

2. Configuración y replanteo de las instalaciones de megafonía y sonorización.



Caso práctico

Valle e Isidro acompañan a un técnico de la empresa donde están haciendo la formación en centros de trabajo para visitar una obra nueva que incorpora una instalación de megafonía. Han hablado previamente con **Silvia** que es la encargada del departamento de recursos humanos.

Para ello tienen que tomar nota de todo lo que el técnico estime oportuno con el objeto de no dejarse ningún detalle del lugar donde se va a hacer el trabajo. Lo primero será preguntar qué tipo de instalación van a montar, para la cual hará falta diseñar la configuración que se adapte a las necesidades requeridas. Después se tendrá que elaborar un croquis y esquema eléctrico que satisfaga las exigencias de la instalación. A continuación, se calcularán los parámetros de los elementos de la instalación y se dimensionarán los equipos que se van a instalar. El estudio de las características acústicas del local se ha de estudiar previamente también.

Es importante dar el presupuesto lo antes posible por si hay que hacer modificaciones en la instalación.

Finalmente se comprobará el nivel de sonido y el funcionamiento normal de la instalación.



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

[Aviso Legal](#)

1.- Configuración de instalaciones de megafonía y sonorización. Componentes y equipos.



Caso práctico

Valle le pregunta a uno de los técnicos de TELECOMSA sobre las características de los equipos que van a usar en la instalación.

Valle,— ¿Cuántos amplificadores de potencia serán necesarios para cubrir toda el área?

Técnico, —Tendremos que calcular la potencia total y distribuirla por las zonas.

Valle, — ¿Tendremos suficiente con un solo amplificador?

Técnico, —Casi seguro que si porque las tres zonas que van a ser sonorizadas están próximas y no son muy extensas.

Valle, — ¿Usaremos un sistema en alta impedancia o distribuiremos la señal para hacerla llegar a los amplificadores individuales de los altavoces?

Técnico, —Usaremos un sistema en alta impedancia, pero en este caso sería lo mismo usar el otro sistema. Hay un equipo que le va como "anillo al dedo" a esta instalación por lo que puede ser rentabilizado y tener un buen rendimiento a un coste bastante bueno.



La configuración de un sistema de megafonía debe ser diseñada con dos premisas fundamentales:

- ✓ **Sistema de sonorización distribuido**, si vamos a llevar el sonido por cada una de las zonas que se pretende sonorizar con la posibilidad de alterar o cambiar el sonido en cada una de estas. Para eso necesitaremos fundamentalmente amplificadores de potencia, fuente de sonido para insertar música ambiental, pupitre para micrófonos y opcionalmente un sistema de mensajes automático.
- ✓ **Sistema de sonorización centralizada**, si el sonido proviene de un único punto donde estarán los altavoces como es el caso de la sonorización para una actuación musical por ejemplo.



También podemos citar un tercer tipo de configuración especial que es la **sonorización en vehículos**, para la cual necesitaremos equipos específicos como fuentes, amplificadores y altavoces especializados en sonorización para este tipo de instalación.

Los elementos que se usan en las instalaciones ya hemos ido nombrándolos y explicando sus características en capítulos anteriores de la Unidad de Trabajo anterior. De todas formas conviene recordar que en los sistemas distribuidos los sistemas de amplificación pueden ser en baja impedancia, donde la señal de audio se envía hasta las etapas de potencia como una señal eléctrica de baja potencia y tensión. También se puede usar el sistema en alta impedancia, donde la señal se envía ya amplificada y en alta tensión (100 voltios) hasta los altavoces, los cuales transforman la tensión en potencia mediante transformadores de impedancia acoplados al mismo altavoz.

En este punto conviene hacer una retrospectiva hacia la Unidad anterior con el fin de recordar el resto de elementos usados en las instalaciones como equipos de previo, micrófonos, etapas de potencia, altavoces y su asociación, etc.



Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar una presentación sobre los elementos que tiene una instalación de megafonía y el procedimiento de cálculos:

 [Elementos de una instalación de megafonía y el procedimiento de cálculo de la misma.](#)

[Resumen textual alternativo](#)

2.- Elaboración de croquis y esquemas.



Caso práctico

Valle e **Isidro** acompañan al técnico de la empresa TELECONSA al lugar donde van a hacer la instalación. Allí observarán el plano de la construcción para recabar información de las acometidas de agua y electricidad y otros detalles de la estructura del edificio para ver las posibilidades de la instalación, tales como el cableado o la instalación de los diferentes elementos.



Valle le comenta al técnico si tendrán algún problema a la hora de hacer la instalación. La respuesta que recibe es que siempre surgen dificultades por imprevistos, lo que hace que casi siempre se alargue el tiempo que se estima para su terminación.

Isidro pregunta al técnico si ellos tienen que hacer otro plano de la instalación, y la respuesta obtenida es una afirmación. Además el plano deben entregarlo al terminar la instalación para llevar un posterior mantenimiento.

En este apartado verás los diferentes tipos de esquemas, croquis que se utilizan para la realización de las instalaciones de megafonía y sonorización; además, veremos también los tipos de planos que se suelen utilizar en los proyectos de megafonía, así como las herramientas informáticas más utilizadas en oficinas técnicas.



Reflexiona

¿Te has parado a pensar que ya no usan los mismos sistemas para dibujar que antaño?

Mostrar retroalimentación

Hoy día se usan tecnologías basadas en ordenadores para dibujar mediante **diseño asistido**.

2.1.- Interpretación de planos.

Para la correcta interpretación de los planos de las instalaciones de megafonía de un edificio hace falta algo de experiencia y un conocimiento adecuado de la simbología empleada en materia de electricidad y concretamente de megafonía.

Interpretar un plano significa dar sentido a lo que existe y la tipología de instalación que puede ser ejecutada en ese espacio material. El plano puede representar las vistas de un objeto, en este caso un local o edificio, generalmente en planta (vista desde arriba) pero también existen planos de alzado o frente, de perfil o vistas de costado. También existen los planos de detalles, dibujados a escalas para poder apreciar mejor los detalles o los planos de corte.

Los planos van a informarnos de las características de los lugares donde haremos la instalación.

Posteriormente debemos realizar nuestros propios planos de la instalación para saber el tendido del cableado o canalizaciones y los lugares donde se instalarán los equipos.

Es importante un alto conocimiento en **la simbología** usada que has estudiado en la Unidad de Trabajo anterior.

Los planos pueden estar representando el lugar de la instalación en dos dimensiones (caso habitual) o también puedes tener representaciones en tres dimensiones, que nos dará una idea mayor de la ubicación de los equipos y el entorno.

En general, los planos se clasifican en:

- ✓ **Plano General** o de conjunto, que presenta una visión general del dispositivo a instalar.
- ✓ **Plano de fabricación y despiece**, expresa la forma en que se dimensiona la instalación.
- ✓ **Plano de montaje**, representan los objetos que deben ser ajustados o incluidos en la instalación.
- ✓ **Plano en perspectiva explosiva**, indican de forma ordenada como se distribuyen los elementos del montaje.

Habitualmente se emplean los **esquemas unifilares** que indican con una línea el sentido de la canalización y el número de hilos o cables que va a llevar. Se representan en dicho esquema los símbolos de los elementos empleados en la instalación como son los altavoces, cajas de registro, etc.

También se emplean los **esquemas multifilares**, que indican con más detalle el número de hilos y el código de color empleado.



Para saber más

En estos vínculos podrás ver diferentes manuales de instalación, así como esquemas de megafonía realizados por una casa comercial:

 [Manuales y esquemas de megafonía.](#)



Autoevaluación

Rellana los huecos con los conceptos adecuados.

En general, los planos se clasifican en [] , [] , [] y [] .

Enviar

En general, los planos se clasifican en **plano general, de despiece, de montaje y plano en perspectiva explosiva.**

2.2.- Plano general de una instalación.

El plano general de la instalación será el documento que debemos elaborar para guiarte a nosotros como instaladores y a los futuros técnicos que tengan que hacer el mantenimiento de la instalación.

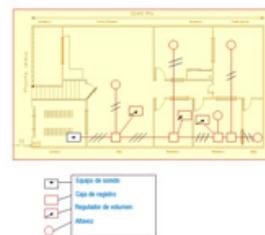
El plano consiste en una vista en **planta** del lugar físico donde se ha de hacer la instalación, por ejemplo una casa. Deberá contener detalles del edificio donde se ubica e incluso su situación geográfica.

El plano general deberá contener todos los elementos de la instalación y la red de cableado necesario así como los sistemas auxiliares de alimentación de emergencia.

Este tipo de planos representará la ubicación específica de los **elementos**, es decir, su distribución en el área y la **red de canalización**, especificando si está hecha con montaje superficial con canaletas plásticas o si está integrada en la estructura mediante la realización de  reglas o aprovechando los huecos del falso techo, si lo hay.

Una canalización eléctrica es un conjunto de conductores eléctricos y un sistema o soporte físico que hace posible su fijación así como la protección ante factores externos. Sobre la canalización van los cables y elementos que son señalizados mediante símbolos normalizados. Encima de la canalización se ubica un número que indica el número de hilos que deben ser canalizados. También se pueden poner líneas transversales con el mismo significado.

Los conductores llevarán la energía hacia los altavoces junto con señales de control y estarán compuestos de un metal **conductor** de energía eléctrica y un revestimiento o aislante, que puede ser PVC, PE, EPR, entre otros. Los cables que se usan en estas instalaciones suelen ser mangueras de formadas por cablecillos o conductores aislados.



Para saber más

En este documento verás una descripción de cómo se realiza una instalación eléctrica básica.

 [Proceso de realización de una instalación tipo.](#)

2.3.- Plano de detalle. Plano de replanteo.

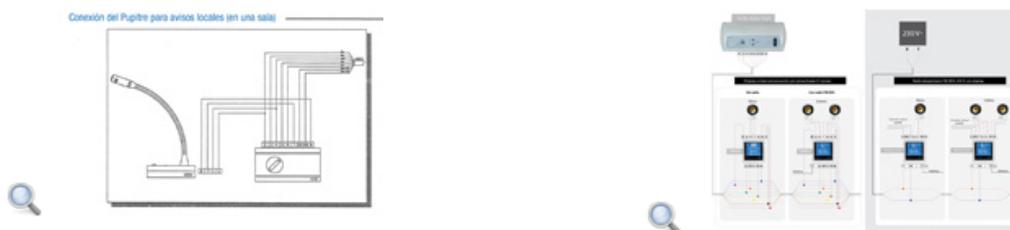
Al comienzo del estudio de la configuración de la instalación se suele hacer un plano de replanteo o **croquis**, que puede ser un dibujo a **mano alzada** donde se representan los elementos que se van a montar y la red de cableado que le acompaña. El croquis se puede realizar en el lugar físico o a través de fotografías que muestren los detalles del recinto. Tiene un carácter meramente orientativo a la hora de dar los primeros pasos en la ejecución de la instalación. El plano de replanteo puede realizarse con la ayuda de un ordenador, usando un programa de **diseño asistido CAD**. El plano de replanteo también puede constituirse con un diagrama por bloques, donde cada uno de ellos corresponde con un equipo y las conexiones eléctricas que deben realizarse entre ellos.

El replanteo va a consistir en plasmar en el terreno detalles representados en planos, como el lugar donde se van a colocar los altavoces u otros equipos, anteriormente dibujados en planos.

Una vez que se pone en marcha el proceso de estudio se elaboran los planos de detalle que informarán de la situación exacta de los elementos, su distribución espacial y la red de conductores eléctricos que los conectarán.

Estos planos de detalle llevarán la **simbología** adecuada para poder ser interpretados sin ambigüedades y ayudarán a resolver en el futuro una posible avería o una ampliación del conjunto montado. Se puede acompañar una foto donde aparezcan detalles de conexión en casos donde se prevea que el esquema no los indique.

El plano de detalle muestra una parte de la instalación. Servirá de gran ayuda al instalador para guiarse por el proceso de montaje y poder prever la cantidad de hilos en los cables que se han de canalizar.



Reflexiona

¿Puede un esquema ser unifilar y bifilar al mismo tiempo?

Mostrar retroalimentación

El esquema unifilar consiste en líneas que trascurren por las canalizaciones y se indican el número de cables. El bifilar es un esquema con más detalle, ya que cada cable puede llevar, a su vez, un gran número de hilos.



Autoevaluación

Rellena los huecos con los conceptos adecuados.

El plano de detalle muestra [] y el plano de replanteo representa [] que van incluidos en los planos.

Enviar

El plano de detalle muestra **una parte de la instalación** y el plano de replanteo representa **detalles** que van incluidos en los planos.

2.4.- Plano de canalizaciones, cajas de conexiones y elementos.

Los planos muestran las canalizaciones como líneas que marcan el sitio por donde van a pasar los cables. Cada una de esas líneas son cruzadas con otras de menor longitud que indican el número de hilos que contiene. También se puede representar con un número al lado de la línea, con idéntico significado. Las líneas van a parar a cajas de registro (o a cajas para el montaje de elementos, como mando de volumen) y a los elementos finales como altavoces.

Las canalizaciones para los conductores eléctricos pueden ser:

- ✓ Canalizaciones fijadas a la pared mediante elementos plásticos protectores.
- ✓ Canal practicado en la pared y recubierto posteriormente.
- ✓ Bandeja de cables o soporte aéreo con paredes laterales sin tapar.
- ✓ Conducto de sección circular o no circular que pueda usarse para reemplazar los conductores aislados en caso de fallo o ampliación de la instalación.

Las **canalizaciones** deben ser dimensionadas de acuerdo al número de conductores, su sección y los dispositivos de protección que vayan a llevar. Para ello se deberá seleccionar el tipo de conductor y una posible ampliación con un mayor número de cables. La potencia que han de transportar será clave para hacer la selección del diámetro de la canalización.

Los conductos plásticos que se pueden usar pueden ser  **tubo corrugado** flexible con o sin revestimiento exterior o tubo rígido que puede ser moldeado con calor para adaptarse a la forma de las paredes del recinto.

En un sistema de canalizaciones se han de tener en cuenta algunos aspectos como:

- ✓ Temperatura ambiente y fuentes de calor externas.
- ✓ Presencia de agua o elementos sólidos extraños.
- ✓ Presencia de sustancias químicas o contaminantes.
- ✓ Vibraciones o impactos.
- ✓ Presencia de flora o fauna que pueda alterar sus propiedades.
- ✓ Radiación solar, viento u otros efectos de la naturaleza.

En la primera imagen de este apartado podemos apreciar una simulación de instalación, donde los tubos corrugados son visibles, diferente a la realidad, ya que este tipo de canalización es empotrada. La segunda imagen, esquema unifilar que vimos en un apartado anterior, corresponde con las canalizaciones a realizar en una instalación, teniendo en cuenta dichas canalizaciones y las cajas de conexión.



Autoevaluación

¿De qué se compone un esquema unifilar?

- El esquema es una vista en tres dimensiones del espacio donde está la instalación.
- Es el esquema de detalle, donde está representado, al menos, un elemento.
- Es donde se representan los elementos, conectados con una línea que indica las conexiones.

Donde aparecen las fotos de los elementos de la instalación.

No es correcta, el esquema unifilar siempre se representa en un plano.

No es la respuesta correcta, el plano de detalle es otra cosa.

Correcta. Además consta de los símbolos normalizados para salvar ambigüedades.

Incorrecta. En los esquemas, los elementos aparecen con símbolos normalizados.

Solución

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

3.- Cálculo de parámetros en la instalación.



Caso práctico

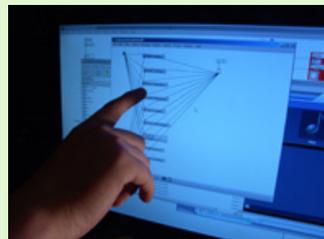
Valle e Isidro se preguntan si es posible realizar una instalación de megafonía utilizando únicamente herramientas informáticas, para lo cual plantean:

Isidro, —Creo que hay parámetros eléctricos de la instalación que se pueden calcular sin tener que usar el ordenador.

Valle, —Es cierto que el ordenador no es una máquina mágica que nos va a resolver todos los problemas. Debemos ser nosotros los que pensemos, usando nuestro sentido común y las herramientas de operación básicas para resolver el cálculo de los parámetros de la instalación.

Isidro, —Está claro que hay un cálculo que únicamente puede ser realizado con ordenador y es el del comportamiento del sonido en el recinto en condiciones de trabajo normales, es decir, la absorción que pueda producirse del sonido como consecuencia de las particularidades del local.

Valle, —Si, pero tenemos que buscar las herramientas informáticas que nos ayuden en nuestros cálculos.



Para calcular los **parámetros eléctricos** de la instalación de megafonía debemos centrarnos primeramente en los materiales usados para poder adaptarlos, según la normativa y las características proporcionadas por el fabricante.

Es importante saber la superficie total del lugar donde se realizará la instalación y las distintas ubicaciones donde hemos de llevar el cableado. Se considerarán las distancias desde la central de audio, las unidades de control y las conexiones hacia los altavoces. Se considerarán los distintos elementos como central de audio, fuentes de sonido CD o radio, altavoces activos y pasivos. La conexión para la red eléctrica se hará con interruptor magneto térmica para dar seguridad a la instalación.

Se calculará la **sección del hilo** de alimentación, que se cogerá de la caja de empalmes o registro ubicada más cerca de la central. Para un consumo pequeño de potencia la sección suele ser de 1,5 mm².

Para la conexión entre la central, unidades de control y altavoces se usará cable de manguera con hilos de 0,25 mm² y un número de hilos que suele ser de 8.

Para conectar **altavoces pasivos** debemos aumentar hasta 0,75 o 1 mm² la sección del cable y tipo rojo-negro.

Los tubos de canalización se pueden usar los flexibles corrugados para empotrar siendo no propagadores de llama de 16 mm².

Debemos tener en cuenta las instrucciones **ITC-BT-21** en cuanto radios de curvatura, número de conductores, etc.



Debes conocer

En este documento podrás repasar los cálculos de las diferentes magnitudes que deben

tenerse en cuenta para la configuración de las instalaciones de megafonía.

[Cálculos y características de magnitudes \(Anexo I\).](#)



Autoevaluación

Indica, entre las cantidades siguientes, cual se ajusta más a la sección requerida para una instalación donde la longitud de la línea es de 20 m para una potencia de 200 W, debemos tener en cuenta que la tensión nominal es de 230 V y la caída de tensión es esta instalación es de un 1 %; además, el conductor es de cobre.

- 2,5 mm².
- 1,5 mm².
- 0,5 mm².

No es correcta, esa medida no se ajusta a la sección requerida.

Incorrecta, debes buscar otra opción.

Correcta. Según el cálculo sería 0,26 mm², por lo que la sección sería la inmediata superior normalizada, es decir: 0,5 mm².

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

4.- Acústica de recintos.



Caso práctico

Valle e Isidro conversan sobre el cálculo de tiempos de reverberación para recintos cerrados y plantean dudas a los técnicos de la empresa donde hacen sus prácticas.

Valle, —Me gustaría saber si en recintos abiertos se hacen cálculos de reverberación al igual que en recintos cerrados.

(**Isidro** ha estado en contacto con técnicos y puede responder a **Valle**).

Isidro, —Si el sistema de sonorización está al aire libre y hay edificaciones cercanas las reflexiones originadas por la onda incidente causa fenómenos de reverberación o eco, si la distancia supera los 15 metros.

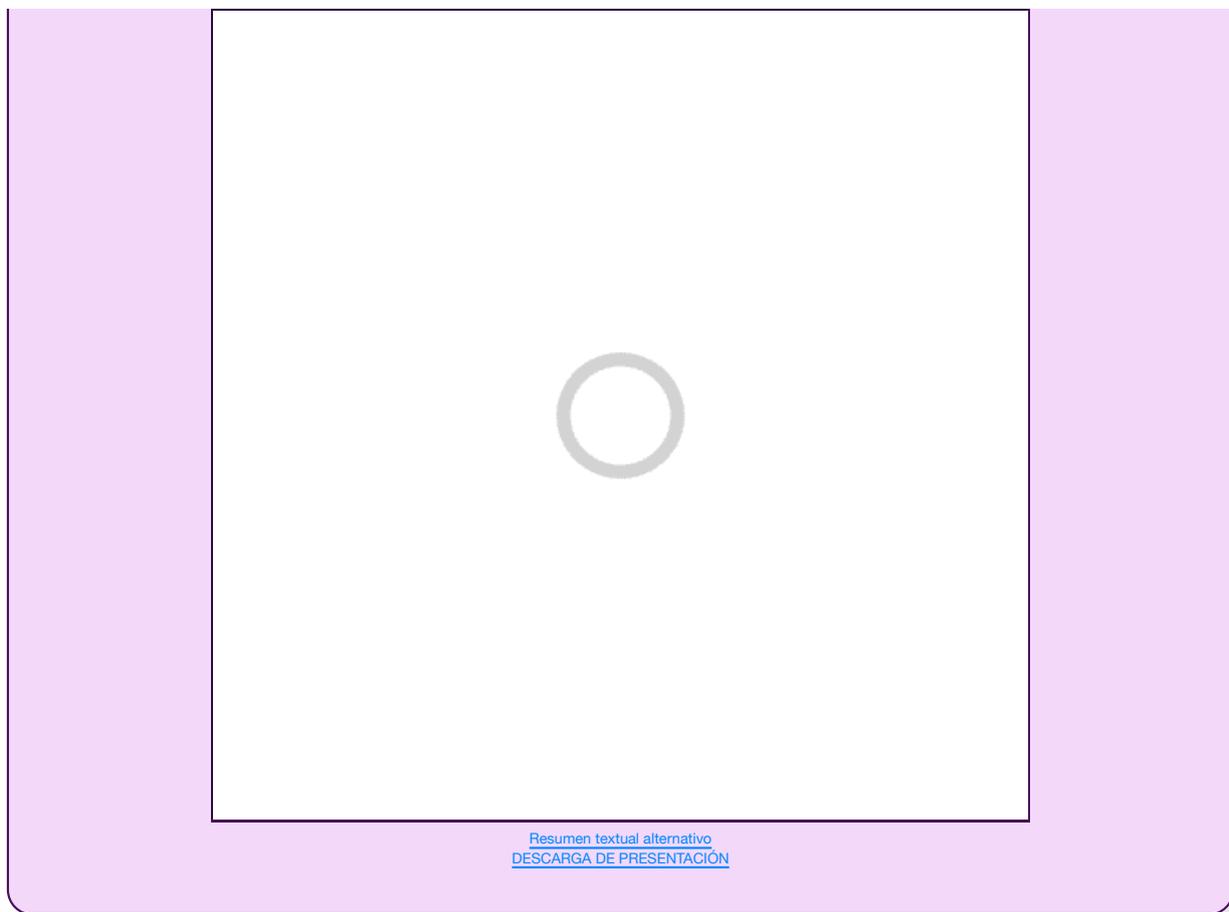
Valle, — ¿Son los mismos aparatos los que se usan en ambos casos?

Isidro, —Pues parece ser que si ya que el fenómeno es el mismo aunque se de en circunstancias distintas.



Debes conocer

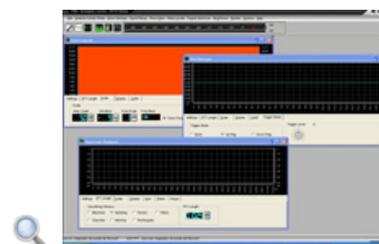
En esta presentación podrás apreciar el comportamiento de una onda sonora representada por tres figuras que actúan de forma diferente: la que aparece en la parte superior es absorbida por la pared, la inmediatamente inferior se refleja y la tercera se refracta.



4.1.- Reverberación. Medida del tiempo de reverberación.

La velocidad del sonido en el aire en condiciones normales de presión y temperatura es de 340 metros por segundo.

En un local cerrado las **ondas sonoras** tienen un foco, que es donde se produce el sonido. Al **chocar** con las paredes, techo y suelo originan **reflexiones** que llegan a distintas velocidades a nuestros oídos o a un sistema de captación de sonido como un micrófono. La suma de todas ellas produce una sensación de **retardo de tiempo** (y una densificación mayor de sonido) de la señal originaria antes de que extinga totalmente. El efecto observado se llama reverberación.



Si la reflexión medida del sonido es de 1/10 segundos se produce reverberación. También podemos definirlo como el tiempo que transcurre entre el nivel máximo del nivel de sonido y una pérdida de nivel de 60 dB.

Está recomendado un tiempo de reverberación entre 2 y 4 segundos para hacer compatible inteligibilidad y confort auditivo.

El tiempo de **reverberación** varía con el **volumen** del recinto y del **coeficiente de absorción** de las superficies. Puede ser calculado dividiendo el volumen de la sala entre la absorción total (área de la superficie de la sala) y multiplicando por la constante 1,161, a esto se le denomina **Fórmula de SABINE**.

El procedimiento para medir puede consistir en medir con un **sonómetro calibrado** con ponderación "A" y tomando muestras cada 0,2 segundos, accionas un detonador que produzca un sonido fuerte. Tomas datos midiendo los decibelios durante un tiempo que pueden ser 4 segundos. Descargas los datos a un ordenador y compruebas cuando el nivel de señal ha descendido en 60 dB.

Existen softwares para análisis como, por ejemplo, el analizador de espectro Pro ([Analizador de espectro HD Pro](#)).



Autoevaluación

Indica las respuestas correctas.

- El tiempo de reverberación varía con la distancia a los objetos del recinto.
- El tiempo de reverberación no varía con el coeficiente de absorción de la superficie.
- El tiempo de reverberación varía con el volumen del recinto.

No es correcta. No tiene nada que ver esa distancia para provocar cambios.

No es la opción correcta.

Correcta. Como no disponemos de esa sección, cogeremos la siguiente normalizada por encima.

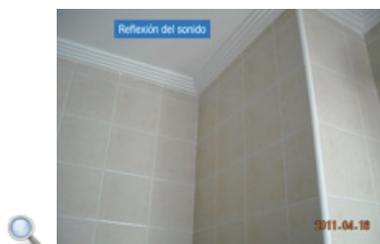
Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

4.2.- Clasificación de los recintos según el tiempo de reverberación.

El tiempo de reverberación puede definir **tres tipos de recintos**:

1. **Recintos** donde se producen **reflexiones en paredes, techo y suelo**. En ese caso hablamos de recintos reverberantes con retardos de hasta 100 milisegundos entre la producción del sonido y su extinción. Si la distancia entre el foco sonoro y la audiencia es mayor de 17 metros se producirá eco.
2. **Recintos absorbentes**. Son aquellos que están formados por superficies que reflejan sólo una parte del sonido que incide sobre ellas. Según el material o recubrimiento la absorción será mayor o menor, definiéndose el coeficiente de absorción, que es el cociente entre la energía absorbida y la energía incidente.
3. **Recintos resonantes**. Cuando existen reflexiones sucesivas en paredes opuestas enfrentadas las ondas sonoras se reflejan perpendicularmente sobre la anterior de forma continua, lo que dará como consecuencia una onda estacionaria, es decir, una onda que va y vuelve una y otra vez sobre dos paredes.



Para saber más

En este documento podrás ver los tipos de reverberaciones que pueden darse en los edificios y a tener en cuenta en las instalaciones de megafonía.

[Descripción de acústica arquitectónica.](#)



Reflexiona

¿Puede cambiarse la acústica de un recinto sobre la marcha?

Mostrar retroalimentación

En los teatros importantes hay sistemas motorizados que pueden mover paneles resonantes o reflectantes que hacen cambiar el sonido del local dependiendo el tipo de música que se interprete en ellos.

4.3.- El campo sonoro en recintos abiertos y cerrados.

Una **fente de sonido** emite ondas sonoras en todas direcciones, de forma que la energía acústica se propaga de forma **esférica**. Dicha energía pierde potencia a medida que nos alejamos de ella, de tal forma que podremos oír la diezmilésima parte de la energía total si nos alejamos sólo algunos metros. Si a esto le sumamos factores como el del ruido de ambiente y el viento, podemos deducir que en recintos exteriores se debe aumentar la potencia de sonido para obtener buenos resultados. También se pueden aprovechar superficies reflectantes para **direccionar el sonido** tal y como hacían en la antigua Grecia en los **anfiteatros**, los cuales eran construcciones de varias filas de asientos de piedra dispuestos a lo largo de la ladera de una montaña. En el centro, en la parte más baja se situaba una pared de roca reflectante con el objeto de devolver hacia la audiencia el sonido proyectado sobre ella, consiguiendo un **efecto de refuerzo** de la intensidad de sonido.



En **recintos cerrados la energía de las ondas sonoras se refleja en paredes, techo y suelo** por lo que los oyentes reciben el sonido de la fuente sonora y de las **reflexiones de las superficies**, es decir, con **reverberación**. Dentro del recinto pueden usarse materiales reflectantes, resonantes o absorbentes para conseguir el grado de sonoridad requerida en cada caso. Si la reverberación es grande las numerosas reflexiones y el sonido de la fuente sonora llegan al oyente al mismo tiempo pero cada reflexión ha recorrido una trayectoria diferente y por tanto, diferentes intensidades. Con ello deducimos que el sonido en un recinto cerrado es de mayor intensidad que en el abierto y que el tamaño de la sala va a determinar que a mayor **volumen**, menor intensidad de sonido se percibirá por la distribución a lo largo del recinto.

El **material de las paredes** influirá en la medida que mientras más duros sean los materiales mayor grado de reflexión habrá ya que absorben muy poca energía.

En **recintos abiertos** o sonido en exteriores entendemos que el ambiente está libre de reflexiones u objetos que obstruyen el sonido. Se puede aplicar la regla de "cuadrado inverso", es decir, la intensidad de sonido (SPL) varía de acuerdo a la distancia entre la fuente y el receptor. Por tanto, si se dobla la distancia desde la fuente de sonido, la intensidad baja 6 dB.

El cálculo de un sistema de sonido en exteriores puede ser modificado por los efectos del ambiente: Por ejemplo la velocidad del viento que varía la dirección del sonido, la temperatura hace que el sonido se dirija hacia arriba cuando hay calor y hacia abajo con frío. La humedad absorbe parte del sonido y lo atenúa.

A continuación se muestran un cálculo resuelto como ejemplo de la medida de la presión sonora.

Un sistema a tres metros genera una presión sonora de 100 dB SPL. A 6 metros, **la presión sonora será de:**

$$100 - 6 = 94 \text{ dB}$$



Ejercicio resuelto

Un baffle tiene las características de 102 dB SPL, 1 vatio, 1 metro. ¿Cuál es la presión sonora de este baffle a 9 metros, medido con una potencia nominal de 1 vatio?

Mostrar retroalimentación

$$20 \cdot \log(9/1) = 20 \cdot \log 9 = 19 \text{ dB}$$

Restamos el resultado al valor conocido:

$$102 - 19 = 83 \text{ dB SPL}$$



Debes conocer

En este enlace tienes una descripción de las características más importantes de acústica de exteriores e interiores.

 [Características acústicas de exteriores e interiores.](#)

4.4.- Materiales absorbentes, resonantes y reflectantes.

Un **material** es **reflectante** si se comporta como un espejo, reflejando el sonido que recibe y no absorbiéndolo. Puede ser un material liso y pulido y de una dureza que determinará su grado de elasticidad y su poder reflectivo. Por ejemplo tenemos baldosas, vidrio o piedra. Es el caso en que la energía reflejada es casi de la misma energía que la incidente. Este tipo de material será el usado cuando se quiera agregar a un recinto más cantidad de reverberación debido a las múltiples reflexiones que puede originar.



Un **material absorbente** es aquel que absorbe la energía sonora que impacta sobre él. Debe ser un material poroso (goma espuma, lana de roca o fibra de vidrio) con características geométricas, densidad o grosor que le haga tener un coeficiente de absorción para una determinada gama de frecuencias. Un material de este tipo puede ser absorbente para unas frecuencias y no absorbente para otras. Los materiales de esta tipología se usan para quitar las llamadas primeras reflexiones que son las producidas en la reflexión de una sola superficie y que llevan gran energía por lo que pueden alterar el sonido original.

Un **material resonante** es un material que absorbe unas frecuencias concretas y no alterando a las demás. Se usa en casos donde sobresale mucho una determinada frecuencia y hay que **armonizar** o apagarla para que no destaque entre las demás. Existe el resonador de membrana que consiste en una superficie que vibra a una frecuencia concreta y que corresponde con la absorbida. Cuanto más pesada sea la membrana más baja es la frecuencia que absorbe.

Podemos combinar diversos tipos de materiales para lograr lo que se llaman difusores. Estos incorporan materiales absorbentes o resonantes para poder difundir determinada **gama de frecuencias** y ser insensibles a otras. Para ello se usan el **resonador de Helmholtz** y los de membrana junto con estructuras formadas por materiales con propiedades acústicas diferentes.



Autoevaluación

Rellena los huecos con los conceptos adecuados.

Un material es absorbente de sonido si absorbe la que impacta sobre él, mientras que si el sonido es reflejado los materiales se llaman . Se pueden instalar materiales si se quiere conseguir que determinadas frecuencias sean absorbidas con más intensidad que otras.

Enviar

5.- Métodos de predicción del comportamiento acústico de una sala.



Caso práctico

Valle e **Isidro** se plantean algunas preguntas sobre el tratamiento sonoro en un recinto.

Valle, — ¿Es posible variar las condiciones sonoras de un local?

Isidro, —Según hemos estudiado podemos incorporar elementos para absorber sonido, con lo cual eso implica que podemos variarlas. 🔍



Valle, — ¿Qué métodos podemos usar para saber cómo actuar sobre las condiciones acústicas del local?

Isidro, —Con el ordenador podemos usar programas de predicción, aunque con elementos de medida como el sonómetro y la cubeta de ondas nos puede aclarar más sobre la forma de actuación.

Valle, —Pienso que la experiencia del técnico de sonido debe ser tan importante como todo lo demás, ¿No crees?



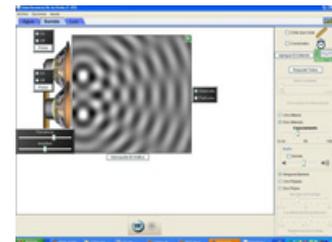
Para saber más

En este enlace podrás ver diferentes procedimientos de instalaciones acústica de recintos.

 [Procedimientos de acústica de recintos.](#)

5.1.- Maquetas: Cubetas de agua y rayos láser.

Al incidir una onda sonora sobre una pared con una determinada energía, parte es reflejada en sentido opuesto al incidente o con un determinado ángulo. Parte de la onda se refracta hacia el interior de la pared, quedando absorbida y otra parte puede sobresalir hacia el otro extremo de la pared con mucha menor energía.



Para explicar el **comportamiento** de las **ondas sonoras** en recintos cerrados y la interacción entre ellas se puede usar un método predictivo basado en generar ondas sobre una cuba de agua, la cual está formada por paredes de vidrio y un suelo de espejo oblicuo que proyecta las ondas sobre una superficie de vidrio esmerilado. La cuba se ilumina con una **luz halógena estroboscópica** o una fuente de luz láser para visualizar el resultado formado en el agua.

En el aparato se pueden modificar la frecuencia y la amplitud del vibrador o excitador que mueve el agua.



Reflexiona

¿Se pueden observar en directo los efectos acústicos?

Mostrar retroalimentación

Existe una página web de una universidad de Estados Unidos (Colorado) donde existen unos simuladores muy completos donde podemos variar a voluntad muchos parámetros.



Para saber más

En este enlace podrás apreciar diferentes simuladores de ondas acústicas e interferencia de ondas.

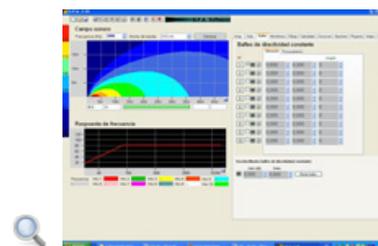
 [Elementos de una instalación de megafonía y el procedimiento de cálculo de la misma.](#)

[Resumen textual alternativo](#)

5.2.- Métodos de análisis por ordenador.

Existen herramientas informáticas para la **predicción del comportamiento acústico** de recintos como habitaciones de edificios u oficinas, aulas de enseñanza, hospitales y recintos de exposición en materia musical como pueden ser teatros o cines.

Los programas actuales pueden hacer **cálculos de la transmisión del ruido** y su impacto en edificios y al modo contrario, es decir, el ruido que puede salir hacia el exterior.



El **programa Bastian**, por ejemplo, considera además los elementos y sistemas que pueden ser importantes en situaciones entre habitaciones contiguas y pueden incluirse elementos como puertas o ventanas para hacer más real la simulación.

El **programa Placo HR** puede calcular tiempos de reverberación de recintos, al igual que el **programa Tekton**.

Para la predicción del comportamiento acústico de una sala se puede emplear un software especial para hacer el estudio con un ordenador, el cual tiene conectado un micrófono por donde recogerá el sonido emitido por una fuente sonora de valor conocido. Existe el programa Computer Aided Room Acoustics o **CARA** para modelado y predicción acústica que comercializa una empresa alemana en el que podemos simular varios ambientes y cambiar sus características.

Otros programas como **AISL-A** también usan modelos predictivos para aislamiento para ruido aéreo y que funciona como una aplicación para estudiar el aislamiento acústico con configuraciones simples, dobles o triples y un uso sencillo usando materiales absorbentes e impermeables al sonido.

Existe un software libre generador de predicciones acústicas **GPA** para predecir lo que ocurrirá en el campo sonoro y decidir sobre posicionamiento de altavoces, altura, arrays, entre otros muchos parámetros.

Algunos de estas herramientas informáticas podrás verlas en los enlaces del "debes conocer" de este apartado.



Debes conocer

En este enlace podrás ver una aplicación informática para el cálculo de tiempo de reverberación.

 [Aplicación informática de software libre para el cálculo de tiempo de reverberación.](#)

En este enlace podrás ver el manual de una aplicación informática para el cálculo de tiempo de reverberación.

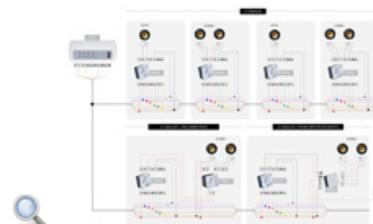
 [Manual de aplicación informática para el cálculo de tiempo de reverberación.](#)

En este enlace podrás ver las características y descargarte una aplicación informática para el análisis del aislamiento acústico.

 [Aplicación informática para el análisis del aislamiento acústico.](#)

5.3.- Métodos de refuerzo sonoro: Centralizado y distribuido.

Cuando hay que llevar el sonido a un determinado ambiente se recurre a **reforzar o amplificar** el sonido. Si el lugar es un habitáculo reducido o un espacio delimitado por alguna peculiaridad, es decir, un punto concreto, estaremos hablando de **refuerzo centralizado**, como por ejemplo amplificar el sonido de un intérprete tocando un instrumento musical.



Si hemos de llevar sonido, distribuyéndolo por varios habitáculos, o un establecimiento de grandes dimensiones como un centro comercial, estaremos hablando de **refuerzo sonoro distribuido**. En cada uno de esos dos casos, emplearemos equipos distintos, ya que se trata de dar soluciones distintas a problemas específicos.

Como métodos predictivos hemos visto anteriormente que puede ser usado un programa donde nos muestre los defectos que podemos encontrar a la hora de hacer la sonorización. A partir de ahí podemos solucionar los problemas que encontremos añadiendo o quitando elementos como bafles o cambiando su ángulo de proyección. Como regla general es adecuado emplear la **potencia** de forma **dosificada** para evitar una reverberación exagerada, para lo cual se prefiere acercar el sistema radiante de sonido al oyente y bajar la potencia. Con ello se han de usar mayor cantidad de bafles pero el resultado mejora mucho.

Se debe buscar un tiempo de reverberación corto en general, aunque para la palabra (👉 inteligibilidad) y la música puede variar algo.

Distribución uniforme del sonido en todo el recinto con ausencia de puntos oscuros (bajo nivel) o excesivamente claros (concentración anómala del sonido). Ausencia de **reflexiones** singulares importantes con retrasos respecto al sonido directo superiores a 50 milisegundos., presencia de reflexiones con retrasos respecto al **sonido directo**, inferiores a 35 milisegundos.

Cuando la distancia entre los oyentes y donde se produce el sonido es grande (por ejemplo el caso donde un grupo está actuando en directo), hay que poner bafles en una segunda línea para el público que se encuentre más alejado. Para este caso hay que meter líneas de retardo para compensar la distancia entra la primera línea de altavoces y una segunda o tercera para que no se produzcan ecos.

A veces hay crear artificialmente la reverberación para hacer el **sonido** menos **seco** y para ello se usan generadores de reverberación como el que llevan instalado algunos amplificadores para guitarra eléctrica , cuyo sonido directo suele ser demasiado 👉 percusivo y con la reverberación se **armoniza** más el sonido.



Para saber más

En este enlace podrás apreciar las actividades a las que se dedica una empresa de integración de sistemas especiales entre ellos se dedica al audio:

[Integración de diferentes sistemas incluido el de audio.](#)



Autoevaluación

Rellena los huecos con los conceptos adecuados.

Cuando el sonido se lleva a distintas ubicaciones se habla de refuerzo sonoro

, mientras que si el sonido se proyecta desde un único lugar, como ocurre en sonido directo, se habla de refuerzo sonoro [REDACTED]. De cualquiera de las maneras es importante conseguir que el nivel de reverberación sea el adecuado usando los llamados métodos [REDACTED].

Enviar

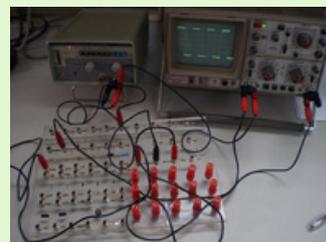
6.- Comprobación de la potencia de salida de los amplificadores.



Caso práctico

Valle e Isidro han terminado de hacer una instalación de megafonía para un comercio y se disponen a hacer la comprobación de la potencia de salida del sistema de potencia.

Isidro, —Antes de conectar la alimentación deberíamos comprobar que los cables de los altavoces tienen continuidad para asegurarnos que la etapa de salida no está en vacío.



Valle, —Me parece buena idea aunque de todas formas, si alguno de los altavoces no está bien conectado no va a sonar cuando introduzcamos la fuente de sonido.

Isidro, —Pero hay que tener cuidado de no sobrecargar la etapa ya que puede haber descompensación de impedancias entre la etapa final y la carga de los altavoces y se podría quemar la etapa.

Valle, —Me parece correcto.

Una vez que se ha realizado la instalación de megafonía se comprueban los **parámetros generales** como pueden ser: Alimentación eléctrica en aquellos elementos o equipos que la necesiten para funcionar, conexionado o cableado entre los elementos o equipos con la configuración que hemos elegido a la hora de realizar el estudio previo de funcionamiento, conexión de las fuentes de sonido que van a ser amplificadas y que nos van a servir de prueba para ver el rendimiento, etc.

Queda ahora comprobar la potencia que llega a cada altavoz o baffle, en su caso, teniendo en cuenta el grado de sonoridad que hemos previsto en su configuración general. La primera prueba es comprobar que al aumentar el volumen en las etapas de potencia, el sonido no se distorsiona a simple oído. Si es necesario más adelante se podrá comprobar con un  **analizador de distorsión**. Es importante que la fuente sonora tenga la calidad mínima exigible y que su ancho de banda se halle dentro de los límites establecidos del equipo de sonorización que estudiamos. Por ejemplo, sería inútil conectar una fuente de alta fidelidad a un megáfono de bocina, ya que solamente se amplificarían las frecuencias medias, dejando fuera del margen las graves y agudas.

La **distorsión armónica** se produce cuando la señal de entrada en el sistema no equivale a lo que sale. Se debe a la falta de linealidad en la amplificación, debido a que el equipo ha introducido armónicos que no estaban en la señal original. La distorsión (THD o distorsión armónica total) se mide introduciendo una señal de 1 KHz y midiendo la señal de salida. En el analizador se debe medir una señal por debajo del 1 % para que esté en los límites admisibles de calidad.

6.1.- Comprobación de la potencia de salida de los amplificadores (I).

La potencia puede ser medida eléctricamente en cada conexión de los altavoces, sustituyendo a éste por una resistencia de su mismo valor de **impedancia** y su misma **potencia**. Para este caso tenemos que inyectar como fuente sonora una señal senoidal limpia y sin distorsión. La medida de tensión sobre la resistencia (de la que ya conocemos su valor) nos dará la potencia que llega y que puede ser calculada por la ley de Ohm: Tensión al cuadrado dividido por la resistencia. La señal se visualiza con un  osciloscopio y la medida de amplitud de señal o tensión (voltaje) se indica en  voltios pico a pico.

$$P = V^2 / R$$

De todas formas, la experiencia en temas de sonido hace que el técnico utilice las herramientas adecuadas a cada caso y uso concreto y de forma particular o individual.



Debes conocer

Artículo de la revista Solo Electrónica, donde podrás adentrarte en el procedimiento para realizar mediciones en un amplificador:

 [Método de realizar le mediciones y comprobaciones de un amplificador.](#)



Autoevaluación

Para medir la potencia en un amplificador se actúa de la siguiente forma:

- Se mide con el osciloscopio la señal que sale por el altavoz y se aplica Ohm.
- Se calcula primero la intensidad que pasará por los altavoces y se multiplica por la resistencia.
- Se sustituye el altavoz por resistencias equivalentes, se mide la tensión y se aplica Ohm.

No es correcta. El altavoz introduce componentes reactivas por ser una bobina.

Incorrecta. Las medidas se hacen en tensión con el osciloscopio.

Correcta. La medida, además debe hacerse sin distorsión.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

7.- Elaboración de presupuesto.



Caso práctico

Cuando la empresa TELECOMSA ha elaborado el proyecto de sonorización para un centro comercial pequeño, va a visitar a sus clientes el responsable comercial de la empresa junto con **Valle** e **Isidro**. Surgen algunas preguntas de los alumnos sobre qué precios lleva el presupuesto:



Valle, — ¿Son actuales los precios de los equipos?

Técnico de TELECOMSA, —Si, y se ajustan para una posible demora de tiempo a la hora de la finalización de la instalación.

Isidro, — ¿Están incluidos los impuestos y el IVA en el precio final?

Técnico, —Por supuesto, es obligatorio incluir impuestos en la factura final.

Valle, — ¿Se puede hacer una rebaja en el precio final?

Técnico, —Eso está relacionado con los márgenes en el precio de compra que la empresa puede hacer y puede aplicar. Por ejemplo, equipos más antiguos pueden tener una rebaja mayor que los nuevos.

7.1.- Elaboración de presupuesto (I).

El presupuesto constituye una buena base para la transparencia financiera y una **contabilidad saneada** dentro de la empresa.

El presupuesto es necesario para decidir una **inversión** y poder observar la planificación que se ha hecho a la hora de su elaboración.

Debe ser realizado por el director financiero o el director del proyecto junto con el director del departamento implicado. Todo ello debe ser revisado por un comité de finanzas o subcomité presupuestario.

Hay que incluir **los costes** para realizar de forma realista el plan operacional del trabajo que se va a realizar. Habría que incluir los costes operacionales, es decir, materiales, equipamiento, transporte y servicios. También los costes organizativos como pueden ser alquileres de instalaciones. Los costes de empleo de personal que incluyen los salarios de los trabajadores que se hayan implicado. Los costes de inversión tales como la compra anticipada de los equipos.

El presupuesto puede variar en función del tipo que sea, esto es, pueden ser fijos o variables si se adaptan a las circunstancias cambiantes del entorno. También pueden ser a corto, cuyo tiempo de ejecución suele durar hasta un año o largo plazo, como el adoptado por grandes empresas o Estado.

El presupuesto se presenta como una tabla donde se indican por columnas el código, el modelo y la cantidad de elementos que se han usado en la instalación. Como ejemplo podemos ver la siguiente:

Presupuesto instalación de megafonía

Código	Modelo	Cantidad	Descripción	Unidad	Precio unit.
101-000	101-000	1	Cable de 100 metros de longitud	100M	100
101-001	101-001	2	Amplificador de potencia	100W	200
101-002	101-002	4	Altavoces de potencia	100W	400
101-003	101-003	8	Cable de potencia "Cable"	100M	800
101-004	101-004	1	Microprocesador de potencia	100W	100
101-005	101-005	1	Control de potencia	100W	100
101-006	101-006	1	Cable de potencia	100M	100
101-007	101-007	1	Cable de potencia	100M	100
101-008	101-008	1	Cable de potencia	100M	100
101-009	101-009	1	Cable de potencia	100M	100
101-010	101-010	1	Cable de potencia	100M	100
101-011	101-011	1	Cable de potencia	100M	100
101-012	101-012	1	Cable de potencia	100M	100
101-013	101-013	1	Cable de potencia	100M	100
101-014	101-014	1	Cable de potencia	100M	100
101-015	101-015	1	Cable de potencia	100M	100
101-016	101-016	1	Cable de potencia	100M	100
101-017	101-017	1	Cable de potencia	100M	100
101-018	101-018	1	Cable de potencia	100M	100
101-019	101-019	1	Cable de potencia	100M	100
101-020	101-020	1	Cable de potencia	100M	100
101-021	101-021	1	Cable de potencia	100M	100
101-022	101-022	1	Cable de potencia	100M	100
101-023	101-023	1	Cable de potencia	100M	100
101-024	101-024	1	Cable de potencia	100M	100
101-025	101-025	1	Cable de potencia	100M	100
101-026	101-026	1	Cable de potencia	100M	100
101-027	101-027	1	Cable de potencia	100M	100
101-028	101-028	1	Cable de potencia	100M	100
101-029	101-029	1	Cable de potencia	100M	100
101-030	101-030	1	Cable de potencia	100M	100
101-031	101-031	1	Cable de potencia	100M	100
101-032	101-032	1	Cable de potencia	100M	100
101-033	101-033	1	Cable de potencia	100M	100
101-034	101-034	1	Cable de potencia	100M	100
101-035	101-035	1	Cable de potencia	100M	100
101-036	101-036	1	Cable de potencia	100M	100
101-037	101-037	1	Cable de potencia	100M	100
101-038	101-038	1	Cable de potencia	100M	100
101-039	101-039	1	Cable de potencia	100M	100
101-040	101-040	1	Cable de potencia	100M	100
101-041	101-041	1	Cable de potencia	100M	100
101-042	101-042	1	Cable de potencia	100M	100
101-043	101-043	1	Cable de potencia	100M	100
101-044	101-044	1	Cable de potencia	100M	100
101-045	101-045	1	Cable de potencia	100M	100
101-046	101-046	1	Cable de potencia	100M	100
101-047	101-047	1	Cable de potencia	100M	100
101-048	101-048	1	Cable de potencia	100M	100
101-049	101-049	1	Cable de potencia	100M	100
101-050	101-050	1	Cable de potencia	100M	100
101-051	101-051	1	Cable de potencia	100M	100
101-052	101-052	1	Cable de potencia	100M	100
101-053	101-053	1	Cable de potencia	100M	100
101-054	101-054	1	Cable de potencia	100M	100
101-055	101-055	1	Cable de potencia	100M	100
101-056	101-056	1	Cable de potencia	100M	100
101-057	101-057	1	Cable de potencia	100M	100
101-058	101-058	1	Cable de potencia	100M	100
101-059	101-059	1	Cable de potencia	100M	100
101-060	101-060	1	Cable de potencia	100M	100
101-061	101-061	1	Cable de potencia	100M	100
101-062	101-062	1	Cable de potencia	100M	100
101-063	101-063	1	Cable de potencia	100M	100
101-064	101-064	1	Cable de potencia	100M	100
101-065	101-065	1	Cable de potencia	100M	100
101-066	101-066	1	Cable de potencia	100M	100
101-067	101-067	1	Cable de potencia	100M	100
101-068	101-068	1	Cable de potencia	100M	100
101-069	101-069	1	Cable de potencia	100M	100
101-070	101-070	1	Cable de potencia	100M	100
101-071	101-071	1	Cable de potencia	100M	100
101-072	101-072	1	Cable de potencia	100M	100
101-073	101-073	1	Cable de potencia	100M	100
101-074	101-074	1	Cable de potencia	100M	100
101-075	101-075	1	Cable de potencia	100M	100
101-076	101-076	1	Cable de potencia	100M	100
101-077	101-077	1	Cable de potencia	100M	100
101-078	101-078	1	Cable de potencia	100M	100
101-079	101-079	1	Cable de potencia	100M	100
101-080	101-080	1	Cable de potencia	100M	100
101-081	101-081	1	Cable de potencia	100M	100
101-082	101-082	1	Cable de potencia	100M	100
101-083	101-083	1	Cable de potencia	100M	100
101-084	101-084	1	Cable de potencia	100M	100
101-085	101-085	1	Cable de potencia	100M	100
101-086	101-086	1	Cable de potencia	100M	100
101-087	101-087	1	Cable de potencia	100M	100
101-088	101-088	1	Cable de potencia	100M	100
101-089	101-089	1	Cable de potencia	100M	100
101-090	101-090	1	Cable de potencia	100M	100
101-091	101-091	1	Cable de potencia	100M	100
101-092	101-092	1	Cable de potencia	100M	100
101-093	101-093	1	Cable de potencia	100M	100
101-094	101-094	1	Cable de potencia	100M	100
101-095	101-095	1	Cable de potencia	100M	100
101-096	101-096	1	Cable de potencia	100M	100
101-097	101-097	1	Cable de potencia	100M	100
101-098	101-098	1	Cable de potencia	100M	100
101-099	101-099	1	Cable de potencia	100M	100
101-100	101-100	1	Cable de potencia	100M	100
101-101	101-101	1	Cable de potencia	100M	100
101-102	101-102	1	Cable de potencia	100M	100
101-103	101-103	1	Cable de potencia	100M	100
101-104	101-104	1	Cable de potencia	100M	100
101-105	101-105	1	Cable de potencia	100M	100
101-106	101-106	1	Cable de potencia	100M	100
101-107	101-107	1	Cable de potencia	100M	100
101-108	101-108	1	Cable de potencia	100M	100
101-109	101-109	1	Cable de potencia	100M	100
101-110	101-110	1	Cable de potencia	100M	100
101-111	101-111	1	Cable de potencia	100M	100
101-112	101-112	1	Cable de potencia	100M	100
101-113	101-113	1	Cable de potencia	100M	100
101-114	101-114	1	Cable de potencia	100M	100
101-115	101-115	1	Cable de potencia	100M	100
101-116	101-116	1	Cable de potencia	100M	100
101-117	101-117	1	Cable de potencia	100M	100
101-118	101-118	1	Cable de potencia	100M	100
101-119	101-119	1	Cable de potencia	100M	100
101-120	101-120	1	Cable de potencia	100M	100
101-121	101-121	1	Cable de potencia	100M	100
101-122	101-122	1	Cable de potencia	100M	100
101-123	101-123	1	Cable de potencia	100M	100
101-124	101-124	1	Cable de potencia	100M	100
101-125	101-125	1	Cable de potencia	100M	100
101-126	101-126	1	Cable de potencia	100M	100
101-127	101-127	1	Cable de potencia	100M	100
101-128	101-128	1	Cable de potencia	100M	100
101-129	101-129	1	Cable de potencia	100M	100
101-130	101-130	1	Cable de potencia	100M	100
101-131	101-131	1	Cable de potencia	100M	100
101-132	101-132	1	Cable de potencia	100M	100
101-133	101-133	1	Cable de potencia	100M	100
101-134	101-134	1	Cable de potencia	100M	100
101-135	101-135	1	Cable de potencia	100M	100
101-136	101-136	1	Cable de potencia	100M	100
101-137	101-137	1	Cable de potencia	100M	100
101-138	101-138	1	Cable de potencia	100M	100
101-139	101-139	1	Cable de potencia	100M	100
101-140	101-140	1	Cable de potencia	100M	100
101-141	101-141	1	Cable de potencia	100M	100
101-142	101-142	1	Cable de potencia	100M	100
101-143	101-143	1	Cable de potencia	100M	100
101-144	101-144	1	Cable de potencia	100M	100
101-145	101-145	1	Cable de potencia	100M	100
101-146	101-146	1	Cable de potencia	100M	100
101-147	101-147	1	Cable de potencia	100M	100
101-148	101-148	1	Cable de potencia	100M	100
101-149	101-149	1	Cable de potencia	100M	100
101-150	101-150	1	Cable de potencia	100M	100
101-151	101-151	1	Cable de potencia	100M	100
101-152	101-152	1	Cable de potencia	100M	100
101-153	101-153	1	Cable de potencia	100M	100
101-154	101-154	1	Cable de potencia	100M	100
101-155	101-155	1	Cable de potencia	100M	100
101-156	101-156	1	Cable de potencia	100M	100
101-157	101-157	1	Cable de potencia	100M	100
101-158	101-158	1	Cable de potencia	100M	100
101-159	101-159	1	Cable de potencia	100M	100
101-160	101-160	1	Cable de potencia	100M	100
101-161	101-161	1	Cable de potencia	100M	100
101-162	101-162	1	Cable de potencia	100M	100
101-163	101-163	1	Cable de potencia	100M	100
101-164	101-164	1	Cable de potencia	100M	100
101-165	101-165	1	Cable de potencia	100M	100
101-166	101-166	1	Cable de potencia	100M	100
101-167	101-167	1	Cable de potencia	100M	100
101-168	101-168	1	Cable de potencia	100M	100
101-169	101-169	1	Cable de potencia	100M	100
101-170	101-170	1			

8.- Normativa y reglamentación. Electrotécnica. De telecomunicaciones.



Caso práctico

Valle e **Isidro** han terminado la instalación que estaban realizando en su empresa pero finalmente se ha hecho una ampliación de la instalación, ya que no cumplía con la **Normativa Europea EN 60489** que regula que el equipo de megafonía tiene que estar conectado a sistemas de emergencia y evacuación de edificios. En este caso se han montado los equipos que faltaban y se han hecho las conexiones pertinentes para que el sistema de megafonía sirva de protección a las personas que trabajan en este recinto.



De forma general, la llamada **Norma Tecnológica de la Edificación (NTE)** se estableció por el **Decreto Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación, NTE.**



. Esta norma buscaba un aumento de garantías de seguridad y calidad para las edificaciones del momento.

La metodología usada para esta normativa estaba basada en el diseño y cálculo, junto con la construcción material de la instalación, su control, valoración y posterior mantenimiento.

Según los boletines **BOE 193** y **199** de 13 y 20 de Agosto de 1977 se recoge la norma sobre instalaciones audiovisuales de megafonía. Se habla aquí de los aspectos que se deben tomar en cuenta cuando se hace el diseño de una instalación y la forma de ejecutarla. Para empezar se obtienen los datos de sitios por donde pasan conducciones de agua, luz o gas. Después se fijan los criterios de diseño como las características del local, la fuente sonora aplicada, la estructura del local los componentes que se van a instalar y el tipo de instalación. Para el uso de planos, se usa la simbología ya estudiada con idea de representar lo más fielmente la superficie del local y el recorrido de los cables, junto con la ubicación final de los equipos.

Se han de añadir los cálculos necesarios, las especificaciones de montaje de los componentes de la instalación, las condiciones de seguridad y las pruebas a realizar para comprobar el funcionamiento.

Posteriormente han surgido normativas, como la **Normativa Europea UNE-EN 60849:2002 y UNE-EN 50849:2017** que incluye aplicaciones de seguridad y evacuación de edificios sobre las instalaciones de megafonía. Por tanto, los sistemas de megafonía de emergencia deben ser conformes con la **norma EN-60849**, que indica que debe de realizarse supervisión e indicación de fallos en líneas de megafonía y equipos de alimentación; fallos en enlaces entre amplificadores y/o micrófonos de emergencia; detección de avería y errores de los equipos en menos de 100s; verificación de la capacidad funcional de los altavoces y **disponer de la capacidad de emisión simultánea de avisos de alerta y evacuación a zonas diferentes.**

También, la **Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo**, la cual especifica los aparatos de medida que deben tener las empresas instaladoras autorizadas, el

periodo de calibración y verificación de éstos.

Esta Orden es una aplicación del **Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.**



Para saber más

En este enlace podrás apreciar la descripción de normativas para la elaboración de proyectos de ICT que repercuten en las instalaciones de megafonía.

 [Normativas sobre proyectos de ICT en instalaciones de megafonía.](#)

En este enlace podrás apreciar la descripción de la aplicación normativas europeas que inciden en las instalaciones de megafonía.

 [Normativas europeas aplicadas a instalaciones de megafonía.](#)



Autoevaluación

Señala la respuesta correcta:

- La Norma Tecnológica de la Edificación (NTE) sólo trata aspectos de comunicaciones.
- La Normativa Europea EN 60489 marca aspectos de cómo se realizan las conexiones de los equipos.
- La Normativa Europea EN 60489 regula la forma de evacuar edificios mediante sistemas de sonorización.

No es la opción correcta, también aspectos de seguridad del edificio.

No es correcta, incluye la conexión a equipos de emergencia.

Correcta.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

Anexo I.- Cálculo y características de magnitudes.

El presente documento, nos va a introducir en las **características y cálculos de algunas de las variables influyentes en las instalaciones de megafonía.**

Potencia: tiene que haber relación entre la potencia que entrega el amplificador final y la carga o potencia asumible por los altavoces, es decir, la potencia entregada por el amplificador tiene que alimentar a los altavoces y no sobrecargar al amplificador.

Según la **ley de Ohm**, la sección del cable que alimenta los altavoces debe ser dimensionado en sección y en longitud para evitar pérdidas de potencia, sobre todo cuando se trata de una instalación en baja impedancia. La sección del cable se calcula teniendo en cuenta su resistencia al paso de la intensidad de corriente. La resistencia del cable se calcula dividiendo la longitud entre la sección y el resultado se multiplica por el coeficiente de resistividad del cobre que es 1,71.

La **potencia** puede ser calculada a partir de la lectura de la tensión efectuada sobre una resistencia de carga con valor el de la impedancia de salida del amplificador y conectada a este. La medida se debe hacer con un osciloscopio para registrar que no hay distorsión. El proceso seguiría con la aplicación de la fórmula de Ohm donde se eleva al cuadrado la tensión obtenida y se divide por el valor de la resistencia conectada. El valor final se mide en vatios.



Ejercicio resuelto

Relación entre potencia del amplificador y la SPL (sound pressure level, en español: nivel de presión sonora): La potencia que puede dar un altavoz depende de su sensibilidad, que se especifica como el nivel en dB a un metro de distancia con un vatio de señal aplicado. Podemos hablar de una sensibilidad de, por ejemplo 93 dB SPL con un régimen de 100 vatios continuos y 400 vatios de pico. Lo primero es encontrar la diferencia entre 100 y 400 y 1 vatio de sensibilidad:

Mostrar retroalimentación

$$10 \cdot \log (P1/P2) = \log (100/1) = 20 \text{ Db}$$

La sensibilidad a 100 W es 20 dB superior a la especificada:

$$93 + 20 = 113 \text{ dB SPL continuo.}$$

Para 400 W nos sale:

$$93 + 26 \text{ dB} = 119 \text{ dB SPL pico.}$$

En la práctica no se recomienda una potencia continua menor de 6 dB de distancia con la de pico para asegurar un buen rendimiento.

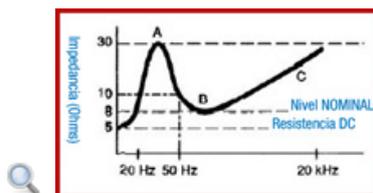
En el siguiente enlace podrás descargar un programa para realizar el cálculo de la respuesta SPL:

[Cálculo de SPL.](#)

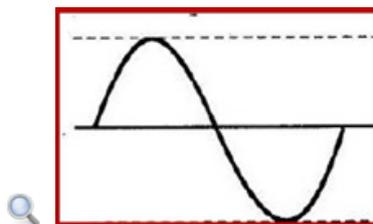
Impedancia: si los altavoces se asocian en serie, se suman las impedancias y si se asocian en paralelo hay que calcular la inversa de las impedancias, es decir, si se unen dos altavoces de 8 ohmios en paralelo, el resultado es de 4. Si se unen en serie el resultado es de 16. Siempre debe ser igual la impedancia de carga de los altavoces a la de la salida de la etapa final de potencia.

La potencia entregada por el amplificador será inversamente proporcional a la impedancia del altavoz. A mayor impedancia, menor es la potencia efectiva.

La impedancia cambia con la frecuencia y hay intervalos en los que la resonancia natural del altavoz en que la impedancia se hace mínima.



Distorsión: si la fuente de sonido está sobremodulada, es decir, de una señal muy fuerte a la entrada del preamplificador, el resultado será que el sonido saldrá distorsionado, por lo que habrá que adaptar el nivel de señal de entrada y su valor de impedancia de entrada para evitar el efecto de la distorsión. Por norma general la entrada de señal de los equipos de previo tiene entrada en baja impedancia a 600 ohmios, propia para señales débiles para conectar micrófonos, pero también pueden llevar entradas en media o alta impedancia para otras fuentes de sonido.



Relación señal-ruido: Si el nivel de señal sonora que se aplica a los previos es insuficiente, puede que el nivel de ruido sobrepase al de señal mínima admisible por dicho bloque. Se deben optimizar los niveles de entrada de señal para equilibrar el factor señal/ruido aumentando o disminuyendo el nivel de dicha señal.

Absorción: es un fenómeno que afecta a la propagación del sonido. El sonido generado en un sistema de megafonía alcanza el medio material y se refleja en mayor proporción que se absorbe. Existen materiales especialmente más absorbentes que otros por ejemplo los materiales porosos como la espuma acústica y materiales especializados que podemos adquirir en comercios del ramo.

Para la medición y cálculo de la absorción pueden emplearse herramientas informáticas, como ejemplo, para la distribución de altavoces de sonorización en directo está el software libre GP2.

En el siguiente enlace podrás acceder a varias herramientas informáticas para realizar cálculos de parámetros del sonido:

 [Cálculo de diferentes parámetros del sonido.](#)

Sección de los hilos para alimentación en corriente continua.

A través de las canalizaciones, los equipos que se alimenten con la corriente de la fuente de alimentación deben llevar conductores para dicho fin. El cálculo puede hacerse sabiendo los datos de diferentes magnitudes: puede ser teniendo la potencia, intensidad o resistencia y aplicando sus correspondientes fórmulas. En el ejercicio resuelto vemos un ejemplo de aplicación de la fórmula para el cálculo de la sección refiriendo la longitud del cable, caída de tensión para corriente continua (debe ser un valor máximo de 1,5 %) y coeficiente de resistividad, normalmente para el cobre que es el más usado como conductor (0,017).

La caída de tensión máxima admisible puede oscilar en instalaciones eléctricas entre el 1 y el 5 %.

Para saber más sobre el tema:

El siguiente enlace te llevará al Anexo I de la Guía Técnica del REBT, donde puedes ver como es el procedimiento normativo:

 [Cálculo de caída de tensión.](#)



Ejercicio resuelto

Calcular la sección en mm^2 de un cable para alimentar con 12 voltios de CC tres módulos de sonido en una instalación, cuyas potencias son de 9, 5, y 20 vatios, respectivamente. La longitud total del cable (dos hilos de alimentación) es de 5 metros.

Mostrar retroalimentación

La suma de las potencias es de 34 vatios. La intensidad será de:

$$I = P / V = 34 / 12 = 2.83 \text{ A}$$

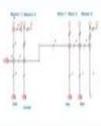
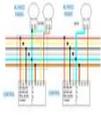
La caída de tensión máxima es del 5 %, por lo que sería: 0,6 V.

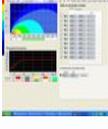
$$S = 2 * \rho * L * I / \Delta V = 2 * 0.017 * 5 * 2.83 / 0.6 = \mathbf{0.8 \text{ mm}^2}$$

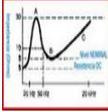
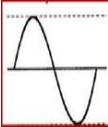
La sección normalizada inmediatamente superior es de: 1 mm^2 .

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)
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743234633/in/photostream</p>		<p>Autoría: TEZ. Licencia: Copyright con autorización de uso. Procedencia: http://www.tez-sonido.com/res/imagenes/info%20tecnica/descargas/ESQUEMA_GS3.JPG</p>
	<p>Autoría: FLEECIRCUS. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/fleecircus/552727125/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743786456/in/photostream</p>
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743234811/in/photostream</p>		<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743786382/in/photostream</p>
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743786104/in/photostream</p>		<p>Autoría: TEZ. Licencia: Copyright con autorización de uso. Procedencia: http://www.tez-sonido.com/res/imagenes/info%20tecnica/descargas/ESQUEMA_H2C.JPG</p>
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743234903/in/photostream</p>		<p>Autoría: AGR. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/gutierrez_fp/5584259663/sizes/m/in/set-72157626084729449/</p>

	<p>Autoría: laimagendelmundo. Licencia: CC BY-NC. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/laimagendelmundo/2905493591/in/photostream/ Archivo PDF.</p>		<p>Autoría: Guía de viajes oficial de Medellín. Licencia: CC BY-NC-ND. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/54818270@N05/5370930518/</p>
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743236087/in/photostream</p>		<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743784806/in/photostream</p>
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743235659/in/photostream</p>		<p>Autoría: Bahianoticias. Licencia: CC BY-NC-SA. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/bahianoticias/3368992369/</p>
	<p>Autoría: Pachango. Licencia: CC BY-NC-SA. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/pachango/4265454267/</p>		<p>Autoría: Jürg. Licencia: CC BY-NC-SA. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/jstucker/5546814731/</p>
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743235109/in/photostream</p>		<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743785702/in/photostream</p>
	<p>Autoría: TEZ. Licencia: Copyright con autorización de uso. Procedencia: http://www.tez-sonido.com/res/imagenes/info%20tecnica/descargas/ESQUEMA_H4C.JPG</p>		<p>Autoría: Rafael Cecedilla. Licencia: CC BY-NC-ND. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/aetae/3440368375/</p>
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5793675267/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Germeister. Licencia: CC BY-NC-ND. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/germeister/356800944/</p>

	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/5743786858/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Txefar. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/txefar/4970516224</p>
	<p>Autoría: Marcospozo. Licencia: CC BY-NC-SA. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/tranpalitu/2312715911 IMS02_CONT_R14_CALCULOS_MAGNITUDES.pdf Miniatura Comentarios Credenciales del recurso</p>		<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6021287777/sizes/m/in/photostream/</p>
	<p>Autoría: José Roldán. Licencia: CC BY. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/60599043@N04/6021840706/in/photostream</p>		