio a la red eléctrica.

Incorrecto, porque estos no son constituyentes de la alimentación de los equipos.

Efectivamente son estos.

Creo que no has pensado bien tu respuesta, la red de canalización no se usa para la alimentación eléctrica.

No es correcto, porque dicha conexión debe pasar antes por los elementos de protección.

## Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

## 6.3.- Sistemas de megafonía industrial.

Los sistemas de megafonía industrial están formados por equipos que cubren áreas extensas. Deben estar dotados de un **sistema para emergencias y evacuación**, y deben disponer de equipos de reserva para garantizar el funcionamiento ante un posible siniestro o situación de emergencia.



Suelen estar compuestos de un contenedor base, o sistema de control, desde donde se accede al equipo. Dicho contenedor tiene la electrónica para control (CPU), placa de entrada para los micrófonos, generador de mensajes, módulo de salida de audio y unidad de alimentación, entre otros.

Desde esta unidad se pueden controlar un **número de zonas** (sobre seis) y los amplificadores de potencia. Por cada zona de difusión sonora puede haber dos circuitos independientes con control separado para garantizar la cobertura del área en caso de avería de uno de los circuitos. Esta unidad puede mezclar los canales de entrada para micro o música ambiental.

El sistema es compatible también para conectar un sistema de línea de 100 voltios para cubrir zonas más alejadas.

También lleva un sistema de gestión de señales de emergencia conforme a la norma EN60849 (CEI100-55), dotada de CPU de control de diagnóstico configurable con ordenador personal a través de un puerto RS 232. Incorpora un sistema de grabación/reproducción de mensajes de emergencia y un generador de tonos de alarma como sirenas.

En el mismo rack, el sistema lleva los amplificadores de potencia con salidas a baja impedancia, con potencias entre 60 y 500 vatios, y un sistema de alta impedancia de línea de 100 voltios a 8 ó 4 ohmios.

Los altavoces que pueden incorporarse pueden ser de plafón de techo con potencias entre 6 y 20 vatios y una respuesta en frecuencia de 150 a 15000 hercios. El ángulo de dispersión ronda entre los 90 y 130 grados. También pueden llevar altavoces proyectores de interior o exterior que tienen más calidad de sonido que los altavoces exponenciales y, de cara a la inteligibilidad son más fiables.



### Para saber más

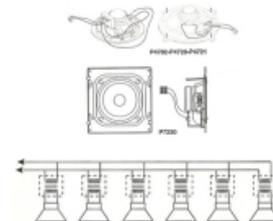
Para ampliar tus conocimientos te proponemos el siguiente enlace con algunos ejemplos de instalaciones de megafonía en grandes superficies.

 [Instalaciones de megafonía en grandes superficies.](#)

## 6.4.- Sistemas distribuidos de tensión constante.

### Línea de 100 voltios.

El sistema consta de un amplificador de audio con salida a **transformador de potencia** a tensión, es decir, que la salida de audio se hace alta impedancia, generando una tensión constante de 100 voltios que se distribuirá por una **línea de dos polos**, que recorrerá toda la zona donde se conectarán a ella los altavoces mediante unos adaptadores de los que hablaremos a continuación.



El voltaje sobre la línea permanecerá constante sobre un rango de carga (la carga la constituyen los altavoces conectados) estimado. La conversión de energía de potencia a tensión se explica por la ley de Ohm y es el transformador a la salida del amplificador el que hace la conversión. Después, hay que aplicar otro transformador (transforma tensión en potencia) en el altavoz para volver a adaptar la impedancia de alta a baja, y no causar sobre la **línea** una carga importante que afecte a los otros altavoces que están conectados. El transformador funciona, como se observa, de forma reversible.

Los altavoces se conectan en paralelo a la línea. La línea puede tener altavoces de distintas potencias, y la suma de todas debe ser inferior a la que entregue el amplificador para evitar sobrecargas que haga que baje la tensión en línea y se produzca distorsión.

El voltaje de línea permanece constante sin importar la **impedancia de carga**, por lo que se pueden conectar o desconectar altavoces sin que se aprecien cambios de intensidad en los otros altavoces conectados.

Los transformadores que incorporan los altavoces, bien en su chasis metálico o en la caja donde se alojan, tienen disponibles varias salidas para adecuar la potencia de la línea con la del altavoz de forma independiente, con lo que conseguiremos adecuar el nivel sonoro en cada zona.

Otra característica de este sistema es que no se usa para audio de alta fidelidad, ya que el propio transformador limita la banda pasante de frecuencia y actúa como un filtro que hace que la calidad de sonido sea adecuada para mensajes o avisos de emergencia, pero no para música.

Este sistema no es compatible para conectar altavoces normales, ya que éstos funcionan a baja impedancia (4, 8 ohmios) y si se conectaran provocarían una carga grande al amplificador con resultados desastrosos. Por eso hay que adaptarles un pequeño transformador de impedancias.

El tipo de altavoz que puede instalar puede ser de cono de cartón con transformador, o de bocina exponencial de interior o exterior, pero siempre con transformador adaptador.

No debemos olvidar, por su importancia en las dimensiones de los elementos, el **cálculo de la potencia total** para repartirla entre los altavoces conectados y que la suma sea equitativa.



### Para saber más

En el siguiente enlace podrás ver diferentes circuitos de una instalación de sonido en alta impedancia.

[Circuitos de instalaciones de megafonía de alta impedancia.](#)



## Autoevaluación

### Marca la afirmación incorrecta:

- Los altavoces se conectan en paralelo a la línea.
- El voltaje sobre la línea permanecerá constante sobre un rango de carga (la carga la constituyen los altavoces conectados) estimado.
- Los transformadores funcionan de forma reversible.
- Los altavoces pueden ser conectados directamente a la línea de alta impedancia.

Esto sería correcto, ya que se conecta cada hilo de la línea a cada borne del altavoz.

No es incorrecta esta frase, deberías haberla leído mejor.

Esto es correctísimo, por lo tanto debes pensar mejor tu respuesta.

Es incorrecta ya que las impedancias siempre tienen que ser iguales para hacer una conexión.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 6.5.- Sistemas de megafonía por VOIP.

Los sistemas de megafonía por  IP se basan en la idea de la **conectividad exterior**, es decir, que la instalación puede extenderse hacia fuera del local para la cual ha sido concebida. Para hacer posible esa idea, los equipos pueden conectarse a una **red tipo  Ethernet  LAN** y una ** WAN**. Así, las notificaciones o avisos pueden darse de dentro a fuera del edificio, o viceversa. El uso del protocolo de Internet IP hace posible la conexión a través de Internet desde un punto remoto.



La configuración de este tipo de instalaciones permite el **control desde cualquier punto de la red**, y las posibilidades ante conatos de alarma y evacuación son muchos mayores, por lo que la normativa IEC60849 en cuestión de seguridad queda ampliamente cubierta (se ha de añadir otra central de potencia de reserva).

El ámbito de estas instalaciones es de hospitales, universidades, centros comerciales, estadios, entre otros.

La configuración básica consta de una central con amplificadores de potencia y pupitre microfónico de control. La instalación es ampliable en potencia, zonas y pupitres de control, basándose en que la interconexión puede hacerse a través de la instalación de red LAN, con lo que pueden entrelazarse con otros equipos. El control puede llevarse a cabo mediante ordenadores, desde los que tendremos acceso a supervisión o mantenimiento con cualquier navegador de Internet o pupitres de control.

Entre otras características podemos citar que tienen entradas analógicas de audio y mensajes pregrabados con activación remota desde cualquier punto de la red LAN. Es interesante la posibilidad de añadir directamente un equipo nuevo si se abre un nuevo establecimiento o sede. Pueden enviarse en tiempo real mensajes de voz o música.

El sistema puede hacerse más seguro mediante el uso de dos conexiones Ethernet con cambio automático en caso de fallo, y supervisión constante de la red secundaria.

El sistema puede funcionar sin **servidor de comunicaciones** (ordenador dedicado), aunque puede usarse un ordenador para mantenimiento opcional.

Las direcciones IP dentro de la red formada pueden programarse con micro interruptores para hacer más fácil el mantenimiento.

El sistema puede disponer de conexión  RS-485 para control de periféricos (sondas de temperatura, humedad).



### Para saber más

En el siguiente enlace podrás ver diferentes instalaciones de megafonía de  VOIP.

 [Instalaciones de megafonía de VOIP.](#)

## 6.6.- Sonido en espectáculos.

A la hora de la verdad casi nadie utiliza equipos complejos de análisis o predicción del **comportamiento acústico** de un sistema de sonorización para directo.

En realidad la generación del sonido directo es muy sencilla: tener los micros bien colocados, instrumentos que suenen bien, y una batería afinada. Si el cantante canta bien, tanto mejor. La gente paga por escuchar y no debe sentirse defraudada con un mal sonido. Otra cosa es que los artistas sepan transmitir bien lo que interpretan.

A la hora de sonorizar, lo más importante es lograr una **cobertura uniforme**, y que todo el público escuche por igual: No vale que los que están delante se tengan que tapar los oídos y los que están detrás no oigan nada.



Es importante lograr una **SPL (sound pressure level)** o nivel de presión sonora sin distorsión. Lo más común es usar 95 decibelios y en conciertos de rock hasta 105 dB. Estos niveles tienen una **ponderación** tipo C, ya que el oído no se comporta por igual a distintas presiones sonoras. Si se sube la presión se aplana la **curva isofónica** y se escuchan mejor los sonidos graves. En ponderación A no se tienen en cuenta los graves y se recogen solo los sonidos medios y agudos.

Hay que evitar la realimentación o **efecto Larsen**. Los instrumentos acústicos con caja son proclives a la realimentación ya que la tapa armónica se comporta como un micrófono.

Las condiciones del directo no son ideales nunca, y tenemos que resolver problemas como el de las **reflexiones** cuando hay objetos delante de las PA (pantallas acústicas) o el nivel de ruido ambiente es grande. Por ejemplo si el público hace ruido a unos 95 dB y nuestro sonido sale con 105dB, estamos ante una relación señal -ruido de 105-95dB = 15dB.

La microfonía de proximidad (hablar cerca del micro) hay que equilibrarla quitando graves, por lo que a veces hay que sustituir los micros por pastillas a las guitarras acústicas para mejorar el sonido. Por otro lado hay que aumentar graves al bombo de la batería y al bajo.

Es muy importante la **colocación de los altavoces** para lograr el área de cobertura deseado poniéndolos apilados en línea o line arrays. Así se crean lóbulos de radiación de sonido sin mezclas, ya que la proyección del sonido se hace por separado con difusores acústicos con menor **ángulo de incidencia**.

La pérdida de potencia con la distancia se compensa por la forma de onda que se produce en el altavoz. El número de cajas acústicas va en relación con la cobertura que buscamos, y no incrementando la potencia de las etapas de salida.

Para ello se usan los **line arrays**, los cuales evitan los pasillos de cancelación.

Hay que estudiar muy bien el lugar donde se apilan las PA para que estén a distancias una de otra, entre  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{4}$  de la **longitud de onda** más alta que se quiera reproducir. Así no se producirá interacción entre el sonido que sale por cada altavoz.

Los subgraves o subwoofers se ponen también en line arrays para crear un frente de ondas plano para atacar por igual al área que vamos a cubrir.

En general, es mucho mejor, estudiar los ángulos y la disposición de las PA que corregir después con la ecualización. También se deben usar cuantos menos micrófonos mejor. No es extraño que un micrófono capte la señal del instrumento de al lado.

Las **puertas de ruido**, que enmudecen los sonidos por debajo de un nivel preestablecido deben ser usadas con cautela, ya que podemos perder bastante. Por ejemplo, el micrófono de la caja de la batería no debe usarla.

Sobre el tipo de micrófono usado hay que decir que se usan más por su robustez los dinámicos (p.e. Shure 58) aunque la respuesta en frecuencia para altas frecuencias es pobre debido a su masa móvil, para lo que se le ponen filtros resonadores para mejorar su respuesta.

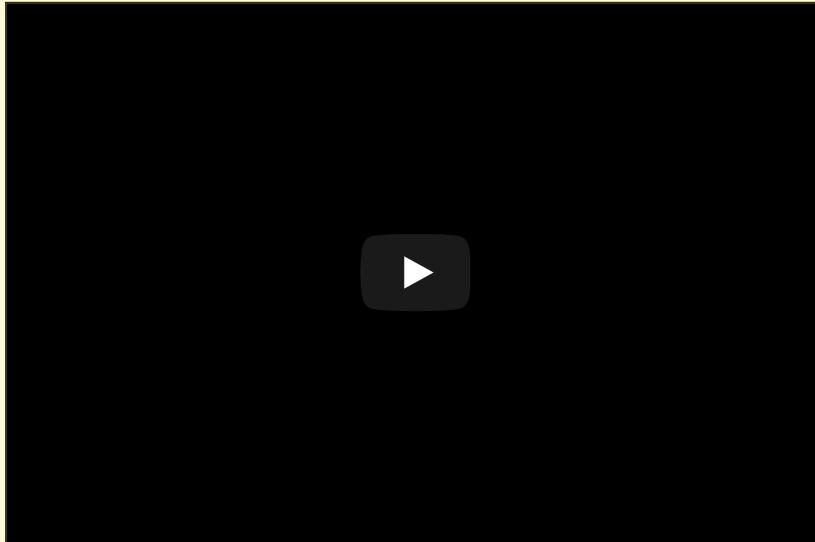
Los micros de condensador son más delicados, pero ofrecen una respuesta mejor, dependiendo de su

tamaño, claro. Estos necesitan de alimentación fantasma. Los del tipo electrét conjugan una fórmula asequible y de buena calidad.



## Para saber más

En este vídeo puedes ver un curso-conferencia sobre sonido en directo.



[Resumen textual alternativo](#)



## Autoevaluación

**Marca la afirmación incorrecta:**

- La pérdida de potencia con la distancia se compensa por la forma de onda que se produce en el altavoz.
- Para lograr mayor cobertura en superficie, añadimos cajas acústicas.
- Las cajas line arrays permiten evitar los pasillos de cancelación.
- Las puertas de ruido se usan para compensar los pasillos de cancelación.

Esta afirmación es correcta, para eso se conectan altavoces en línea o line arrays.

Correcto, siempre del tipo line arrays.

Es correcto, como es lógico, los pasillos de cancelación son zonas donde el sonido se pierde.

No es correcto, ya que las puertas de ruido enmudecen los sonidos por debajo de un nivel preestablecido.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 6.7.- Megafonía de seguridad y emergencia.



Los sistemas de megafonía se pueden usar para **proteger a las personas** en situaciones de emergencia, o situaciones donde la vida de personas pueda correr algún peligro.

Estos sistemas suelen incorporar una red de fibra óptica para que el sonido digitalizado llegue sin distorsión o defectuoso incluso a

distancias grandes, y para evitar las interferencias.



El funcionamiento ininterrumpido, especialmente en situaciones de emergencia le confiere una gran seguridad.

La red que se forma para interconectar los equipos puede configurarse como  **bucle redundante**, de forma que se garantiza la comunicación en caso de rotura del cable de fibra.

Los elementos conectables a estas redes pueden conectarse en cadena, de tal forma que pueden ser añadidos o quitados sin modificar la estructura de las conexiones del resto de la instalación.

Estos sistemas deben poder conectarse a una **red LAN** o red de área local y una **red WAN** con conexión a internet, de forma que pueda usarse el **protocolo IP** para la función voz sobre IP. De esta forma, el control del sistema y la notificación de emergencia cobran un sentido de mayor protección al poder intervenir desde el exterior de la propia instalación. Normalmente es por activación de mensajes pregrabados y que son de **activación remota**.

El sistema de evacuación de personas a través de **megafonía cumple con los requisitos EN54-16 e ISO7240-16 de seguridad** y por ejemplo, deben incorporar indicadores de zonas que avisen de un posible fallo de conexión. La interconexión de la megafonía con dispositivos detectores de fuego (alarma de incendios) hace que el sistema sea más flexible y proporcione más seguridad a la hora de una evacuación.

La normativa que regula estos sistemas también aconseja usar amplificadores de respaldo en caso del fallo del principal y que puedan funcionar con corte de suministro eléctrico.

## 6.8.- Sonorización de actos públicos.

La gama de equipos que puedes utilizar a la hora de sonorizar un acto público, puede ser muy extensa y va a depender de muchos factores. Para poder seleccionar un equipo a la medida de lo que necesitamos, daremos algunas pautas que nos podrán servir de ayuda. La más importante será que, dependiendo del dinero que se quieran gastar los organizadores así será el tipo de sonorización. Sirva esta reflexión como broma, ya que desde el punto de vista técnico tenemos que lograr siempre una alta calidad de nuestro servicio como técnicos y buenos profesionales del sonido, sea cual sean las circunstancias económicas.



Cualquier acto público siempre podrá ser **al aire libre o en una sala**. Por otra parte, el número de personas asistentes también será un parámetro a tener en cuenta. De estos dos factores, sacaremos la potencia que debemos emplear, fundamentalmente.

Si el acto es musical o es tipo conferencia también va a decidir el tipo de equipo y los elementos empleados para sonorizarlo.

Es importante ajustar las dimensiones del equipo teniendo en cuenta el transporte de todo el material y el sistema de transporte, ya que alguna vez ha sucedido que es imposible acceder al lugar del acto con un vehículo extremadamente grande para llevar el equipo.

Para eventos de pequeña envergadura, quizás tengamos suficiente con un equipo básico formado por una caja con altavoz y amplificador incorporado (auto amplificado), un micrófono y una fuente de sonido, como un reproductor MP3.

Incluso podemos pensar en usar un equipo con alimentación autónoma (con batería incorporada).

Para eventos de hasta cien personas, con una mesa de mezclas auto amplificado y dos altavoces montados con soporte a una altura de dos metros sobre el suelo podremos cumplir bien con nuestras expectativas. La potencia, dependerá de los factores citados anteriormente.

En los casos de actos públicos que se prevea una asistencia grande, hay que pensar en usar un equipo formado por varias unidades o elementos separados, cumpliendo cada uno su función: tal es el caso de la actuación de un grupo musical donde debemos colocar mesa de mezclas, etapas de potencia y filtros activo o cross-over para conectarles altavoces o varios canales con separación de frecuencias. Las unidades de efectos, puertas de ruido y ecualizadores, estarán montadas en los racks que hemos comentado en apartados anteriores.

La **microfonía** es también **específica** y dependerá del tipo de instrumentos (acústicos o electrónicos) y las voces que actúen como cantantes, para las cuales puede variar el tipo de micrófono, adaptándose al timbre y rango de frecuencias del artista vocalista. El tipo de micrófono, con hilos o inalámbrico (del tipo para cantante o del tipo conferenciante) hará incluir todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

Para este último caso, el tiempo empleado para preparar los equipos es infinitamente mayor que cuando hablamos de los casos de los eventos anteriores, cosa que hará que tener muy en cuenta.



### Autoevaluación

**Marca la afirmación correcta:**

- Tanto si la sonorización es al aire libre como en recinto cerrado la potencia del equipo a utilizar es la misma.
- El número de asistentes no influye en la cantidad de potencia que pongamos al equipo.
- Una mesa autoamplificada puede servir para eventos de hasta 500 personas.
- Para actos públicos multitudinarios hay que utilizar un equipo de varias unidades o

elementos.

No es correcto, deberías haber leído mejor.

No es así, están estrechamente relacionados.

Creo que no has pensado bien la respuesta.

Efectivamente, ya que la potencia va acorde con el número de personas en el acto.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 6.9.- Traducción simultánea.

Los equipos de traducción simultánea se usan para comunicar a personas que hablan en distinto idioma por medio de un intérprete profesional que se encarga de dirigir el sonido en el idioma adecuado.

Consiste básicamente en un **sistema cerrado** de transmisión desde un transmisor a un número de receptores para los oyentes. Cada conferenciante tiene un receptor que le permite oír la interpretación en su idioma. Los intérpretes usan un audífono con control independiente para cada conferenciante e interpretan en tiempo real al resto de los asistentes.



Estos equipos se pueden montar con **comunicación por cable, por radio o por infrarrojos** y pueden ser equipos portátiles o fijos. Lo más habitual es hacerlo por radio, mediante un transmisor para el intérprete y un receptor por cada una de las personas que intervienen en la conferencia.

Los sistemas más modernos están apoyados, además por un **software para gestión de intérpretes**.

Los laboratorios de idiomas pueden usar también los sistemas descritos, aunque es más propio para convenciones o conferencias donde intervienen personalidades de distintos países.

Podemos clasificar estos equipos por el número de **cabinas para intérpretes**. Así podemos encontrar el modelo normalizado de la Unión Europea, cabinas para dos o tres intérpretes. El número de canales a los que tienen acceso los conferenciantes varía, de dos a dieciséis, para cada idioma.

Los **equipos portátiles** son receptores UHF con salida para auricular con dieciséis canales (elección del idioma) y una batería portátil recargable de gran capacidad.



### Para saber más

En este enlace podrás ver equipos para traducción simultánea.

 [Equipos de traducción simultánea.](#)

## 6.10.- Instalaciones de sonido en vehículos de seguridad, con fines comerciales y de uso lúdico. Sistemas multimedia.

En la actualidad resulta casi imprescindible dotar al automóvil de un equipo de música. Las casas comerciales de autos complementan el vehículo con aparatos de radio-CD e instalación con altavoces para hacerlos más atractivos y bien terminados.



Por otra parte, los aficionados al **tuning automovilístico** o "tuneado", elevan al máximo las prestaciones de los equipos y logran un sonido de gran pureza y gran potencia a la vez.

En una instalación de este tipo tenemos que distinguir las siguientes partes:

La fuente de sonido, es decir, el reproductor CD con sintonizador de radio, el amplificador (opcional), los altavoces y el canalizado del cableado.

Por lo general, todos los vehículos traen **preinstalación de fábrica**, por lo que será más fácil la instalación, porque el camino ya está marcado. Los cambios en la sección del cable o la colocación de otras líneas para altavoces están sujetos a las marcas o modelos de autos.

Como norma general, hay que saber que la calidad del sonido va a depender de la calidad de TODOS los componentes que se usen en la instalación, ya que si alguno es inferior, toda la cadena de sonido tendrá la calidad del peor de los componentes, por lo que fuente, amplificador, cableado, altavoces deben estar en el mismo segmento.

Casi lo más fundamental en la instalación es la elección de los altavoces. Existen marcas profesionales que darán un sonido más contundente que otras, más comerciales y destinadas al consumo general. Se aconseja buscar páginas web de profesionales para elegir la marca y modelo más acorde a las necesidades.

La instalación en sí consta de una distribución del sonido por todo el interior del vehículo. En la parte delantera tenemos el salpicadero, por la parte superior, y las puertas delanteras. En la parte trasera, tenemos las dos puertas y la bandeja.

El número de altavoces a colocar dependerá de la combinación para ajustar la impedancia, es decir, si la salida de potencia del autorradio o el amplificador es de 8 ohmios, tenemos que combinar en serie o paralelo hasta conseguir ese número por canal.

La distribución de canales de sonido suele ser canal izquierdo/ derecho delantero, canal izquierdo/ derecho trasero y salida subwoofer o subgraves trasero, alojado en una caja especial o soportados en la misma bandeja.

También es habitual el uso de **altavoces con dos vías**: agudos /medios con rango de frecuencia toda banda para todos los rincones del interior, excepto para el subgrave que se elegirá de una sola vía con frecuencia de corte más bien baja. Es posible también usar un subgrave autoamplificado o activo, el cual se conectará a la salida del amplificador o la fuente.



### Debes conocer

En este documento encontrarás diferentes formas de llevar a cabo la sonorización en vehículos.

[Tipología de sonorización de vehículos \(Anexo VII\).](#)

En este enlace verás la metodología que debe emplearse en instalaciones de equipos de sonido en vehículos.



## Autoevaluación

Marca la afirmación correcta:

- Los vehículos no traen de fábrica una preinstalación para el sonido.
- Cualquier tipo de altavoz que pongamos en el vehículo puede servir perfectamente.
- Se pueden conectar altavoces de distinta impedancia ya que los equipos vienen con alta impedancia de salida.
- Se pueden conectar altavoces de distinta impedancia.

No es correcto, sería muy extraño encontrar alguno sin preinstalación.

Incorrecto, debe ser compatible en potencia e impedancia.

No es así, hay que asociarlos en serie o paralelo hasta conseguir la impedancia equivalente.

Efectivamente, se pueden conectar altavoces de distinta impedancia asociándolos en serie o paralelo hasta conseguir la impedancia deseada.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 7.- Programas de edición y tratamiento de señal (I).



### Caso práctico

**Valle e Isidro** han preguntado en su empresa si disponen de software para cálculos sobre el tiempo de reverberación de recintos de interior. Dada la experiencia de los técnicos de TELECOMSA, les contestaron que los equipos que ellos manejan se pueden adaptar a la mayoría de los casos donde han tenido que realizar una instalación y que no es totalmente necesario usar un programa de cálculo, si no que, sobre la marcha se va adecuando la instalación a las características sonoras del local.

**Valle e Isidro** le dan la razón, pero su inquietud les lleva a dedicar tiempo para buscar más información y, efectivamente encuentran documentación y métodos informáticos destinados a tal fin que les puede servir de ayuda, o pueden aprender a manejar nuevos parámetros, hasta entonces desconocidos para ellos.

Para poder describir y analizar los programas o herramientas, que son  **software aplicables al sonido** debemos distinguir, al menos, tres apartados diferentes que debemos considerar por separado por tratarse de aspectos distintos dentro del ámbito del audio y la música.

En primer lugar, tenemos que hablar de los programas para **cálculo del tiempo de reverberación** en recintos cerrados, medida del nivel de sonido , y alguna otra herramienta que se usará a la hora de hacer una instalación de megafonía.

Estos programas se basan en modelos creados con ordenadores, en donde podemos variar los parámetros que nos deje manejar y obtener así el resultado vía software. En muchos casos, estos programas son usados no sólo por técnicos de sonido, sino por arquitectos o ingenieros en la construcción de edificios.

Hay que aclarar que estos programas se pueden usar en ordenadores personales mediante las entradas y salidas de audio de la tarjeta de sonido.



### Para saber más

Para que puedas apreciar la terminación de diferentes sonidos por medio de un programa informático, te proponemos que accedas este elemento multimedia donde aparecen varios accesos a algunos tipos de efectos de sonido, pinchado en cada uno de los cuadros podrás apreciar los diferentes tipos.

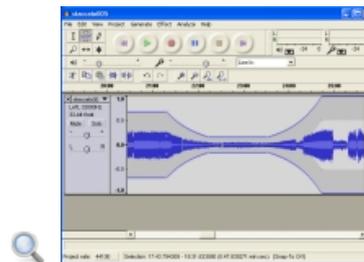
 [Efectos de sonido \(Anexo VIII\).](#)

## 7.1.- Programas de edición y tratamiento de señal (II).

En segundo lugar, tenemos que mencionar los programas para **tratamiento o procesado de audio**, bien sea música o palabra.

Para ello, hemos de contar con una tarjeta de sonido instalada en nuestro PC. Lo primero que suele hacerse es grabar el sonido con algún software de grabación como el AUDACITY, SOUND FORGE, entre otros.

El sonido puede recogerse mediante un micrófono o sacarlo de una pista de audio en cualquier formato, siendo el más habitual el comprimido MP3, o en  formato WAV.



Una vez tengamos todos los parámetros, podemos proceder a **procesar el sonido** según nuestras expectativas, usando las herramientas de edición que estos programas tienen incorporados o mediante  Plugs-in que podemos descargar de Internet.

En tercer lugar, y por último, destacar que al sonorizar en tiempo real podemos hacer un tratamiento o procesado del **sonido mediante unidades de efectos**.

A veces hay que **retocar el sonido** que va a llegar a los oyentes, bien para redondearlo o perfeccionar sus cualidades o, para producir un efecto determinado ante el público.

Por norma general, el sonido captado por el micrófono y amplificado sin ser retocado suena muy seco, duro e incluso molesto. En ese punto es donde intervienen las unidades de efectos para dar un matiz más armónico o musical al sonido exhibido.

Lo más normal es añadir un poco de reverberación o un pequeño retardo (delay) para los micrófonos que captan voz.

Para los instrumentos musicales se añaden, a parte de éstos, efectos como el **chorus, flanger, phaser**, que dan una dinámica mayor al sonido, lo hacen más tridimensional y lo llenan de colorido.

Para saber los efectos de sonido que se pueden agregar, se pueden visitar páginas de fabricantes o tiendas de instrumentos musicales y ver las características concretas de un determinado modelo, ya que todos no tienen las mismas prestaciones.



### Para saber más

Para ampliar conocimientos, te proponemos que leas el siguiente documento con una descripción de varios programas de edición de sonido.

 [Programas de edición de sonido \(Anexo IX\).](#)

## 8.- Normativa.



### Caso práctico

**Valle e Isidro** tienen la ocasión de ojear un proyecto de sonorización para un centro de salud que está ubicado en el centro de la ciudad. Han observado las especificaciones técnicas de la instalación, los elementos del montaje y los equipos y herramientas necesarias para su puesta en marcha. Les llama especialmente la atención que tienen que montar la instalación con doble canalizado y doble sistema de potencia ya que así lo exige la normativa por si falla una de los dos partes. También han de revisar y conectar los elementos de protección contra incendios al sistema de sonorización para avisar en caso de producirse un conato de incendio. Para la ejecución del proyecto han de estar al día con la normativa que rige este tipo de instalaciones.



Las normas básicas que se aplican a las instalaciones de megafonía y sonorización se centran en las instalaciones de seguridad, alarma y evacuación de locales o áreas públicas. Este tipo de instalaciones, se usan principalmente en planes de emergencia, vehículos de seguridad, estadios deportivos, centros comerciales, teatros, hospitales, aeropuertos, hoteles, recintos feriales o concentraciones de personas, entre otras.

La legislación sobre seguridad para sistemas de alarma y evacuación se regulan por la norma IEC60849.

Por otra parte, la normativa UNE: EN 60849:2002, obligatoria en España y en muchos países europeos, define los requisitos que deben cumplir los equipos para servicios de emergencia, que son los que se usan para avisar a las personas ante un posible peligro de incendio, siniestros o evacuación en general.

Toda instalación de megafonía debe tener un **sistema de alimentación ininterrumpida**, autónoma o independiente de la red eléctrica para garantizar su funcionamiento en caso de corte. También deben incluir mensajes pregrabados con distintos códigos, que puedan ser activados de forma remota, que sean fácilmente interpretables para que no dejen lugar a dudas sobre lo que pretenden notificar. El cableado de la instalación debe ser revisado e indicado en un panel para saber si existen fallos. En caso de fallos en una zona, no podrán quedar inutilizados todos los altavoces, para lo cual hay que realizar una doble instalación o doble circuito por cada zona sonorizada. El sistema de potencia debe incorporar amplificadores secundarios que actúen en caso de fallo del primario. Los avisos pregrabados deben ser claros y concisos para evitar equívocos. La instalación debe estar unida al sistema de detección de incendios. Además, Las **revisiones periódicas** deberán verificar los niveles acústicos dentro de unos márgenes. Es obligatorio el mantenimiento del sistema y el uso de un libro de registro.

**La normativa sobre instalaciones de megafonía viene detallada en la Orden de 28 de Junio de 1977, Norma tecnológica de la NTE-IAM/1977, instalaciones audiovisuales: megafonía.**

La norma UNE 23007-14 para detección y alarma de incendios, en su anexo 6.6.2.5, determina los niveles sonoros mínimos para indicadores convencionales como campanas o sirenas y para los altavoces para las notificaciones habladas. Así, el nivel de alarma es de 65dB (A) o 5dB (A) por encima del ruido ambiente. Si la alarma tiene que despertar a ocupantes que estén en reposo, el nivel será de 75dB en cabecera del dormitorio. Por otro lado, el nivel sonoro no deberá ser superior a 120dB a más de un metro del dispositivo acústico. El número de elementos será el suficiente para garantizar el nivel sonoro (dos por cada edificio y uno por cada sector). El tono usado para incendios será exclusivo. Para megafonía debe existir un mensaje automático pregrabado adecuado al tipo de alarma. Este será corto, claro e inteligible. Deben tener prioridad en la programación del equipo. El intervalo entre mensajes será inferior a 30 segundos con señales de fondo en los intervalos. Además, la instalación debe tener micrófonos en cada puesto de control para facilitar la transmisión de mensajes hablados.

La norma EN54-16 e ISO 7240-16 introducida por Alemania amplía la cobertura en materia de seguridad.

Entre otros, se indican de forma luminosa las zonas con fallos en el sistema, la compatibilidad con el equipo microinformático y la compatibilidad electromagnética (EMC).



## Debes conocer

En el siguiente enlace puedes ver la normativa relacionada con megafonía:

 [Orden de 28 de junio de 1977 por la que se aprueba la Norma Tecnológica NTE-IAM/1977 "Instalaciones Audiovisuales: Megafonía".](#)



## Para saber más

En el siguiente enlace te proponemos que revises la normativa aplicada a un sistema de megafonía para la evacuación por voz.

[Evacuación por voz. Un ejemplo de aplicación de normativas.](#)



## Autoevaluación

**Marca la afirmación correcta:**

- Las instalaciones de megafonía se usan sólo para escuchar música y nada más.
- Las instalaciones de megafonía no deben tener un sistema de alimentación ininterrumpida.
- Las instalaciones de megafonía no tienen por qué tener asociados sistemas de emergencia.
- El sistema de potencia debe tener amplificadores de reserva para el caso de fallo del principal.

No es correcto, también pueden servir para comunicar situaciones de emergencia o avisos.

No es así. Si que deben tenerlo, ya que en caso de corte de suministro debe seguir funcionando.

Incorrecto. Según la normativa, si tienen que tenerlos.

Efectivamente es así, además la normativa UNE: EN 60849:2002 dice que el sistema debe servir para avisar a las personas en caso de emergencia.

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## Anexo I.- Características del sonido.

El **sonido** se transmite por el aire mediante ondas elásticas a una velocidad de unos 340 metros por segundo en condiciones normales de presión y temperatura (15 °C y 1 atmósfera).

Por otra parte, el sonido es percibido por los humanos y animales por el aparato auditivo, el cual convierte las ondas sonoras en movimientos de los órganos auditivos que forman el oído medio y que, posteriormente es llevado por el sistema nervioso al cerebro, donde es reconocido por la acción del oído interno.

El **número de vibraciones por segundo o frecuencia de las ondas sonoras** que pueden ser percibidas por el oído humano tiene un margen que está comprendido entre 20 vibraciones y 20.000 vibraciones por segundo, que se miden en también en **Hertzios**.

La **distancia entre el foco sonoro** (donde se produce el sonido) y nuestros oídos puede cambiar de alguna manera las peculiaridades del sonido emitido, y por esa razón puede cambiar sus características dependiendo del lugar donde estemos.

**No percibiremos el sonido igual en una sala cerrada que en espacios abiertos.** En el primer caso, el sonido originará rebotes o reflexiones en paredes, techo y suelo y generará reverberación o eco, dependiendo de las distancias entre los elementos de la edificación y sus características, como su volumen, tipo de materiales empleados en su construcción o elementos u objetos que se encuentren en la trayectoria del sonido fundamentalmente.

La suma de todas las reflexiones del sonido que llegan al oyente en distintos momentos del tiempo lo denominamos **reverberación o flanging**. Las reflexiones que llegan con una cadencia de tiempo mayor de 50 milisegundos son distinguidas con este efecto.

Su efecto se percibe como una prolongación del sonido original que va atenuándose o apagándose con el tiempo y como una mezcla o superposición entre los sonidos emitidos en cada instante. A veces, la comunicación verbal es dificultosa en sitios de gran reverberación.

Para acondicionar acústicamente un recinto pueden emplearse materiales en su construcción absorbentes, o que hacen que el sonido se atenúe. También se usan materiales reflectantes, los cuales reflejan las ondas sonoras que les llegan y las dirigen a un punto establecido.

Por último, están los **materiales resonantes**, que refuerzan determinadas frecuencias sonoras.

El hecho de **cambiar la posición de muebles, quitar o poner cortinas o moquetas** puede cambiar sustancialmente las características sonoras de un recinto o local. El mismo efecto tiene la presencia de personas, por eso es adecuado efectuar el acondicionamiento acústico en las condiciones reales de audición. Existen métodos para llevar a cabo el acondicionamiento con el público presente.



*La reverberación hace que el sonido del órgano en una iglesia se mantenga, incluso después de algunos segundos de haber dejado de tocar el organista.*

## Anexo II.- Parámetros de los amplificadores.



**Impedancia**, es la suma de los componentes resistivos, inductivos y capacitivos que resultan de las peculiaridades que posea el amplificador en su entrada o en su salida. La impedancia es un valor numérico que tendremos en cuenta para conectar las fuentes sonoras (en la entrada del ampli) o el tipo de altavoz (en la salida del ampli) y hacer que se correspondan mutuamente, es decir, y que sirva como ejemplo: si el amplificador tiene



una salida para altavoces de 8 ohmios (unidad en que se mide la impedancia), debemos conectar un altavoz de 8 ohmios. Debe haber coincidencia entre el valor de impedancia del amplificador y la de los elementos que le conectemos. Es importante saber que no se debe manipular la salida de altavoces cuando el amplificador está en marcha (por ejemplo conectar y desconectar el altavoz) por riesgo de avería en la etapa de salida del aparato. Es importante saber que la distancia entre el amplificador y el altavoz no sea excesiva, ya que la longitud del cable para la conexión influye en la carga total aplicada en la salida del amplificador. La resistencia eléctrica del cable se suma directamente a la impedancia del altavoz, por lo que a mayor longitud de cable, mayor es la impedancia de carga y, por tanto, la intensidad que recorre el circuito será menor, con la consecuente pérdida de potencia. Hemos de recordar que según la ley de Ohm, la intensidad que pasa por un circuito depende de la tensión aplicada y la resistencia que se opone al paso de dicha corriente, por lo que el nivel de intensidad sube cuando la resistencia se hace menor:

$$I = V/R$$

La **potencia del amplificador**, que se mide en vatios, que debe estar en consonancia también con la potencia admisible del altavoz (es aconsejable poner altavoces de mayor potencia que la de salida del amplificador). La potencia se calcula multiplicando la tensión entre bornes de salida por la intensidad que recorre el circuito:

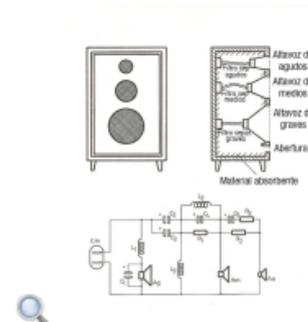
$$P = V \cdot I$$

La **distorsión** es otro parámetro a tener en cuenta, ya que de este dependerá también la calidad del sonido. La distorsión se suele expresar en tanto por ciento como distorsión armónica total (THD) y es un valor numérico que debe ser o más pequeño posible (un valor aceptable es 0,01 % THD). La distorsión se suele producir por desadaptación de impedancias o por introducir señales en el amplificador de mayor nivel eléctrico de señal del admisible. Ese dato se indica como parámetro de entrada del amplificador y se denomina sensibilidad (y se mide en milivoltios).

## Anexo III.- Relación frecuencia-diseño de los altavoces.

### "A cada altavoz, su frecuencia"

Existen altavoces para reproducir sonidos graves para la banda de frecuencias bajas, los cuales deben estar metidos en cajas o bafles que hacen de resonador. También existen altavoces para sonidos medios y agudos o bandas de frecuencias altas que no necesitan caja resonante y pueden estar al aire libre. A estos últimos se les llama "motores". En los casos de sonorización de edificios se usan altavoces "toda banda", normalmente empotrados en los techos, que pueden reproducir toda la banda de audio (graves, medios y agudos)



En la ilustración se puede ver el esquema de un filtro separador de frecuencias: graves, medias y agudas.

Los altavoces pueden conectarse o asociarse entre ellos, de forma que la potencia entregada por el amplificador se reparta entre ellos. Dependiendo de cómo se monten, obtendremos una impedancia resultante que será evaluada para saber si puede ser equivalente a la de salida del amplificador para realizar la conexión. Si se unen en serie, se suman las impedancias, por ejemplo, dos altavoces de 4 ohmios darán una impedancia resultante de 8 ohmios, mientras que si se unen en paralelo, la impedancia será la mitad de los dos, en este caso, sería de 2 ohmios. Los altavoces se pueden asociar formando circuitos mixtos, es decir, uniones en paralelo o serie hasta conseguir la impedancia deseada.

Todo **altavoz** tiene una tendencia a entregar una mayor respuesta a una frecuencia, debido a sus características mecánicas. A eso se llama frecuencia de resonancia. Dicha frecuencia depende de la masa del cono y la interacción del aire que se comprime cuando dicho cono se mueve. La frecuencia cambiará si el altavoz se instala en una caja con más o menos volumen.

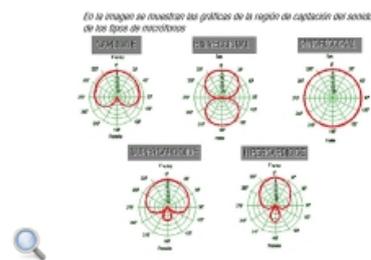
Los altavoces se alojan siempre en las cajas acústicas. La función de estas cajas es fundamentalmente impedir que se cancelen las frecuencias que se producen en la parte delantera del altavoz con las que se producen en la parte trasera. El volumen de la caja debe ajustarse al tamaño del altavoz para hacer que se produzca una resonancia pero fuera del margen donde se sitúa la frecuencia de resonancia del altavoz. La impedancia del altavoz no se mantiene constante, si no que varía con la frecuencia.

Las frecuencias que llegan a los altavoces pasan primero por filtros separadores.

## Anexo IV.- Diseño de los micrófonos.

### "A cada micrófono, su utilidad"

La impedancia de salida de un micrófono hay que tenerla en cuenta también. Normalmente se pondera a la frecuencia de 1 KHz. El valor característico en los micrófonos dinámicos es de 600 ohmios. También existen micrófonos de alta impedancia (varios miles de ohmios). La diferencia fundamental a la hora de hacer la elección es que los de baja impedancia pueden ser conectados con cables de más longitud debido a que oponen poca resistencia al paso de la corriente eléctrica, cosa que no es posible con los de alta impedancia.



Si hacemos una clasificación de los micrófonos según su tecnología, podemos encontrar:

- ✓ **Micrófono dinámico.** Formado por una bobina móvil unida a un diafragma plástico que está en el seno de un campo magnético o imán.
- ✓ **Micrófono de cinta.** Tiene una cinta metálica que capta las ondas sonoras. Está montada en el centro de un campo magnético permanente.
- ✓ **Micrófonos de condensador.** Este lleva dos láminas o membranas que forman un condensador. Al captar el sonido las láminas se mueven, por lo que la capacidad del condensador varía. Este hecho hace que tenga que ser alimentado con tensión de corriente continua. La corriente de alimentación para este tipo de micros se llama phantom o fantasma ya que se lleva a través de la misma línea de salida de señal, aprovechando los dos hilos del cable.
- ✓ **Micrófonos inalámbricos.** El propio micrófono es un transmisor de radio que envía la señal hacia un receptor, que es el que se conecta al equipo de previo. El micro se alimenta con una pila de 9 voltios, por lo que se ha de revisar antes de su uso. Para asegurar su efectividad se pueden usar dos unidades receptoras para evitar zonas de sombra de señal (sistema Diversity).

# Anexo V.- Símbolos usados en megafonía.

Elemento	Símbolo
Aislador acústico	
Conductor apantallado	
Conductores trenzados	
Tierra	
Masa	
Corriente continua	
Corriente alterna	
Potenciómetro	
Conductor de varios hilos	
Conductor coaxial	
Paralela, blindaje	
Transformador	



Símbolos más representativos de los sistemas de audio

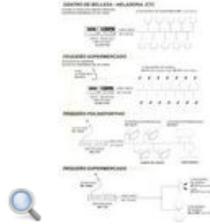
Elemento	Símbolo
Microfono	
Altavoz	
Amplificador/transmisor	
Sistema manual	
Sistema estero	
Sistema envolvente	
Subwoofer	
Amplificador	
Señal senoidal	
Conector y cable JACK	
Timbre	
Sirena	
Dinamador	
Símbolo eléctrico	



# Anexo VI.- Ejemplos de esquemas de instalaciones industriales.

---

## EJEMPLOS DE ESQUEMAS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES DE MAGAFONÍA



## Anexo VII.- Tipología de sonorización de vehículos.

### SONIDO PARA VEHÍCULOS ESPECIALES

Existen diferentes **tipos de sonorización en vehículos**, entre los que podemos distinguir:

#### Sonido en vehículos de seguridad.

Desde tiempo inmemorial, el sonido ha servido para avisar a una población sobre un peligro inminente. Las sirenas, como elementos de aviso pueden ser de tres tipos: electrónicas, mecánicas o electroneumáticas. Las más usadas en vehículos son las electrónicas, que consisten en un circuito electrónico que genera el sonido, un amplificador de alta potencia y un altavoz exponencial o bocina que reproduce el sonido amplificado. Todo el conjunto se alimenta con la batería del vehículo (12 voltios)



#### Sonido en vehículos comerciales.

Los vehículos destinados a la venta ambulante pueden llevar un sistema de sonido con pequeña instalación de megafonía para poder anunciar sus productos o llamar la atención con su presencia por motivos comerciales.

En tal caso, la instalación consiste en un amplificador de mediana potencia, alimentado con la batería, al que se conecta un micrófono y un altavoz exterior, ubicado en el techo y de características exponencial, para que el sonido llegue lo más lejos posible y el público se percate de su ubicación.

#### Sistemas multimedia para vehículos.

Los sistemas multimedia en vehículos son equipos formados por fuente de sonido para reproducción de CD /DVD compatibles con MP3 y WMA sintonizador de radio , pantalla de vídeo para DVD con mando a distancia y un opcional disco duro multimedia donde poder guardar datos pertenecientes a películas , sonido , entre otros archivos. Lo más importante es que están dotados de navegador GPS.



De forma opcional, tienen integrado un soporte para ubicar el iPod en el equipo. La salida de potencia se conecta a los altavoces como en los casos estudiados anteriormente.

## Anexo VIII.- Efectos de sonido.

---

Un **efecto de sonido** o **efecto de audio** es un sonido generado o modificado artificialmente, o un proceso de sonido, empleado con finalidades artísticas o de contenido en el cine, la televisión, las grabaciones musicales, los videojuegos, los dibujos animados, las representaciones en directo de teatro o musicales y otros medios.

En el cine y las producciones televisivas, los efectos de sonido se graban y reproducen para dar un contenido narrativo o creativo sin el uso de diálogo o música. El término se aplica frecuentemente a un proceso aplicado a una grabación, no a la grabación en sí misma.

En la producción cinematográfica y televisiva profesional, el diálogo, la música y los efectos de sonido se tratan como elementos separados. Ni los diálogos ni la música se incluyen entre los efectos de sonido, aunque se les apliquen procesos, como **reverberación** o **flanging**, que se podrían considerar efectos.

## Anexo IX.- Programas de edición de sonido.

---

### Ejemplos de programas de edición de señal:

#### 1. Programas para el cálculo de tiempo de reverberación y medidas del nivel de sonido en recintos cerrado, utilizados en instalaciones de megafonía.

Programa **PLACO HR**, donde de forma on-line podemos hacer un cálculo preciso del tiempo de reverberación en un recinto donde podemos dar las medidas y uso al que va destinado. En el siguiente enlace podrás acceder a una aplicación informática de cálculo de tiempo de reverberación:

 [Aplicación de Cálculo de Tiempo de Reverberación. CTE-HR.](#)

**TEKTON**, comprueba el tiempo de reverberación y la absorción acústica de un local. En el siguiente enlace podrás acceder a un manual de una aplicación informática de cálculo de tiempo de reverberación:

 [Manual de usuario de TeKton3D.](#)

Existe un grupo de programas para realizar diferentes medidas estos son: DIRAC, ACOUSTIC DETERMINATOR, EXACOM, entre otros. En el siguiente enlace podrás acceder a diversos programas de simulación, analizadores, medidores, cálculos, etc.:

 [Portal de ruido](#)

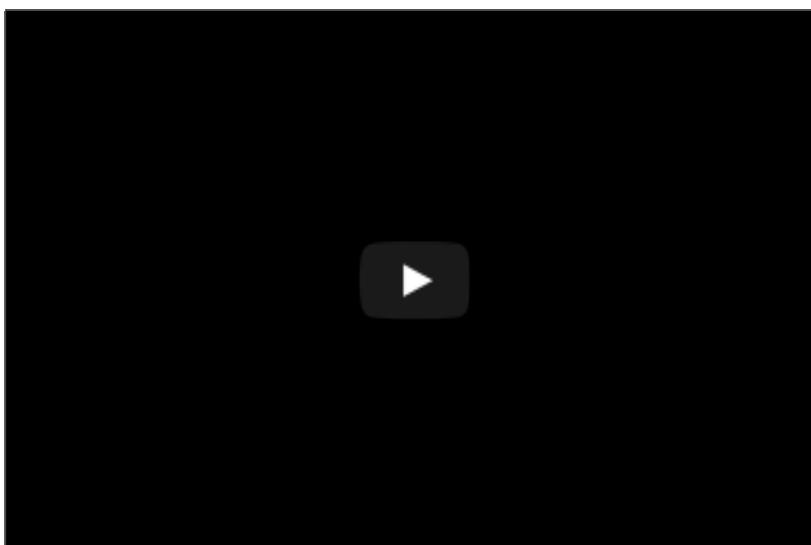
#### 2. Programas de tratamiento o procesado de audio.

El programa AUDACITY es libre tiene numerosas posibilidades. En el siguiente enlace podrás acceder a la página web de Audacity, donde podrás descargar el programa y tener acceso a toda la información necesaria para su uso:

 [Editor de audio libre y multiplataforma \(Audacity\).](#)

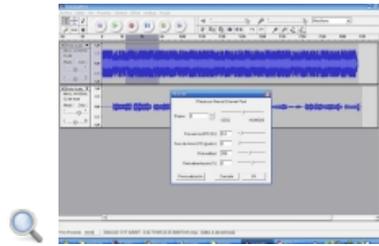


En este vídeo de youtube podrás ver un tutorial del programa AUDACITY.



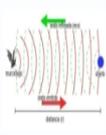
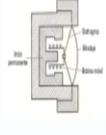
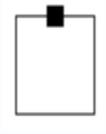
[Resumen textual alternativo](#)

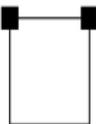
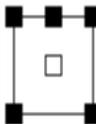
Este programa, también tiene la peculiaridad de realizar un tratamiento o procesado del sonido mediante unidades de efecto.

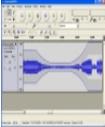
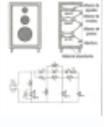
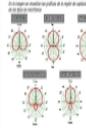


## Anexo.- Licencias de recursos.

### Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Trabajo.

Recurso (1)	Datos del recurso (1)	Recurso (2)	Datos del recurso (2)
	Autoría: AGR. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/gutierrez_fp/5560987332/sizes/m/in/set-72157626355451700/">http://www.flickr.com/photos/gutierrez_fp/5560987332/sizes/m/in/set-72157626355451700/</a>		Autoría: Ishiba. Licencia: CC by nc sa. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/ishiba/2089834743/">http://www.flickr.com/photos/ishiba/2089834743/</a>
	Autoría: José Augusto. Licencia: CC by sa. Procedencia: Montaje sobre: <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ecolocacion_murcielagos.jpg">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ecolocacion_murcielagos.jpg</a>		Autoría: Norman B. Licencia: CC by sa. Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:EdisonPhonograph.jpg">http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:EdisonPhonograph.jpg</a>
	Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5565423054/in/photostream">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5565423054/in/photostream</a>		Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5565422426/in/photostream">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5565422426/in/photostream</a>
	Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5579247705/in/photostream">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5579247705/in/photostream</a>		Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5564843657/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5564843657/</a>
	Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5592473125/in/photostream">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5592473125/in/photostream</a>		Autoría: Tobias R. Licencia: CC by sa. Procedencia: <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kabel-Symetrisch.png">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kabel-Symetrisch.png</a>
	Autoría: Michael Piotrowski. Licencia: CC by sa. Procedencia: <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xlr-connectors.jpg">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xlr-connectors.jpg</a>		Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5564842963/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5564842963/in/photostream/</a>
	Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5564843333/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5564843333/in/photostream/</a>		Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5565419928/in/photostream">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5565419928/in/photostream</a>
	Autoría: Jynus. Licencia: CC by sa. Procedencia: <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1_0_channels_%28mono%29_label.svg">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1_0_channels_%28mono%29_label.svg</a>		Autoría: joseroldán1964. Licencia: CC by. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5564842963/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5564842963/in/photostream/</a>

	<p>Autoría: Jynus.  Licencia: CC by sa.  Procedencia:  <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2_0_channels_%28stereo%29_label.svg">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2_0_channels_%28stereo%29_label.svg</a></p>		<p>Autoría: Andres -hron- Hornig.  Licencia: CC by sa.  Procedencia:  <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:5_1_channels_%28surrou_sound%29_label.png">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:5_1_channels_%28surrou_sound%29_label.png</a></p>
	<p>Autoría: Brero.  Licencia: CC by nc dc.  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/dark_imp666/507950574/">http://www.flickr.com/photos/dark_imp666/507950574/</a></p>		<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia:  <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6061731016/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6061731016/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6059843014/sizes/s/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6059843014/sizes/s/in/photostream/</a></p>		<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia:  <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6059843046/sizes/s/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6059843046/sizes/s/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6059843094/sizes/s/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6059843094/sizes/s/in/photostream/</a></p>		<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia:  <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6059294841/sizes/t/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6059294841/sizes/t/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: ministerios cash luna.  Licencia: CC by NC-SA 2.0.  Procedencia:  <a href="http://www.flickr.com/photos/ourlibrary/4585667050/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/ourlibrary/4585667050/in/photostream/</a></p>		<p>Autoría: Mafergo.  Licencia: CC by sa.  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/mafergo/3593833078/">http://www.flickr.com/photos/mafergo/3593833078/</a></p>
	<p>Autoría: Turismo Madrid.  Licencia: cc by nc sa.  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/turismomadrid/5168570179/">http://www.flickr.com/photos/turismomadrid/5168570179/</a></p>		<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia:  <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5579833368/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5579833368/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia:  <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5579247883/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5579247883/in/photostream/</a></p>		<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia:  <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5598750054/sizes/m/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5598750054/sizes/m/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: Everdaniel.  Licencia: CC by nc sa.  Procedencia:  <a href="http://www.flickr.com/photos/everdaniel/2298921451/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/everdaniel/2298921451/in/photostream/</a></p>		<p>Autoría: Denix19.  Licencia: CC by sa.  Procedencia:  <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Picasso03x.JPG">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Picasso03x.JPG</a></p>
	<p>Autoría: joseroldán1964.  Licencia: CC by.  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5565424056/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5565424056/</a></p>		<p>Autoría: José Tellez.  Licencia: CC by nc sa.  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/planeta_roig/976299559/">http://www.flickr.com/photos/planeta_roig/976299559/</a></p>

	<p>Autoría: Audacity.                  Licencia: CC by.                  Procedencia: <a href="http://audacity.sourceforge.net/about/images/audacity-windows.png">http://audacity.sourceforge.net/about/images/audacity-windows.png</a></p>		<p>Autoría: annetalops.                  Licencia: CC by nc nd.                  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/annetalops/3392332816/sizes/m/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/annetalops/3392332816/sizes/m/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: waterborough.                  Licencia: Dominio público.                  Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Amplifier1.jpg">http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Amplifier1.jpg</a></p>		<p>Autoría: Zephyris.                  Licencia: CC by sa.                  Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.c/wiki/Archivo:3.5_Inch_Speaker.jpg">http://es.wikipedia.c/wiki/Archivo:3.5_Inch_Speaker.jpg</a></p>
	<p>Autoría: joseroldán1964.                  Licencia: CC by.                  Procedencia: Montaje sobre: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5593063036/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5593063036/in/photostream/</a></p>		<p>Autoría: joseroldán1964.                  Licencia: CC by.                  Procedencia: Montaje sobre: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6011780019/sizes/m/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6011780019/sizes/m/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: joseroldán1964.                  Licencia: CC by.                  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6011779867/sizes/m/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6011779867/sizes/m/in/photostream/</a></p>		<p>Autoría: joseroldán1964.                  Licencia: CC by.                  Procedencia: Montaje sobre: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6011779783/sizes/m/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6011779783/sizes/m/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: joseroldán1964.                  Licencia: CC by.                  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5598765846/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5598765846/in/photostream/</a></p>		<p>Autoría: Axel Schwenke.                  Licencia: CC by sa.                  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/schwenke/1404182256/sizes/m/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/schwenke/1404182256/sizes/m/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: AlbaroBa.                  Licencia: CC by nc sa.                  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/dipaba/5929619873/sizes/m/in/set-72157624908416960/">http://www.flickr.com/photos/dipaba/5929619873/sizes/m/in/set-72157624908416960/</a></p>		<p>Autoría: joseroldán1964.                  Licencia: CC by.                  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6011809571/sizes/m/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6011809571/sizes/m/in/photostream/</a></p>
	<p>Autoría: joseroldán1964.                  Licencia: CC by.                  Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6012356384/sizes/m/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6012356384/sizes/m/in/photostream/</a></p>		