

TECNICAS EN SISTEMAS DE MEGAFONIA



INICIACION A LAS TECNICAS PA 100 V

Las paginas siguientes están concebidas para ayudarle a planificar e instalar un sistema Public Adress 100V y darle nociones de bases y astucias.

La técnica Public Adress 100V a sido desarrollada para sistemas de sonorización/Musica de ambiente. Estos sistemas se encuentra en la mayoría de los sitios: supermercados, salas de espectáculos, estaciones de trenes... Se han vueltos indispensables.

ALGUNAS UTILIZACIONES:

- Estadios y salas de deportes
- Grandes superficies
- Almacenes, fabricas
- Despachos
- Hoteles, Restaurantes

ELEMENTOS BASICOS:

En un sistema Public Adress 100V, se transforma después del amplificador, la señal en señal 100V. Esto corresponde a la potencia nominal de un amplificador. En práctica este transformador esta integrado en el amplificador. Al otro lado, justo antes del altavoz, se encuentra el otro transformador que reduce la señal de 100V a un nivel aceptable para el altavoz. En práctica este transformador se integra en el altavoz.

MONO/ESTEREO:

Si lo miramos de cerca, se puede constatar que la mayoría de los sistemas PA 100V se realizan en versión mono.

Para obtener una señal estéreo, no solo es suficiente 2 altavoces en el mismo lugar.

¿Por qué?: Es necesario que todos los auditores estén a distancia igual de estas dos fuentes sonoras y quedarse en este sitio. Si dejan el sitio, el efecto estéreo ya no es fiable. Siempre es el caso cuando las personas están en movimiento permanente (por ejemplo en supermercado).

De hecho la transmisión de una señal mono es la buena elección. Este debate mono/estéreo no tiene nada que ver con la calidad del sonido: una señal mono no es por definición más mala que una señal estéreo. La calidad depende exclusivamente de los elementos utilizados y en particular de la calidad de los altavoces. Lo cierto es que un altavoz con cámara de compresión no puede compararse con un recinto HIFI. Depende de los diferentes sistemas de concepción de altavoz, y no depende en ningún caso del transformador 100V. Un transformador de concepción moderna puede tener una banda pasante de 20-2000Hz.

¿Cual es entonces la diferencia principal entre un sistema PA 100V y una cadena HI-HI clásica?

Para simplificar: En una instalación HI-FI, se intenta en un espacio de escucha, colocar los altavoces en consecuencia para obtener una calidad sonora óptima. Podemos también desplazar el mobiliario.

Esto no es posible en una gran superficie para una Musica de ambiente. En efecto no es factible mover el mobiliario a más, los altavoces deben de estar colocados en el lugar donde estén mas personas.

Para realizar este montaje, existe una gran variedad de altavoces como altavoces empotrables, recintos murales, columnas acústicas, o altavoces con cámara de compresión.

La verdadera ventaja de un sistema PA 100V se aprecia totalmente durante la instalación de los altavoces.

En los sistemas PA, para anuncios o Musica de ambiente, la cantidad de altavoz puede ser numerosa.

POR EJEMPLO...

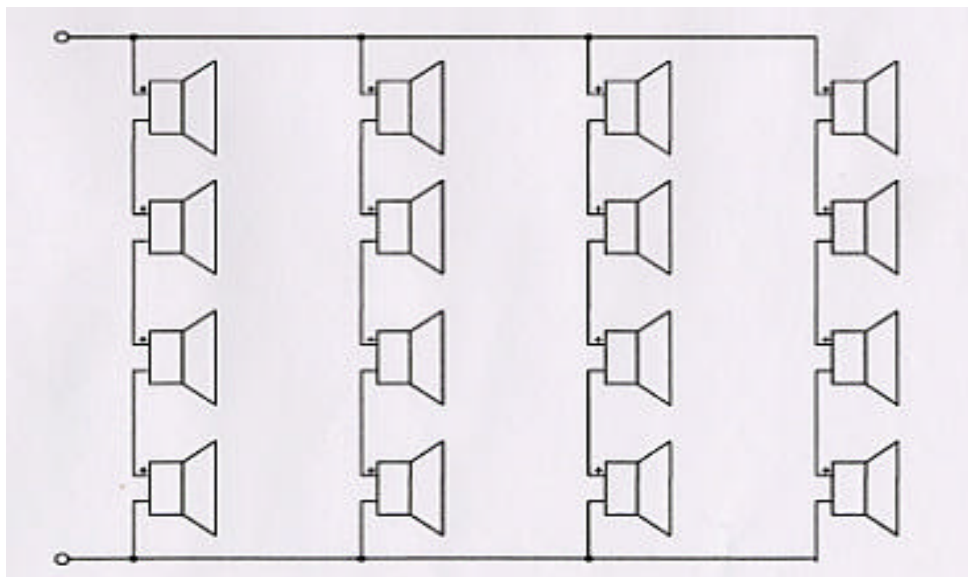
- Una tienda de muebles

Estas tiendas tienen una superficie muy grande que implica la instalación de 20 altavoces o mas, repartidos en toda la superficie.

En el caso de una instalación con 16 altavoces conectados con un amplificador 8 Ω .

Si utiliza altavoces de 8 Ω , debe estar seguro que la impedancia del amplificador se respete. Entonces no es posible conectar los altavoces en paralelo. La impedancia total seria de 0,50 Ω e l amplificador estaría totalmente en sobrecarga y en consecuencia se destruiría. Debe hacer una combinación de conexiones en series y paralelas para adaptar los altavoces al amplificador.

En nuestro ejemplo, la conexión se efectuara como indicado en el esquema siguiente:



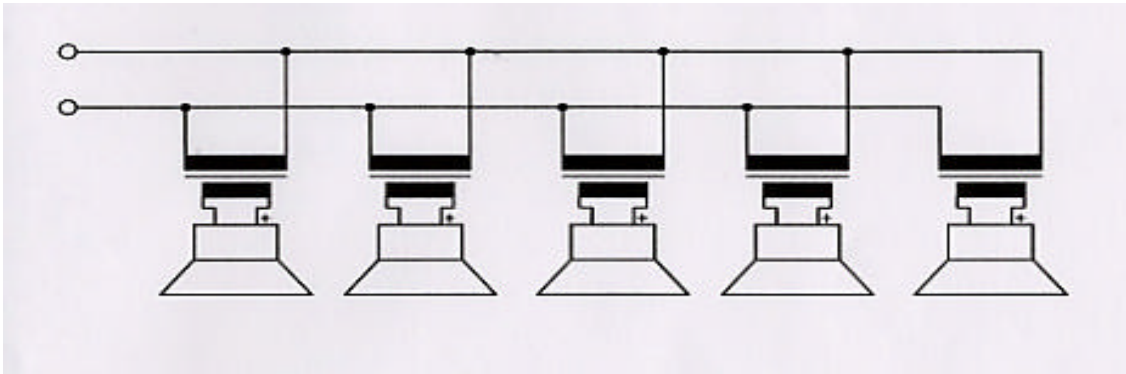
En el esquema puede parecer relativamente sencillo. Pero con una superficie de 1000m², el trabajo de cableado es muy importante porque debe reunir en un solo punto las conexiones únicas de los altavoces o cablear individualmente cada altavoz.

Esto implica complicaciones y un mantenimiento difícil. El verdadero punto débil es que todos los altavoces deben ser idénticos. En el caso contrario algunos elementos podrían estar en sobrecarga.

Si un altavoz se avería, los otros tres no funcionan. Una prolongación de una de esta instalación es difícilmente factible.

COMO IMPEDIR ESTAS DEVENTAJAS:

Si utilizamos altavoces con transformador integrado, todos los elementos pueden conectarse en paralelo. Cada altavoz toma de la línea 100V únicamente la potencia pre regulada en el transformador. Mediante este sistema puede hacer co-existir altavoces de potencia diferente.



La potencia total corresponde a la suma de las potencias individual de los altavoces.

UN EJEMPLO:

Para sonorizar un complejo deportivo, debemos prever los altavoces siguientes:

2 x 15 W para el exterior

4 x 15 W para la sala

6 x 2W para los vestuarios, sanitarios.

La potencia global necesaria es de **102W**.

Durante la elección del amplificador, conviene prever una potencia superior a la potencia requerida.

En nuestro ejemplo, podría utilizar un amplificador MONACOR PA-1200 con una potencia máxima de 120W.

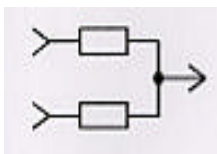
¡TRUCO!

LE ACONSEJAMOS PREVER UNA RESERVA DE POTENCIA AL NIVEL DEL AMPLIFICADOR PARA ANTICIPAR UNA EVENTUAL AMPLIACION DE LA INSTALACION.

TRANSFORMACION ESTEREO A MONO:

Siempre deseamos integrar aparatos HI-FI estéreo en un sistema PA. Pero como explicado los sistemas PA tienen una versión mono y los aparatos HI-FI una versión estéreo. Entonces deberá proceder a modificaciones. Las salidas de los aparatos estéreo deben estar conectadas. Se podría efectuar por una simple conexión pero las 2 salidas estarían en corto circuito, lo que puede originar distorsiones. En los casos extremos, las salidas podrían ser dañadas. Para evitarlo el pequeño esquema siguiente le puede ayudar. Este circuito es fácilmente realizable, dos resistencias pueden montarse en una toma

Vía izquierda



Señal mono

Vía derecha

Como valor de resistencia le aconsejamos: 4,7 K?

CONSEJOS DE SEGURIDAD:

- Respete la reglamentación en vigor relativa a la seguridad eléctrica durante toda instalación de sistema Public Adress.
- En la parte 100V debe exclusivamente utilizar elementos y herramientas homologadas para esta tensión. Sobretodo para la toma de los recintos, los cables de altavoz y las cajas de derivación.
- Verifique particularmente las protecciones en contra de las descargas eléctricas.
- Tensiones peligrosas pueden aparecer en las instalaciones que funcionan en pleno rendimiento. En consecuencia antes de cualquier manipulación debe desconectar los amplificadores.

Encontrara, en las páginas siguientes, diferentes ejemplos de sistemas PA. Los sistemas han sido realizados de esta forma o de forma similar y pueden servir de ejemplo para los casos más diversos.

La cantidad de altavoces utilizados es únicamente indicativa y puede adaptarse a la cantidad realmente necesaria. Debe en todos los casos prever la potencia del amplificador en consecuencia.

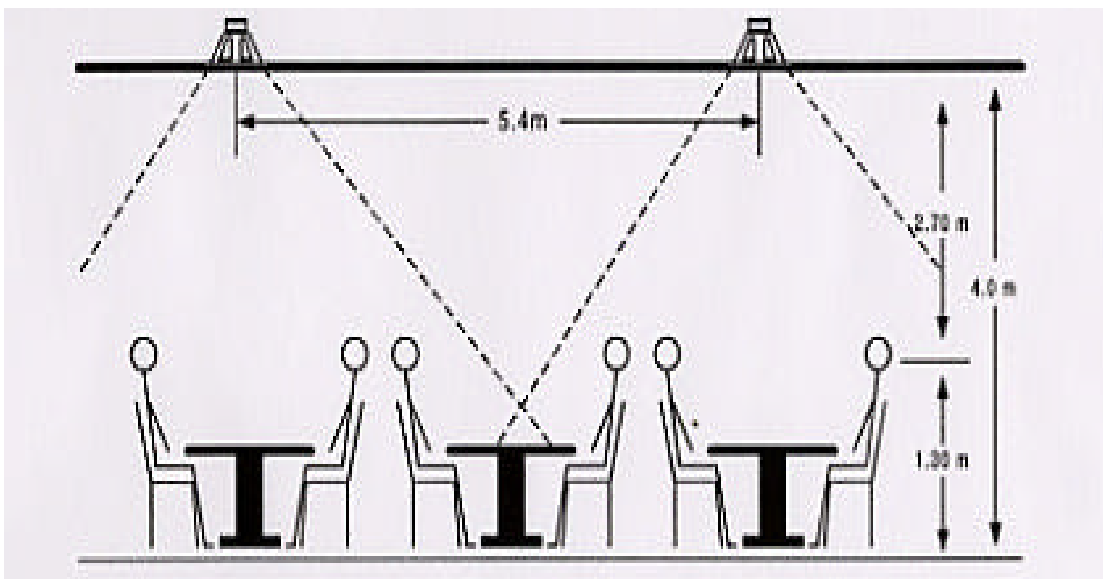
REPARTICION DE LOS ALTAVOCES:

Durante la instalación de los altavoces en techo, la pregunta siempre viene a ser la misma: ¿Dónde? Instalar los altavoces, pero la respuesta es muy fácil: donde se sitúan los auditores.

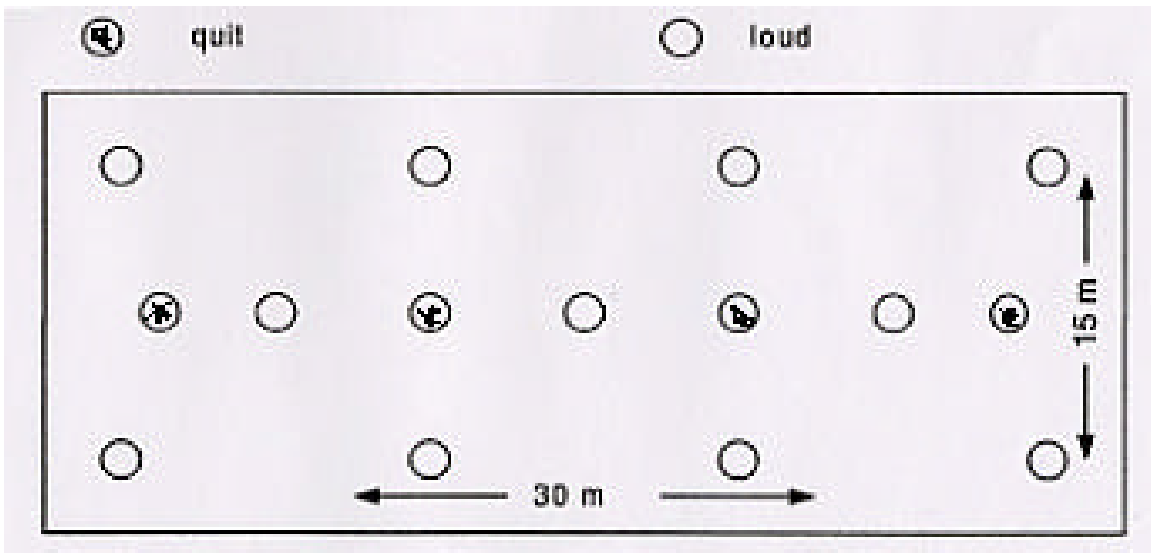
La respuesta relacionada con el espacio es menos evidente. Se puede decir que más se reduce el espacio, más se reduce la potencia unitaria, y más se aumenta la homogeneidad de la repartición del sonido. Si salimos del principio que el público está sentado, se puede considerar que las orejas están más o menos a un nivel de 1,30m. Puede entonces determinar el espacio como explicado:

Espacio entre altavoces = 2 X (H-1,30m) H= Altura del techo

Si suponemos una altura de techo de 4m, el espacio entre los altavoces es de: $2 \times (4\text{m} - 1,30\text{m}) = 5,4\text{m}$



El espacio real depende del nivel de ruido de fondo de la sala. En un espacio con calma, puede aumentar de 50% el espacio, en este caso a más o menos 8m.

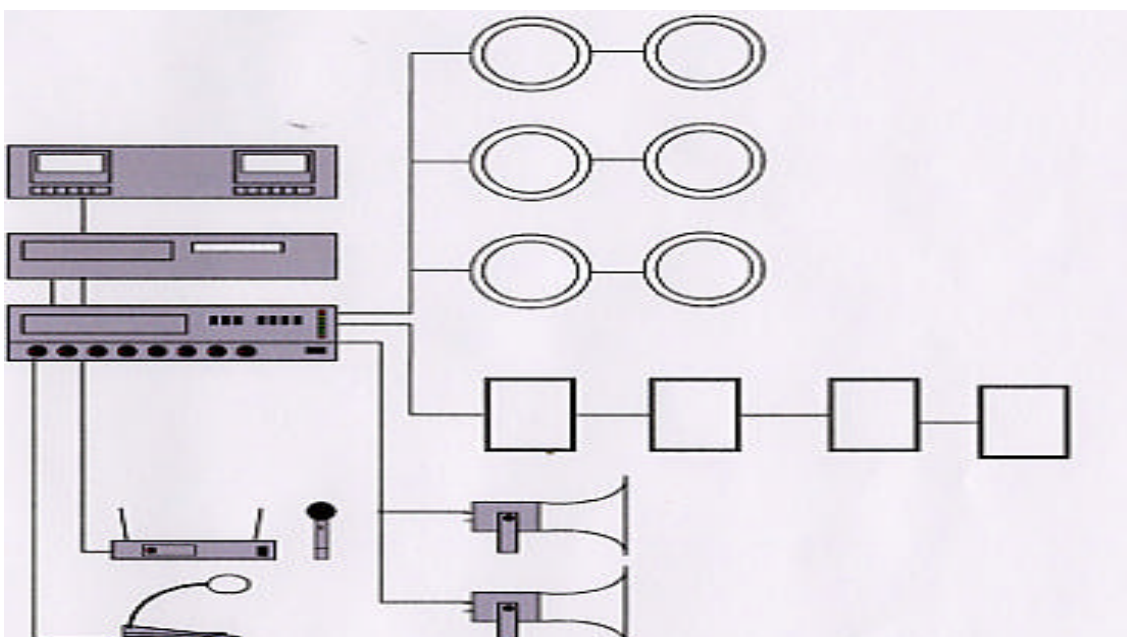


Ejemplo de repartición de altavoces en espacio con calma y ruidoso.

SONORIZACION DE UN COMPLEJO ESPORTIVO:

Tenemos que sonorizar el exterior, el interior, y los sanitarios con una Musica de ambiente y con anuncios.

Los diferentes sectores son dependientes. Un micro de mesa y un micro inalámbrico están previstos como fuentes. A más la música dependerá de un lector CD y un lector K7.



Lista del material:

Aparatos:

1 X PA-1200.....	Amplificador.
1 X CD-154.....	Lector CD.
1 X TCWE-475/B.....	Lector doble K7.
1 X TXS-840.....	Receptor micro inalámbrico.
1 X TXS-820HT.....	Micro inalámbrico.
1 X PDM-300.....	Micro de mesa

Altavoces.

6 X EDL-11TW.....	Altavoz de techo.....	2W cada uno.
2 X EUL-80/WS.....	Altavoz mural.....	5 W cada uno.
2 X IT-20.....	Altavoz cámara de compresión.....	15 W cada uno.

TOTAL:.....72W

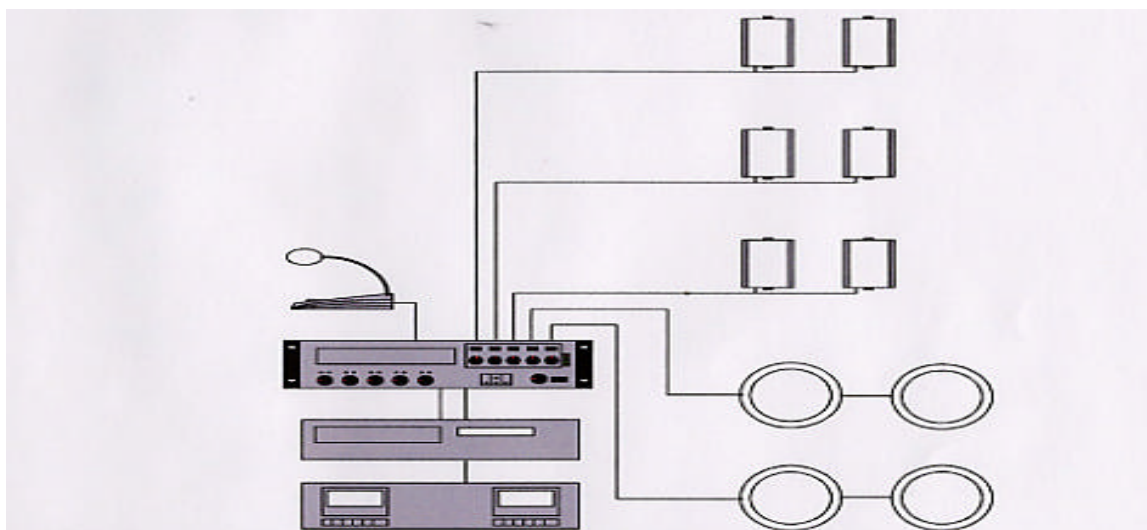
SONORIZACION EN SALAS DE REUNION:

Los hoteles disponen a menudo de salas de reunión. Según las salas, un volumen diferente debe regularse, la música de ambiente o los anuncios deben poder cortarse en totalidad. En este caso la manipulación se efectúa directamente desde el amplificador que dispone de 5 salidas regulables independientes.

En caso de urgencia extrema, por ejemplo un incendio, los anuncios deben escucharse mismo en las zonas desconectadas.

La función “prioridad obligatoria” del amplificador permite esta acción. Si esta función esta activada, todas las salidas se regulan en el volumen máximo.

Es posible integrar en el amplificador el modulo de mensajes PA-1120DM, esto permite reproducir anuncios memorizados por contacto.



Lista del material:

Aparatos.

1 X PA-1120.....	Amplificador 5 zonas.
1 X PA-1120RC.....	Micro de maesa.
1 X PA-1120DM.....	Modulo de mensajes.
1 X TCWE-475/B.....	Lector doble K7.
1 X PA-2406CD.....	Lector CD.

Altavoces.

6 X EUL-30/WS.....	Altavoz mural.....	15 W cada uno.
4 X EDL-11TW.....	Altavoz de techo.....	5 W cada uno.

TOTAL.....110W

SONORIZACION INDIVIDUAL POR CONMUTADOR.

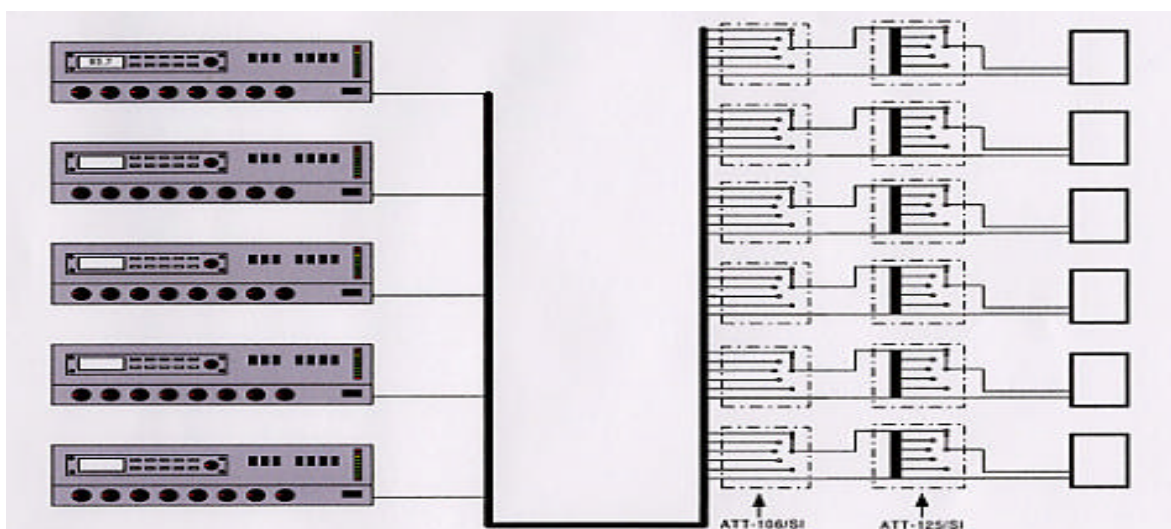
Debemos sonorizar gran cantidad de salas como, por ejemplo, un hotel o un solarío, con 5 programas de música diferentes.

Para efectuar esta instalación debe equipar cada uno de los 5 amplificadores con un módulo "Tuner". también puede si lo desea utilizar módulos de lector CD o lector K7.

En cada sala, conviene utilizar un conmutador y un atenuador, en el cual el altavoz está conectado.

En cada sala, es entonces posible escuchar un programa independiente, individualizando también el volumen.

En teoría, todos los utilizadores pueden escuchar el mismo programa con un volumen máximo, por eso, debe prever una potencia de amplificador en consecuencia.



Lista del material:

5 X PA-1200.....	Amplificador.
5 X PA-1200R.....	Modulo Tuner.
PA-1120CD (alternativa).....	Lector CD.
PA-1200T (alternativa).....	Lector K7.
6 X ATT-206/WS.....	Conmutador.
6 X ATT-225/W.....	Atenuador.
3 X AUL-30/WS.....	Altavoz mural.

EJEMPLO DE UTILIZACION DEL CONVERTIDOR "100V / NIVEL LINEA" PATL-100.

Con el convertidor PATL-100, una señal de línea 100v puede transformarse en señal línea. Las 2 señales estarían aisladas.

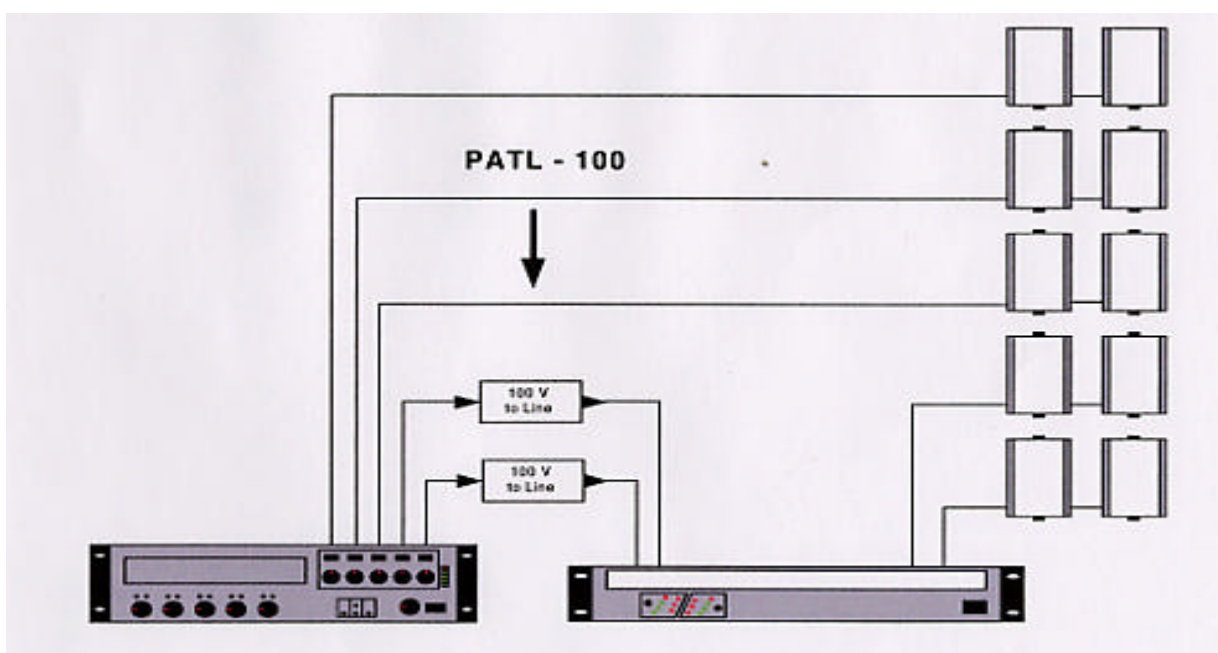
Ejemplo 1:

Debe controlar 5 circuitos de altavoces de 80W cada uno, con un amplificador PA-1240.

La potencia total del amplificador es insuficiente.

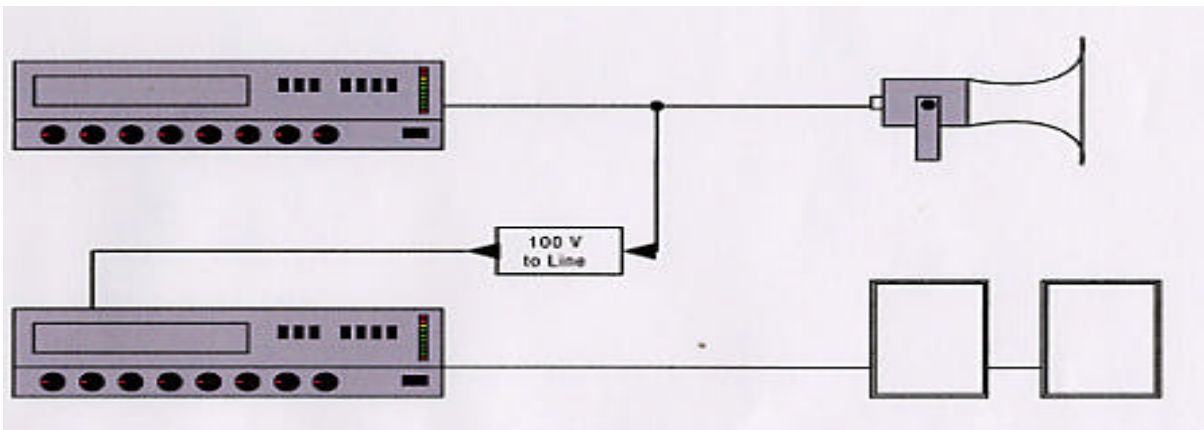
En nuestro ejemplo conectamos las zonas 1 a 3 directamente al amplificador PA-1200. En las salidas de las zonas 4 y 5, conectamos un PATL-100 para transformar la señal 100V en señal línea. Con este mismo puede conectar otros amplificadores de potencia, que alimentan las zonas 4 y 5.

Guardaremos así todas las posibilidades de controlar otras zonas con el amplificador PA-1240, por ejemplo para utilizar el sistema micro PA-1120RC.



Ejemplo 2:

En una instalación existente, debe añadir otro amplificador. Este último se encuentra en otro lugar. Con el PATL-100 es muy fácil recuperar la señal en una línea de altavoces existente para enviarla al amplificador añadido.



ATENUADORES:

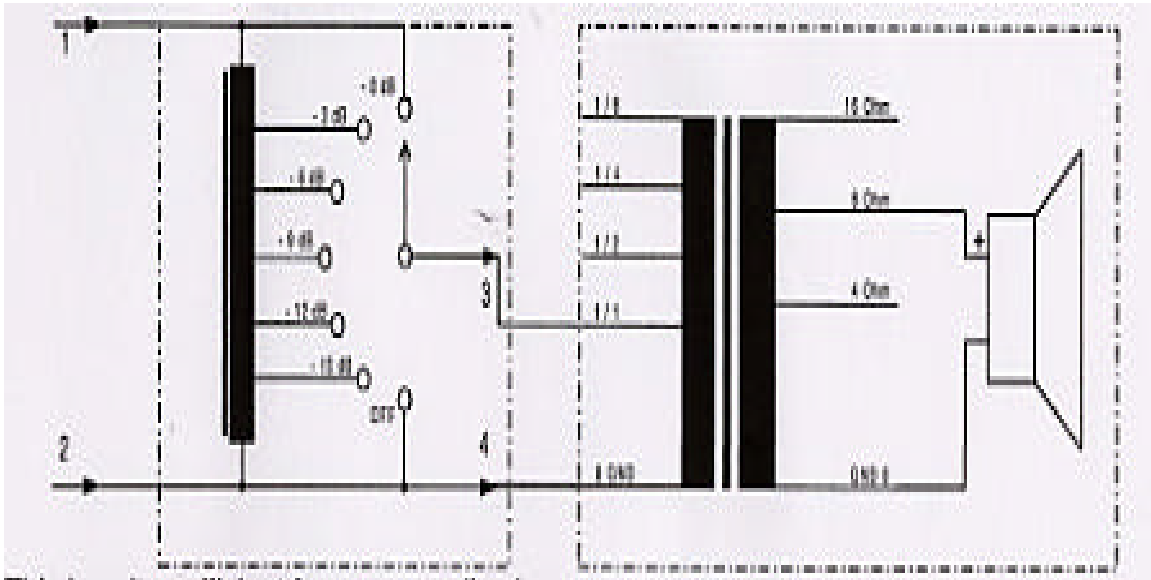
Los altavoces Public Adress ofrecen la mayoría de la veces la posibilidad de regular la potencia y entonces el volumen en el altavoz. Se efectúa directamente en el altavoz vía diversas conexiones, de los bornes de contacto o de los conmutadores. Para la mayoría de las aplicaciones, este método es suficiente.

En cambio si diferentes salas en las cuales el volumen debe regularse independientemente deben estar sonorizadas, la utilización de atenuadores 100V se impone.



El atenuador está compuesto de un auto transformador que reduce la señal por escala.

Este atenuador se integra en serie en la línea 100V. En la salida, conectamos después el altavoz PA. No es posible conectar altavoces de baja impedancia de 4 Ω o 8 Ω .
 Los atenuadores están disponibles en gamas variadas de potencia.
 La potencia del altavoz no debe sobrepasar la potencia del atenuador.

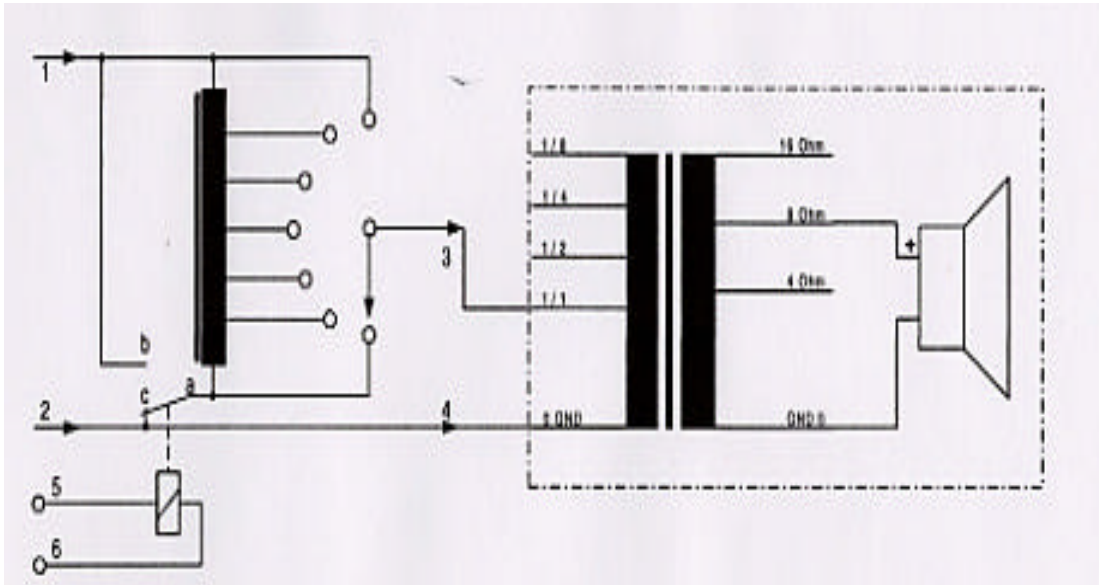


Los atenuadores están disponibles bajo varias formas. Los atenuadores individuales existen para montajes empotrados, de superficie, o en parte delantera para rack estándar 19".
 Los atenuadores hacen parte integrante de los amplificadores los más potentes, lo que permite un reglaje directo de los diferentes circuitos

ATENUADORES CON RELE PRIORITARIO:

En regla general los atenuadores poseen una posición "paro", los altavoces colocados en aval no están entonces alimentados. En el caso de un anuncio de carácter de urgencia (incidencia o alarma), este último so será audible.

Un atenuador equipado de un contacto prioritario permite evitar el problema. El atenuador puede reactivarse a distancia, un anuncio en la zona en aval puede entonces estar seguro.
 Vía las conexiones 1 y 2, la señal 100V llega al atenuador y en las conexiones 3 y 4 se dirigen hacia el altavoz.



Los bornes 5 y 6 son nuevos. Por una tensión de 24Dc, activamos el rele de anuncio prioritario.

En posición OFF del atenuador, los puntos a y c están conectados entre ellos. En este caso, los puntos 3 y 4 están también conectados entre ellos y ninguna señal llega al altavoz. A partir del momento que se activa el rele de anuncio prioritario los puntos a y b se conectan. Los puntos 2 + 4, y 1+3 se conectan directamente, y la potencia completa llega al altavoz. La desactivación de este rele de anuncio urgente impide el sonido en este altavoz.

Si el atenuador esta en un lugar diferente de la cadena y si el rele de anuncio urgente esta activado, la potencia hacia el altavoz se aumentara.

Existe atenuadores en los cuales los puntos a + b + c vía regletas de conexiones. El rele puede eventualmente instalarse directamente junto al amplificador.

En este caso, los conductores hacia el rele se encuentran en los puntos a y c. Con la resistencia de los cables, puede encontrar una masa diferente en relación al transformador. En efecto un volumen residual puede llegar al altavoz.

INSTALACION CON ALTAVOCES DIVERSOS:

A menudo deseamos conectar en un sistema Public Adress 100V altavoces suplementarios de baja impedancia.

Esta técnica, en todos los casos debe de evitarse porque el amplificador estaría en sobrecarga. En plena potencia los altavoces de baja impedancia y los altavoces 100V estarían en pleno rendimiento. La destrucción del amplificador está pre programada. Mejor conectar los altavoces de baja impedancia mediante un transformador línea 100V.

AMPLIFICADORES HI -FI EN HP 100V:

A menudo nos encontramos esta situación:

Debemos realizar una sonorización en un restaurante, bar o lugar parecido. Los altavoces utilizados deben de ser por ejemplo recintos compactos 100V, para simplificar el cableado.

En cambio, el cliente no desea adquirir un nuevo amplificador y quiere aprovechar su “antiguo” amplificador HI-FI. Mismo si no es una solución óptima queda probable.

Este amplificador no posee salida 100V. Podemos conectar los recintos directamente pero la potencia recuperada será mínima.

Ejemplo de cálculo:

Supongamos que el amplificador entregue una potencia de salida de 100W en 4 ? :

La tensión de salida será:

$$U = \sqrt{P \times R} \quad 20 \text{ V} = \sqrt{100 \text{ W} \times 4 \text{ Ohm}}$$

Suponemos que los altavoces conectados tienen una potencia acumulada de 100W, la impedancia de los altavoces será de 100? :

Seguimos con el cálculo:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{20 \text{ V} \times 20 \text{ V}}{100 \text{ Ohm}} = 4 \text{ W}$$

Conviene entonces de proponer otra solución.

Por definición, un transformador de 100V es bi direccional. Conectamos en la salida 4 ? del amplificador un transformador de 100V con una potencia de 100W de 4? .

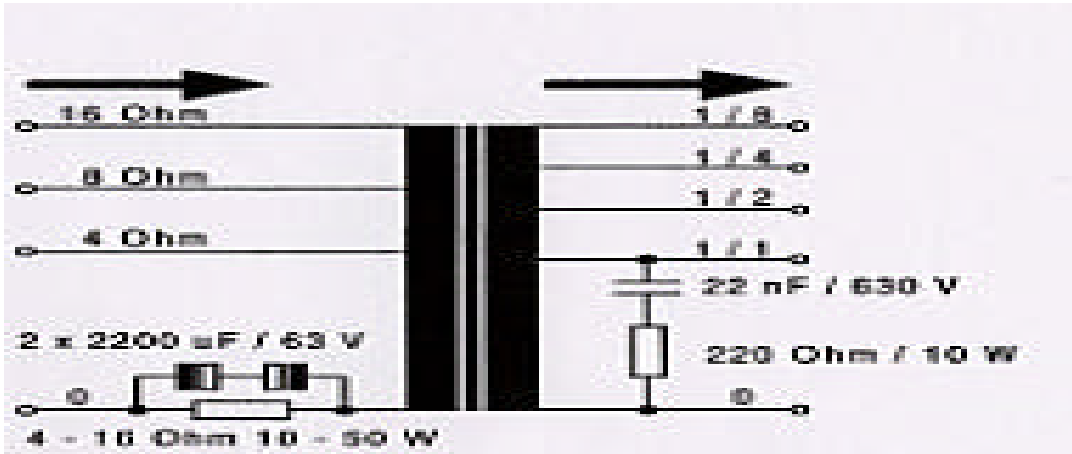
Ahora puede recuperar la señal de 100V. La potencia total de 100W esta disponible.

Para un efecto óptimo máximo, la potencia del transformador debe corresponder a la del amplificador.

Si elegimos un transformador demasiado potente, la tensión máxima de 100V en la salida no se alcanzara. Si tiene una potencia demasiado baja, la tensión se sobrepasara. El amplificador y los recintos podrían dañarse.

La suma de las potencias de los altavoces alimentados no debe sobrepasar la potencia del amplificador y del transformador.

En el esquema siguiente puede observar los componentes de protección, un circuito RC lado primario y secundario. Por si mismo este circuito no es necesario para el buen funcionamiento del transformador, es mas bien una protección para el amplificador.



LADO PRIMARIO:

Los elementos de protección lado primario protegen el amplificador en frecuencias bajas

Con frecuencias inferiores a 20Hz, la impedancia del transformador baja. Finalmente solo queda la resistencia ohmica del conductor.

Esta es tan baja que se produce un corto circuito en la salida del amplificador.

Conectamos en serie una resistencia de potencia con un valor igual al de la impedancia del transformador. Con frecuencias mas elevadas, la resistencia se montara en paralelo junto a los condensadores. Así el total de la potencia llega al transformador.

LADO SEGUNDARIO:

La impedancia de los altavoces depende de la frecuencia. La combinación RC del lado secundario compensa las variaciones de carga inductiva. Estas modificaciones de carga pueden provocar oscilaciones de la escala final. Como ya indicado, estos elementos de protección no son absolutamente necesarios.

Pero para anticipar fallos de las escalas finales, debe colocar protecciones. Se trata de piezas estándar, disponible en tiendas de material electrónico.

Repartición de los amplificadores para niveles de seguridad más elevados.

En las instalaciones que necesitan un nivel de seguridad mas elevado, conviene instalar 2 amplificadores como mínimo. Tenemos que conectar los altavoces de manera alterna sobre estos amplificadores. Si uno de los amplificadores falla, la otra mitad de los altavoces queda disponible y funciona.

Esto es muy importante si el sistema debe utilizarse para anuncios de alarma, de incendio, etc....

En salas importantes, tenemos, por estas razones, instalar 2 altavoces.

Zumbido debido al bucle de masa.

A menudo, puede surgir debido a una interconexión de los aparatos un zumbido. Es típico que aparezca durante una instalación de un aparato específico o en un montaje en rack la mayoría de los casos, podemos utilizar un transformador de aislamiento (por ejemplo FGA-40) para suprimir este problema. Se conecta a la entrada y efectúa una separación galvánica de los aparatos.

Conexiones de los micros.

Es frecuente conectar micros con cables muy largos en los amplificadores. Para evitar los parásitos la conexión debe ser simétrica. Se utiliza entonces un cable 2 conductores blindado (por ejemplo MLC-152) Debemos efectuar una conexión simétrica de la entrada del amplificador y también del micro. En regla general esta conexión se efectúa con las tomas XLR del amplificador. Si no dispone de entrada simétrica, debemos imperativamente utilizar un transformador (por ejemplo MA-100/5), así eliminamos unos 90% de parásitos.

Informaciones para la utilización de micros inalámbricos.

True-Diversity

A más de los receptores estándar, proponemos receptores que trabajan según el principio de "True-Diversity". Estos aparatos poseen dos receptores idénticos como señal exterior, visualizamos dos antenas distintas.

El receptor compara las señales de dos circuitos de recepción y conmuta la más fuerte de las dos en la salida audio. Este procedimiento se efectúa sin interrupción de la recepción. Por una orientación diferente de las antenas o de las conexiones de una antena se aumenta la seguridad de la recepción.

Estos sistemas "True-Diversity" deben siempre utilizarse si la persona (por ejemplo: cantante) esta en movimiento permanente. Otros elementos pueden influenciar la elección de estos aparatos de seguridad de recepción.

Utilización de varios emisores simultáneamente.

A menudo, varios emisores deben funcionar simultáneamente. Intentamos a veces, con la compra de un segundo emisor, hacer funcionar dos emisores con el mismo receptor al mismo tiempo. Esto no es posible. Si dos emisores trabajan con la misma frecuencia, se "molestan" mutuamente.

En consecuencia, si queremos utilizar varios sistemas inalámbricos al mismo tiempo, cada pareja de emisor y receptor debe tener una frecuencia distinta.

Esto también es válido para los receptores Diversity, mismo si poseen dos receptores. Solo se puede captar un emisor por frecuencia.

Squelch.

Para evitar el "soplido" mismo si el emisor esta apagado, los receptores poseen un circuito Squelch.

Si no hay frecuencia detectada, la salida audio del receptor esta cortada. El nivel del Squelch se puede regular en la mayoría de los receptores.

Homologación.

Vea homologación de los sistemas inalámbricos. (Pagina 77)

ASTUCIAS:

Perdidas en el cable de altavoz.

Durante la concepción y realización de las instalaciones Public Adress más complejas, en las cuales los altavoces están repartidos en zonas o salas más lejanas, longitudes de cable importante pueden utilizarse. En estas condiciones podemos encontrar longitudes de cable entre los amplificadores y los altavoces de 100 a 200m. En locales como por ejemplo: almacenes, complejos deportivos, los cables pueden tener una longitud de más de 500m.

Con estas longitudes de cable podemos encontrar perdidas importantes.

Para entender el porque de los problemas y como evitarlos tenemos que mirar de cerca la teoría.

La resistencia de un conductor depende principalmente de tres factores diferentes: Material utilizado, longitud y sección del cable.

Para la longitud del conductor debemos considerar que existe una ida y vuelta entre el amplificador y el altavoz, lo que duplica las pérdidas. Otros parámetros como por ejemplo la temperatura y la resistencia de los contactos no entran en línea de cuenta.

Por ejemplo: Cojamos un amplificador con una potencia de 100W en el cual queremos conectar un recinto de 8 ? . La longitud del cable es de 225m con una sección de 1mm², (los valores se eligen para facilitar el calculo).

La resistencia se calcula de la manera siguiente:

$$R = \frac{l}{k \times a}$$

R (?)	=	resistencia
l (m)	=	longitud del cable (ida y vuelta)
K	=	“Kappa”, conductividad especifica, en cobre de este valor es de 56
A (mm ²)	=	sección del conductor.

$$R = \frac{l}{k \times a} = \frac{450 \text{ m}}{56 \times 1 \text{ mm}^2}$$

= 8? resistencia del cable

El amplificador entrega a 100W en 8 ? los valores siguientes:

Tensión de salida:	= 28,3V
Intensidad de salida	= 3,53 A

La resistencia global se compone de $8\ \Omega$ para el recinto y de $8\ \Omega$ para el cable de conexión.

Esto significa que de la impedancia esta duplicada y en consecuencia la corriente de salida dividida por dos. En nuestro ejemplo, la resistencia del cable y la impedancia del altavoz son iguales, esto significa que la tensión disponible en el altavoz también esta dividida por dos.

Así, disponemos en el altavoz de una potencia de 25W o de 25% de la potencia que sale del amplificador. Utilizando cables con una sección de 4mm^2 , este valor puede cambiar hasta el 44%. Pero por razones de coste queda un poco irrazonable.

Utilizando un sistema de salida de 100V, el rendimiento se mejora considerablemente. Con una potencia de salida de 100W, la impedancia del sistema altavoz es de $100\ \Omega$. La resistencia de los cables queda a $8\ \Omega$. Lo que significa que en relación a la impedancia del altavoz, la resistencia de los cables es negligente.

También calculando:

La intensidad total es de $100\text{V} / (100\ \Omega + 8\ \Omega) = 926\ \text{mA}$.

La potencia en los altavoces es de $P = I^2 \times R = 0,926^2 \times 100\ \Omega = 85,75\ \text{W}$.

El rendimiento de potencia es ahora de 85,75W o de 85,75% y con la misma sección considerablemente mas elevada que con un sistema de baja impedancia.

Para alcanzar, con sistema a $8\ \Omega$ el mismo rendimiento tenemos que utilizar un cable con una sección de 16mm^2 .

POTENCIA DE LOS ALTAVOCES EN W CON UN AMPLIFICADOR 100W
EN FUNCION DE LA LONGITUD Y LA SECCION DEL CABLE

cable	4 Ohm speaker cable in mm ²				8 Ohm speaker cable in mm ²				100 V speaker cable in mm ²			
	0,75	1,50	2,50	4,00	0,75	1,50	2,50	4,00	0,75	1,50	2,50	4,00
5 m	89,1	94,3	96,5	97,8	94,3	97,1	98,2	98,9	99,5	99,8	99,9	99,9
10 m	79,9	89,1	93,2	95,7	89,1	94,3	96,5	97,8	99,1	99,5	99,7	99,8
15 m	72,0	84,3	90,1	93,6	84,3	91,6	94,9	96,7	98,6	99,3	99,6	99,7
20 m	65,2	79,9	87,1	91,6	79,9	89,1	93,2	95,7	98,1	99,1	99,4	99,6
25 m	59,4	75,8	84,3	89,7	75,8	86,6	91,6	94,6	97,7	98,8	99,3	99,6
30 m	54,3	72,0	81,6	87,8	72,0	84,3	90,1	93,6	97,2	98,6	99,1	99,5
35 m	49,8	68,5	79,0	86,0	68,5	82,0	88,6	92,6	96,7	98,4	99,0	99,4
40 m	45,9	65,2	76,6	84,3	65,2	79,9	87,1	91,6	96,3	98,1	98,9	99,3
45 m	42,4	62,2	74,2	82,6	62,2	77,8	85,7	90,7	95,8	97,9	98,7	99,2
50 m	39,3	59,4	72,0	80,9	59,4	75,8	84,3	89,7	95,4	97,7	98,6	99,1
60 m	34,0	54,3	67,8	77,8	54,3	72,0	81,6	87,8	94,5	97,2	98,3	98,9
70 m	29,8	49,8	64,0	74,8	49,8	68,5	79,0	86,0	93,7	96,7	98,0	98,8
80 m	26,2	45,9	60,5	72,0	45,9	65,2	76,6	84,3	92,8	96,3	97,8	98,6
90 m	23,3	42,4	57,3	69,3	42,4	62,2	74,2	82,6	91,9	95,8	97,5	98,4
100 m	20,8	39,3	54,3	66,8	39,3	59,4	72,0	80,9	91,1	95,4	97,2	98,2
150 m	12,9	27,9	42,4	56,1	27,9	47,8	62,2	73,4	87,1	93,2	95,8	97,4
200 m	8,7	20,8	34,0	47,8	20,8	39,3	54,3	66,8	83,4	91,1	94,5	96,5
250 m	6,3	16,2	27,9	41,2	16,2	32,9	47,8	61,1	79,9	89,1	93,2	95,7
300 m	4,8	12,9	23,3	35,9	12,9	27,9	42,4	56,1	76,6	87,1	91,9	94,9
350 m	3,7	10,5	19,8	31,5	10,5	24,0	37,9	51,7	73,5	85,2	90,7	94,0
400 m	3,0	8,7	17,0	27,9	8,7	20,8	34,0	47,8	70,6	83,4	89,5	93,2
450 m	2,5	7,4	14,7	24,9	7,4	18,3	30,7	44,3	67,8	81,6	88,3	92,4
500 m	2,1	6,3	12,9	22,3	6,3	16,2	27,9	41,2	65,2	79,9	87,1	91,6
1000 m	0,6	2,1	4,8	9,6	2,1	6,3	12,9	22,3	45,9	65,2	76,6	84,3